



REPUBLIQUE DU CONGO



**NIVEAU D'EMISSIONS
DE REFERENCE POUR LES FORETS
(NERF)
DE LA REPUBLIQUE DU CONGO**

Coordination Nationale REDD

Septembre 2016



Sommaire

	Pages
** Acronymes et abréviations	4
** Personnes de contact au niveau national	5
** Remerciements	6
** Résumé	8
** Introduction	9
I- Rappel du contexte national dans lequel se met en place le NERF	10
1.1- Définition nationale de la forêt en République du Congo	13
1.2- Période de référence du NERF	13
1.3- Échelle du NERF	13
1.4- Portée du NERF	13
1.4.1- Activités à prendre en compte	13
1.4.2- Réservoirs à prendre en compte	14
1.4.3- Gaz à prendre en compte	16
II- Données et approche méthodologique appliquées pour estimer les émissions	
Historiques	16
2.1- Collecte, analyse et traitement des données de la déforestation	16
2.1.1- Stratification	16
2.1.2- Données d'activités	17
2.1.2.1- Méthodologie et données utilisées pour le calcul des données d'activités	17
2.1.2.1.1- Segmentation multi temporelle	19
2.1.2.1.2- Injection des valeurs des produits dans les polygones	21
2.1.2.1.3- Arbre de décision	21
2.1.2.1.4- Intégration de la couche des routes issues du produit GAF	22
2.1.2.1.5- Evaluation de la précision	23
2.1.2.1.6- Système d'échantillonnage	23
2.1.2.1.7- Système de réponse	24
2.1.2.1.8- Analyse	25
2.1.2.2- Présentation des résultats	25

2.1.2.2.1- Carte des changements de couvert forestier 2000-2012	25
2.1.2.2.2- Résultats de l'analyse de la précision et statistiques	26
2.1.2.3- Comparaison avec d'autres produits	27
2.1.3- Facteurs d'émission	28
2.1.3.1- Méthodologie et documents techniques de l'IFN	28
2.1.3.1.1- Plan de sondage	28
2.1.3.1.2- Classification d'utilisation des terres	31
2.1.3.1.3- Variables mesurées	31
2.1.3.1.4- Relevés de terrain	35
2.1.3.2- Niveau de réalisation de l'IFN	35
2.1.3.2.1- L'analyse des données de l'IFN	35
2.1.3.2.2- Saisie des données	36
2.1.3.2.3- Apurement et traitement des données	36
2.1.3.3.4- Analyse statistique des données et calcul de certains indicateurs	36
2.1.3.3.5- Estimation de la biomasse aérienne	36
2.1.3.3.6- Estimation de la biomasse souterraine	38
2.1.3.3.7- Estimation de la biomasse du bois mort	38
2.1.3.3.8- Estimation du stock de carbone	39
2.1.3.4- Résultats et facteurs d'émission proposés	40
2.1.3.5- Comparaison avec la littérature existante	41
2.2- Collecte, analyse et traitement des données de la dégradation forestière	42
2.2.1- Collecte, analyse et traitement des données de la Dégradation planifiée	42
2.2.1.1- Approche méthodologique	43
2.2.1.2- Données utilisées pour les calculs	46
2.2.1.3- Discussion sur les facteurs d'expansion de la biomasse	47
2.2.1.4- Discussion sur les facteurs de dégâts	48
2.2.1.5- Discussion sur la biomasse souterraine	49
2.2.1.6- Discussion sur la repousse post-récolte	49
2.2.2- Collecte, analyse et traitement des données de la dégradation non planifiée	53
2.2.2.1- Approche méthodologique	53
2.2.2.2- Données utilisées pour les calculs	56
2.2.2.3- Résultats du calcul des émissions historiques liées à la dégradation non Planifiée	56
III- Approche méthodologique pour l'ajustement du NERF et présentation du NERF ajusté	57
3.1- Approche méthodologique pour la détermination de l'ajustement et détails du Plan National de Développement	58
3.1.1- Ajustement pour la déforestation planifiée	59
3.1.2 Ajustement pour la dégradation planifiée	63
3.2- Présentation des résultats sur le Niveau des Emissions de Référence pour les Forêts (NERF)	66
3.3- Le NERF de la République du Congo dans un contexte régional et global	69
3.4- Période de validité du NERF Ajusté	70
3.5- Domaines pour améliorations futures	70
Bibliographie	73
Annexes	78
Annexe 1: Détails des classes de Sayre (2014) regroupées pour composer la stratification adoptée	79
Annexe 2: schéma symbolisant le passage du volume fût brut au volume fut net	80
Annexe 3: Données de terrain des volumes fûts bruts et volumes futs nets	81
Annexe 4: Photos des culées, rondins et fûts entiers	87

ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS

CCNUCC	: Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CNIAF	: Centre national d'inventaire et d'aménagement de ressource forestière et faunique
CNSE	: Centre National de la Statistique et des Études Économiques
CN-REDD	: Coordination Nationale REDD
COP/CP	: <i>Conférence Of Parties</i> (Conférence des Parties)
CPDN	: Contribution Prévues Déterminées au niveau National
DEG-PL	: Dégradation forestière Planifiée
DEG-NOPL	: Dégradation forestière non Planifiée
DEF-PL	: Déforestation Planifiée
DEF-NOPL	: Déforestation non Planifiée
Dhp	: Diamètre à hauteur de poitrine
DSCERP	: Document de Stratégie pour la Croissance, l'Emploi et la Réduction de la Pauvreté
DSRP	: Document de Stratégie pour la Réduction de la Pauvreté
ERPD	: Document de Programme de Réduction des Emissions (Fonds Carbone)
ER-PIN	: <i>Emission Reduction Programme Idea Note</i>
ENSAF	: Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie
FACET	: Forêts d'Afrique Centrale Evaluées par Télédétection
FCPF	: Fonds de Partenariat pour le Carbone Forestier
FAOSTAT	: Base de données statistiques fondamentales de la FAO
FRA	: Évaluation des ressources forestières mondiales
FSC	: <i>Forest Stewardship Council</i>
GAF	: Bureau d'Étude Allemand en matière de SIG et Télédétection
GES	: Gaz à Effet de Serre
GIEC	: Groupe Inter-gouvernemental sur l'Évolution du Climat
GFC	: <i>Global Forest Change</i>
GFOI	: Initiative Globale pour l'Observation des Forêts
Ha	: Hectare
HFLD	: couverture forestière élevée et faible taux de déforestation (de l'anglais <i>high forest cover, low deforestation</i>)
IFN	: Inventaire Forestier National
MNV	: Mesure, Notification et Vérification
NAMA	: Mesures d'atténuation appropriées au niveau national
NERF	: Niveau des Emissions de Référence des Forêts
NRF	: Niveau de Référence des Forêts
PIB	: Produit intérieur brut
PND	: Plan national de développement
PNUE	: Programme des Nations Unies pour l'Environnement
RGPH	: Recensement Général de la Population et de l'Habitation du Congo
REDD+	: Réduction des Emissions liées à la Déforestation et à la dégradation des forêts et rôle de la conservation, de la gestion durable des forêts et du renforcement des stocks de carbone forestier dans les pays en Développement
RGA	: Recensement Général de l'Agriculture
R-PP	: Plan de Préparation à la REDD+
SPC	: Sous-placette circulaire
SPR	: Sous-placette rectangulaire
SSFS	: Système National de Surveillance des Forêts par Satellite
SUT	: Sections d'utilisation des terres
UE	: Unité d'échantillonnage
UFA	: Unité Forestière d'Aménagement
UFE	: Unité Forestière d'Exploitation
UMC	: Unité Minimale de Cartographie
WELD	: <i>World Enabled Landsat Dataset</i>

Personnes de contact au niveau national :

Nom et prénoms	Fonctions	Téléphone et Email
Rosalie MATONDO	Ministre de l'Economie Forestière, du Développement Durable et de l'Environnement, Présidente du Comité National REDD (CONA-REDD)	Téléphone: + 242 06 621 35 96 Email: rosalie_mat@yahoo.fr
Georges Claver BOUNDZANGA	Coordonnateur National REDD (CN-REDD)	Téléphone: +242 06 666 73 21 Email: bouzgege@yahoo.fr
Marcel PAMBOU TCHILOEMBA	Point Focal CCNUCC)	Téléphone: + 242 06 678 13 81 Email: marco.pambou@gmail.com
Jean Parfait AMPALI	Expert national FAO	Téléphone: + 242 05 528 49 11 Email: parfait.ampali@fao.org
Gyscard NDINGA	Expert national CN-REDD	Téléphone: + 242 06 630 35 69 Email: gysis2012@gmail.com
Jean de Dieu NZILA	Directeur de l'Institut de Recherche Forestière (IRF), membre du CONA-REDD	Téléphone: + 242 06 664 54 80 Email: jddnzila@yahoo.fr
Parfait DIHOUKAMBA	Président du Réseau National des Populations Autochtone du Congo (RENAPAC)	Téléphone: + 242 06 669 42 04 Email: pdihoukamba@gmail.com
Adolphe LOUZINGA	Groupe de Travail OSC sur le NERF et le MRV (CACO-REDD)	Téléphone: + 242 05 532 42 50 Email: adlouzinga@gmail.com

REMERCIEMENTS

Ce document a été finalisé avec le concours des multi-acteurs délégués par les parties prenantes nationales et les partenaires au développement, notamment la FAO.

C'est le résultat final d'un très long processus qui a pris en compte les conclusions des :

- Travaux du panel des experts sur le NERF ;*
- Consultations des parties prenantes qui ont abouties à la rédaction des approches méthodologiques pour la détermination du NERF de la stratégie nationale REDD+ de la République du Congo ;*
- Ateliers de formation pour permettre une appropriation et une véritable participation des parties prenantes dans les douze (12) Départements du pays ;*
- Sessions d'échanges et ateliers techniques avec les experts de la FAO à Brazzaville (en République du Congo) et à Rome (en Italie)*
- Sessions d'échanges avec les experts de la CCNUCC sur les résultats contenus dans la soumission de Janvier 2016;*
- Travaux des ateliers de validation à l'échelle départementale et nationale.*

Que tous ceux qui ont apporté leur pierre à ce document de référence pour une meilleure évaluation des performances nationales en matière de REDD+ trouvent ici l'expression de notre gratitude.

Ce document, ainsi finalisé, confirme encore une fois le leadership de la République du Congo en matière de gestion durable des forêts et du carbone forestier.

Résumé

Le processus REDD+ de la République du Congo, lancé officiellement par le Gouvernement en Janvier 2010, et qui a attendu jusqu'en Janvier 2013, l'aboutissement de la requête qui ont permis de mobiliser les 8 millions de dollars US (fonds de sécurité) pour la mise en route des principales activités du R-PP ou Plan de préparation à la REDD+, vient d'aboutir à la mise en place d'un des outils stratégiques et techniques important à savoir : le Niveau d'Émissions de Référence pour les Forêts (NERF).

Ce document présente donc le Niveau d'Émissions de Référence pour les Forêts (NERF) de la République du Congo pour la REDD+ à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC).

Le NERF est national et comprend les activités de REDD + de la déforestation et la dégradation forestière.

Les réservoirs inclus sont la biomasse aérienne, la biomasse souterraine et la biomasse du bois mort; le gaz inclus est le CO₂.

Le NERF consiste en une moyenne historique des émissions des activités mentionnées ci-dessus avec un ajustement basé sur le Plan National de Développement du Congo. Il est établi à 40,8 millions de tonnes d'équivalent CO₂ par an (40,8 millions teCO₂/an).

Introduction

Dans le cadre du processus de réduction des émissions provenant de la déforestation et de la dégradation des forêts, et le rôle de la conservation, la gestion durable des forêts et du renforcement des stocks de carbone forestier (REDD+), la République du Congo, qui poursuit sans relâche son engagement à faire valoir ses performances, a décidé, sur une base volontaire, de présenter un Niveau d'Émission de Référence pour les Forêts (NERF) en vertu de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC). Elle répond ainsi à l'invitation qui est exprimée dans la décision 12/CP.17, paragraphe 13.

Le NERF est un élément essentiel de la matrice qui va permettre à la République du Congo de bénéficier des paiements basés sur les résultats pour la mise en œuvre de la REDD+.

Dans la construction du NERF, la République du Congo a suivi les lignes directrices fournies par la CCNUCC à travers les décisions prises lors des Conférences des Parties (CP), notamment les Modalités d'établissement des niveaux d'émission de référence pour les forêts et des niveaux de référence pour les forêts dans la décision 12/CP.17, les directives sur les niveaux d'émission dans l'annexe de la décision 12/CP.17, les « Recommandations en matière de bonnes pratiques pour l'utilisation des terres, les changements d'affectation des terres et la foresterie (GPG-LULUCF) » (GIEC 2003) et « les lignes directrices pour les inventaires nationaux des gaz à effet de serre » (GIEC 2006). De plus, la République du Congo a suivi les principes directeurs de l'Initiative Globale pour l'Observation des Forêts (GFOI 2013).

Cette communication ne préjuge ou ne modifie pas la Contribution Prévue Déterminée au niveau National (CPDN) de la République du Congo ou les Mesures Nationales d'Atténuation Appropriées (NAMA), conformément au Plan d'action de Bali.

Le Congo entend adopter une approche par étapes pour le développement de son NERF national comme suggéré dans la décision 12 / CP.17, paragraphe 10. En tant que tel, le présent NERF reflète la meilleure information disponible au moment de la soumission. La portée de la soumission et les méthodologies appliquées pourront être modifiées dans le futur si de meilleures données deviennent disponibles.

I- Rappel du contexte national dans lequel se met en place le NERF

La République du Congo, à cheval sur l'équateur et au cœur du deuxième massif forestier mondial, s'étend sur 342.000 km².

C'est un pays à forte couverture forestière (23,5 millions d'hectares de forêts, représentant 69% du territoire national) et faible taux de déforestation et de dégradation forestière avec seulement 0,05% par an, soit environ 12,000 hectares/an (CNIAF 2015). La situation du couvert forestier, qui n'est pas uniforme sur l'ensemble du pays, varie en fonction de la densité de la population, de la qualité des infrastructures de transport, de la richesse des forêts, de l'historique de leur exploitation et de l'existence de zones urbaines.

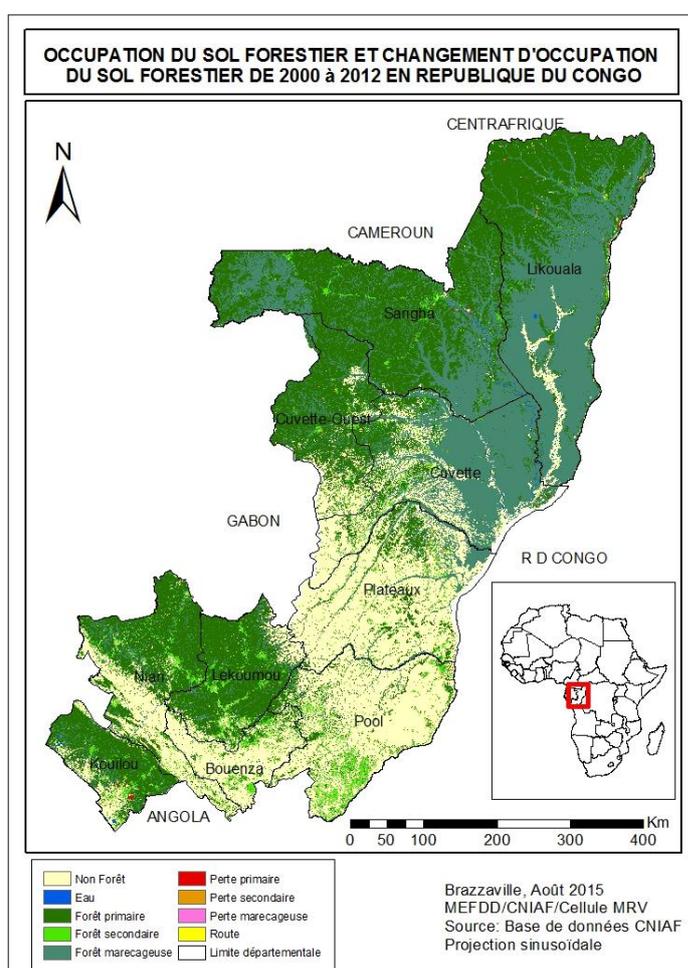


Figure n°1: Carte d'occupation du sol forestier

Le pays jouit d'un climat tropical humide et d'un relief généralement peu accidenté. Il est limité :

- Au Nord par la République centrafricaine avec 467 km de frontière ;
- Au Nord-Ouest par le Cameroun, avec 523 km de frontière;
- A l'Ouest par le Gabon, avec 1903 km de frontière;
- Au Sud par l'Angola et l'enclave du Cabinda, avec 201 km de frontière;
- Au Sud-Ouest par l'Océan Atlantique, avec 170 km de frontière;
- A l'Est par la RDC, avec 2410 km de frontière).

La population congolaise qui était de 3,8 millions d'habitants en 2007 (CNSEE 2007), va doubler en 2025 avec un taux moyen annuel de croissance démographique de 3,2%.

Malgré le fait que près de 60% de la population habitent dans les cinq principales villes (Brazzaville, Pointe-Noire, Dolisie, Nkayi et Ouessou), la plus grande partie de la population dépend toujours des forêts pour ses besoins vitaux (alimentation, énergie, pharmacopée, etc.).

L'économie congolaise est principalement basée sur l'exploitation des ressources naturelles, notamment le pétrole et le bois, qui contribuent à près de 70% du PIB

(DSRP 2007). L'agriculture, qui occupe 40% de la population active, ne contribue encore que pour 6% au PIB.

Le programme Congo Vision 2025, établi dans le cadre l'émergence du pays, va engendrer des bouleversements du fait notamment : (i) du programme de développement économique et social et (ii) de l'explosion démographique, avec ses impacts prévisibles sur l'environnement.

Les principales causes directes de la déforestation et de la dégradation des ressources forestières congolaises par ordre d'importance décroissant sont : (i) la pratique non durable de l'agriculture itinérante sur brûlis, (ii) la production et la consommation non durables de bois énergie, (iii) l'exploitation forestière non durable et/ou illégale et (iv) le développement urbain. Ces causes directes sont aggravées par de nombreux facteurs sous-jacents dont, parmi d'autres, l'absence d'une vision commune de l'aménagement du territoire discutée et validée par toutes les parties prenantes, la pauvreté des populations rurales, l'augmentation démographique, l'absence de sources d'énergies alternatives adaptées aux faibles revenus des populations, la production et l'utilisation inefficaces du charbon de bois, les faiblesses de la gouvernance forestière exercée par l'Etat.

Pour pallier cette déforestation et dégradation des forêts, le Congo s'est investi dans l'aménagement et la certification de ses forêts de telle sorte qu'il est devenu un modèle en la matière. Actuellement, trente (30) concessions forestières¹ couvrant 10.176.995 hectares, soit 76,04% de la superficie totale attribuée à l'exploitation forestière sont sous aménagement et quinze (15) d'entre elles, d'une superficie d'environ 7 millions d'hectares, disposent déjà d'un plan d'aménagement.

L'engagement du pays à la gestion forestière durable, se consolide par un ambitieux programme de certification forestière, avec à ce jour quatre (4) concessions forestières déjà certifiées sur les quinze (15) qui disposent d'un plan d'aménagement. Les superficies certifiées par le *Forest Stewardship Council* (FSC) couvrent 2.478.943 hectares et placent la République du Congo au premier rang des pays tropicaux forestiers avec la plus grande superficie de forêts tropicales humides certifiées FCS au monde et la plus grande superficie de forêt par habitant (6 hectares par habitant).

L'objectif est de poursuivre les travaux d'aménagement des forêts, afin qu'à l'horizon 2016, année d'achèvement du Plan National de Développement (MEPAI, 2012), toutes les concessions forestières disposent de plans d'aménagement.

Il est clairement établi que plus de 500.000 hectares de forêts naturelles pourraient disparaître chaque année (CN-REDD 2014a), si l'on s'en tient aux statistiques de 2014 et au programme de développement des activités agricoles (café, cacao, palmier à huile, etc.), minières, forestières et autres secteurs économiques.

Ainsi, sans la mise en œuvre de la REDD+, la superficie forestière pourrait diminuer et aller largement en deçà des superficies actuelles. L'hypothèse de

¹ Superficie affectée à un concessionnaire pour l'exploitation industrielle du bois

500.000 hectares de pertes en superficies forestières liées à la mise en place de l'agro-industrie, de l'exploitation minière et autres est très inquiétante, dans la mesure où le pays pourrait perdre plus de 2,3% de sa couverture forestière à l'horizon 2020.

Pour faire face à cet état de fait et mieux canaliser les financements internationaux dédiés à la lutte contre les changements climatiques, la République du Congo s'est engagée depuis 2008 au processus REDD+ avec l'aide du Fonds de Partenariat pour le Carbone Forestier (FCPF) de la Banque Mondiale et le Programme ONU-REDD. Son Plan de Préparation à la REDD+ (R-PP) qui a été élaboré sur la base d'un large consensus national, a du reste été approuvé par la Communauté Internationale².

La Coordination Nationale REDD (CN-REDD) dispose d'une enveloppe budgétaire sécurisée de 8 millions de dollars US composée comme suit : don FCPF de 3,4 millions de dollars US, don ONU-REDD de 4 millions de dollars US et contribution volontaire du Gouvernement congolais de 0,6 millions de dollars US.

Grâce à cette enveloppe, le R-PP permet depuis Janvier 2013 de conduire le processus de consolidation des principaux outils stratégiques et techniques de la phase de préparation à la REDD+ pour la République du Congo. Il s'agit de :

- une stratégie nationale REDD+ avec un plan d'investissement ambitieux ;
- un cadre institutionnel et réglementaire adapté à la REDD+ ;
- un plan de communication ;
- un registre des initiatives et projets REDD+ ;
- un système de sauvegardes environnementales et sociales ou PCI-REDD+ ;
- un système d'information des sauvegardes ;
- un mécanisme de partage des bénéfices,

Pour 2016, d'autres outils seront mis en place (mécanisme de gestion de plaintes et de recours, un système MNV, système de surveillance des forêts par satellite (SSFS) etc.).

Le Niveau des Emissions de Référence pour les Forêts (NERF), est organisé autour de l'estimation des émissions historiques, ajustées aux circonstances nationales. Il comprend :

- La **définition de la forêt**,
- La **période de référence**
- L'**échelle**
- Les **activités REDD+**
- Les **réservoirs** de carbone
- Les **gaz** inclus

² Cf. Décisions du Comité des Participants de Juin 2010 et du Conseil d'Orientation de Mars 2012.

1.1- Définition nationale de la forêt en République du Congo

Dans le cadre du NERF de la République du Congo, la définition à prendre en compte est celle qui a été officiellement adoptée en Mars 2014 (rapport d'atelier sur la définition forêt, CN-REDD 2014b).

Cette définition précise que « **la forêt est un espace couvrant sur une superficie minimale de 0,5 hectare (0,50 ha), avec des arbres ayant une hauteur minimale de 3 mètres (3 m) et un taux minimal de couverture de houppier de 30%** ». Cette définition exclue les activités agricoles, notamment les palmeraies en production.

1.2- Période de référence du NERF

Au stade actuel du développement du NERF, la période de référence pour l'analyse et la prise en compte des informations pour la détermination du Niveau de Référence va de **2000 à 2012**.

L'année 2012 marque le début de la mise en œuvre du plan national de développement (PND) où la déforestation planifiée a augmenté. Ce plan national de développement constitue la base du calcul de l'ajustement pour la déforestation planifiée.

Pour éviter le double comptage de l'augmentation de la déforestation liée à la mise en œuvre de ce plan, la période historique ne prend pas en compte les années 2013 et 2014.

1.3- Échelle du NERF

L'échelle du NERF est **nationale**, tout comme la Stratégie REDD+ du pays. C'est à ce titre que les données collectées pour sa construction couvrent l'ensemble du pays.

1.4- Portée du NERF

1.4.1- Activités à prendre en compte

Le NERF inclut les activités **de la déforestation** et **de la dégradation forestière**.

Les activités de la Déforestation prennent en compte *les activités liées à la Déforestation planifiée (DEF-PL) et celles liées à la Déforestation non planifiée ou (DEF-NOPL) ;*

Les activités de la Dégradation forestière prennent en compte *les activités liées à la Dégradation forestière planifiée (DEG-PL) et celles liées à la dégradation non planifiée (DEG-NOPL).*

La **déforestation** est définie comme le passage de forêt à non forêt conformément à la définition de la forêt donnée au chapitre 1.1. La déforestation planifiée prend en compte les concessions agricoles et minières industrielles. Les routes ne sont pas

incluses dans la déforestation planifiées mais sont prises en compte dans la déforestation non planifiée.

La **dégradation forestière** est définie comme la diminution du potentiel de la biomasse tandis que la forêt reste forêt. Il est nécessaire de souligner que le processus de la définition de la dégradation sur la base des critères comme le taux de prélèvement, le taux de perte est en cours et pourra éventuellement être pris en compte dans la prochaine soumission

La République du Congo propose d'inclure le renforcement des stocks de carbone forestier dans une prochaine soumission du Niveau de Référence en adoptant une approche par étape. Le renforcement des stocks de carbone forestier n'est pas inclus dans cette soumission parce que la cartographie de plantations forestières est en cours de réalisation. Le pays a lancé en Novembre 2011 le Programme National d'Afforestation et de Reboisement (ProNAR), donc à ce stade, la non-prise en compte du renforcement des stocks de carbone est considérée comme une décision conservatrice.

Étant donné que la réduction des émissions dues à la déforestation et la dégradation forestière présente des chevauchements avec la conservation et la gestion durable des forêts, ces deux dernières activités REDD+ ne sont pas prises en compte dans ce NERF. Cependant dans le futur, la République du Congo propose d'évaluer à terme l'inclusion de toutes les dimensions portant sur la conservation et la gestion durable des forêts.

1.4.2- Réservoirs à prendre en compte

Le Niveau des Émissions de Référence pour les Forêts (NERF) sera basé dans un premier temps sur les réservoirs pour lesquels des données cohérentes et fiables sont disponibles, faciles à quantifier et à vérifier. Dans ce contexte, les réservoirs pris en compte sont :

- **La biomasse aérienne** constituée par le fût et le houppier ;
- **La biomasse souterraine** constituée par les racines des arbres ;
- **La biomasse du bois mort** constituée par le bois mort tombé, le bois mort sur pied et les souches.

La **litière** et le **carbone organique du sol** ne sont pas pris en compte dans cette soumission à défaut d'informations pertinentes, disponibles pour la période historique analysée pour ce NERF. Ils pourront être inclus dans de futures soumissions, à l'issue des recherches bibliographiques et travaux scientifiques, qui seront effectués pour mieux comprendre la dynamique du carbone et son potentiel dans les sols forestiers.

Finalement, il est établi que les forêts marécageuses de la Likouala aux herbes sont très riches en tourbe. Cependant dans la période historique, compte tenu de leur enclavement, les émissions dues aux activités humaines y sont très réduites. Une étude plus approfondie sur les émissions des sols tourbeux sera nécessaire, pour prendre en compte les émissions futures qui pourraient résulter d'une valorisation de cette ressource dans le cadre de la diversification de l'économie.

1.4.3- Gaz à prendre en compte

Le seul gaz qui est inclus dans la présente soumission est le dioxyde de carbone (CO₂). Les gaz non-CO₂ associés au feu ne sont pas pris en compte, du fait que les feux ne sont pas significatifs dans les forêts de la République du Congo (les feux sont plus fréquents dans les savanes et pour l'agriculture sur brûlis). Les calculs finalisés sur la base des facteurs par défaut souligne la non pertinence des feux en savane au regard de la définition forêt de la République du Congo.

II- Données et approche méthodologique appliquées pour estimer les émissions historiques

Le NERF est constitué des émissions historiques dues à la déforestation et à la dégradation forestière, avec un ajustement basé sur le Plan National de Développement. Cette section explique comment ont été analysées les données historiques pour la construction du niveau de référence.

2.1- Collecte, analyse et traitement des données de la déforestation

Pour estimer les émissions historiques de la déforestation, la République du Congo a suivi les recommandations du GIEC et en particulier l'équation :

$$\text{Emissions} = \text{Données activités} \times \text{Facteurs d'émission}$$

Pour ce calcul, le GIEC propose aussi l'utilisation d'une stratification des forêts pour améliorer les estimations.

2.1.1- Stratification

Afin d'améliorer les estimations d'émissions dues à la déforestation, une stratification a été adoptée pour les forêts du Congo.

La stratification du territoire national permet de croiser les données d'activités calculées sur la base d'une cartographie complète et les facteurs d'émissions calculés avec les données d'échantillonnage de l'inventaire forestier national (IFN).

Une stratification basée sur des grandes catégories écologiques, stables dans le temps, a été recherchée et plusieurs options ont été examinées :

- Stratification en fonction des types de forêts de FACET (2012) ;
- Stratification en fonction des grandes zones écologiques d'Olson et al. (2001) ;
- Stratification en fonction des écozones (superposition de l'occupation des sols, du relief, de la lithologie et du climat) de Sayre et al. (2014).

L'option retenue (

) est une agrégation des classes de Sayre et al. (2014), suivant les 5 strates ci-après :

- Strate 1 : Terres inondées ou inondables et eaux continentales ;
- Strate 2 : Plateaux et collines sur roches sédimentaires et sables ;
- Strate 3 : Montagnes et collines sur roches métamorphiques ;
- Strate 4 : Plaines sur roches sédimentaires et sables ;
- Strate 5 : Plaines sur roches métamorphiques.

L'option retenue est celle qui minimise la variabilité intra-strates et maximise la variabilité entre les strates. Le choix s'est donc porté sur une agrégation des classes de Sayre et al.

La liste exacte des classes de Sayre et al. (2014) qui composent chacune de ces cinq strates est disponible en annexe.

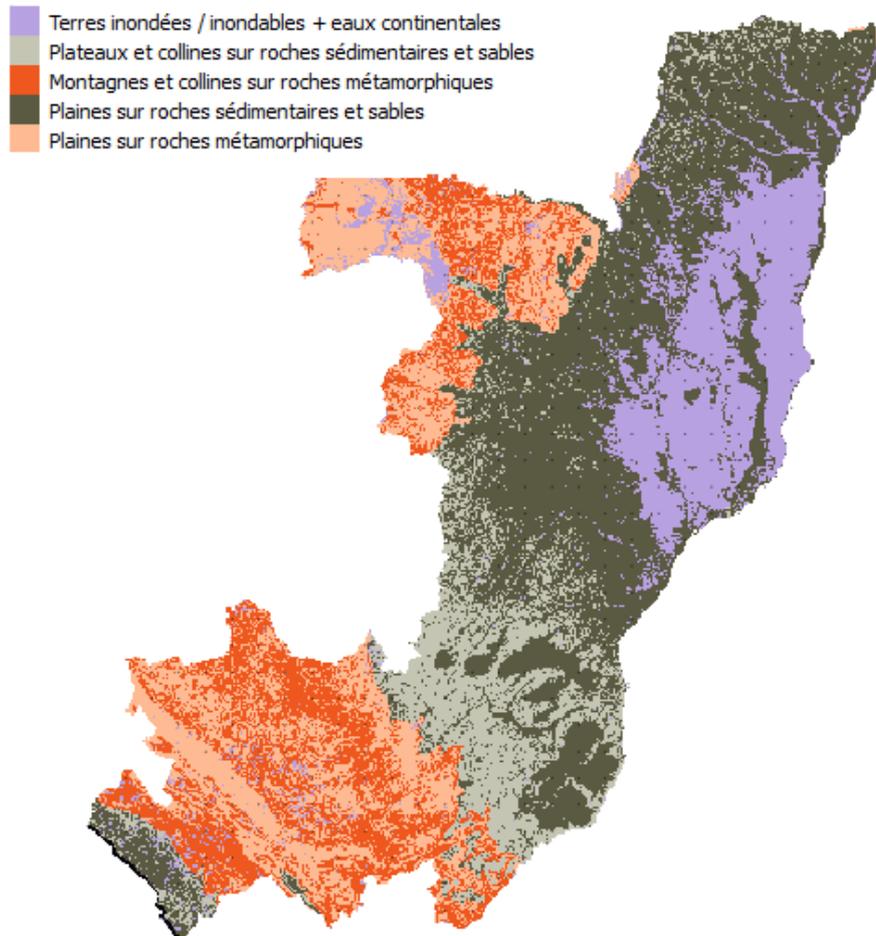


Figure n°2: Stratification du pays en grandes zones écologiques (d'après Sayre et al 2014)

2.1.2- Données d'activités

2.1.2.1- Méthodologie et données utilisées pour le calcul des données d'activités

Les données d'activité historiques (déforestation) ont été évaluées sur base d'une cartographie complète du territoire national.

Cette cartographie prend en compte les paramètres de la définition nationale de la forêt (30% de couverture arborée, unité minimale de cartographie UMC de 0,5 hectare) et a été élaborée à partir de la combinaison de trois produits cartographiques de couverture forestière existants pour le Congo :

- FACET (Résolution 60 m, pertes de forêt pour 2000-2005-2010) ;

- GAF (Résolution 20 m, gains et pertes de forêt vers les classes du GIEC, UMC de 1 ha) ;
- GFC (résolution 30 m, pertes annuelles de couverture arborée, Hansen et al. 2013).

Ces produits, antérieurs à l'adoption de la définition nationale de la forêt, ont été élaborés à partir de suivi des forêts par télédétection. Ils sont issus des travaux de Forêt d'Afrique Centrale Evaluée par Télédétection (FACET 2012), du rapport des opérations de service, Extension GSE FM REDD réalisé par un bureau d'étude allemand (GAF 2013) et de données extraites de Global Forest Change (Hansen *et al.*, 2013).

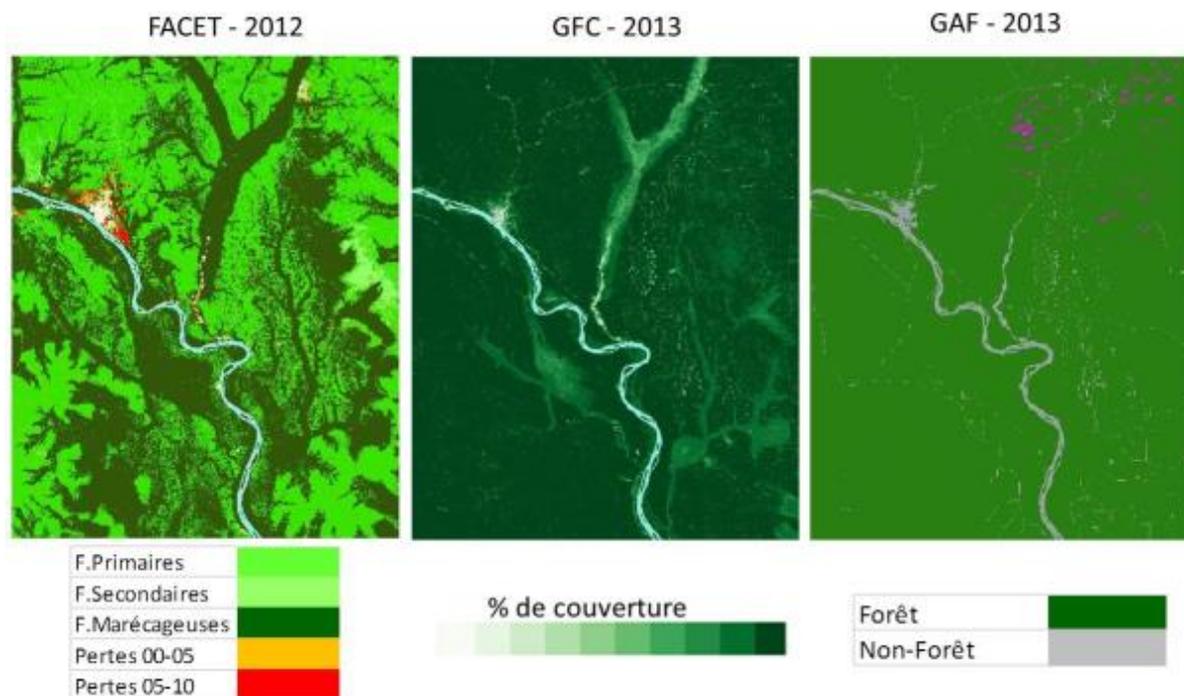


Figure n°3: Trois cartes de changement de la couverture forestière

Comme on peut le voir sur le tableau n°1 ci-dessous, aucun des produits ne respecte la définition des forêts au Congo (MMU de 0,5 hectare), avec pour conséquence une potentielle surestimation (FACET/GFC avec une MMU inférieure) ou sous-estimation (GAF avec une UMM supérieure) des pertes réelles de forêt au Congo. Afin de pallier l'inadéquation des produits à la définition des forêts (et a fortiori des pertes de forêt), il a été proposé de créer une nouvelle carte de couverture forestière et des pertes, avec une Unité Minimale de Cartographie et une couverture arborée qui correspondent à la définition de la forêt (0,5 hectare et 30% de couvert) et qui combine les caractéristiques des trois cartes.

Tableau n°1: Caractéristiques des produits cartographiques FACET/GFC/GAF

Produit	MMU	Dates	Classes	Précision	Classes de Changement	Taux annuel deforestation	Précision
FACET	0.36 ha	2000 2005 2010	F.Primaires F.Secondaires F.Marécageuses Non Forêt	ND	Pertes	0.07%	ND
GFC	0.09 ha	2000 2012	% couverture	94%	Pertes /an Gains	0.08%	ND
GAF	1 ha	1990 2000 2010	Forêt Non-Forêt	97%	Perte + GIEC Gains	0.03%	53%

La combinaison des produits a été réalisée en plusieurs étapes à savoir : (i) segmentation multi-temporelle, (ii) affectation des classes à chaque polygone à travers un arbre de décision, (iii) injection des valeurs des produits dans les polygones, (iv) intégration de la couche des routes issues du produit GAF et (v) évaluation de la précision.

2.1.2.1.1- Segmentation multi temporelle

La mosaïque utilisée pour 2010 provient du projet WELD (World Enabled Landsat Dataset), avec des scènes sous forme HDF, accessibles et téléchargeables gratuitement à partir de <http://globalweld.cr.usgs.gov/collections>. Au total 28 scènes HDF en projection sinusoïdale qui couvrent tout le territoire congolais ont été téléchargées.

La mosaïque utilisée pour l'année 2000 vient du produit Global Forest Change 2000–2013 de l'Université du Maryland (Hansen et al. 2013). Deux scènes (le maillage est de 10 degrés) couvrant le Congo ont été subdivisées pour correspondre à chacune des 28 scènes HDF de WELD. La **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente les indices des empreintes des deux mosaïques Landsat de 2000 (en gris) et les indices des empreintes des boîtes WELD pour la mosaïque Landsat et de 2010 (petites boîtes).

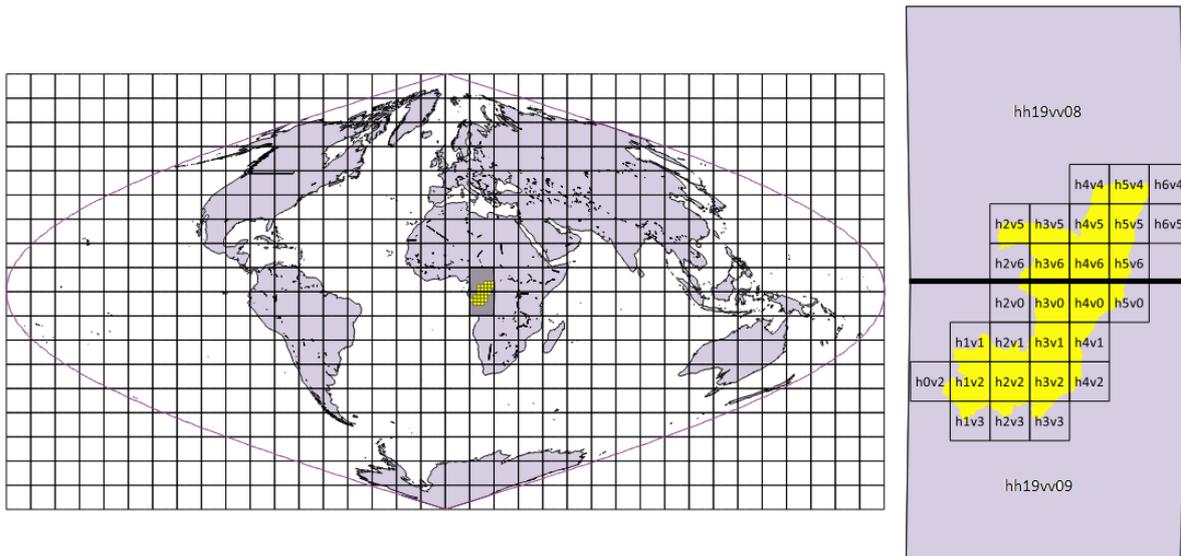


Figure n°4: Représentation du système de projection (image de gauche) et des indexes des images Landsat 2000 et 2010 (image de droite)

Pour chacune des scènes HDF couvrant le pays, un composite 6 bandes (bandes 3, 4, 5 pour 2000 et pour 2010) a été produit puis segmenté en polygones respectant une unité minimale de cartographie (UMC) de 0,5 ha. La segmentation a été réalisée avec l'outil *oft-seg* disponible dans la bibliothèque Open Foris GeoSpatial Toolkit (www.openforis.org). Il en résulte plus de 50 millions de polygones (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Cette segmentation sur des composites multi temporels a pour but de capturer un maximum de changement de réflectance ayant lieu entre les deux dates.

Pour chaque polygone de la segmentation, les valeurs des trois rasters sous-jacents sont combinées selon un arbre de décision pour déterminer la valeur du polygone de sortie.

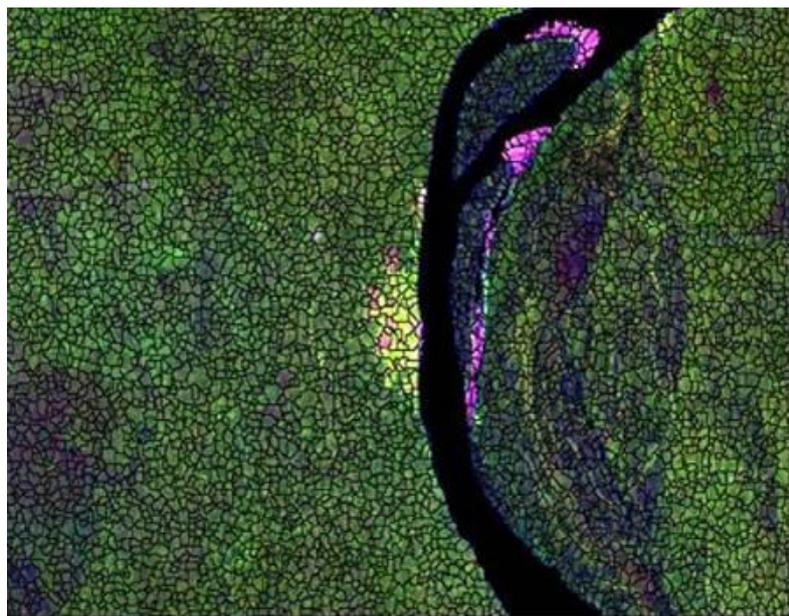


Figure n°5: Représentation de l'image segmentée

2.1.2.1.2- Injection des valeurs des produits dans les polygones

L'incorporation des valeurs des produits a été réalisée à travers un arbre de décision transparent et justifié. L'arbre a été créé et implémenté avec le logiciel R en conjonction avec la chaîne d'outils Open Foris Geospatial Toolkit.

2.1.2.1.3- Arbre de décision

Un arbre de décision a été créé pour affecter la valeur des polygones en fonction des valeurs des rasters sous-jacents. Cet arbre est complet avec toutes les combinaisons possibles des produits initiaux : GAF, FACET, GFC ().30

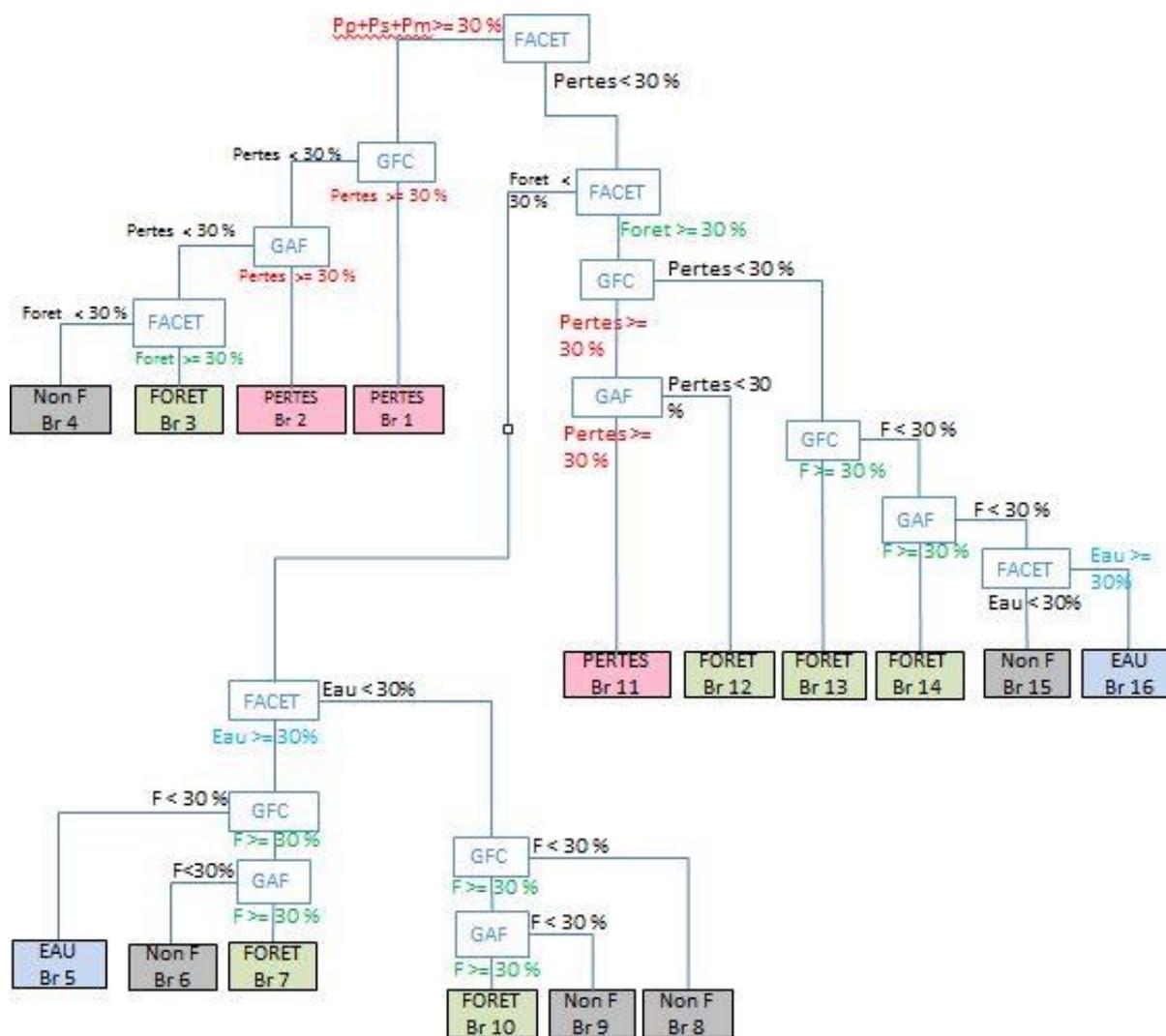


Figure n°6: Représentation schématique de l'arbre de décision

L'affectation des valeurs des polygones a été faite en considérant la concordance des classes dans deux produits au moins sur trois. Par exemple, pour un polygone donné, la valeur du polygone de sortie est affectée comme « Perte » si au moins deux produits sur trois (par exemple GFC et GAF) respectent les critères correspondant à des pertes.

L'arbre a ensuite été transcrit dans le logiciel R et appliqué aux routines d'exécution développées dans l'environnement Open Foris Geospatial toolkit³.

Il en résulte une couche préliminaire avec les classes de forêt, non forêt, pertes et eau. Un exemple illustré de la combinaison des produits dans les polygones finaux est donnée pour la Branche n2 de l'arbre sur la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

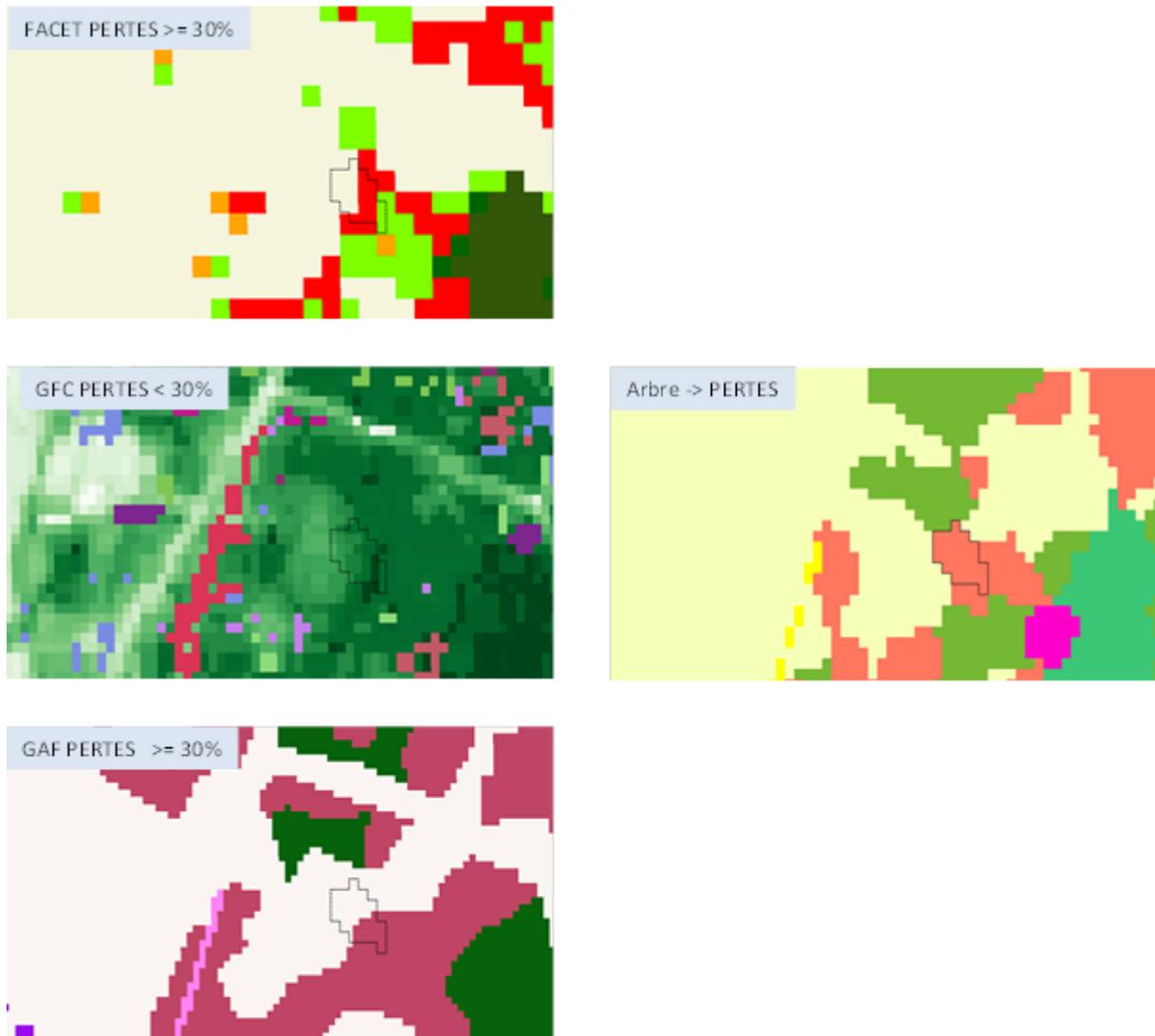


Figure n°7: Illustration du comportement de l'arbre de décision sur la Branche 2

2.1.2.1.4- Intégration de la couche des routes issues du produit GAF

Il a été constaté que la conversion (pertes) de la classe « Forêt » en « Infrastructure » dans le produit de GAF (2013) correspond en majorité à des routes

³ www.openforis.org

qui sont des éléments linéaires, difficiles à détecter en segmentation automatique, et qui ont été édités manuellement dans ce produit avec une forte valeur ajoutée. Ces routes ont donc été intégrées par-dessus l'arbre de décision, avec écrasement des valeurs sous-jacentes, avant le calcul des statistiques. Cette intégration ne pose pas de problème de cohérence car l'unité minimale de cartographie utilisée dans le produit final (0,5 ha) est inférieure à celle de la carte de GAF de 1 ha.

Une dernière étape a consisté à intégrer les pertes des années 2011 et 2012 du produit GFC (Hansen et al 2013). En effet, afin de respecter la période de référence pour le NERF, ces pertes ont été incorporées dans la couche de 2000 à 2010, après filtrage au préalable de tous les éléments de GFC de taille inférieure à 0,5 ha.

Ces pertes (2011 et 2012) ont été intégrées pour conduire à un produit final de 2000 à 2012, conformément aux critères de la définition nationale de la forêt.

2.1.2.1.5- Evaluation de la précision

Pour cette production cartographique, l'analyse de la précision s'est faite en suivant les bonnes pratiques décrites par Olofsson *et al.* (2014) en trois étapes : la définition du système d'échantillonnage, l'adoption d'un système de réponse optimal et l'analyse.

2.1.2.1.6- Système d'échantillonnage

Un échantillonnage stratifié a été réalisé avec répartition des points aléatoires dans chaque strate. Avec une précision attendue de 0,9 pour les classes stables et 0,5 pour les classes de changement, 908 points distribués entre les classes ont été aléatoirement tirés (cf. tableau n°2 ci-dessous).

Tableau 2 Précision attendue des différentes classes et répartition des points pour l'analyse de la précision.

	Non Forêt	Eau	Forêt	Pertes	Total
# pixels	106,556,255	925,823	270,291,182	1,410,121	379,183,381
Précision attendue U_i	0.9	0.9	0.9	0.5	3.2
Proportion W_i	28.1%	0.2%	71.3%	0.4%	100%
S_i	0.3	0.3	0.3	0.5	1.40
$W_i * S_i$	0.084	0.001	0.214	0.002	0.30
Erreur standard du produit					0.01

Nombre d'échantillons total	$(\sum W_i * S_i / SE)^2 = 908$
-----------------------------	---------------------------------

Alloc. Proportionnelle	255	2	647	3	908
Alloc. Finale	174	50	484	200	908

Un minimum de 50 points par classe a été retenu avec un focus particulier sur la classe de pertes. L'échantillonnage des classes a été fait en choisissant aléatoirement des points dans une grille aléatoire. Les scripts (langage R) pour l'échantillonnage sont également disponibles en annexe du rapport technique (CNIAF 2015).

2.1.2.1.7- Système de réponse

Selon Olofsson *et al.* (2014) les données qui servent à évaluer la précision d'une carte doivent être de qualité et de résolution au moins supérieures ou égales aux données utilisées pour l'élaboration de la carte.

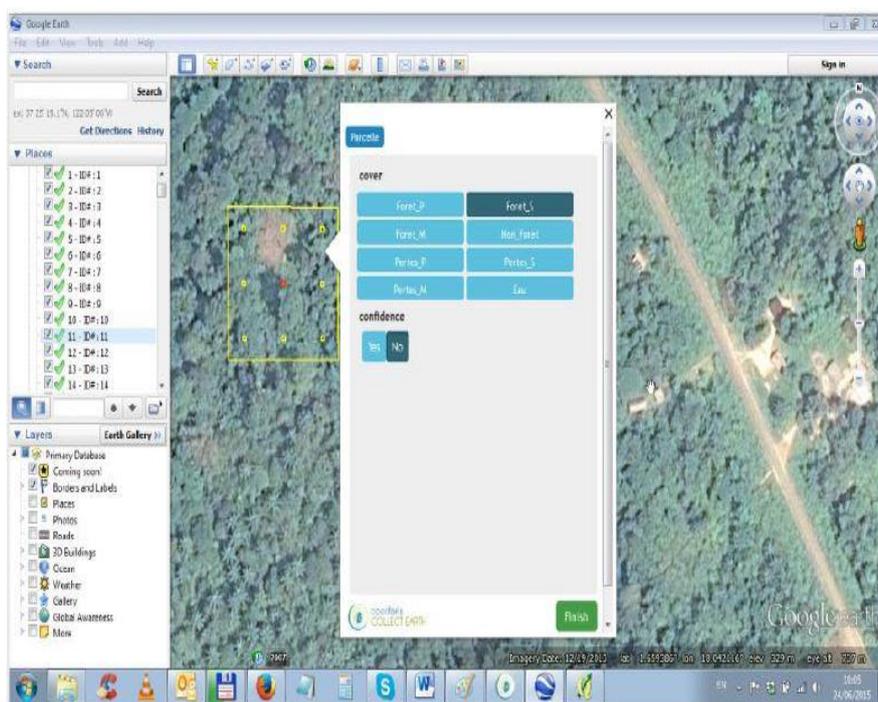


Figure n°8: Interface Collect Earth

Pour les classes majoritaires stables (Forêt et Non Forêt) le système de réponse choisi a été l'outil Collect Earth où les points sont visuellement interprétés en utilisant les images présentes dans Google Earth®, Bing map® et Here map®.

Pour les classes rares de pertes, tous les points de pertes ont fait l'objet d'une évaluation visuelle à partir de la comparaison d'images Landsat pour l'année 2000 et d'images SPOT pour l'année 2010 fournies dans le cadre d'un projet de l'Agence Française de développement avec ASTRIMUM⁴.

Chaque paire d'image a été découpée dans un cadre de 2 km de côté, ouverte dans un SIG et l'information concernant les pertes a été vérifiée.

⁴ <http://bassinducongo.reddspot.org/>

La présente une illustration des images Landsat et Spot découpées pour chacun des points des pertes sur tout le territoire.

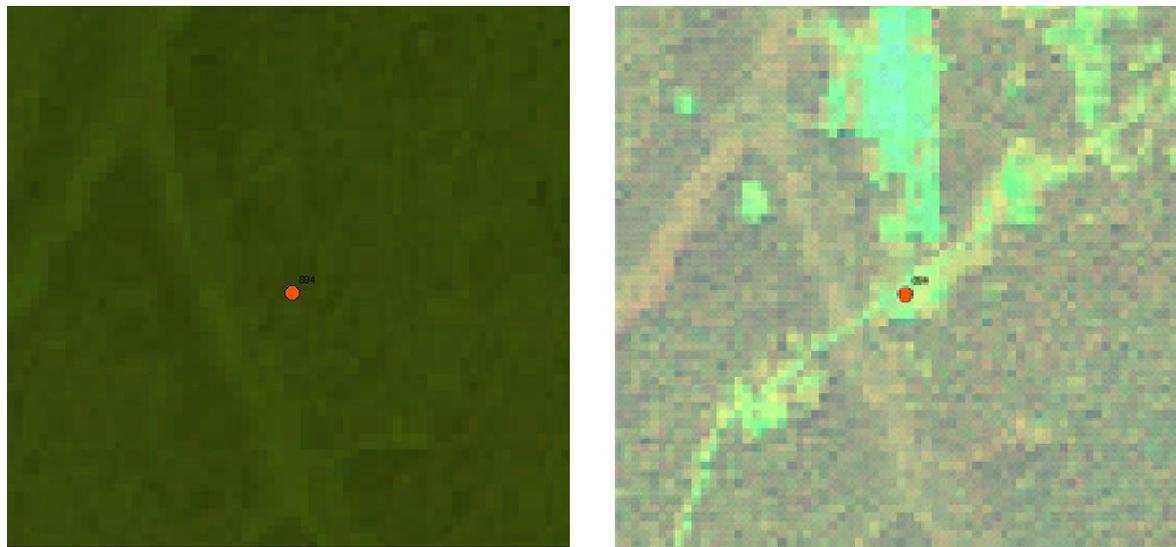


Figure n°9: Portion de l'image Landsat 2000 (gauche) et de l'image Spot 2010 (droite) de 4 km²

2.1.2.1.8- Analyse

L'analyse des résultats de l'évaluation de la précision a été faite dans R, en ne conservant que les points pour lesquels l'opérateur était certain de son jugement (870 points ont ainsi été conservés pour l'analyse finale). Les résultats ont été produits sous forme d'une matrice de confusion et d'une table des surface estimées corrigées.

2.1.2.2- Présentation des résultats

Cette partie porte sur la présentation du produit final et du résultat de l'analyse de la précision. Tous les scripts et interfaces nécessaires à la production de cette carte sont disponibles dans CNIAF (2015).

2.1.2.2.1- Carte des changements de couvert forestier 2000-2012

Le produit est sous la forme raster de 30 mètres de résolution spatiale et de projection sinusoïdale.

La définition des classes thématiques dans ce produit est la suivante :

- La Forêt est définie comme un espace d'au moins 0,5 hectare de superficie, avec des arbres d'au moins trois (3) mètres de hauteur et d'une couverture de la canopée d'au moins 30% à une résolution spatiale de 30 mètres ;
- La non forêt représente toute autre occupation du sol comme la savane, le bâti, le sol nu ;

- Les pertes du couvert forestier correspondent à la conversion de la forêt en d'autres types d'occupation du sol.

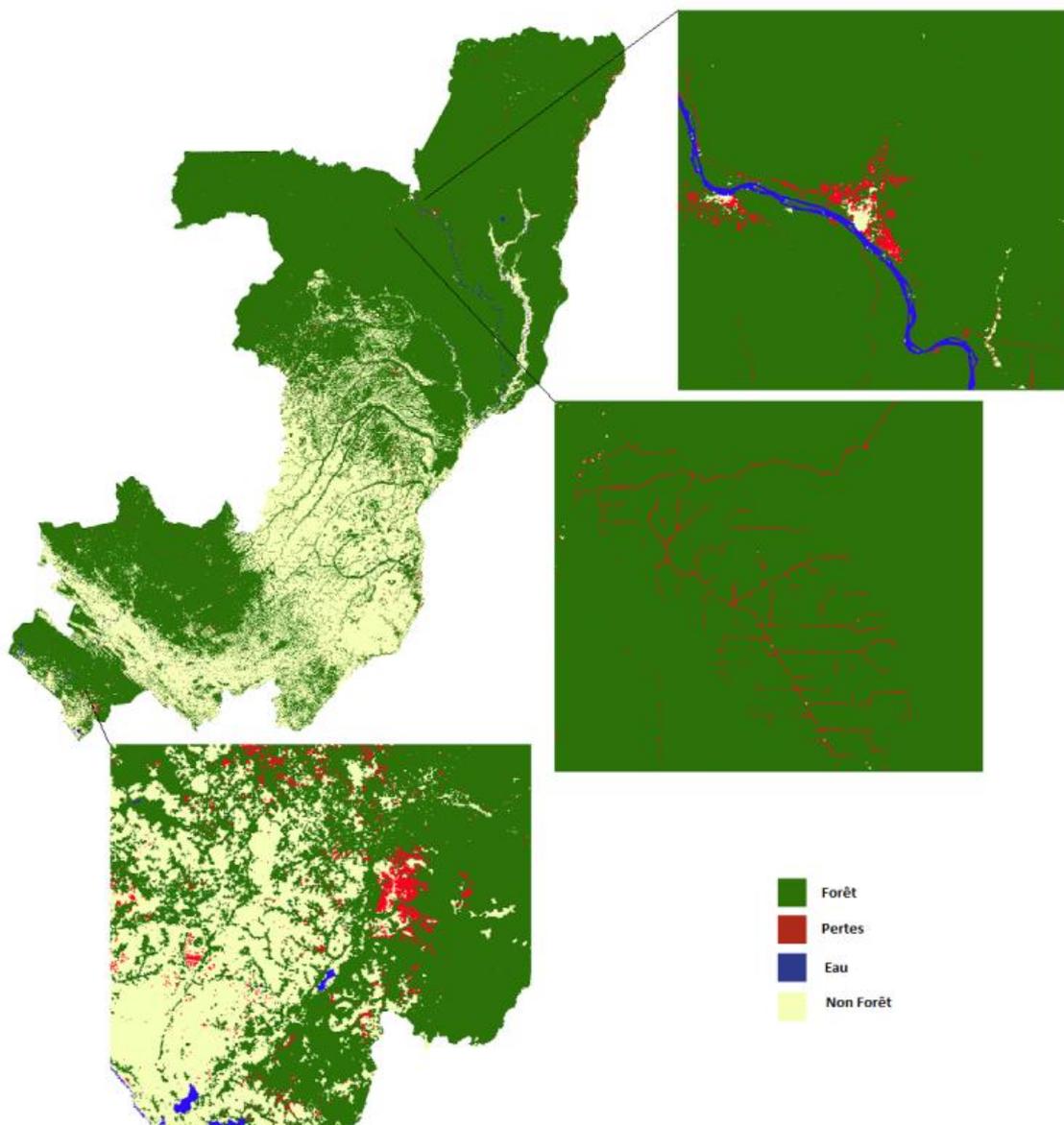


Figure n°10: Produit final avec un agrandissement de la zone du Kouilou, de Ouesso et des Pistes d'exploitation forestière dans la Sangha

2.1.2.2.- Résultats de l'analyse de la précision et statistiques

La précision générale de la carte est de 90%, avec une précision plus forte pour les classes stables (91% et 86%) que pour les pertes (73%) comme l'indique le tableau n°3 ci-dessous.

Tableau 3: Matrice de confusion des classes de la carte

	Forêt	Non Forêt	Pertes	Précision Utilisateur
Forêt	419	40	1	91%

Non Forêt	29	182	0	86%
Pertes	47	7	145	73%
Précision Producteur	94%	80%	64%	90%

Les forêts de la République du Congo couvrent une superficie de 23.517.000 hectares (+/- 778.000 ha) soit 69% du territoire national (cf. tableau n°4 ci-dessous).

Entre 2000 et 2012, environ 145.000 hectares de forêt ont été perdus, soit un taux moyen de perte annuelle de 0,052%.

Tableau 4: Résultats de l'analyse de la précision de la carte de changement de couvert forestier

Classe agrégée	Superficie		IC à 95%	Proportion	Précision utilisateur	Précision producteur
	Avant correction	Après correction				
Forêt	24.326.000	23.517.000	778.000	68,9%	91%	94%
Non Forêt	9.673.000	10.464.000	772.000	30,7%	86%	80%
Pertes	127.000	145.000	104.000	0,4%	73%	64%
Total	34.127.000	34.127.000			90%	

2.1.2.3- Comparaison avec d'autres produits

La conversion annuelle du couvert forestier en d'autres occupations de sol représente une superficie de 145.356 hectares pour la période 2000-2012, soit un taux annuel de perte de 0,052%. Le tableau n°5 présente une synthèse des pertes globales sur la période historique et les pertes annuelles par département suivant divers produits. L'estimation finale (12.000 ha/an) se situe dans la fourchette des valeurs obtenues dans les autres études (11.000 à 25.000 ha/an).

Tableau 5: Synthèse des pertes de forêts par département suivant différents Produits (FACET, GAF, GFC et autres).

Départements	FACET_0010	GAF_0010	GFC_0012	AD_0012
Kouilou	14.664	19.392	40.321	15.643
Niari	12.706	28.637	33.195	9.815
Bouenza	4.178	7.652	14.154	2.051
Lékoumou	10.478	14.839	21.850	8.604
Pool	26.049	14.470	44.964	10.140
Plateaux	27.307	13.981	29.885	14.689
Cuvette	14.997	4.062	26.598	16.904
Cuvette-Ouest	15.185	5.773	20.642	9.747
Sangha	13.643	-3.156	23.830	13.785
Likouala	30.698	6.803	52.298	43.980
TOTAL	169.903	112.452	307.735	145.356

Pertes annuelles	16.990	11.245	25.645	12.113
-------------------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Les données du tableau n°5 sont présentées dans le tableau n°6 par strate.

Tableau 6: Synthèse des pertes par strates suivant différents produits

Stratification USGS 2	Total	Foret	Non Foret	Eau	Pertes	Pertes annuelles
Plaine inondée	5 654 749	5 234 199	197 553	72 381	10 469	872
Sédiment altitude	4 451 479	1 497 657	3 108 329	995	24 011	2 001
Roche altitude	4 950 287	3 835 289	1 043 048	3 135	15 789	1 316
Sédiment plaine	12 685 428	8 452 622	4 149 543	39 126	72 801	6 067
Roche plaine	6 384 561	4 497 725	1 842 141	7 404	22 286	1 857
Total pays	34 126 504	23 517 493	10 340 614	123 042	145 356	12 113

En dehors des données de bases utilisées et des méthodologies mises en œuvre, la principale raison qui permet d'expliquer ces différences est l'unité minimale de cartographie (UMC) adoptée dans ces études : si elle est plus faible que l'UMC nationale, les pertes ont tendance à être surestimées comme dans FACET (2012) et Hansen *et al.* (2013), si elle est plus grande que l'UMC, les pertes ont tendance à être sous-estimées comme dans le produit GAF (2013).

2.1.3- Facteurs d'émission

Les facteurs d'émission pour estimer les émissions liées à la déforestation sont essentiellement générés à partir des données de l'IFN 2013 du Congo.

2.1.3.1- Méthodologie et documents techniques de l'IFN

L'inventaire forestier national est un instrument stratégique et rigoureux permettant de disposer d'informations pertinentes à l'échelle nationale pour l'élaboration des politiques forestières. Pour se doter de cet outil, le Gouvernement du Congo a instruit le Centre National d'Inventaires et d'Aménagements des ressources Forestières et Fauniques (CNI AF) de réaliser le premier inventaire forestier national multi ressources du pays. Cet inventaire a été réalisé entre 2007 et 2015.

La méthodologie de l'IFN a été élaborée par le Congo en collaboration avec la FAO suivant une approche participative incluant l'ensemble des acteurs du secteur forestier. Les détails de cette méthodologie sont présentés dans un manuel pratique de terrain (CNI AF-FAO 2010) qui explique les différentes étapes à suivre pour mener à bien le travail de collecte de données, le plan d'échantillonnage, les classifications d'utilisation des terres, et les fiches de terrain.

2.1.3.1.1- Plan de sondage

Le plan d'échantillonnage adopté pour l'évaluation nationale des ressources forestières est systématique. Une unité d'échantillonnage (UE) est sélectionnée toutes les 15 minutes de latitude et longitude. Au total 452 UE ont été sélectionnées (Erreur ! Source du renvoi introuvable.).

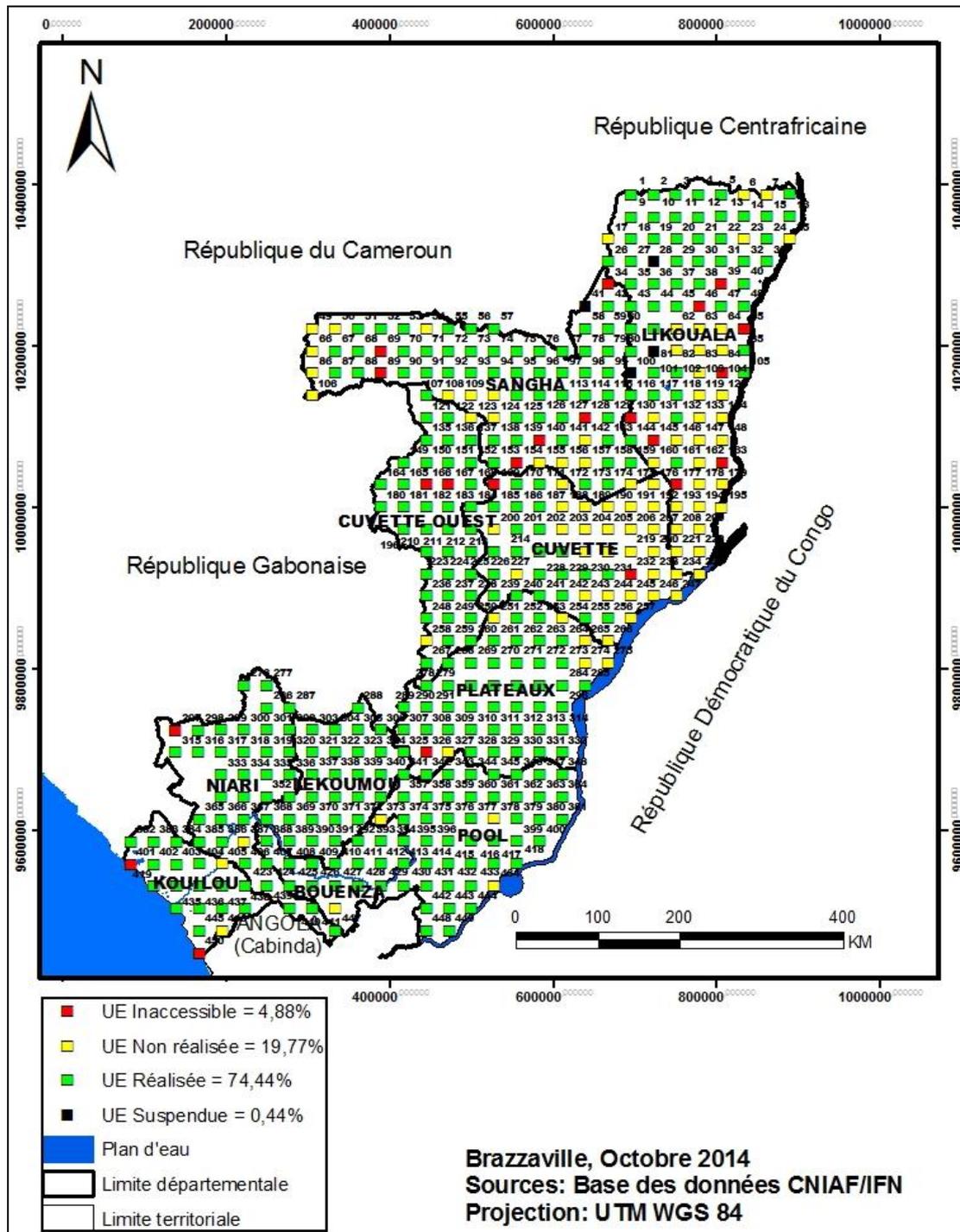


Figure n°11: Plan d'échantillonnage et taux de réalisation de l'Inventaire Forestier National (IFN)

Les informations sur les forêts et les arbres sont collectées exclusivement à l'emplacement des unités d'échantillonnage (UE). Les données sont relevées à différents niveaux :

- Au niveau de l'unité d'échantillonnage, qui constitue le niveau le plus élevé ;
- Au niveau des sous-unités de tailles plus petites (placettes et sous-placettes), délimitées à l'intérieur de l'unité d'échantillonnage.

Les **unités d'échantillonnage** sont des carrés de 1 Km sur 1 Km. Les coordonnées de coin sud-ouest de ces unités correspondent à celles des points du plan de sondage systématique.

Chaque unité d'échantillonnage contient un groupe de 4 placettes d'observation de terrain. Les placettes sont des rectangles de 20 m de large et 250 m de long. Elles partent de chacun des angles d'un carré central de 500 m de côté dont le centre coïncide avec le centre de l'unité d'échantillonnage, comme indiqué sur la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Les placettes sont numérotées de 1 à 4, dans le sens des aiguilles d'une montre, leur orientation est indiquée dans le tableau suivant.

Trois paires de **sous-placettes** sont positionnées à l'intérieur de chaque placette. Elles correspondent à deux niveaux différents de relevés : 3 **sous-placettes rectangulaires** (SPR) de 20 m sur 10 m constituent le niveau 1, et 3 **sous-placettes circulaires** (SPC) de rayon 3,99 m constituent le niveau 2 et sont situées au centre des sous-placettes rectangulaires. Ces sous-placettes sont numérotées de 1 à 3 en partant du début de la placette. Elles sont destinées aux mesures des arbres de petits diamètres ($10 \leq D_{hp} < 20$ cm) et de la régénération ($D_{hp} < 10$ cm). Un point de mesures édaphiques et topographiques est établi au centre de chaque sous-placette. Les sous-placettes circulaires ne sont pas matérialisées sur le terrain si elles tombent dans une zone classée comme « hors forêt ».

Tableau n°7: Spécifications des différentes unités de relevés

Unité	Forme	Taille (superficie)	Nombre
Unité d'échantillonnage (UE)	Carré	1000 m x 1000 m (1km ²)	1
Placette	Rectangle	250 m x 20 m (5000 m ²)	4/UE
Sous-placette rectangulaire (SPR)	Rectangle	20 m x 10 m (400 m ²)	3/Placette
Sous-placette circulaire (SPC)	Cercle	Rayon r = 3,99 m (50 m ²)	3/Placette
Section d'utilisation des terres (SUT)	Variable	Variable	Variable

***N.B.1:** Toutes les distances indiquées sont des distances horizontales. Les placettes sont divisées en **sections d'utilisation des terres (SUT)** représentant des unités homogènes d'utilisation des terres et de couvert végétal, de taille et forme variables, identifiées sur le terrain (Figure 12). La classification adoptée pour déterminer l'utilisation des terres est décrite dans le paragraphe 3 (Classification et Utilisation des terres). La plupart des données sur les*

caractéristiques, la gestion et l'utilisation des ressources forestières sont collectées à l'intérieur de ces SUT.

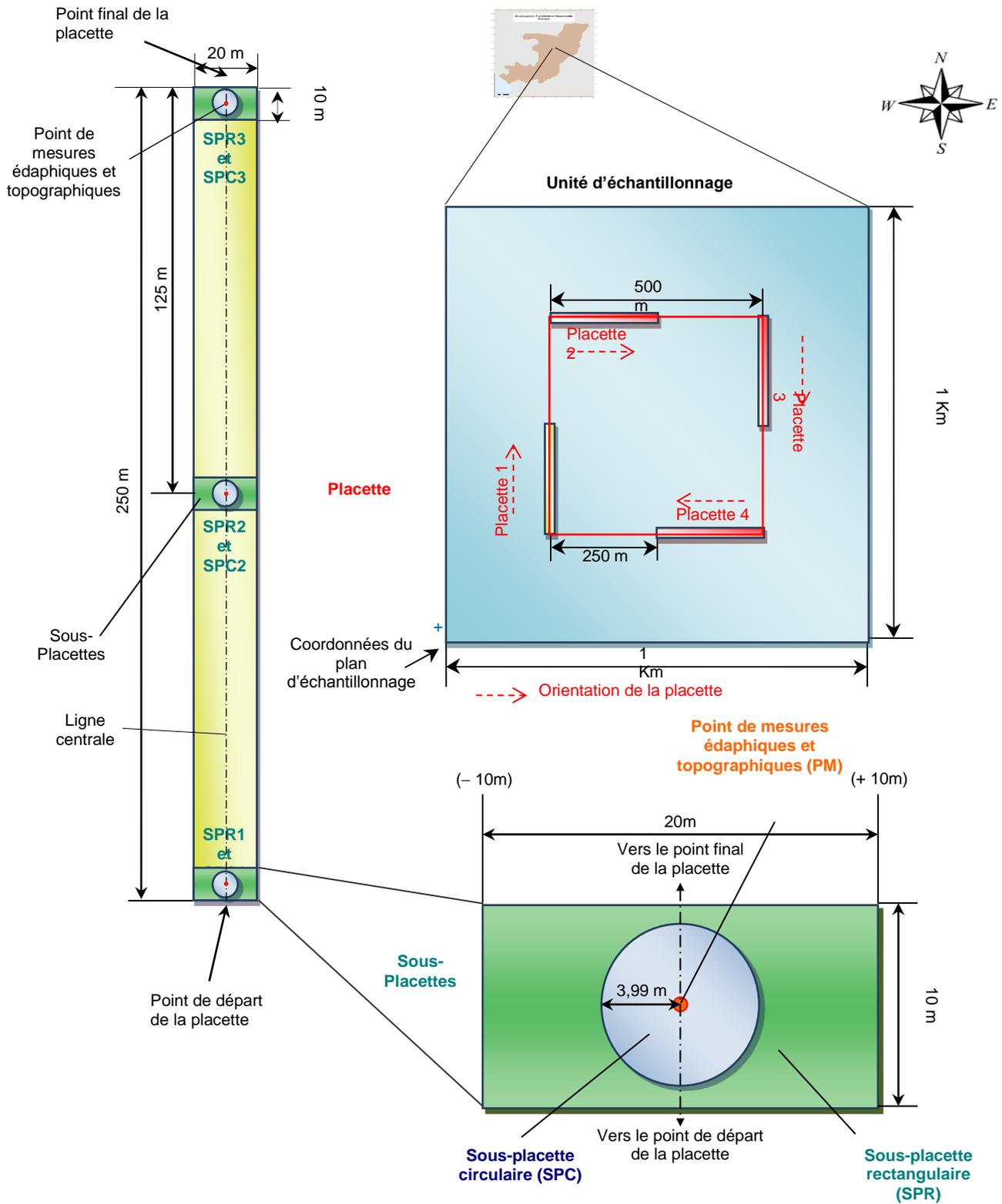


Figure n°12: Schéma d'une unité d'échantillonnage (UE), d'une placette et d'une sous-placette de l'IFN

2.1.3.1.2- Classification d'utilisation des terres

La classification utilisée pour définir l'utilisation des terres est basée sur une approche dichotomique et comprend deux niveaux principaux :

- un niveau de base, comprenant des classes globales destinées à une évaluation des ressources forestières au niveau mondial ;
- un niveau de classification plus spécifique, comprenant des classes additionnelles, destiné à prendre en compte les nécessités nationales et sous-nationales.

Les détails sur la classification utilisée sont fournis dans (CNIAF-FAO 2010).

2.1.3.1.3- Variables mesurées

Différentes variables ont été mesurées en fonction de différents niveaux de collecte :

- Unité d'échantillonnage. Localisation et identification de l'UE, informations sur la population vivant sur et aux environs de l'UE, la proximité aux principales infrastructures, liste des personnes impliquées dans l'inventaire et observations sur la faune.
- Placette :
 - Données générales sur la placette et informations sur sa localisation et son accès. Description de l'emplacement du marqueur et schéma de la placette.
 - Mesures des arbres et souches de diamètre ≥ 10 cm. Inclus l'essence, la localisation dans la placette, le diamètre à 1.30m, la hauteur commerciale, la hauteur totale, l'état de santé, et la qualité de la tige.
- Points de mesure et sous-placettes circulaires – Topographie, mesures des petits arbres (régénération arbres de Dhp ≤ 10 cm, comptage par espèce).
- Section d'utilisation des terres/ types de forêt – Informations générales, aménagement, exploitation et structure du peuplement forestier.
- Classe d'utilisation des terres dans l'UE - Services et produits forestiers fournis par les forêts et les arbres hors forêts.

2.1.3.1.4- Relevés de terrain

Les variables inventoriées sont relevées par des équipes de terrain au niveau des unités d'échantillonnage (UE), des placettes et des sous-placettes. Les deux principales sources d'informations considérées dans l'inventaire sont :

- les mesures ou observations de terrain.
- les interviews auprès de la population locale, du/des propriétaire(s) ou chargé(s) de propriété et d'informateurs clés tels que les responsables forestiers de la zone où se trouve l'UE ;

Ces deux sources d'informations supposent l'utilisation de méthodologies différentes mais sont complémentaires.

2.1.3.2- Niveau de réalisation de l'IFN

Les données de terrain ont été collectées sur 337 Unités d'échantillonnage (soit 75% de réalisation, dont 254 en forêt) et 1.348 placettes. Au total 42.677 arbres ont été mesurés dont 42.227 arbres vivants et 440 arbres morts et souches.

Certaines Unités d'échantillonnage n'ont pas été couvertes, particulièrement celles de la zone marécageuse de la Likouala. On estime, que cette zone étant enclavée, cela ne créera pas un biais systématique dans les résultats pour le Niveau d'Emissions Référence (NERF), car la dégradation causée par l'homme et la déforestation y sont historiquement absentes.

L'inventaire représente un jeu de données important et unique pour le Congo, permettant en particulier de dériver des estimations de biomasse au niveau national et pour toutes les classes d'utilisation des terres pour les arbres avec un diamètre supérieur ou égal à 10 cm.

La figure ci-dessous donne un exemple de relevé effectué sur une UE. Tous les arbres mesurés sont géo référencés, ce qui permet de les intégrer dans un SIG.

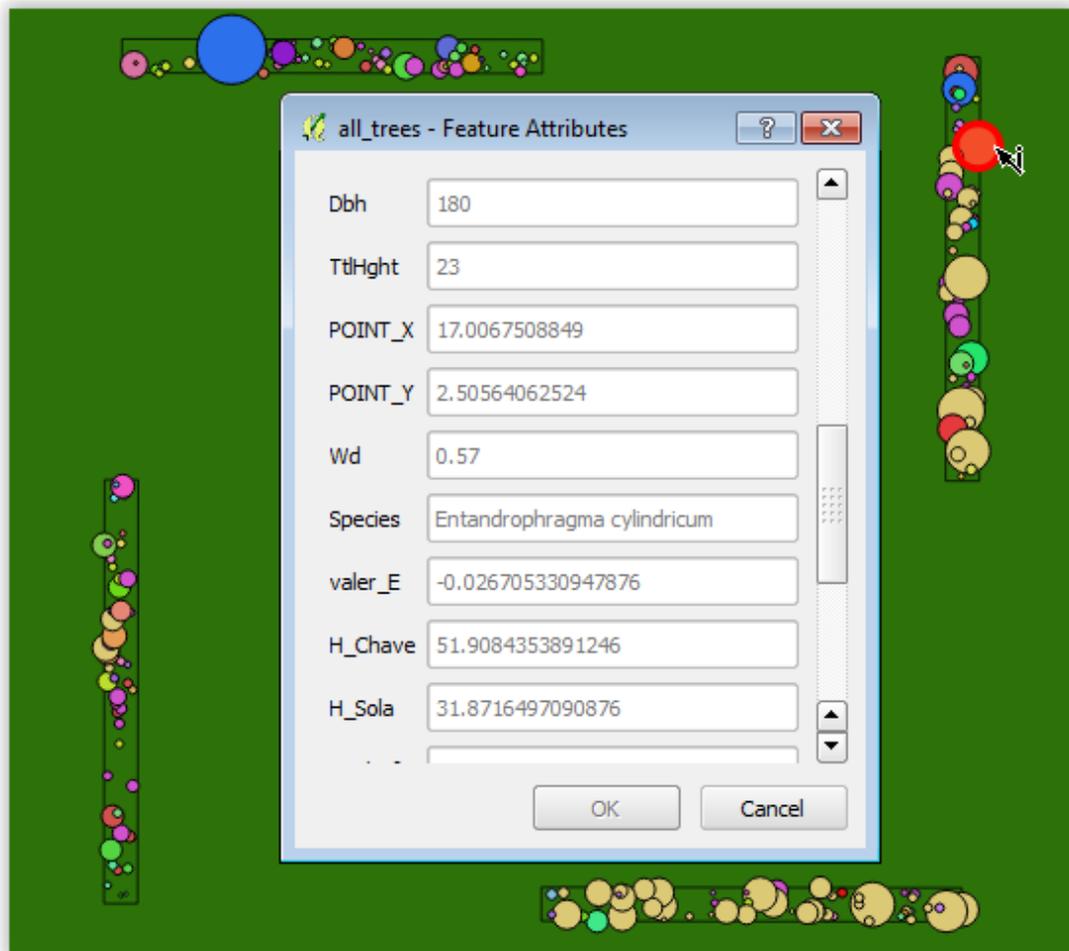


Figure n°13: Représentation cartographique des placettes et des données arbres
Exemple de résultats des données de l'IFN

N.B.2: Cette figure montre les placettes et arbres géoréférencés et intégrés à l'intérieur d'un SIG. Chaque arbre est représenté par un cercle proportionnel au diamètre mesuré sur le terrain, avec une couleur par espèce. Les attributs de chaque arbre (état de santé, espèce, Dhp, hauteur totale, hauteur commerciale, biomasse, etc... peuvent être affichés de manière interactive.

2.1.3.2.1- L'analyse des données de l'IFN

Une fois les fiches revenues du terrain et validées par l'unité de supervision, les données primaires de terrain ont été transférées sous format numérique, apurées, validées pour être ensuite utilisées dans l'analyse.

L'analyse des données de l'IFN est en cours et les résultats concernant les estimations de la biomasse et du carbone sont finalisés. Les résultats pourraient varier légèrement dans les prochains mois avec des compléments d'analyse.

2.1.3.2.2- Saisie des données

Une base de données sous Ms-Access a été développée avec l'appui de la FAO pour stocker et gérer les données collectées lors de l'IFN suivant les méthodologies de relevé de données et de production d'information adoptées.

The screenshot displays the Microsoft Access interface. The main window shows a table named 'Analyse Biomasse aérienne' with the following data:

ID-LUS	TreeNo	Default Scientific name	Length	Width	Dbh	TotalHeight	HealthState	Stump
71001101	1	Manilkara	1	-4	15	9	0	<input type="checkbox"/>
71001101	2	Polyalthia suaveolens	2	-7	21	15	0	<input type="checkbox"/>
71001101	3	Staudtia kamerunensis	3	-4	14	8	0	<input type="checkbox"/>
71001101	4	Newtonia griffoniana	5	-4	19	9	0	<input type="checkbox"/>
71001101	5	Cleistanthus						
71001101	6	Hexalobus crispiflorus						
71001101	7	Oldfieldia africana						
71001101	8	Diospyros iturensis						
71001101	9	Staudtia kamerunensis						
71001101	10	Hexalobus crispiflorus						
71001101	11	Hexalobus crispiflorus						
71001101	12	Petersianthus macrocarpus						
71001101	13	Hexalobus crispiflorus						
71001101	14	Eribroma oblongum						

An inset window titled 'Microsoft Access [NFA - Data Management System]' shows a form titled 'IFN - Gestion des données et des informations'. The form includes buttons for 'Données', 'Analyse', 'Search Data', 'Country ADM', 'PROJECTS', 'Search Persons', and 'Print Forms'.

Figure n°14: Interface de saisie de la base de données

2.1.3.2.3- Apurement et traitement des données

Avant d'analyser les données saisies, celles-ci ont été vérifiées, complétées ou corrigées pour s'assurer de la concordance des informations contenues

dans la base de données avec celles des fiches de terrain et la méthodologie d'inventaire. Cet exercice s'est déroulé en 4 étapes :

- Elaboration et exécution de requêtes de signalement d'erreurs potentielles ;
- Recherche du contenu des fiches et confirmation ou correction de l'information contenue dans la base de données ;
- Prise en comptes des corrections dans la base de données Ms-Access ;
- Complément des informations sur les UE non inventoriées sur le terrain par télédétection, à partir d'une application développée par la FAO, dénommée Collect Earth, pour fournir des données sur la classification de terres et les dimensions de leur section dans les placettes.

2.1.3.3.4- Analyse statistique des données et calcul de certains indicateurs

L'analyse statistique s'est faite à partir de requêtes de calcul sur MS-Access et le logiciel R par lesquelles on trie et agrège les données primaires par UE. Les produits de ces requêtes sont exportés sur une feuille de calcul statistique pré programmée par la FAO, qui génère automatiquement, en utilisant des estimateurs par le ratio, la moyenne, le total, l'erreur relative, et la variance de la variable analysée.

Pour plus de précisions, les rapports des résultats de l'IFN volumes 1 et 2 (CNIAF, 2016) donnent plus de détails sur le processus de traitement, les calculs, et l'élaboration des tableaux de résultat.

2.1.3.3.5- Estimation de la biomasse aérienne

Le calcul de la biomasse aérienne a été fait en utilisant les équations allométriques de Chave (2014). Celui présente 2 modèles :

Le modèle (4) incluant le diamètre, les hauteurs mesurées sur le terrain et la densité de bois par espèce

$$B_i^{aérienne} = 0.0673 \times \left(d_i \times (Dbh_i)^2 \times H_i^{total} \right)^{0.976}$$

Où :

Dbh_i e = Diamètre de l'arbre i mesuré à 1,30m du sol

H_i^{total} = Hauteur totale

d_i = Densité de bois.

Le modèle (7) se base sur le diamètre, la densité de bois et sur une variable de stress environnemental.

$$B_i^{aérienne} = \exp \left[-1.803 - 0.976E + 0.976 \ln(d_i) + 2.673 \ln(Dbh_i) - 0.0299 \left[\ln(Dbh_i) \right]^2 \right]$$

Où :

$B_i^{aérienne}$ = Biomasse aérienne de l'arbre i

d_i = Densité de bois de l'arbre i

Dbh = Diamètre à hauteur de poitrine de l'arbre i

E = Variable de mesure du stress environnemental (Chave 2014)

La variable E de stress environnemental est définie par Chave par l'équation $E = 1.e-3 \times (0.178 \times TS - 0.938 \times CWD - 6.61 \times PS)$.

Dans cette équation:

- TS est la saisonnalité de température seasonality comme défini dans le Worldclim dataset (bioclimatic variable 4).
- CWD est le déficit climatique d'eau (en mm/an, mesuré comme ci-dessus).
- PS est la précipitation saisonnière comme définie dans le Worldclim dataset (variable bioclimatique variable 15).

Ces modèles allométriques obéissent au choix préalablement fait par la République du Congo dans le cadre de l'étude sur les marchés du Carbone (CNIAF, 2014a).

Pour le calcul des NERF le modèle (7) a été utilisé dans l'attente de la consolidation des mesures des hauteurs de l'IFN. C'est également le modèle le plus utilisé dans la région Afrique centrale.

Les densités de bois par espèce sont obtenues à partir de la base de données globale de densité du bois de Zanne et al. (2009).

2.1.3.3.6- Estimation de la biomasse souterraine

La biomasse souterraine est calculée en appliquant le ratio tige sur racine $R_{\text{tige}/\text{racine}} = 0,37$ pour la forêt tropicale (Fittkau et Klinge, 1973 ; cité dans le Tableau 4.4 GIEC 2006 vol 4).

$$\text{Biomasse souterraine} = R_{\text{tige}/\text{racine}} \times \text{Biomasse aérienne}$$

2.1.3.3.7- Estimation de la biomasse du bois mort

La biomasse de bois mort est dérivée par la somme de la biomasse du bois mort sur pied, du bois mort couché et des souches. Les formules de calculs ainsi que les facteurs de réduction de biomasse et de densité de bois ont été adaptés de ceux contenus dans les outils méthodologiques pour le mécanisme pour un développement propre pour l'évaluation du bois mort (UNFCCC, 2013).

$$\text{Biomasse Bois mort} = \text{Biomasse Bois mort sur pied} + \text{Biomasse Bois mort couché} + \text{Biomasse souches}$$

Avec :

$$\text{Biomasse bois mort sur pied} = \text{Biomasse de l'arbre} \times \text{Facteur de réduction de biomasse}$$

- La Biomasse aérienne est obtenue par le modèle (4) de Chave 2014 cité ci-dessus ;
- Le facteur de réduction de biomasse appliqué est de 0,80 (UNFCCC, 2013).

$$\text{Biomasse de bois mort couché} = \text{Volume du bois mort couché} \times \text{Densité du bois} \times \text{Facteur de réduction de densité de bois de 0,6}$$

- Le volume du bois mort couché est approximé en appliquant la formule du cylindre multiplié par un facteur de forme : $\pi \times D_{hp}^2 \times \text{Hauteur du bois mort} / 4 \times (\text{Facteur de forme de 0,65})$;
- La densité du bois est donnée par Zanne et al. (2009) ;
- Le facteur de réduction de densité de bois de 0,6 a été utilisé (facteur moyen appliqué en l'absence de données sur le stade de décomposition).

Les facteurs de forme pour le bois mort et les souches sont estimés en absence d'études spécifiques.

Des valeurs indicatives sont données dans Altriell D, Branthomme A, Tavani R. 2010. Assessing growing stock and stock changes through multi-purpose national forest monitoring and assessment, FAO Forest Resources Assessment Programme *Working paper*, Rome. Available at: www.fao.org.

- Un facteur de forme de 1.5 en moyenne est proposé dans ce document pour les souches (1,3 – 2,0). La valeur utilisée dans l'IFN du Congo est 1.2 ce qui est conservateur, mais pourrait être remplacée à la hausse par 1.5.
- Pour le bois mort couché, vu que ces arbres ont souvent perdu leur cime et sont donc plus cylindriques, un coefficient de forme de 0.8 est proposé.

Il est à noter qu'étant donné la faible proportion du bois mort et des souches dans la biomasse totale, le choix des facteurs de forme ne pèse pas significativement.

Biomasse des souches = Volume de la souche x Densité du bois x Facteur de réduction de densité de bois

- Le volume de la souche est calculé en adoptant la Formule du Cylindre multiplié par un facteur de forme : $\pi \times Dhp^2 \times \text{Hauteur de la souche mort} / 4 \times (\text{Facteur de forme})$;
- le facteur de forme est 1,3 si la hauteur des souches est inférieure à 1,3 m ; 0,8 si la hauteur de la souche est supérieure à 1.30 m ;
- la densité du bois est donnée par Zanne et al. (2009) ;
- le facteur de réduction de densité de bois appliqué est 1 si la coupe est inférieure à 1 an ; 0,8 si coupe entre 1 et 5ans ; 0,45 si coupe supérieure à 5 ans (UNFCCC, 2013).

2.1.3.3.8- Estimation du stock de carbone

C = Fraction de carbone dans la biomasse x Biomasse de la matière sèche

La fraction de carbone dans la biomasse de 0,49 est utilisée pour convertir la biomasse sèche en carbone (Feldpausch *et al.*, 2004, cité dans le Tableau 4.3 GIEC, 2006 pour les bois tropicaux et subtropicaux).

2.1.3.4- Résultats et facteurs d'émission proposés

Les facteurs d'émission, ainsi que l'erreur type qui y sont associées issus de l'IFN sont présentés selon la stratification décrite plus haut dans le Tableau 8:

Tableau 8: Biomasse des forêts en tonne de matière sèche par hectare

Strate	AGB		Souterraine		Bois mort		Total	
	Densité (T/ha)	ET (%)	Densité T/ha)	ET (%)	Densité T/ha)	ET (%)	Densité T/ha)	ET (%)
Strate 1 : Terres inondées/inondables et eaux continentales	180,7	19,0	66,9	19,0	0,1	79,3	247,7	14,8
Strate 2 : Plateaux et collines sur roches sédimentaires et sables	136,6	16,0	50,6	16,0	0,8	60,3	188,0	12,4
Strate 3 : Montagnes et collines sur roches métamorphiques	220,5	8,6	81,6	8,6	0,4	44,8	302,5	6,6
Strate 4 : Plaines sur roches sédimentaires et sables	216,1	6,4	80,0	6,4	1,4	31,3	297,5	4,9
Strate 5 : Plaines sur roches métamorphiques	225,6	6,2	83,5	6,2	0,7	27,1	309,8	4,8
Total pays	207,5	2,0	76,8	2,0	0,8	13,4	285,1	1,5

ET = erreur type de la densité

Tableau 9: Estimation du carbone des arbres dans les forêts

Strate	AGB		Souterraine		Bois mort		Total	
	Densité (tC/ha)	ET (%)	Densité tC/ha)	ET (%)	Densité tC/ha)	ET (%)	Densité tC/ha)	ET (%)
Strate 1 : Terres inondées/inondables et eaux continentales	88,6	19,0	32,8	19,0	0,0	79,3	121,4	14,8
Strate 2 : Plateaux et collines sur roches sédimentaires et sables	66,9	16,0	24,8	16,0	0,4	60,3	92,1	12,4
Strate 3 : Montagnes et collines sur roches métamorphiques	108,1	8,6	40,0	8,6	0,2	44,8	148,2	6,7
Strate 4 : Plaines sur roches sédimentaires et sables	105,9	6,4	39,2	6,4	0,7	31,3	145,8	4,9
Strate 5 : Plaines sur roches métamorphiques	110,6	6,2	40,9	6,2	0,3	27,1	151,8	4,8
Total pays	101,7	2,0	37,6	2,0	0,4	13,4	139,7	1,6

ET = erreur type de la densité de carbone

2.1.3.5- Comparaison avec la littérature existante

Le tableau n°10 ci-dessous donne des valeurs citées dans la littérature de densités de carbone utilisées pour le bassin du Congo

Tableau 10: Exemples de valeurs de densité de carbone dans la région :

Source	Carbone dans la Biomasse aérienne (tC/ha)	Carbone totale (tC/ha)
Valeur adoptée pour le NERF	101,7 (66,9-110,6)	139,6
GIEC, 2003 - Afrique tropicale	152 (64-250)	
Saatchi et al 2011 – Congo	118	162
Zapfak et al 2013 – Libongo, Sud Est Cameroun	88-124	
Pikounda Nord REDD+ VCS	149	
Bastin et al 2014 - RDC Mai-Ndombe	13-225	

La valeur de 101,7 tC/ha estimée pour le Congo est une valeur conservatrice et alignée aux valeurs répertoriées pour la région qui sont assez variables en fonction de la zone d'étude.

2.2- Collecte, analyse et traitement des données de la dégradation forestière

Les calculs des émissions historiques liées à la **Dégradation forestière**, prend en compte:

- **La Dégradation forestière planifiée** ou « **DEG-PL** »;
- **La Dégradation forestière non planifiée** ou « **DEG-NOPL** ».

La dégradation forestière planifiée se définit comme l'extraction de bois dans les concessions forestières. La dégradation forestière non planifiée considère l'extraction de bois de chauffe.

Les données pour estimer les émissions historiques liées à la dégradation des forêts sont issues : (i) des documents sur l'aménagement des concessions forestières, (ii) des rapports et autres annuaires statistiques de l'Etat et des sociétés forestières, (iii) des carnets de chantier des exploitants forestiers. Ces données concernent les volumes fûts des essences forestières exploitées. Les volumes fûts pris en compte ici sont convertis en volumes bruts des arbres extraits des concessions forestières sur la base d'une étude⁵ réalisée en aout 2016 par la CN-REDD (cf. données synthèse en annexe 2). Le volume brut représente le volume total du fût déclaré auquel s'ajoutent les volumes des culées, rondins et fûts abandonnés en forêt. Pour estimer les émissions liées à la dégradation forestière provoquée par la collecte de bois énergie, les statistiques de l'évaluation globale des ressources forestières, rapport national FRA du Congo (FAO, 2005 et 2010) et une étude sur la provenance du bois-énergie (CN-REDD 2014a) ont été utilisées.

2.2.1- Collecte, analyse et traitement des données de la Dégradation planifiée

Les émissions causées par l'extraction de bois diffèrent par pratique d'exploitation. Au Congo, l'exploitation est faite soit suivant des pratiques conventionnelles soit suivant des pratiques à faible impact environnemental. L'exploitation à faible impact est une condition pour obtenir la certification Forest Stewardship Council (FSC).

⁵ Boundzanga G.C, Lokenya L. et al. Etude sur les volumes bruts des arbres exploités dans les concessions forestières certifiées et non certifiées de la République du Congo, CN-REDD, p. 15.

2.2.1.1- Approche méthodologique

L'approche méthodologique adoptée est basée sur les statistiques du volume de bois extrait. Les émissions causées par la dégradation liée à l'exploitation forestière suivant les pratiques tant conventionnelles qu'à impact réduit sont déterminées en suivant les étapes ci-dessous :

- Etape 1 : Conversion du volume commercialisable en volume total du bois extrait en utilisant un Facteur d'expansion de la biomasse applicable à l'extraction de bois de feuillus (FEB) ;
- Etape 2 : Détermination de la biomasse en matière sèche dans le volume du bois extrait (BE) ;
- Etape 3 : Détermination de la quantité de Carbone du bois extrait (CE) ;
- Etape 4 : Détermination de la quantité des Émissions liées au bois extrait (EE) ;
- Etape 5 : Détermination de la quantité de Carbone liée aux dommages consécutifs à l'exploitation forestière (piste de débardage, dégâts, routes forestières, etc.) (CD) ;
- Etape 6 : Détermination de la quantité des Emissions liée aux dommages consécutifs à l'exploitation forestière (ED) – un facteur différent est appliqué pour l'exploitation conventionnelle et l'exploitation à faible impact ;
- Etape 7 : Calculs des Emissions historiques totales (bois extrait + dommages) liées la dégradation forestières planifiée (EH-DEG-PL brutes) ;

Etape 1 et 2 : Détermination du volume total et de la biomasse en matière sèche du bois extrait (BE) :

$$BE = VE \times db \times FEB \times (1 + R_{\text{tige/racine}})$$

Avec :

BE	Biomasse du bois extrait. (Unité : <i>en tonne de matière sèche ou t m. s.</i>)
VE	Volume du bois extrait (volume brut) (Unité : <i>en mètre cube ou m³</i>)
Db	Densité de bois. (Unité : <i>Tonne de matière sèche par mètre cube ou t m .s./m³</i>)
FEB	Facteur d'Expansion de la Biomasse applicable à l'extraction de bois de feuillus (<i>sans dimension</i>)
(1 + R_{tige/racine})	Facteur de conversion de biomasse aérienne en biomasse totale (<i>sans dimension</i>)

Etape 3 : Détermination de la quantité de Carbone du bois extrait (CE) :

$$CE = BE \times FC$$

Avec :

CE	Carbone du bois extrait. (Unité : en <u>tonne Carbone</u> ou <u>tC</u>)
BE	Biomasse du bois extrait. (Unité : en <u>tonne de matière sèche</u> ou <u>t m. s.</u>)
FC	Fraction de carbone dans la biomasse sèche (<u>Tonne de carbone par tonne de matière sèche</u> ou <u>tC/tonne m. s</u>)

Etape 4 : Détermination de la quantité des Émissions liées au bois extrait (EE) :

$$EE = CE \times FCO_2$$

Avec :

EE	Emissions de CO ₂ . liées au bois extrait (Unité : en <u>tonne d'équivalent CO₂</u> ou <u>teCO₂</u>)
CE	Carbone du bois extrait. (Unité : en <u>tonne Carbone</u> ou <u>tC</u>)
FCO₂	Facteur de conversion du Carbone en équivalent CO ₂ (Unité : <u>Tonne d'équivalent CO₂ par tonne de Carbone</u> ou <u>teCO₂/tC</u>)

Etape 5 : Détermination de la quantité de Carbone liée aux dommages consécutifs à l'exploitation forestière (CD) :

$$CD = VE_{\text{certifié}} \times FD_{\text{certifié}} + VE_{\text{non-certifié}} \times FD_{\text{non-certifié}}$$

Avec :

CD	Carbone lié aux dommages d'exploitation (Unité : en <u>tonne de Carbone</u> ou <u>tC</u>)
VE_{certifié}	Volume du bois extrait certifié (volume brut) (Unité : en <u>mètre cube</u> ou <u>m³</u>)
VE_{non-certifié}	Volume du bois extrait non-certifié (volume brut) (Unité : en <u>mètre cube</u> ou <u>m³</u>)
FD_{certifié}	Facteur de dommage pour exploitation certifié (Unité : en <u>tonne Carbone par mètre cube</u> ou <u>tC/m³</u>)
FD_{non-certifié}	Facteur de dommage pour exploitation non-certifié (Unité : en <u>tonne Carbone par mètre cube</u> ou <u>tC/m³</u>)

Etape 6 : Détermination de la quantité des Émissions liées aux dommages consécutifs à l'exploitation forestière (ED) :

$$ED = CD_{BA} \times (1 + R_{\text{tige/racine}}) \times FCO_2$$

Avec :

ED	Emissions de CO ₂ liées aux dommages d'exploitation (Unité : en <i>tonne d'équivalent CO₂ ou teCO₂</i>)
CD_{BA}	Carbone dans la biomasse aérienne mort en conséquence des dommages d'exploitation (Unité : en <i>tonne de Carbone ou tC</i>)
1 + R_{tige/racine}	Facteur de conversion du carbone dans la biomasse aérienne en carbone dans la biomasse totale (aérienne et souterrain) (<i>Sans unité</i>)
FCO₂	Facteur de conversion du Carbone en équivalent CO ₂ (Unité : <i>Tonne d'équivalent CO₂ par tonne de Carbone ou teCO₂/tC</i>)

Etape 7 : Calculs des Emissions historiques totales (bois extrait + dommages) liées à la dégradation planifiée (EH-DEG-PL brute), par l'application de la formule ci-après :

$$EH-DEG-PL \text{ brutes} = EE + ED$$

Avec :

EH-DEG-PL brutes	Emissions historiques brutes totales de CO ₂ liées à la dégradation planifiée (Unité : en <i>tonne d'équivalent CO₂ ou teCO₂</i>)
EE	Emissions de CO ₂ liées au bois extrait (Unité : en <i>tonne d'équivalent CO₂ ou teCO₂</i>)
ED	Emissions de CO ₂ liées aux dommages d'exploitation (Unité : en <i>tonne d'équivalent CO₂ ou teCO₂</i>)

2.2.1.2- Données utilisées pour les calculs

Les données collectées pour le calcul des émissions liées à la dégradation planifiée sont rassemblées dans le tableau 11.

Tableau 11: Données utilisées pour le calcul des émissions liées à la dégradation planifiée

Variables	Abréviation variable	Valeur utilisée	Unité	Source	Description
Volume brut extrait des concessions forestières certifiées	VE certifié	686.738	<i>mètre cube/an ou m³/an</i>	Sociétés forestières et MEFDD	Moyenne annuelle du Volume brut des arbres exploités avec certification (4 concessions certifiées) entre 2000 et 2012
Volume brut extrait des concessions forestières non certifié	VE non certifié	1.913.686	<i>mètre cube/ha ou m³/an</i>	Sociétés forestières et MEFDD	Moyenne annuelle du Volume brut des arbres exploités conventionnellement (26 concessions non certifiées) entre 2000 et 2012
Densité de bois	Db	0,61	<i>Tonne de matière sèche par mètre cube ou t m. s. /m³</i>	Zanne et al. 2009, World wood density database	Moyenne des densités anhydre du bois des essences commerciales présentes au Congo
Facteur d'Expansion de la Biomasse applicable à l'extraction de bois de feuillus	FEB	1,55	<i>Sans dimension</i>	Ngomanda et al 2014 et, Kramer et Akca (1982) cité dans GIEC 2006	Convertit la biomasse commercialisable en biomasse totale
Fraction de Carbone dans la biomasse sèche	FC	0,49	<i>Tonne de carbone par tonne de matière sèche ou tC/t m. s.</i>	Feldpausch et al 2004 cité dans Tableau 4.3 GIEC 2006	
Facteur de conversion du Carbone en équivalent CO ₂	FCO ₂	3,67	<i>Tonne d'équivalent CO₂ par tonne ou teCO₂/tC</i>		44/12
Facteur de dommage de l'exploitation impact réduit	FD certifié	0,51	<i>Tonne de Carbone par m³ ou tC/m³</i>	Pearson et al 2014	Valeur provenant d'une étude réalisée en République du Congo dans la Sangha (exploitation forestière CIB)

Facteur de dommage de l'exploitation certifiée	de de non	FD non certifié	1,02	<u>Tonne de Carbone par m3 ou tC/m3</u>	Pearson et al 2014 FAO 2003 et CIRAD 2008	L'étude du CIRAD (Billand et al 2008) et FAO indique une diminution d'approximativement 50% des émissions de carbone par l'application de pratiques d'exploitation à impact réduit par rapport à l'exploitation conventionnelle
Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne		R tige/racine	0,37	Sans dimension	Fittkau et Klinge, 1973 ; cité dans le Tableau 4.4 GIEC 2006 vol 4	

***N.B** 3: Le détail sur les statistiques des volumes extraits (tableau) sont présentés en annexe. Les volumes pris en compte portent sur la totalité du fût avant les opérations d'éculages (extraction des culées et rondins) rapportées ci-dessous*



2.2.1.3- Discussion sur les facteurs d'expansion de la biomasse

Le facteur d'expansion de la biomasse appliquée à l'extraction de bois feuillus FEB a été obtenu en utilisant un FEB beaucoup moins élevé que celui cité pour l'Afrique tropicale dans GIEC 2006 (facteur de 3.4). Plusieurs études sur l'Afrique centrale donnent en effet des valeurs bien inférieures. Le FEB

moyen de 1,55 présenté par Ngomanda *et al.*, (2014) sur une étude effectuée au Gabon a été choisi pour le calcul des NERF. Elle est similaire au BEF donné par Henry *et al.* (2012) pour le Ghana. Pour obtenir le BEF ou FEB qui prend en compte aussi les pertes de bois dues à la récolte, les données de l'étude sur le volume fûts bruts des arbres exploitées dans les concessions forestières certifiées et non certifiées de la République du Congo (CN-REDD, Aout 2016), ont été utilisées. L'étude majore le volume net du fût de 20% pour les concessions certifiées et 30% pour les concessions conventionnelles. Ce qui paraît très conservateur.

2.2.1.4- Discussion sur les facteurs de dégâts

Plusieurs études sur les dégâts liés à l'exploitation forestière ont été évaluées, comme par exemple White (1994), Durieu de Madron *et al.* (2000), Picard *et al.*, (2012) et Gourlet-Fleury *et al.*, (2013).

Le principal problème qui réside dans l'utilisation de la littérature pour estimer les dégâts liés à l'exploitation en République du Congo est que les dommages liés à l'exploitation forestière peuvent être exprimés de différentes manières (et différentes unités).

Souvent les études expriment les dégâts en termes de superficie affectée par arbre enlevé et la conversion de cette superficie en émissions de carbone n'est pas évidente. Il y a deux principales façons d'exprimer les dégâts d'exploitation : par arbre coupé ou par zone exploitée. Parce que les dommages causés par les arbres abattus ne cumulent pas de façon linéaire (Picard *et al.* 2012), l'approche par zone exploitée a tendance à être plus robuste que l'approche par arbre. Néanmoins, même si cette information est disponible pour certaines des concessions elle est absente pour les autres où le dommage est alors estimé en fonction du volume commercial extrait.

Pour ces raisons le Congo n'a pas pu profiter beaucoup des données publiées dans les articles cités plus haut.

Pour le taux de dégâts de l'exploitation certifiée la République du Congo utilise un chiffre établi par Pearson *et al.* (2014) pour l'exploitation à impact réduit dans les concessions du Nord du Congo (CIB Sangha). Les dégâts concernent la biomasse morte qui restent dans le tronc de l'arbre abattu, le dommage collatéraux et les pistes de débardage. La construction des infrastructures n'est pas prise en compte ici parce qu'elle est considérée dans la déforestation. Pour le taux de dégâts de l'exploitation non-certifiée, la République du Congo utilise l'information du Code régional d'exploitation forestière à impact réduit (FAO 2003) et un rapport du CIRAD (Billand *et al.*,

2008) qui suggèrent une réduction de 50% des dégâts lors du passage de pratiques conventionnelles à des pratiques d'impact réduit.

Le taux de dégâts appliqué pour les concessions non-certifiées est de 1.82 tC/m³ extrait. Dans une étude comparative de Medjimbe *et al.*, (2011) un taux de dégâts de 2.56 tC/m³ pour l'exploitation conventionnelle en Guyane Française est suggéré, basé sur les études de Blanc *et al.* (2009) et Rutishauser *et al.* (2010).

2.2.1.5- Discussion sur la biomasse souterraine

Suite à des discussions avec des experts (par exemple Medjimbe 2016), il est devenu clair que toutes les racines sont attendus à mourir après l'extraction ou après avoir tué l'arbre comme des dommages collatéraux. La repousse après l'extraction n'a pas l'origine dans les racines des arbres morts, il a donc été décidé d'inclure la biomasse souterraine dans le calcul des émissions résultant de la dégradation planifiée en supposant que l'oxydation instantanée au moment de la récolte en ligne avec l'hypothèse niveau 1 du GIEC par défaut décrit du GIEC 2006 Volume 4, chapitre 4, section 4.2.2.3.

2.2.1.6- Discussion sur la repousse post-récolte

La dégradation causée par l'extraction de bois est suivi par une repousse post-récolte et le Congo a exploré plusieurs options pour inclure la repousse post-récolte pour convertir la dégradation brute en dégradation nette (voir Box ci-dessous). Suite aux défis associés avec ces calculs et la perte de transparence pour la complexité associé avec ces calculs le Congo a décidé de ne pas inclure la repousse post-récolte dans les calculs de la dégradation planifiée pour l'instant.

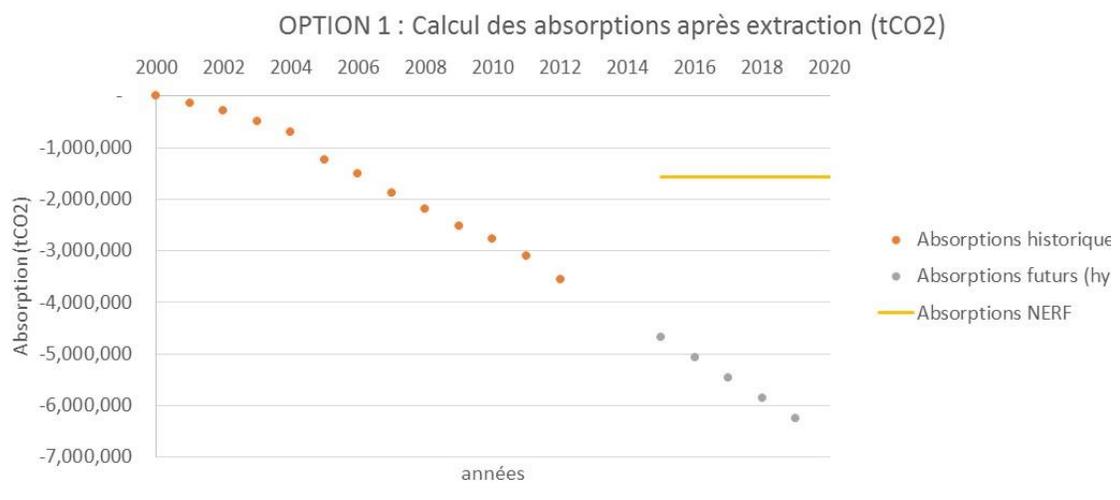
N.B. 4: Options explorées pour aborder la repousse post-récolte et défis associés

La dégradation causée par l'extraction de bois est suivi par une repousse post-récolte. Grâce à plusieurs études réalisées dans le cadre des plans d'aménagement, la République du Congo a estimé que 30 ans après l'extraction des arbres qui ont atteint le diamètre d'exploitabilité, le stock repousse à 67% du stock total avant l'extraction. Cela constitue la base des cycles de rotation dans les concessions forestières au Congo.

Deux options ont été analysé pour inclure la repousse post-récolte pour convertir la dégradation brut en dégradation nette, en utilisant l'équation 2.9 et en suivant la bonne pratique du GIEC (2006, Volume 4, Chapitre 4, section 4.3.1.2.).

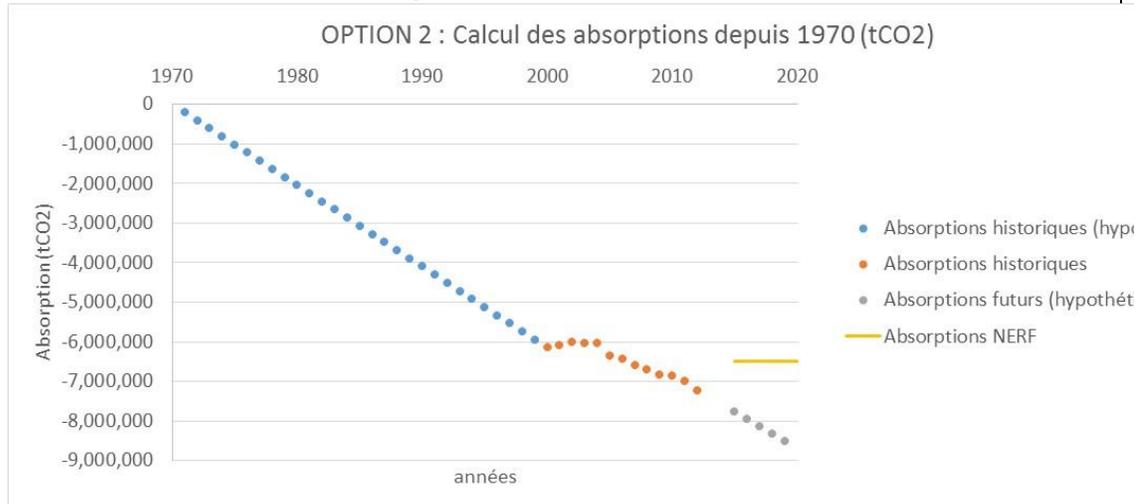
*La première option consiste à calculer la repousse post-récolte avec l'hypothèse qu'elle est une fonction linéaire de 30 ans à partir de l'année 2000 dont il atteint 67% du stock avant l'extraction. Cela donne pour l'année 2001: $emissions_2000/30 * 0,67$ et pour l'année 2012: $emissions_2000/30 * 0,67 + emissions_2001/30 * 0,67 + \dots + Emissions_2011/30 * 0,67$. En tant que tel, pour chaque année subséquente à 2001 les absorptions augmentera car à chaque fois une année de repousse est ajouté dans le calcul. Cela implique également que la repousse de la dégradation qui se passe les années avant 2000 ne sont pas inclus, en supposant implicitement qu'il n'y avait pas de dégradation et donc pas de l'extraction du bois avant l'an 2000. Les absorptions historiques calculées de cette façon pour 2000-2012 sont présentés dans la figure ci-dessous, ainsi que les absorptions qui seraient inclus dans le NERF (moyenne de 2000-2012) et des absorptions hypothétiques pendant la période des résultats en supposant que les émissions annuelles de la dégradation seront celui dans le NERF, c'est à dire en supposant que la performance est zéro par rapport au NERF. Selon cette option, la repousse constitue 9% des émissions historiques (2000-2012). La figure montre que, durant la période des résultats, même si les émissions provenant de l'extraction*

du bois ne sont pas réduites, les absorptions sont augmentées due à une augmentation des années de repousse inclus dans le calcul des absorptions annuelles. En autres termes, l'augmentation de l'absorption est un effet retardé des activités de dégradation dans le passé. Cette augmentation des absorptions se traduirait par des réductions d'émissions globales de 25 MtCO₂ entre 2015-2020.



L'hypothèse de l'absence totale de l'extraction de bois avant 2000 est incorrecte, cependant, les données sur le volume extrait avant 2000 ne sont pas disponibles. Pour éviter la tendance à la hausse artificielle dans les absorptions causées par l'augmentation des années pour lesquelles les absorptions sont calculées selon l'option 1 ci-dessus, le Congo a également exploré une deuxième option. Cette option suppose une extraction de bois constant pour les 30 années précédant la période historique de la NERF (1970-1999) en estimant l'extraction au cours de cette période comme l'extraction moyenne entre 2000-2004. Selon cette option, la repousse constitue 37% des émissions (pour 2000 à 2012).

La Figure ci-dessous montre les absorptions calculées avec cette option 2 sont encore en augmentation au cours de la période des résultats, en raison du fait que pendant la période 2000-2012 la dégradation était relativement élevée. Cette augmentation des absorptions se traduirait par des réductions d'émissions globales de 10 MtCO₂ entre 2015-2020.



Les deux approches se traduisent par une réduction des émissions nettes dans la période des résultats même en absence d'une vraie réduction de la dégradation. En plus, les approches sont soumises à de multiples hypothèses et ils augmentent fortement la complexité des calculs résultant en une perte de transparence. Le Congo a donc choisi de maintenir la transparence en ne pas inclure la repousse après l'extraction dans le NERF en évitant comme ça une réduction des émissions nettes dans la période des résultats due à l'augmentation des absorptions.

2.2.1.7- Résultats du calcul des émissions historiques liées à la dégradation planifiée

Les émissions historiques nettes totales liées à la dégradation planifiée s'élèvent à environ 15 millions teCO₂/an. Les émissions liées aux différentes causes de la dégradation sont disponibles dans le tableau 12.

Tableau 12: Résultats et valeurs utilisés dans le calcul des émissions historiques liées à la dégradation planifiée (exprimées en tonne d'équivalent CO₂ par an ou teCO₂ /an)

Variable	Abréviation	Valeur
Emissions liées au bois extrait non certifié	EE _{non certifié}	4,453,693
Emissions liées au bois extrait certifié	EE _{certifié}	1,598,235
Emissions liées aux dommages d'exploitation non certifiée	ED _{non certifié}	7,157,185
Emissions liées aux dommages d'exploitation certifiée	ED _{certifié}	1,284,200
Emissions Historiques totales liées à la Dégradation Planifiée	EH-DEG-PL	14,493,312

2.2.2- Collecte, analyse et traitement des données de la dégradation non planifiée

2.2.2.1- Approche méthodologique

L'approche méthodologique adoptée est basée sur les statistiques du volume de bois extrait. Les émissions causées par la dégradation liée à l'exploitation forestière suivant les pratiques tant conventionnelles qu'à impact réduit sont déterminées en suivant les étapes ci-dessous :

- Etape 1 : Détermination du volume de bois-énergie issues de coupes exclusives pour le bois-énergie (VBe) ;
- Etape 2 : Détermination de la biomasse du bois-énergie coupé exclusivement pour le bois énergie (BBé) ;
- Etape 3 : Détermination de la quantité de Carbone du bois-énergie coupé exclusivement pour le bois énergie (CBe) ;
- Etape 4 : Détermination de la quantité des Émissions historiques liées à la dégradation forestière non planifiée (EH-DEG-NOPL) issue de la collecte de bois-énergie coupé exclusivement pour le bois-énergie.

Etape 1 : Détermination du volume de bois-énergie issues de coupes exclusives pour le bois-énergie (VBe) :

$$VBe = VBe_total \times FBE$$

Avec :

VBe	Volume du bois-énergie issues de coupes exclusives pour le bois-énergie (Unité : en <u>mètre cube</u> ou <u>m³</u>)
VBe_total	Volume du bois-énergie consommé (Unité : en <u>mètre cube</u> ou <u>m³</u>)
FBE	Fraction du bois-énergie consommé provenant de coupe exclusive pour le bois énergie (<u>sans dimension</u>)

La plupart du bois-énergie provient de coupe liées à la déforestation donc pour ne pas double-compter ces émissions, seule la part de bois-énergie provenant de coupes exclusives de bois-énergie (FBE) sont considérées.

Etape 2 : Détermination de la biomasse dans la matière sèche du bois-énergie coupé exclusivement pour le bois énergie (BBe)

$$BBe = VBe \times db$$

Avec :

BBe	Biomasse du bois-énergie issues de coupes exclusives pour le bois-énergie. (Unité : en <u>tonne de matière sèche</u> ou <u>t m. s.</u>)
VBe	Volume du bois-énergie issues de coupes exclusives pour le bois-énergie (Unité : en <u>mètre cube</u> ou <u>m³</u>)
Db	Densité de bois. (Unité : <u>Tonne de matière sèche par mètre cube</u> ou <u>t m .s./m³</u>)

Généralement tout l'arbre est utilisé pour le bois-énergie, donc aucun facteur d'expansion de la biomasse n'est appliqué.

Etape 3 : Détermination de la quantité de carbone du bois-énergie coupé exclusivement pour le bois énergie (CBe)

$$CBe = BBe \times FC$$

Avec :

CBe	Carbone du bois-énergie coupé exclusivement pour le bois-énergie (Unité : en <u>tonne Carbone</u> ou <u>tC</u>)
BBe	Biomasse du bois-énergie issues de coupes exclusives pour le bois-énergie (Unité : en <u>tonne de matière sèche</u> ou <u>t m. s.</u>)
FC	Fraction de carbone dans la biomasse sèche (<u>Tonne de carbone par tonne de matière sèche</u> ou <u>tC/tonne m. s</u>)

Tout l'arbre est utilisé pour le bois-énergie, donc aucun facteur d'expansion de la biomasse n'est appliqué.

Etape 4 : -Détermination de la quantité des Émissions historiques liées à la dégradation forestière non planifiée (EH-DEG-NOPL) (issue de la collecte de bois-énergie coupé exclusivement pour le bois-énergie) :

$$EBe = CBe \times FCO_2$$

Avec :

EH-DEG-NOPL	Emissions historiques de CO ₂ , liées à la dégradation forestière non planifiée, issue de la collecte de bois-énergie coupé exclusivement pour le bois-énergie (Unité : en <u>tonne d'équivalent CO₂ ou teCO₂</u>)
CBe	Carbone du bois-énergie coupé exclusivement pour le bois-énergie. (Unité : en <u>tonne Carbone ou tC</u>)
FCO₂	Facteur de conversion du Carbone en équivalent CO ₂ (Unité : <u>Tonne d'équivalent CO₂ par tonne de Carbone ou teCO₂/tC</u>)

La biomasse souterraine n'est pas considéré dans le calcul de la dégradation non-planifiée puisque cela concerne normalement l'élagage et la récolte des branches sans tuer l'arbre entier et, par conséquent, ces racines.

2.2.2.2- Données utilisées pour les calculs

Les données collectées pour le calcul des émissions liées à la dégradation non planifiée sont rassemblées dans le tableau 13

Tableau 13: Données utilisées pour le calcul des émissions liées à la dégradation non planifiée

Variable	Abréviation variable	Valeur utilisée	Unité	Source	Description
Volume du bois-énergie issues de coupes exclusives pour le bois-énergie	VBe total	1,333,414	<u>mètre cube/an</u> ou <u>m³/an</u>	Rapports FRA 2005 et 2010	
Fraction du bois-énergie consommé provenant de coupe exclusive pour le bois énergie	FBE	0.22	<u>sans dimension</u>	Rapports FRA 2005 et 2010 ; Enquête ménage sur la consommation du bois énergie en République du Congo (CN-REDD)	Le ratio à considérer est de 78/22
Densité de bois	Db	0.6	<u>Tonne de matière sèche par mètre cube</u> ou <u>t m. s. /m³</u>	Tableau 4.13 IPCC 2006 v.4	
Fraction de Carbone dans la biomasse sèche	FC	0.49	<u>Tonne de carbone par tonne de matière sèche</u> ou <u>tC/t m. s.</u>	Feldpausch et al 2004 cité dans Tableau 4.3 GIEC 2006	
Facteur de conversion du Carbone en équivalent CO ₂	FCO ₂	3.67	<u>Tonne d'équivalent CO₂ par tonne</u> ou <u>teCO₂/tC</u>		44/12

2.2.2.3- Résultats du calcul des émissions historiques liées à la dégradation non planifiée

Tableau 14: Résultats des émissions historiques liées à la dégradation non planifiée

Variable	Abréviation	Valeur	Unité
Volume de bois-énergie issue des coupes exclusive pour le bois énergie	VBe	293,351	<u>mètre cube par an</u> ou <u>m³/an</u>
Carbone du bois-énergie coupé exclusivement pour le bois-énergie	CBe	86,245	<u>tonne Carbone par an</u> ou <u>tC/an</u>
Emissions Historiques liées à la Dégradation Non Planifiée	EH-DEG-NOPL	316,520	<u>tonne d'équivalent CO₂ par an</u> ou <u>teCO₂/an</u>

III- Approche méthodologique pour l'ajustement du NERF et présentation du NERF ajusté

La construction du Niveau des Emissions de Référence pour les Forêts (NERF) de la République du Congo a combiné l'ensemble des informations produites dans les sections précédentes et se décompose en deux étapes :

- Etape 1 : Détermination des émissions totales historiques liées à la déforestation et à la dégradation forestière
- Etape 2 : Ajustement aux circonstances nationales

Etape 1 : Détermination des émissions totales historiques liées à la déforestation et à la dégradation forestière

Il s'agit d'estimer les émissions totales historiques liées à la déforestation et à la dégradation forestière, qui prennent en compte :

- Les émissions liées à la déforestation planifiée ;
- Les émissions liées à la déforestation non planifiée ;
- Les émissions liées à la dégradation forestière planifiée ;
- Les émissions liées à la dégradation forestière non planifiée.

Les émissions totales historiques liées à la déforestation et à la dégradation forestière sont donc obtenues en faisant la somme des émissions :

$$ET-H = E-DEF-PL + E-DEF-NOPL + DEG-PL + DEG-NOPL$$

Avec :

ET-H	Emission Totale Historique. (Unité : en <i>tonne d'équivalent CO₂ ou teCO₂</i>)
E-DEF-PL	Emission Déforestation Planifiée (Unité : en <i>tonne d'équivalent CO₂ ou teCO₂</i>)
E-DEF-NOPL	Emission Déforestation Non Planifiée. (Unité : en <i>tonne d'équivalent CO₂ ou teCO₂</i>)
E-DEG-PL	Emission Dégradation Planifiée. (Unité : en <i>tonne d'équivalent CO₂ ou teCO₂</i>)
E-DEG-NOPL	Emission Dégradation Non Planifiée. (Unité : en <i>tonne d'équivalent CO₂ ou teCO₂</i>)

Etape 2 : Ajustement aux circonstances nationales

Le niveau des émissions est ensuite ajusté aux circonstances nationales, pour prendre en compte les émissions futures liées à la déforestation et la dégradation planifiées.

Le niveau des émissions de référence (**NERF**) s'obtient par la formule ci-après :

$$ET-H = E-DEF-PL + E-DEF-NOPL + DEG-PL + DEG-NOPL$$

Avec :

NERF	Niveau des Emissions de Référence pour les Forêts. (Unité : en <i>tonne d'équivalent CO₂ ou teCO₂</i>)
ET-H	Emissions Totale Historiques. (Unité : en <i>tonne d'équivalent CO₂ ou teCO₂</i>)
AJ (E-DEF+ E-DEG)	Ajustement pour la prise en compte des Emissions futures de la Déforestation et de la Dégradation. (Unité : en <i>tonne d'équivalent CO₂ ou teCO₂</i>)

N.B :

- Les Emissions Totales Historiques (ET-H) portent sur la période de 2000 à 2012 ;
- L'ajustement (AJ) porte sur la période future qui va de 2015 à 2020.

Avant de présenter les résultats sur le Niveau des Emissions de Référence pour les Forêts (NERF) du processus REDD+ en République du Congo, il convient d'expliquer d'abord la méthodologie de détermination de l'ajustement aux circonstances nationales.

3.1- Approche méthodologique pour la détermination de l'ajustement et détails du Plan de Développement

L'approche méthodologique adoptée pour déterminer l'ajustement sur la base des émissions futures, liées à la Déforestation et à la Dégradation forestière s'est appuyée sur la formule ci-après :

$$AJ (E-DEF-PL + E-DEG-PL) = DA-DEF-PL \times FE-DEF-PL + DA-DEG-PL \times FE-DEG-PL$$

Avec :

AJ (E-DEF + E-DEG)	Ajustement pour la prise en compte des Emissions futures dues à la Déforestation et à la dégradation (Unité : <i>en tonne équivalent CO₂ ou teCO₂</i>)
E-DEF-PL	Emission Futures de la Déforestation Planifiée entre 2015 et 2020 (Unité : <i>en tonne équivalent CO₂ ou teCO₂</i>)
E-DEG-PL	Emission Futures de la Dégradation Forestière Planifiée entre 2015 et 2020 (Unité : <i>en tonne d'équivalent CO₂ ou teCO₂</i>)
DA-DEF-PL	Données d'Activité pour la déforestation planifiée ; quantité d'hectares qui selon les prévisions seront convertis en concessions agro-industrielles et minières entre 2015 et 2020 (Unité : <i>en hectares ou ha</i>)
FE-DEF-PL	Facteur d'Emission de la Déforestation planifiée (Unité : <i>en tonne d'équivalent CO₂ par hectare ou teCO₂/ha</i>)
DA-DEG-PL	Données d'Activité pour la dégradation Forestière planifiée ; quantité d'hectares dans les concessions forestières qui n'ont pas été exploités dans la période de référence mais où l'activité forestière est attendue entre 2015 et 2020 (Unité : <i>en hectares ou ha</i>)
FE-DEG-PL	Facteur d'Emission de la Dégradation planifiée (Unité : <i>en tonne équivalent CO₂ per hectare ou teCO₂/ha</i>)

3.1.1 Ajustement pour la déforestation planifiée

En dépit des contre-performances enregistrées au cours des décennies passées dans le domaine agricole, la République du Congo possède de nombreux atouts notamment la disponibilité de plus de 10 millions d'ha de terres cultivables (MEPAI, 2012). Pour ce faire, il existe d'énormes possibilités de développement des cultures de rente comme le café, le cacao ou le palmier à huile, que le gouvernement entend relancer pour la diversification de l'économie nationale et sa croissance.

A ce titre, le gouvernement a déjà procédé à la mise en concession de :

- 180.000 ha à Atama Plantation dont 64.000 ha dans la Sangha et 116.000 ha dans la Cuvette ;
- 50.000 ha à Eco Oil Energy, dont 40.000 ha dans la Sangha, 7.000 ha dans la Cuvette ouest et 3.000 dans la cuvette ;
- 50.000 ha à Lexus Agric dans la Lekoumou

Le gouvernement entend poursuivre la mise en concession des terres agricoles pour réduire sa dépendance alimentaire qui dépasse les 100 milliards de CFA par an. C'est ce qui est envisagé pour la zone forestière de Sembé dans le département de la Sangha, avec 133.500 ha dédiés à la plantation de palmier à huile et au développement d'autres cultures vivrières et de rentes.

Rappelons que :

- La société Eco Oil crée en juin 2013 a récupéré les 50.000 ha de Sangha Palm. Elle a ouvert 5.000 ha pour réhabiliter les anciennes plantations et produire de l'huile de palme. Le rythme de plantation prévu d'ici à 2025 est 5.000 ha /an ;
- La société ATAMA Plantation qui avait sollicité de mettre en valeur une superficie de 470.000 ha dans la Sangha et la Cuvette, a été autorisée à valoriser seulement 180.000 ha comme indiqué ci haut. Face à une réalité naturelle liée à la présence des marécages dans le département de la Cuvette, seulement 64.000 ha des 180.000 ha affectés vont être valorisés exclusivement dans le département de la Sangha. Le rythme de plantation prévu au départ à 5.000 ha/an sera de l'ordre de 3.500 ha/an pour atteindre 20.000 ha/an d'ici à 2020 ;
- La société Lexus Agric s'est vu octroyé une concession de 50.000 hectares sur les 140.000 hectares sollicités dans la zone de Mbila, district de Komono (département de la Lekoumou). Cette concession attribuée pour une durée de 25 ans va permettre à Lexus Agric de mettre en place 25.000 ha de palmier à huile et 25.000 ha d'hévéa. Avec un rythme de plantation de 2.000 ha/an la société atteindrait les 10.000 ha de palmier à huile et d'hévéa en 2020 (Rapport d'activités LeXUS AGRIC, 2014)

Le secteur minier va aussi connaître un essor important, notamment avec l'entrée en production des mines de fer des zones de :

- Nambemba dans le département de la Sangha avec la société Congo Iron SA ;
- Mayoko dans le département du Niari avec la société Congo Mining Ltd ;
- Zanaga dans le département de la Lékoumou avec la société MPD.

Les études d'impacts environnementaux réalisées dans le cadre de la mise en valeur de ces mines solides soulignent que pour extraire le fer, les superficies forestières seront impactées de la manière suivante :

- 27.000 ha de forêt (soit trois trous de 16 km x 6 km) dans la zone affectée à Congo Iron SA ;
- 2.400 ha de forêt dans la zone affectée à Congo Mining Ltd ;
- 141.000 ha de forêt dans la zone affectée à MDP ;

C'est sur ces données de base que l'ajustement a été calculé pour permettre à la République de consolider son NERF, basé sur les données historiques ajustées aux circonstances du développement futur, déjà planifié dans les secteurs agricoles et miniers.

Tableau 15: Données de la déforestation future planifiée au Congo
(2015-2020)

Sociétés	Déforestation future planifiée
Secteur Agro-industriel	
Superficie totale affectée à ATAMA	180.000 ha
Conversion annuelle 2015-2020 par ATAMA	3.500 ha/an
Superficie totale affectée à ECO OIL	50.000 ha
Conversion annuelle 2015-2020 par ECO OIL	5.000 ha/an
Superficie totale affectée à LEXUX AGRIC	50.000 ha
Conversion annuelle 2015-2020 par LEXUX AGRIC	2.000 ha/an
Superficie totale affectée pour la zone agricole de Sembé	133.500 ha
Conversion annuelle 2015-2020 pour la zone agricole de Sembé	13.350 ha/an
Superficie totale affectée à l'Agro-industrie en 2012	413.500 ha
Conversion annuelle 2015-2020 pour le secteur Agro-industriel	23.850 ha/an
Secteur Minier	
Superficie totale affectée à CONGO IRON	27.000 ha
Conversion annuelle 2015-2020 par CONGO IRON	1.080 ha/an
Superficie totale affectée à CONGO MINING	2.400 ha
Conversion annuelle 2015-2020 par CONGO MINING	96 ha/an
Superficie totale affectée à MPD	14.100 ha
Conversion annuelle 2015-2020 par MPD	564 ha/an
Superficie totale affectée aux Miniers en 2012	43.500 ha
Conversion annuelle 2015-2020 par le secteur Minier	1.740 ha/an

Les autres secteurs émergents comme les infrastructures et l'énergie et les autres données des secteurs concernés par cette analyse, n'ont pas été pris en compte faute de données fiables. Cette non-prise en compte est considérée comme conservatrice vis-à-vis du NERF.

Par ailleurs, il est probable que le développement à grande échelle et l'investissement économique dans les zones rurales liées à l'installation des concessions agricoles peuvent stimuler la déforestation non-planifiée parce que plus de personnes devront se déplacer et s'installer dans les zones rurales à la recherche d'emploi.

Par conséquent, un ajustement de la déforestation non planifiée peut également être approprié pour refléter correctement les niveaux futurs de la déforestation. Cependant, en raison d'un manque d'informations détaillées à partir des développements similaires dans la région du Congo, le NERF ne comprend pas encore l'ajustement correspondant à la déforestation non planifiée.

La dynamique de la déforestation non planifiée après l'installation de concessions agricoles et minières devrait être étudiée et son impact devrait être vérifié et le cas échéant un ajustement de la déforestation non planifiée devrait être inclus dans un futur NERF.

La Figure 15 montre le taux de déforestation historique, qui comprend les données d'activité utilisées pour calculer les émissions historiques, et le taux de déforestation planifiée après la correction de la superficie (voir section 2.1.2.b). A été rajoutée sur la figure la déforestation des années 2013 et 2014 qui illustre bien l'impact de la mise en œuvre du Plan de Développement.

Les chiffres de la déforestation pour 2013 et 2014 sont obtenus comme suit : la perte moyenne de la couverture arborée de Hansen et al. (2013) pour la période 2000-2012 est comparée à la superficie de la perte corrigée obtenue à partir de la carte CNIAF (2015) pour la même période.

Le ratio entre les deux chiffres de perte moyenne est utilisé comme un facteur de correction" pour convertir la couverture arborée perdue en 2013 et 2014 à une approximation de la perte comparable à la moyenne utilisée dans le NERF.

Cependant, les chiffres ne sont qu'indicatifs et une évaluation adéquate en suivant les procédures d'évaluation de la précision comme décrit à la section 2.1.2 doit être appliquée pour évaluer avec précision la perte de superficie forestière pour ces deux années.

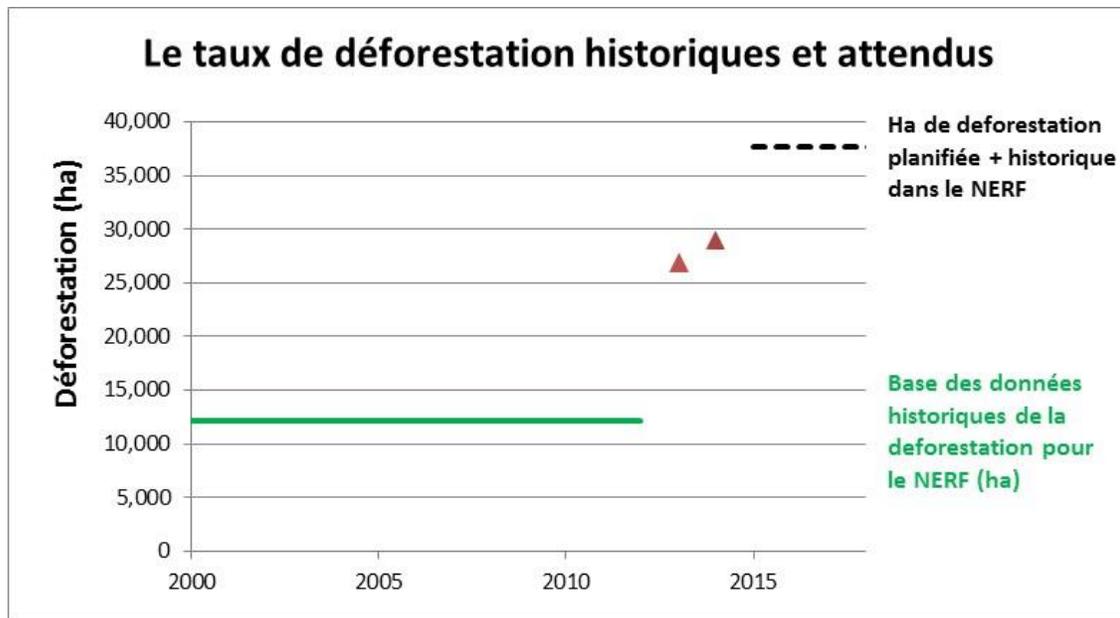


Figure n°15: Taux de déforestation historique et attendu et ajustement du NERF de la République du Congo

N.B 4: Comme une partie importante des émissions provient de la dégradation, l'ajustement global du NERF est beaucoup plus faible que la différence visualisée dans cette figure

Pour approximer le Facteur d'Émission applicable à la déforestation planifiée, l'emplacement proposé des concessions agricoles de Sembé, Eco-Oil et ATAMA Plantation, a été interprété visuellement par rapport à la stratification. De cette interprétation, il ressort que toutes ces concessions tombent principalement sur les forêts en strate 4 : Plaines sur roches sédimentaires et sables. Par conséquent, le stock moyen de ce type de forêt (145 tC/ha) est appliqué à la superficie annuelle de la déforestation planifiée pour estimer les émissions.

3.1.2 Ajustement pour la dégradation planifiée

Sur les 53 concessions forestières, 43 ont vu l'exploitation dans la période de référence. Dix (10) nouvelles concessions ont été concédées et seront mise en exploitation à partir de :

- Année 2016 : Karagoua (597.097 ha), Mougouma (90.000 ha), Bonvouki (85.000 ha), Makoua (706.452 ha) Mambili (176.309 ha)
- Année 2017 Tsiama-Mbama (568.480 ha) , Mouliéné (143.000 ha) Pikounda nord (93.970 ha) , Kitembé (86 .820 ha), Bangou (39.063 ha)

Un grand effort est nécessaire de la part du gouvernement pour atteindre cet objectif. L'effort et l'objectif font partie de la stratégie REDD+ de la République du Congo et c'est à ce titre que le pays souhaite évaluer la performance de la mise en œuvre de la REDD+. L'hypothèse par défaut, dans le cas où le gouvernement ne mettrait aucun effort pour certifier les concessions, c'est l'exploitation conventionnelle.

Pour estimer le volume qui sera extrait dans ces nouvelles concessions, l'extraction moyenne par hectare est calculée pour les concessions non-certifiées qui ont été actives dans la période de référence. Cette extraction moyenne par hectare de concession est multipliée avec la superficie des nouvelles concessions pour approximer le futur volume extrait. L'assiette annuelle de coupe fournie dans les plans d'aménagement n'a pas été utilisée puisque ceci correspond à la limite supérieure de ce qui peut être légalement extrait et en Afrique centrale cela tend à être plus élevé que le volume extrait réel. Aucun des nouvelles concessions sont actuellement certifiées ainsi les émissions associées sont calculées de la même façon que l'extraction non-certifiée comme décrit dans la section 2.2.1. Cette décision était fondée sur une interprétation visuelle de l'emplacement des concessions agricoles et une révision du type de forêt prédominante dans les concessions agricoles. Une moyenne pondérée nécessiterait une couche SIG à l'emplacement exact des concessions agricoles qui n'a pas été à la disposition de l'équipe de NERF.

Le tableau 16 fournit une vue d'ensemble des données et hypothèses utilisés pour approximer l'ajustement des émissions liées à la dégradation forestière planifiée.

Tableau 16: Données et hypothèses utilisées pour le calcul de l'ajustement des émissions liées à la dégradation planifiée pour la période du NERF (2015-2020)

Variable	Valeur utilisée	Unité	Source	Description
Superficie de nouvelles concessions forestières début production 2016	1.654.858	<u>hectares</u> ou <u>ha</u>	Sociétés forestières et MEFDD	Superficie total des 5 concessions attribuées pas inclus dans le calcul des émissions historiques et qui seront mises en production en 2016
Superficie de nouvelles concessions forestières début production 2017	931.333	<u>hectares</u> ou <u>ha</u>	Sociétés forestières et MEFDD	Superficie total des 5 concessions en processus d'attribution pas inclus dans le calcul des émissions historiques et qui seront mises en production en 2017
Années d'exploitation prévues pour les concessions (début 2016)	4	<u>Ans</u>	hypothèse	L'exploitation est prévue à partir de 2016
Années d'exploitation prévues pour les concessions (début 2017)	3	<u>Ans</u>	hypothèse	L'exploitation est prévue à partir de 2017
Moyenne des volumes brut extraits en forêt non-certifiée	0.231	<u>mètre cube/an/</u> <u>hectare</u> ou <u>m³/ha/an</u>	Sociétés forestières et MEFDD	Volume moyen brut extrait dans les concessions actives non-certifiées pour la période historique
Prévision du volume brut total à extraire dans les nouvelles concessions entre 2015-2020	2.177.235	<u>mètre cube</u> ou <u>m³</u>	Valeurs ci-dessus	Moyenne brute d'extraction multipliée avec la superficie et les années d'exploitation pour les 10 nouvelles concessions
Volume total brut à extraire par an dans les nouvelles concessions	598.161	<u>mètre cube/an</u> ou <u>m³/an</u>	Valeurs ci-dessus	Volume annuelle utilisée dans le calcul de l'ajustement de la dégradation non-planifiée
Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne	R tige/racine	0.37	Sans dimension	Fittkau et Klinge, 1973 ; cité dans le Tableau 4.4 GIEC 2006 vol 4

3.2- Présentation des résultats sur le Niveau des Emissions de Référence pour les Forêts (NERF)

Les émissions moyennes historiques de la déforestation non-planifiée et de la dégradation planifiée et non-planifiée donnent un total de 17.933.144 teCO₂/an.

La Figure 1 montre comment les émissions sont divisées sur les différentes activités. Les émissions historiques les plus significatives proviennent de la dégradation forestière planifiée (l'exploitation du bois industrielle). Les émissions provenant de la dégradation non-planifiée sont très faibles, ce qui est largement dû à l'hypothèse que la plupart du bois de chauffage provient des terres qui sont déboisées. Par conséquent on a supposé que ces émissions sont déjà incluses dans la déforestation.

Le niveau relativement faible des émissions résultant de la déforestation (en comparaison avec la dégradation forestière) n'est pas entièrement surprenant étant donné le taux de déforestation faible que le pays a connu dans le passé.

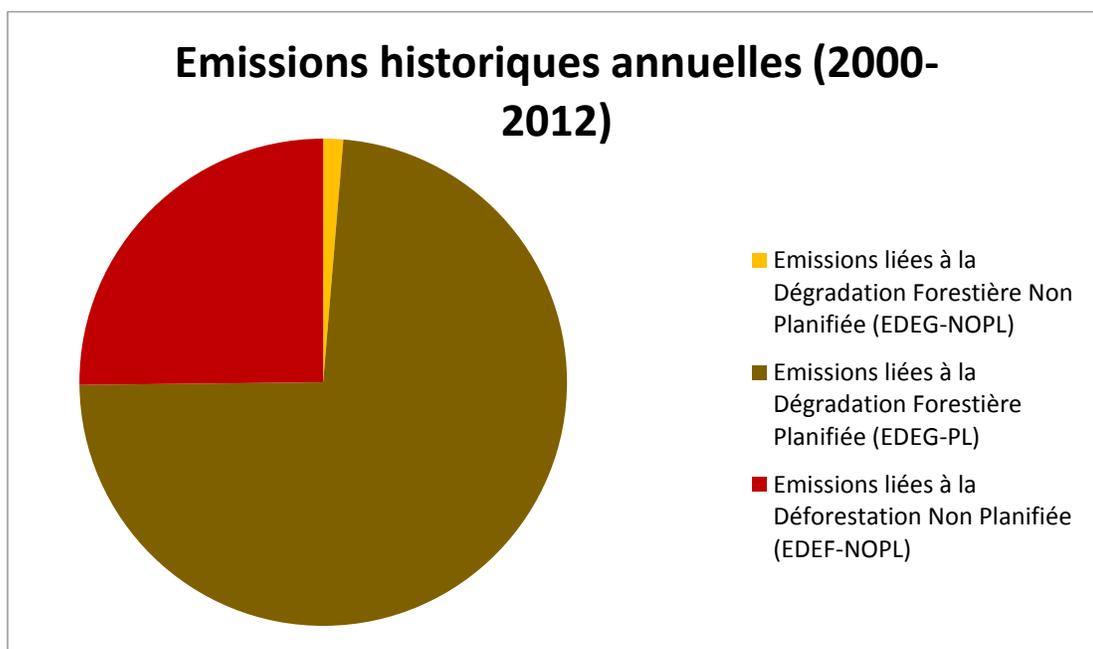


Figure 1 Division des émissions historiques moyennes par activité

Les résultats du calcul d'ajustement pour la déforestation planifiée et la dégradation forestière planifiée liée à l'ouverture des nouvelles concessions figurent dans le tableau 17.

Tableau 17: Calcul de l'ajustement sur la base de la déforestation et de la dégradation

Déforestation et Dégradation forestière Planifiée (future)	Valeurs	Unités
Déforestation annuelle liée aux activités futures de l'agro-industrie (2015-2020)	23.850	<i>ha/an</i>
Déforestation annuelle liée aux activités futures minières (2015-2020)	1.740	<i>ha</i>
Facteur d'Émission utilisé pour la déforestation planifiée (stock moyenne de forêts des plaines sur roches sédimentaires et sables)	145	<i>tC/ha</i>
Facteur de conversion de C à CO ₂	3,67	<i>teCO₂/tC</i>
Émissions futures de la déforestation planifiée (ajustement déforestation)	13.611.724	<i>teCO₂/an</i>
Volume brut de bois extrait dans les nouvelles concessions	437,254	<i>m³/an</i>
Facteur d'Expansion de la Biomasse applicable à l'extraction de bois de feuillus	1,55	<i>Sans dimension</i>
Densité de bois	0,61	<i>t m. s. /m³</i>
Fraction de Carbone dans la biomasse sèche	0,49	<i>tC/t m. s.</i>
Facteur de dommage de l'exploitation non certifiée	1,02	<i>tC/m³</i>
Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne	0.37	<i>Sans dimension</i>
Émissions futures des nouvelles concessions forestières (ajustement dégradation forestières)	3,260,979	<i>teCO₂/an</i>
Ajustement pour la Déforestation Planifiée et à la Dégradation forestière Planifiée	16,872,703	<i>teCO₂/an</i>

Le tableau n°18 ci-dessous montre les résultats finaux des calculs d'émissions de toutes les activités qui composent le NERF. La somme des émissions historiques et de l'ajustement résultent dans un NERF de 30,84 millions teCO₂. L'ajustement consiste à 41% des émissions totales inclus dans le NERF.

Tableau 18: Le NERF et ses composantes par activité

Activité	Valeur	Unité	% par activité du total NERF
Émissions historiques annuelles (moyenne 2000-2012)			
Emissions liées à la Dégradation Forestière Non Planifiée (EDEG-NOPL)	316,520	tCO ₂ /an	0.8%
Emissions liées à la Dégradation Forestière Planifiée (EDEG-PL)	17,616,624	tCO ₂ /an	43%
Emissions liées à la Déforestation Planifiée (EDEF-PL)	0	tCO ₂ /an	
Emissions liées à la Déforestation Non Planifiée (EDEF-NOPL)	6,033,202	tCO ₂ /an	14.8%
Total historique	23,966,346	tCO₂/an	59%
Ajustement			
Emissions liées à la Dégradation Forestière Futur	3,260,979	tCO ₂ /an	8.0%
Emissions liées à la Déforestation Planifiée Futur	13,611,724	tCO ₂ /an	33%
Total ajustement	16,872,703	tCO₂/an	41%
NERF			
NERF	40,839,048	teCO₂/an	100%

3.3- Le NERF de la République du Congo dans un contexte régional et mondial

La République du Congo est un pays à couverture forestière élevée et faible taux de déforestation (*high forest cover, low deforestation* ou HFLD pour son sigle en anglais), avec une couverture forestière de 23,5 millions d'hectares, soit 69%, et un taux de déforestation historique de 12 mille hectares par an, soit 0.05%. Pour bien comprendre le niveau bas de ce taux de déforestation on compare avec les taux de déforestation moyenne régionale et mondiale.

Le taux de déforestation régional pour l'Ouest et l'Afrique Centrale était de 0,46% pour la période 2000-2010 (FRA 2010), ou neuf (9) fois plus élevé que le taux de déforestation national du Congo pour 2000-2012.

Le taux d'émission global pour les pays en développement comme approché par Baccini *et al.* (2012) et utilisé par le Guyana pour le calcul de son NERF est de 0,44%. Le taux des émissions relatifs au stock de carbone total dans la biomasse aérienne et souterrain dans les forêts du Congo est de 0,34%.

Concernant le taux de couverture forestière et la déforestation, le Congo est très comparable au Guyana. Voilà pourquoi le Congo a également calculé son NERF en appliquant la méthode proposée par le Guyana dans son NERF soumis à la CCNUCC en Décembre 2014.

La méthode proposée par le Guyana résulte dans un NERF relatif de 0,32%, ce qui est assez proche du NERF résultant de la méthode adoptée pour le Congo en base des Plans de Développement (Figure 2).

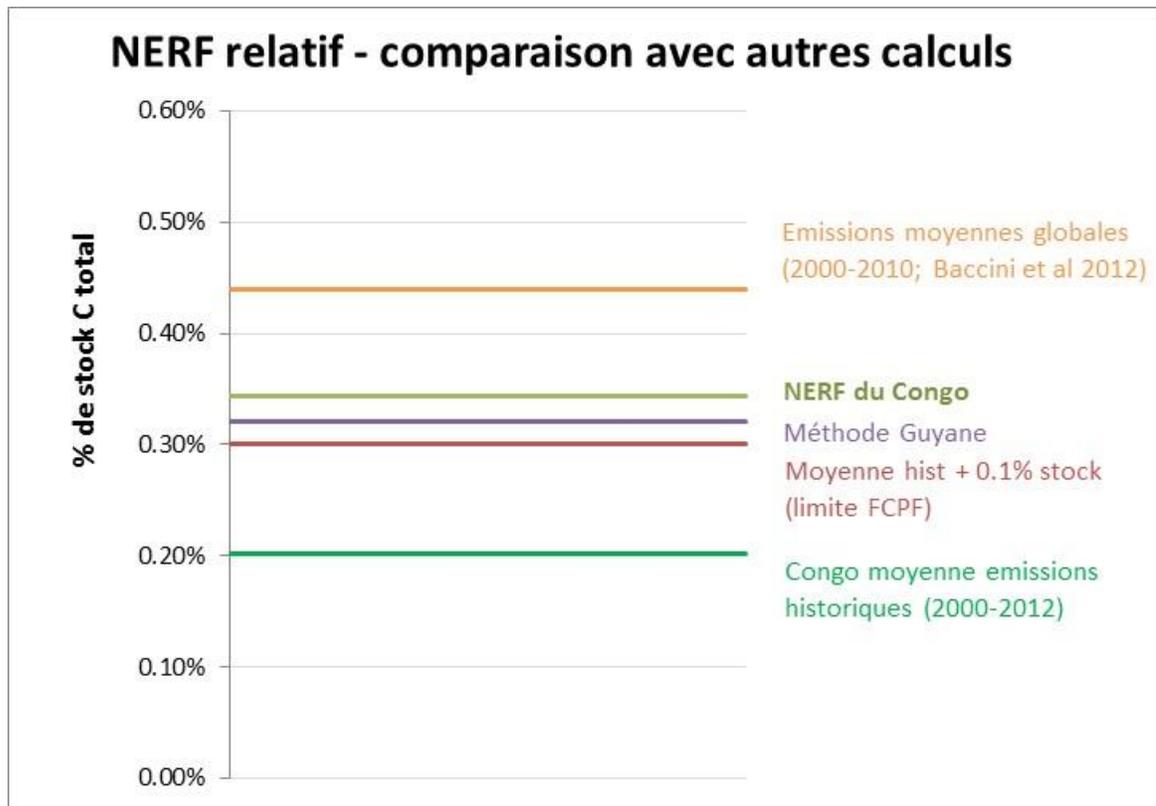


Figure 2 Comparaison du taux des émissions proposés dans le NERF avec des autres taux de la déforestation, taux des émissions, le calcul en appliquant la méthode proposé par la Guyane et la limite du Cadre Méthodologique du Fonds de Partenariat pour le Carbone Forestier (FCPF)

3.4- Période de validité du NERF Ajusté

Compte tenu de l'évolution rapide des circonstances nationales en République du Congo, il est jugé préférable de mettre à jour le NERF tous les 5 ans. L'ajustement est calculé pour la période 2015-2020 qui correspond à la période de validité du NERF.

L'échéance de 10 ans reste toujours une option que le pays peut envisager en fonction des moyens seront déployés pour la mise à jour des données.

3.5- Domaines pour améliorations futures

La République du Congo suit une approche par étape comme suggéré par la décision 12 / CP 17, paragraphe 10. Dans cet esprit, le Congo souhaite indiquer quelques points à améliorer pour lesquels des travaux sont en cours

ou sont souhaitables et pour lesquels, si la capacité nationale le permet, des itérations futures et améliorations sont attendues.

Les domaines d'amélioration suivants sont liés à l'analyse de l'Inventaire Forestier National (IFN) et aux estimations des facteurs d'émission pour la déforestation :

- La République du Congo est encore dans le processus de finalisation de la collecte de données pour l'IFN et surtout la collecte de données des parcelles dans la forêt marécageuse (Likouala en Herbes). La base de données doit être finalisée afin d'améliorer l'estimation des stocks de carbone pour les forêts marécageuses.
- Il sera également important d'effectuer des mesures de carbone du sol dans la forêt marécageuse, car certains d'entre eux peuvent être sur des tourbières et les tourbes peuvent représenter un important réservoir de carbone, même si ce réservoir n'a pas été affecté par les activités de déforestation dans le passé.
- La collecte de données pour le réservoir de la litière est envisagée et aussitôt que ces données seront disponibles ce réservoir pourra être ajouté à la portée du NERF dans des itérations futures.
- Le développement des modèles allométriques nationaux pourrait améliorer l'estimation de la biomasse et du volume sur pied total à partir des données recueillies dans les échantillons de l'IFN. Le Congo se tiendra au courant des derniers résultats et suggestions de la communauté scientifique et évaluera si une amélioration significative de l'estimation peut être obtenue avec le développement des modèles allométriques nationaux à un coût raisonnable.
- Enfin, la République du Congo souhaitera vérifier la qualité des mesures de la hauteur effectuées dans les parcelles de l'inventaire, et entreprendre un contrôle de qualité aléatoire sur le terrain pour évaluer la précision des données collectées.

Les domaines d'amélioration suivants sont liés à l'estimation des émissions de la dégradation forestière :

- Comme discuté dans la section 2.2.1.b, le facteur d'expansion de la biomasse (FEB) par défaut fourni par le GIEC semble être très élevé pour l'Afrique centrale et le FEB moyen à partir d'une étude menée au Ghana a été appliqué, ce qui constitue une approche plus conservatrice. Il serait toutefois souhaitable, de faire une enquête plus poussée au Congo et d'établir un FEB qui reflète mieux la situation nationale.
- De la même façon, les facteurs de dégâts utilisés pour estimer les dommages résultant de pratiques forestières tant conventionnelles

qu'à faible impact pourraient être améliorés soit en collectant plus d'informations, quand disponible, sur la superficie exploitée, la longueur des pistes de débardage, les dégâts d'abattage, l'ouverture de canopée, etc. des plans d'aménagement, soit en établissant des facteurs de dégâts à partir de l'analyse dans des concessions congolaises qui appliqueront des pratiques d'exploitation conventionnelles ou à faible impact.

- Par ailleurs, le Congo est engagé pour mettre en place un système de surveillance des forêts dans une plateforme de type TerraAmazon (développé par l'agence spatiale brésilienne); la plateforme intégrera les produits de détection de la déforestation, mais également les produits d'estimation de la dégradation par télédétection issues de méthodes en cours de test par le Congo (couplage d'image optique et radar, utilisation de séries temporelles denses). Les informations fournies par analyse de données de télédétection pourront dans le futur compléter les estimations de la dégradation forestière.

Les domaines d'amélioration suivants sont liés au calcul de l'ajustement :

- Comme indiqué dans la section 3.1.1, un ajustement pour la déforestation non planifiée n'a pas été pris en compte dans le calcul du NERF en raison d'un manque de données fiables pour simuler l'effet attendu des investissements à grande échelle dans les zones rurales. Le Congo se propose donc d'étudier de près l'impact des concessions agricoles et minières à grande échelle sur la déforestation non planifiée et, si nécessaire, d'inclure un ajustement pour cette activité dans le NERF pour les itérations futures.
- L'approximation du volume d'exploitation attendu dans les nouvelles concessions d'exploitation forestière devrait être mise à jour quand de meilleures données deviendront disponibles, qui pourront inclure les données d'inventaire des nouvelles concessions forestières.

Bibliographie

- Baccini, A, et al, 2012. Estimated carbon dioxide emissions from tropical deforestation improved by carbon-density maps, *Nature Climate Change*, Vol 2 , 10.1038/NCLIMATE1354, 2012
- Bastin, J.-F., Barbier, N., Couteron, P., Adams, B., Shapiro, A., Bogaert, J. and De Cannière, C. (2014), Aboveground biomass mapping of African forest mosaics using canopy texture analysis: toward a regional approach. *Ecological Applications*, 24: 1984–2001. doi:10.1890/13-1574.1
- Billand A., Gourlet-Fleury, S., Sarrailh J-M. 2008. Variation des paramètres carbone selon différents contextes d'exploitation. Atelier COMIFAC, Paris.
- Blanc, L., Echard, M., Herault, B., Bonal, D., Marcon, E., Chave, J., Baraloto, C., 2009. Dynamics of aboveground carbon stocks in a selectively logged tropical forest. *Ecol. Appl.* 19, 1397–1404.
- BRLI/ CN-REDD, 2014. Etude de la spatialisation et de la pondération des causes de la déforestation et de la dégradation forestières et analyse des options stratégiques, proposées par le R-PP de la République du Congo. Brazzaville, 265 p.
- Brown, S., Pearson, T., Moore, N., Parveen, A., Ambagis, S., Shoch, D., 2005. Impact of Selective Logging on the Carbon Stock of Tropical Forests: Republic of Congo as a Case Study. Winrock International, Virginia, p. 21.
- Boundzanga G.C, Lokenya L. et al. Travaux dendrométriques pour une meilleure évaluation des volumes bruts et volumes nets des fûts des arbres abattus dans les concessions forestières de la République du Congo, CN-REDD, p. 20.
- Chave J, Rejou-Mechain M, Burquez A, Chidumayo E, Colgan MS, Delitti WBC, Duque A, Eid T, Fearnside PM, Goodman RC, Henry M, Martinez-Yrizar A, Mugasha WA, Muller-Landau HC, Mencuccini M, Nelson BW, Ngomanda A, Nogueira EM, Ortiz-Malavassi E, Pelissier R, Ploton P, Ryan CM, Saldarriaga JG, Vieilledent G. Improved allometric models to estimate the above ground biomass of tropical trees. 2014. *Global Change Biology*. DOI: 10.1111/gcb.12629
- CNIAF 2015 Carte de changement du couvert forestier en république du Congo pour la période 2000-2012
- CNIAF, 2016. Résultats de l'Inventaire Forestier National - volumes 1 et 2 (en cours d'élaboration)

- CNIAF-FAO, 2010 Inventaire forestier national du Congo. Manuel de terrain version 8, Brazzaville 2010
- CNIAF/MEFDD, 2005. Directives nationales d'aménagement durable des forêts naturelles su Congo
- CNIAF/MEFDD, 2015. Carte des changements du couvert forestier de la République du Congo de 2000 à 2010, CN-REDD/Programme ONU-REDD. Brazzaville, 40p.
- CNIAF/MEFDD, 2015. Résultats des calculs pour déterminer la biomasse, le carbone et les facteurs d'émission de l'Inventaire Forestier National (IFN) en République du Congo. Brazzaville. 40p.
- CN-REDD/ Congo, 2011. Proposition pour la préparation à la REDD+ (RPP) République du Congo. Version finale. Brazzaville, 214 p.
- CN-REDD/ Congo, 2014a. Rapport d'étude sur la consommation du bois-énergie en République du Congo. Brazzaville, 98 p.
- CN-REDD/ Congo, 2014b. Rapport général de l'atelier national sur la définition « forêt » dans le contexte de la REDD+ en République du Congo dans le cadre du processus REDD+. Brazzaville, 27 p.
- CN-REDD/ Congo, 2015. Approche méthodologique établie pour déterminer le Niveau des Emissions de Référence pour les Forêts (NERF) du processus REDD+ en République du Congo. Brazzaville, 36 p.
- CN-REDD/ Congo, 2015. Résultats des calculs pour déterminer le Niveau des Emissions de Référence pour les Forêts (NERF) du processus REDD+ en République du Congo. Brazzaville, 27 p.
- CNSEE / Ministère de l'Economie, du Plan, de l'Aménagement du territoire et de l'Intégration. 2007. Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH) de 2007.
- DSRP, 2007. Document de stratégie de réduction de la pauvreté de la République di Congo, ministère du Plan, 126p.
- Durrieu de Madron, L., Fontez, B., et Dipapounji, B. 2000. Dégâts d'exploitation et de débardage en fonction de l'intensité d'exploitation en forêt dense humide d'Afrique centrale. Bois For. Trop. 264(2): 57-60
- FACET, 2012. Forêts d'Afrique Centrale Evaluées par Télédétection : Étendue et perte du couvert forestier en République du Congo de 2000 à 2010. Observatoire Satellital des Forêts d'Afrique Centrale (OSFAC), 2012. 110p.
<http://osfac.net/component/k2/itemlist/category/184-facet>

- FAO, 2003. Code régional d'exploitation forestière à faible impact dans les forêts denses tropicales humides d'Afrique centrale et de l'Ouest. Food and Agriculture Organization of the United Nations 2003
- Feldpausch, T. R., Rondon, M. A., Fernandes, E. C. M., Riha, S. J., and Wandelli, E.. 2004. Carbon and nutrient accumulation in secondary forests regenerating on pastures in central Amazonia, *Ecol. Appl.*, 14, S164–S176, doi:10.1890/01-6015.
- Fittkau, E. J. and Klinge, H..1973. On biomass and trophic structure of the central Amazonian rain forest ecosystem, *Biotropica*, 5, 2– 14.
- FAO. 2005. Global Forest Resources Assessment 2005- Country Report - Congo, Rome.
- FAO. 2010. Global Forest Resources Assessment 2010- Country Report - Congo, Rome. 72pp/
- GAF. 2013. SGDE Suivi Forestier Extension des Services REDD. S – Rapport des opérations de service pour la République du Congo – phase 3.
- GFOI. 2013. Integrating remote-sensing and ground-based observations for estimation of emissions and removals of greenhouse gases in forests: Methods and Guidance from the Global Forest Observations Initiative: Pub: Group on Earth Observations, Geneva, Switzerland, 2014
- GIEC. 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Penman J., Gytarsky M., Hiraishi T., Krug, T., Kruger D., Pipatti R., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K., Wagner F. (Eds).Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/IGES, Hayama, Japan.
- GIEC. 2006. Lignes directrices 2006 du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4 : Agriculture, foresterie et autres affectations des terres. Chapitre 3 : représentation cohérente des terres. GIEC, 47p.www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/pdf/4_Volume4/V4_03_Ch3_Representation.pdf
- Gourlet-Fleury, S., F. Mortier, A. Fayolle, F. Baya, D. Ouédraogo, F. Bénédet et N. Picard. 2013. Tropical forest recovery from logging: a 24 year silvicultural experiment from Central Africa. *Phil. Trans. R. Soc. B* 2013 368, 20120302

- Hansen, M. C., P. V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S. V. Stehman, S. J. Goetz, T. R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C. O. Justice, and J. R. G. Townshend. 2013. "High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change." *Science* 342 (15 November): 850–53. Data available on-line from: <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>.
- Henry M., Besnard A. , Asante W. A. et al.. 2010. "Wood density, phytomass variations within and among trees, and allometric equations in a tropical rainforest of Africa," *Forest Ecology and Management*, vol. 260, no. 8, pp. 1375–1388, 2010
- Medjimbe, V.P., Putz, F.E., Starkey, M.P., Ndouna, A.A., and Memiaghe, H.R. 2011. Impacts of selective logging on above-ground forest biomass in the Monts de Cristal in Gabon. *Forest Ecology and Management* 262(9): 1799–1806.
- MEPAI, 2012. Ministère de l'Economie, du Plan, de l'Aménagement du territoire et de l'Intégration. Plan National De Développement - Document de Stratégie pour la croissance, l'emploi et la réduction de la pauvreté (DSCERP) 2012-2016. Brazzaville, 2012, 398pp.
- Ngomanda A, Engone Obiang NL, Lebamba J, Moundounga Mavouroulou Q, Gomat H, Mankou GS, Loumeto J, Midoko Iponga D, Kossi Ditsouga F, Zinga Koumba R, Botsika Bobé KH, Mikala Okouyi C, Nyangadouma R, Lépengué N, Mbatchi B, Picard N. 2014 Site-specific versus pantropical allometric equations: which option to estimate the biomass of a moist central African forest? *For Ecol Manage* 312:1–9. doi:10.1016/j.foreco. 2013.10.029
- Olofsson, P., Foody, G. M., Herold, M., Stehman, S. V., Woodcock, C.E., Wulder, M. A. 2014. Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. *Remote Sensing of Environment*, 148:42–57.
- Olson, D., Dinerstein,, E., Wikramanayake,, Eric D., Burgess, N., Powell. G, Underwood, E., D'amico, J., Itoua, I., Strand, H., Morrison, J., Loucks, G., Allnutt, T., Ricketts, T., Kura, Y., Lamoreux, J., Wettengel, W, Hedao, P. and Kassem, K., 2001. Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth. A new global map of terrestrial ecoregions provides an innovative tool for conserving biodiversity. *BioScience*, 2001, Volume 51, Issue 11. Pp. 933-938

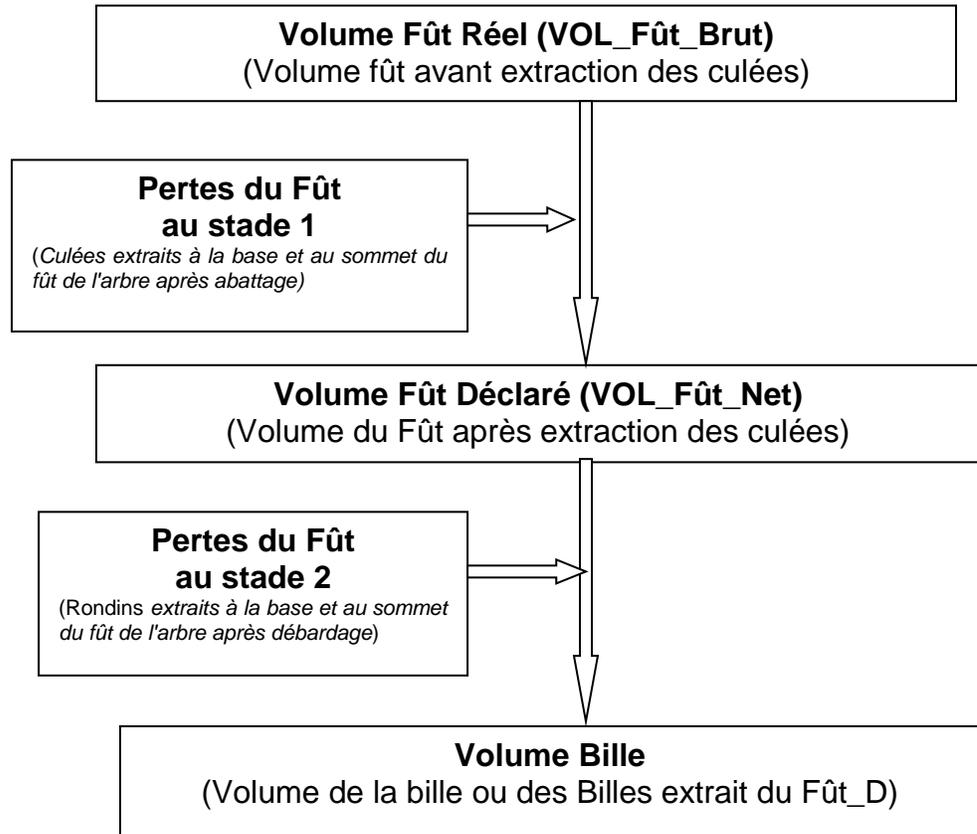
- Picard, N., S. Gourlet-Fleury, et É. Forni. 2012 Estimating damage from selective logging and implications for tropical forest management. *Can. J. For. Res.* 42: 605–613 (2012)
- LeXUS AGRIC. 2014. Rapport d'activités 2014, République du Congo.
- Rutishauser, E., Wagner, F., Herault, B., Nicolini, E.A., Blanc, L. 2010. Contrasting above-ground biomass balance in a Neotropical rain forest. *Jour. Vege. Science* 21, 672–682.
- Sassan Saatchi et al. 2011. Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents." *PNAS* June 3, 2011.
- Sayre, R., J. Dangermond, C. Frye, R. Vaughan, P. Aniello, S. Breyer, D. Cribbs, D. Hopkins, R. Nauman, W. Derrenbacher, D. Wright, C. Brown, C. Convis, J. Smith, L. Benson, D. Paco VanSistine, H. Warner, J. Cress, J. Danielson, S. Hamann, T. Cecere, A. Reddy, D. Burton, A. Grosse, D. True, M. Metzger, J. Hartmann, N. Moosdorf, H. Dürr, M. Paganini, P. DeFourny, O. Arino, S. Maynard, M. Anderson, and P. Comer. 2014. A New Map of Global Ecological Land Units — An Ecophysiological Stratification Approach. Washington, DC: Association of American Geographers. 46 pages.
- UNFCCC. 2013. AR-TOOL12 A/R Methodological tool: Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead wood and litter in A/R CDM project activities Version 03.0. 23 pages.
- White, L.J.T. 1994. The effects of commercial mechanised selective logging on a transect in lowland rainforest in the Lopé Reserve, Gabon. *J. Trop. Ecol.* 10(3): 313–322. doi:10.1017/S0266467400007987
- Zanne AE, Lopez-Gonzalez G, Coomes DA, Ilic J, Jansen S, Lewis SL, Miller RB, Swenson NG, Wiemann MC, Chave J. 2009. Global Wood Density Database. <http://datadryad.org/resource/doi:10.5061/dryad.234>
- Zapfack, L., Noumi, N., & Zemagho, L. 2013. Deforestation and carbon stocks in the surroundings of Lobéké National Park (Cameroon) in the Congo Basin. *Environ Nat Resour Res.*, 3(2), p78.

Annexes

Annexe 1: Détails des classes de Sayre (2014) regroupées pour composer la stratification adoptée

Strate	ELU_code	ELU_class	Superficie
Terres inondées / inondables + eaux continentales	55	Hot Wet Plains on Unconsolidated Sediment with Swampy or Often Flooded	921917
	57	Hot Wet Plains on Metamorphic Rock with Swampy or Often Flooded	70421
	59	Hot Wet Hills on Metamorphic Rock with Swampy or Often Flooded	30802
	6	Water body	16088
	56	Hot Wet Hills on Unconsolidated Sediment with Swampy or Often Flooded	10043
	60	Hot Wet Mountains on Metamorphic Rock with Swampy or Often Flooded	1125
	61	Hot Wet Hills on Non-Carbonate Sedimentary Rock with Swampy or Often Flooded	447
	58	Hot Wet Plains on Non-Carbonate Sedimentary Rock with Swampy or Often Flooded	258
	63	Hot Wet Mountains on Unconsolidated Sediment with Swampy or Often Flooded	190
	64	Hot Wet Mountains on Non-Carbonate Sedimentary Rock with Swampy or Often Flooded	11
Plateaux et collines sur roches sédimentaires et sables	11	Hot Wet Hills on Unconsolidated Sediment with Grassland, Shrub, or Scrub	603804
	43	Hot Wet Hills on Unconsolidated Sediment with Mostly Needleleaf/Evergreen Forest	195177
	12	Hot Wet Mountains on Unconsolidated Sediment with Grassland, Shrub, or Scrub	17491
	37	Hot Wet Hills on Non-Carbonate Sedimentary Rock with Mostly Needleleaf/Evergreen Forest	4262
	13	Hot Wet Hills on Non-Carbonate Sedimentary Rock with Grassland, Shrub, or Scrub	3233
	2	Artificial or Urban Area	2002
	44	Hot Wet Mountains on Unconsolidated Sediment with Mostly Needleleaf/Evergreen Forest	1974
	28	Hot Wet Hills on Unconsolidated Sediment with Mostly Deciduous Forest	129
	16	Hot Wet Mountains on Non-Carbonate Sedimentary Rock with Grassland, Shrub, or Scrub	111
	47	Hot Wet Mountains on Non-Carbonate Sedimentary Rock with Mostly Needleleaf/Evergreen Forest	76
	23	Hot Wet Hills on Non-Carbonate Sedimentary Rock with Mostly Cropland	11
	27	Hot Wet Mountains on Non-Carbonate Sedimentary Rock with Mostly Cropland	10
	24	Hot Wet Mountains on Unconsolidated Sediment with Mostly Cropland	7
22	Hot Wet Hills on Unconsolidated Sediment with Mostly Cropland	1	
Montagnes et collines sur roches métamorphiques	40	Hot Wet Hills on Metamorphic Rock with Mostly Needleleaf/Evergreen Forest	624720
	8	Hot Wet Hills on Metamorphic Rock with Grassland, Shrub, or Scrub	281438
	39	Hot Wet Mountains on Metamorphic Rock with Mostly Needleleaf/Evergreen Forest	9250
	14	Hot Wet Mountains on Metamorphic Rock with Grassland, Shrub, or Scrub	4399
	31	Hot Wet Hills on Metamorphic Rock with Mostly Deciduous Forest	1470
	33	Hot Wet Mountains on Metamorphic Rock with Mostly Deciduous Forest	82
Plaines sur roches sédimentaires et sables	41	Hot Wet Plains on Unconsolidated Sediment with Mostly Needleleaf/Evergreen Forest	1520709
	7	Hot Wet Plains on Unconsolidated Sediment with Grassland, Shrub, or Scrub	827246
	38	Hot Wet Plains on Non-Carbonate Sedimentary Rock with Mostly Needleleaf/Evergreen Forest	6852
	9	Hot Wet Plains on Non-Carbonate Sedimentary Rock with Grassland, Shrub, or Scrub	2743
	18	Hot Wet Plains on Carbonate Sedimentary Rock with Grassland, Shrub, or Scrub	836
	29	Hot Wet Plains on Unconsolidated Sediment with Mostly Deciduous Forest	191
	48	Hot Wet Plains on Carbonate Sedimentary Rock with Mostly Needleleaf/Evergreen Forest	188
	15	Hot Wet Hills on Carbonate Sedimentary Rock with Grassland, Shrub, or Scrub	131
	1	Hot Wet Plains on Unconsolidated Sediment with Bare Area	29
Plaines sur roches métamorphiques	42	Hot Wet Hills on Carbonate Sedimentary Rock with Mostly Needleleaf/Evergreen Forest	20
	45	Hot Wet Plains on Metamorphic Rock with Mostly Needleleaf/Evergreen Forest	743278
	10	Hot Wet Plains on Metamorphic Rock with Grassland, Shrub, or Scrub	444594
	34	Hot Wet Plains on Metamorphic Rock with Mostly Deciduous Forest	470

Annexe 2: Schéma symbolisant le passage du volume fût brut au volume fut net:



Annexe 3: Données de terrain des volume fût brut et volume fut net:**Tableau des résultats d'analyse dans l'UFA Kabo**

Essences		N° de l'arbre	Diamètre Fût_GB	Diamètre Fût_PB	Longueur Fût Déclaré	Longueur Fût Réel	Volume Fût Décl	Volume Fût Réel	Volume Pertes du Fût	% des Pertes du Fût
			(cm)	(cm)	(m)	(m)	(m3)	(m3)	(m3)	(%)
1°-	Sapelli	1571	149	117	18,8	22,4	26,12	31,12	5,00	16
2°-	Sapelli	1579	164	117	18,5	20,5	28,68	31,78	3,10	10
3°-	Tali	1585	82	64	17,2	19,7	7,20	8,25	1,05	13
4°-	Sapelli	1586	154	117	14,4	16	20,76	23,07	2,31	10
5°-	Sapelli	1587	135	90	18	19,66	17,89	19,54	1,65	8
6°-	Sapelli	1588	104	77	19,5	21,5	12,54	13,83	1,29	9
7°-	Bilinga	1590	104	83	16,7	18	11,47	12,36	0,89	7
8°-	Sipo	1591	119	90	18,5	22	15,87	18,87	3,00	16
9°-	Sapelli	1592	125	72	23,5	26,2	17,91	19,96	2,06	10
10°-	Sapelli	1594	140	124	20,3	23,7	27,78	32,43	4,65	14
11°-	Sapelli	1596	125	110	11,6	15,3	12,58	16,59	4,01	24
12°-	Bossé	1598	79	69	16,3	18,9	7,01	8,13	1,12	14
13°-	Sipo	2032	141	123	18,1	22,75	24,77	31,13	6,36	20
14°-	Sapelli	2033	110	72	23,4	30,2	15,22	19,64	4,42	23
15°-	Sipo	2177	111	77	19,7	22	13,67	15,27	1,60	10
16°-	Sapelli	2180	90	77	21,6	24	11,83	13,14	1,31	10
17°-	Sapelli	2224	117	90	17,9	20,66	15,06	17,38	2,32	13
18°-	Tali	2226	99	85	18,4	23	12,23	15,29	3,06	20
19°-	Tali	2227	121	105	15,1	17	15,14	17,05	1,91	11
20°-	Sapelli	2228	185	129	15	18	29,04	34,85	5,81	17
21°-	Sapelli	2301	112	78	19,2	23	13,61	16,30	2,69	17
22°-	Tali	2302	103	91	16,5	22	12,19	16,26	4,06	25
23°-	Sapelli	2303	144	110	17,4	19	22,04	24,07	2,03	8
24°-	Sapelli	2304	155	103	21,1	23	27,58	30,06	2,48	8
25°-	Tali	2305	99	74	19,5	21	11,46	12,34	0,88	7
26°-	Sapelli	2309	128	82	21,4	23	18,53	19,92	1,39	7
27°-	Sapelli	2312	144	111	23,4	26,5	29,88	33,83	3,96	12
28°-	Sapelli	2321	110	75	24,9	27	16,73	18,14	1,41	8
29°-	Sapelli	2290	145	115	18,7	19,8	24,82	26,28	1,46	6
30°-	Sapelli	2284	110	76	23,4	25	15,90	16,98	1,09	6

31°-	Sapelli	2298	107	82	21,5	22,9	15,08	16,06	0,98	6
32°-	Sapelli	2297	119	85	23,3	26	19,04	21,25	2,21	10
33°-	Sapelli	2295	114	80	13,4	15	9,90	11,08	1,18	11
34°-	Bilinga	2296	102	70	21,6	24	12,55	13,94	1,39	10
35°-	Sapelli	2299	100	83	18,7	20,7	12,30	13,61	1,32	10
36°-	Mukulungu	2292	128	74	26	28	20,83	22,43	1,60	7
37°-	Sapelli	2293	132	111	26,7	28,5	30,96	33,04	2,09	6
38°-	Sipo	2291	147	126	22,5	24	32,93	35,12	2,20	6
39°-	Sapelli	2276	158	103	21,4	23	28,62	30,76	2,14	7
40°-	Ayous	2813	171	138	22,85	24	42,84	44,99	2,16	5
41°-	Sapelli	2777	137	88	32,16	35	31,97	34,79	2,82	8
42°-	Sapelli	2333	100,3	68,2	20,29	22	11,31	12,26	0,95	8
43°-	Sapelli	2774	100	85	16,44	18	11,05	12,10	1,05	9
44°-	Sapelli	2775	171	119,3	24,48	27	40,51	44,68	4,17	9
45°-	Sipo	2814	199	142	21,6	23,8	49,32	54,34	5,02	9
46°-	Mukulungu	2778	162,36	91,8	31,17	33	39,53	41,86	2,32	6
47°-	Sapelli	2779	158	118	21,63	23	32,35	34,40	2,05	6
48°-	Sapelli	2815	168	120	20,9	24,7	34,04	40,23	6,19	15
49°-	Sapelli	2816	170	138	22,8	25	42,47	46,57	4,10	9
50°-	Sapelli	2819	166	124	17,6	22,5	29,06	37,15	8,09	22
Total							1 082,16	1 214,55	132,39	11

Tableau des résultats d'analyse dans l'UFA Ngombé

Essences	N° de l'arbre	Diamètre Fût_GB	Diamètre Fût_PB	Longueur Fût_Déclaré	Longueur Fût_Réel	Volume Fût_Décl	Volume Fût_Réel	Volume Pertes du Fût	% des Pertes du Fût	
		(cm)	(cm)	(m)	(m)	(m3)	(m3)	(m3)	(%)	
1°-	Tali	B13653	104,5	101,5	9,7	11,25	8,08	9,37	1,29	14
2°-	Sapelli	B13590	143,5	112,5	21,9	23,45	28,18	30,18	1,99	7
3°-	Tali	B13588	84	75	8,9	10,45	4,42	5,19	0,77	15
4°-	Tali	B13651	80	64,5	15,95	17,5	6,54	7,17	0,64	9
5°-	Tali	B13696	85,5	68,5	16	17,55	7,45	8,17	0,72	9
6°-	Tali	B13904	109	113	10,4	11,95	10,06	11,56	1,50	13
7°-	Tali	B13902	118,5	101,5	12,3	13,85	11,69	13,16	1,47	11
8°-	Tali	B13901	88	75,5	13,5	15,05	7,09	7,90	0,81	10

9°-	Wengué	B13798	89,5	78	11,2	12,75	6,17	7,02	0,85	12
10°-	AZOBE	B13799	96,5	80	15,7	17,25	9,60	10,55	0,95	9
11°-	Tali	B13797	108	83,5	15,4	16,95	11,09	12,20	1,12	9
12°-	Tali	B13800	92,5	80	11,2	12,75	6,54	7,45	0,91	12
13°-	Wengué	B16516	70	63,5	8,7	10,25	3,04	3,59	0,54	15
14°-	Fraké	B14238	80	68,5	17	18,55	7,36	8,03	0,67	8
15°-	Tali	B14234	91	89	7,5	9,05	4,77	5,76	0,99	17
16°-	Tali	B14526	90,5	84,5	13,3	14,85	8,00	8,93	0,93	10
17°-	Azobé	B14230	84	75	13,9	15,45	6,90	7,67	0,77	10
18°-	Tali	B14228	92,5	94,5	10,4	11,95	7,14	8,21	1,06	13
19°-	Azobé	B14226	93	73,5	14,4	15,95	7,84	8,68	0,84	10
20°-	Tali	B14227	80	77,5	13,9	15,45	6,77	7,53	0,75	10
21°-	Azobé	B14225	80	65	18,7	20,25	7,72	8,36	0,64	8
22°-	Sapelli	B16394	100	77,5	18	19,55	11,14	12,09	0,96	8
23°-	Wengué	B16395	89,5	75	7,8	9,35	4,14	4,97	0,82	17
24°-	Sipo	B16396	120,5	84,5	25,4	26,95	20,96	22,24	1,28	6
25°-	Azobé	B16527	80	69,5	16,5	18,05	7,24	7,92	0,68	9
26°-	Azobé	B16525	89	57,5	17,2	18,75	7,25	7,90	0,65	8
27°-	Sapelli	B16527	154,5	97,5	16,8	18,35	20,95	22,88	1,93	8
28°-	Tali	B16523	86,5	79	11,8	13,35	6,35	7,18	0,83	12
29°-	Sapelli	B16522	144	122	15,2	16,75	21,12	23,27	2,15	9
30°-	Tali	B16521	84,5	77	14,8	16,35	7,58	8,37	0,79	9
31°-	Azobé	B16510	98,5	72	12,7	14,25	7,25	8,13	0,88	11
32°-	Tali	B16528	81,5	66	13,2	14,75	5,64	6,30	0,66	11
33°-	Kossipo	B16226	100	75	23,4	24,95	14,07	15,00	0,93	6
34°-	Tali	B16529	80	74,5	6,6	8,15	3,09	3,82	0,73	19
35°-	Sapelli	B16453	119	95,5	18,4	19,95	16,62	18,02	1,40	8
36°-	Azobé	B16452	109	88	17,2	18,75	13,11	14,29	1,18	8
37°-	Azobé	B16450	100,5	73	18,6	20,15	10,99	11,91	0,92	8
38°-	Kossipo	B16449	83	121,5	17,2	18,75	14,12	15,40	1,27	8
39°-	Azobé	B16447	82,5	64,5	20,2	21,75	8,57	9,23	0,66	7
40°-	Azobé	B16446	65	89	15	16,55	6,98	7,71	0,72	9
Total							383,63	423,32	39,69	9

Le taux moyen des pertes de culées des fûts après abattage des arbres dans les UFA certifiées est de l'ordre de 10%. Si l'on inclus les volumes de fûts des arbres abattus et abandonnés en forêt, le taux moyen de pertes sera de l'ordre de 20%.

Tableau des résultats d'analyse dans l'UFA Lopola

Essences		N° de l'arbre	Diamètre Fût_GB	Diamètre Fût_PB	Longueur Fût_Déclaré	Longueur Fût_Réel	Volume Fût_Décl	Volume Fût_Réel	Volume Pertes du Fût	% des Pertes du Fût
			(cm)	(cm)	(m)	(m)	(m3)	(m3)	(m3)	(%)
1°-	Acajou	1039	140	102	25,4	29,202	29,21	33,58	4,37	13
2°-	Acajou	1070	102	164	7,845	14,5	10,90	20,14	9,25	46
3°-	Acajou	1086	100	80	10,179	16	6,48	10,18	3,70	36
4°-	Bossé	2961	115	80	13,302	18	9,93	13,44	3,51	26
5°-	Bossé	2984	89	73	7,575	14,7	3,90	7,57	3,67	48
6°-	Bossé	2629	105	83	12,422	17,9	8,62	12,42	3,80	31
7°-	Dibétou	2194	102	64	10,821	20	5,85	10,82	4,97	46
8°-	Doussié	2192	76	54	7,035	21,2	2,33	7,03	4,70	67
9°-	Doussié	2219	89	61	8,659	19,6	3,83	8,66	4,83	56
10°-	Doussié	1080	73	54	6,671	21,4	2,11	6,78	4,66	69
11°-	Iroko	2480	86	64	8,394	19	3,71	8,39	4,69	56
12°-	Kossipo	2843	108	60	12,746	23	7,06	12,75	5,68	45
13°-	Kossipo	1067	111	73	15,422	23,2	10,25	15,42	5,17	34
14°-	Padouk	2198	86	64	8,394	19	3,71	8,39	4,69	56
15°-	Padouk	2694	92	70	11,337	22	5,84	11,34	5,49	48
16°-	Padouk	994	86	70	6,212	13	2,97	6,21	3,24	52
17°-	Sapelli	2162	134	80	20,412	22,7	18,35	20,41	2,06	10
18°-	Sapelli	2164	108	76	13,295	20	8,84	13,30	4,46	34
19°-	Sapelli	2190	111	64	12,187	20,5	7,33	12,33	5,00	41
20°-	Sapelli	2222	130	92	20,031	20,7	19,38	20,03	0,65	3
21°-	Sapelli	2896	118	73	16,09	22,7	11,53	16,26	4,73	29
22°-	Sapelli	2772	124	73	18,103	24	13,79	18,29	4,49	25
23°-	Sapelli	2197	124	76	16,022	20,4	12,58	16,02	3,44	21
24°-	Sapelli	2170	124	80	15,035	18,4	12,29	15,04	2,75	18
25°-	Sapelli	2518	115	73	13,186	19	9,15	13,19	4,03	31
26°-	Sapelli	1103	108	70	14,806	23,8	9,21	14,81	5,60	38
27°-	Sipo	2191	118	83	14,373	18,3	11,40	14,52	3,12	21
28°-	Tali	2167	111	89	7,854	10	6,17	7,85	1,69	21
29°-	Tali	2848	95	67	7,987	15,5	4,12	7,99	3,87	48
30°-	Tali	2173	95	73	10,806	19,5	5,99	10,81	4,82	45
31°-	Tali	1077	92	64	9,127	19,1	4,36	9,13	4,77	52
32°-	Tali	2980	92	76	8,424	15,2	4,67	8,42	3,76	45
33°-	Tiama	2163	102	70	12,024	20,7	6,98	12,02	5,04	42

34°-	Tiama	2841	102	60	10,976	21,3	5,66	10,98	5,32	48
35°-	Tiama	2781	140	83	20,418	21,1	19,94	20,60	0,67	3
36°-	Tiama	1059	108	80	14,574	21	10,11	14,57	4,46	31
37°-	Tiama	1101	118	80	14,087	18,3	10,84	14,09	3,24	23
38°-	Tiama	983	115	64	16,797	27	10,57	16,99	6,42	38
Total							339,97	500,76	160,79	32

Tableaux des résultats d'analyse dans l'UFA Mpoukou-Ogouée

Essences		N° de l'arbre	Diamètre Fût_GB	Diamètre Fût_PB	Longueur Fût_Déclaré	Longueur Fût_Réel	Volume Fût_Décl	Volume Fût_Réel	Volume Pertes du Fût	% des Pertes du Fût
			(cm)	(cm)	(m)	(m)	(m3)	(m3)	(m3)	(%)
1°-	Okoumé	104	70	49	17,2	22,5	4,78	6,26	1,47	24
2°-	Okoumé	1005	134	122	8,6	15	11,07	19,30	8,24	43
3°-	Okoumé	107	86	59	17,2	18	7,10	7,43	0,33	4
4°-	Okoumé	108	87	66	15	18	6,89	8,27	1,38	17
5°-	Okoumé	109	73	61	17,8	24,8	6,28	8,74	2,47	28
6°-	Okoumé	110	88	74	9,7	10,2	5,00	5,26	0,26	5
7°-	Okoumé	93	104	78	14,3	18,6	9,30	12,10	2,80	23
8°-	Okoumé	92	101	74	19,7	21,1	11,85	12,69	0,84	7
9°-	Okoumé	1003	74	58	11,5	16	3,93	5,47	1,54	28
10°-	Okoumé	112	103	75	16,2	17,2	10,08	10,70	0,62	6
11°-	Okoumé	113	70	55	13,5	22	4,14	6,75	2,61	39
12°-	Okoumé	114	75	63	13,5	13,8	5,05	5,16	0,11	2
13°-	Okoumé	117	109	100	10,5	14,8	9,01	12,69	3,69	29
14°-	Okoumé	119	91	72	16,2	18,2	8,45	9,49	1,04	11
15°-	Okoumé	65	91	71	17	17,7	8,76	9,12	0,36	4
16°-	Okoumé	20	125	99	10,4	11,2	10,25	11,03	0,79	7
17°-	Okoumé	62	94	82	9,6	18,5	5,84	11,25	5,41	48
18°-	Okoumé	61	90	67	16	16,3	7,74	7,89	0,15	2
19°-	Okoumé	60	89	68	12,4	15,2	6,00	7,36	1,36	18
20°-	Okoumé	56	79	57	16	17,8	5,81	6,46	0,65	10
21°-	Okoumé	55	80	68	8,9	15	3,83	6,45	2,62	41
22°-	Okoumé	54	85	77	9,9	10,4	5,10	5,36	0,26	5

23°-	Okoumé	53	90	70	10,5	10,7	5,28	5,38	0,10	2
24°-	Okoumé	21	74	58	15,8	16,4	5,41	5,61	0,21	4
25°-	Okoumé	23	88	63	17,9	20,7	8,01	9,27	1,25	14
26°-	Okoumé	24	85	65	12,9	18,4	5,70	8,13	2,43	30
27°-	Okoumé	28	81	61	15	15,3	5,94	6,06	0,12	2
28°-	Okoumé	26	93	71	16,5	19,3	8,71	10,19	1,48	15
29°-	Okoumé	25	110	90	10,7	12,8	8,40	10,05	1,65	16
30°-	Okoumé	27	90	74	15,1	18,5	7,97	9,77	1,80	18
31°-	Okoumé	34	78	68	16,5	19,2	6,91	8,04	1,13	14
32°-	Okoumé	33	83	68	16,3	17,2	7,30	7,70	0,40	5
33°-	Okoumé	32	84	59	17,41	17,9	6,99	7,19	0,20	3
34°-	Okoumé	31	87	66	12,4	19,1	5,70	8,78	3,08	35
35°-	Okoumé	122	91	75	11,7	13,1	6,33	7,09	0,76	11
36°-	Okoumé	129	92	86	12,6	13,7	7,84	8,52	0,68	8
37°-	Okoumé	124	75	51	15	24	4,68	7,48	2,81	38
38°-	Okoumé	125	92	70	23	25,1	11,85	12,93	1,08	8
39°-	Okoumé	127	78	59	16,2	20,1	5,97	7,41	1,44	19
40°-	Okoumé	141	86	63	18,2	25,5	7,93	11,12	3,18	29
41°-	Okoumé	140	91	71	16	17,2	8,24	8,86	0,62	7
Total							291,42	354,82	63,40	18

Le taux moyen des pertes de culées des fûts après abattage des arbres dans les UFA certifiées est de l'ordre de 20%. Si l'on inclus les volumes de fûts des arbres abattus et abandonnés en forêt, le taux moyen de pertes sera de l'ordre de 30%.

Annexe 4: Photos des culées, rondins et fûts entiers











Ce géant de la forêt compte parmi les milliers d'arbres de diverses espèces et diverses tailles, qui poursuivent sans répit de jouer leur rôle ; (i) de puits de carbone, (ii) de protecteur de la biodiversité (eaux, sol, flore, faune, etc) et de (iii) producteurs des biens économiques, culturel, etc.

*Chaque arbre quel que soit sa taille est à la fois un " **puits** " et un " **réservoir** " du carbone forestier. Il constitue de ce fait, un des indicateurs de base du Niveau de Référence de la REDD+. Accordons-leur la place et la valeur monétaire qu'ils méritent pour encourager ceux qui savent les gérer à poursuivre leurs efforts axés sur la gestion durable des forêts, la gestion durable du carbone forestier, la croissance des économies vertes.*

Source : CN-REDD, Septembre 2016