



REPUBLIQUE DU CONGO



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

Coordination Nationale REDD

Janvier 2016



ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS

CCNUCC	: Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CNIAF	: Centre national d'inventaire et d'aménagement des Ressources forestières et fauniques
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
ER-P	: Programme de Réduction des Emissions (Fonds Carbone)
ER-PD	: Document de Programme de Réduction des Emissions (Fonds Carbone)
ER-PIN	: Emission Reduction Programme Idea Note
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
PNUD	: Programme des Nations Unies pour le 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, avec inclusion de la conservation de la biodiversité, de la gestion durable des forêts et de l'accroissement des stocks de carbone forestier
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
Henri DJOMBO	Ministre	Email: henridjombo@yahoo.fr
Georges Claver BOUNDZANGA	Coordonnateur National REDD (CN-REDD)	Téléphone: +242 06 666 73 21 Email: bouzgege@yahoo.fr
Rosalie MATONDO	Présidente du Comité National REDD (CONA-REDD)	Téléphone: + 242 06 621 35 96 Email:
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: Parfaitampali@fao.org
Gyscard NDINGA	Expert national CN-REDD	Téléphone: + 242 06 630 35 69 Email: gysis2012@gmail.com
Bernard MABOUNDA	Président CACO-REDD (Société civile)	Téléphone: + 242 06 673 88 35 Email: bernardmabounda@gmail.com
Guy Serge NGOMA	Président CACO-REDD (Composante Autochtone)	Téléphone: + 242 06 649 46 10 Email: ngomaquyserge@gmail.com

Sommaire

Résumé	5
Introduction	6
1- Rappel du contexte national dans lequel se met en place le NERF	7
1.1- Définition nationale de la forêt en République du Congo	10
1.2- Période de référence du NERF	10
1.3- Échelle du NERF	10
1.4- Portée du NERF	10
1.4.1- Activités à prendre en compte	10
1.4.2- Réservoirs à prendre en compte	11
1.4.3- Gaz à prendre en compte	11
2- Données et approche méthodologique appliquées pour estimer les émissions historiques	12
2.1- Collecte, analyse et traitement des données de la déforestation	12
2.1.1- Stratification	12
2.1.2- Données d'activités	13
2.1.3- Facteurs d'émission	24
2.2- Collecte, analyse et traitement des données de la dégradation forestière	9
2.2.1 Collecte, analyse et traitement des données de la dégradation planifiée	10
2.2.2 Collecte, analyse et traitement des données de la dégradation non planifiée	17
3- Approche méthodologique pour l'ajustement et présentation du NERF ajusté	20
3.1- Approche méthodologique pour la détermination de l'ajustement et détails du Plan de Développement	21
3.1.1 Ajustement pour la déforestation planifiée	22
3.1.2 Ajustement pour la dégradation planifiée	26
3.2 Présentation des résultats sur le Niveau des Emissions de Référence pour les Forêts (NERF)	27
3.3 Le NERF du Congo dans un contexte régional et global	30
3.4 Période de validité du NERF Ajusté	31
Bibliographie	34
Annexe	38

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 a 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 la REDD+, notamment celles qui occasionnent 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 (PND) de la République du Congo. Il est établi à 39,1 million de tonnes d'équivalent CO₂ par an (39,4 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.

1- 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 (CNIAC 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.

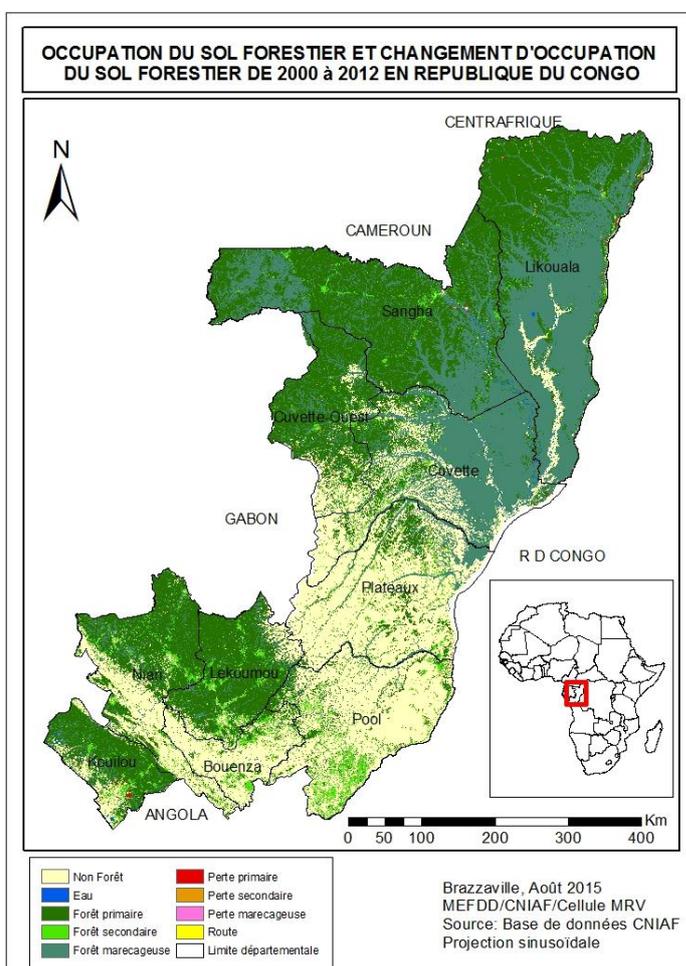


Figure n° 1 : Carte d'occupation du sol forestier au Congo

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% au PIB (DSRP 2007). L'agriculture, qui occupe 40% de la population active, ne contribue qu'à hauteur de 6% au PIB.

Le pays qui jouit d'un climat tropical humide et d'un relief généralement peu accidenté, est limité par la République centrafricaine, au Nord (467 km de frontière), le Cameroun au Nord-Ouest (523 km de frontière), le Gabon à l'Ouest (1903 km de frontière), l'Angola et l'enclave du Cabinda au Sud (201 km de frontière), l'Océan Atlantique au Sud-Ouest (170 km de frontière) et la RDC à l'Est (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

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 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 forestières 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 tête d'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 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 Internationale¹.

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

¹ 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%** ».

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 la dégradation forestière.

- **La Déforestation** prend en compte *la déforestation planifiée (DEF-PL) et la déforestation non planifiée ou (DEF-NOPL)* ;
- **La Dégradation forestière**, prend en compte *la dégradation forestière planifiée (DEG-PL) et la dégradation non planifiée (DEG-NOPL)*.

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).

2- 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 (

Figure [n° 2](#)) 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.

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

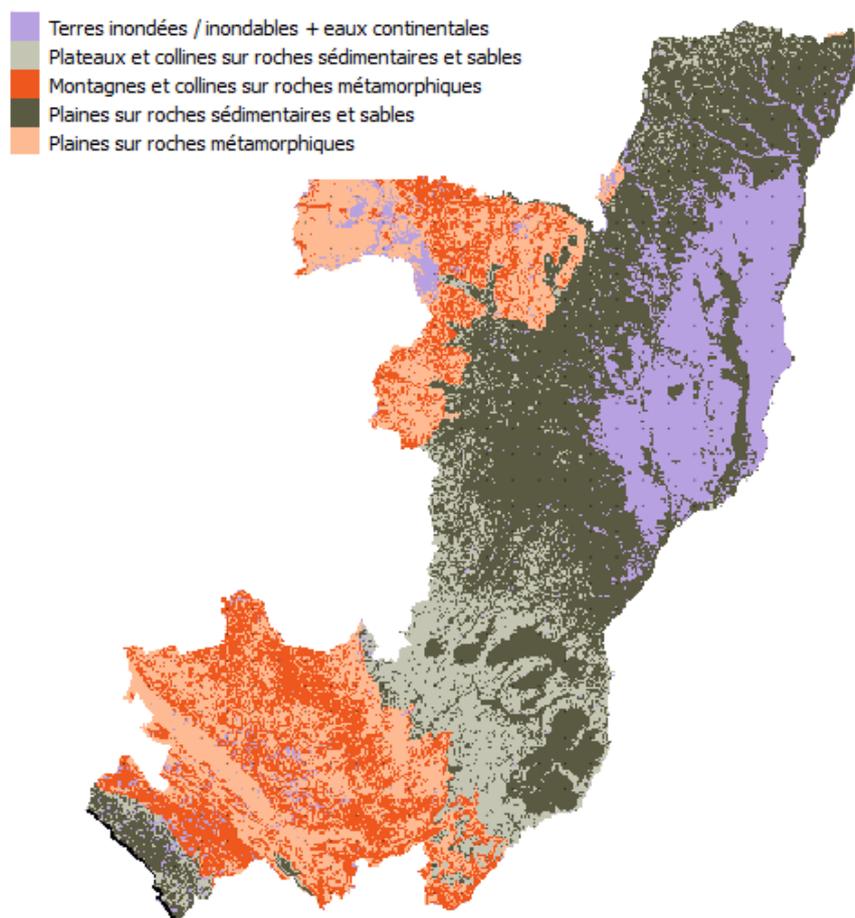


Figure n° 2: Stratification du pays en grandes zones écologiques (d'après Sayre *et al.* 2014)

2.1.2- Données d'activités

a) 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).

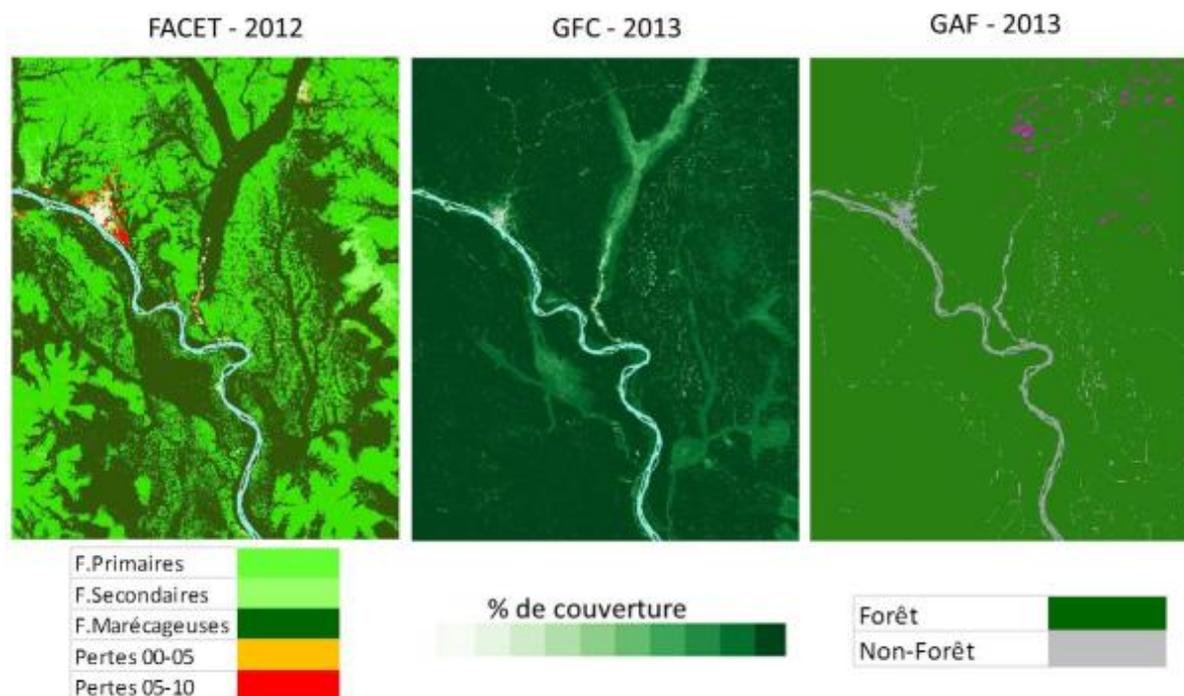


Figure n°3 : Trois cartes de changement de couverture forestière

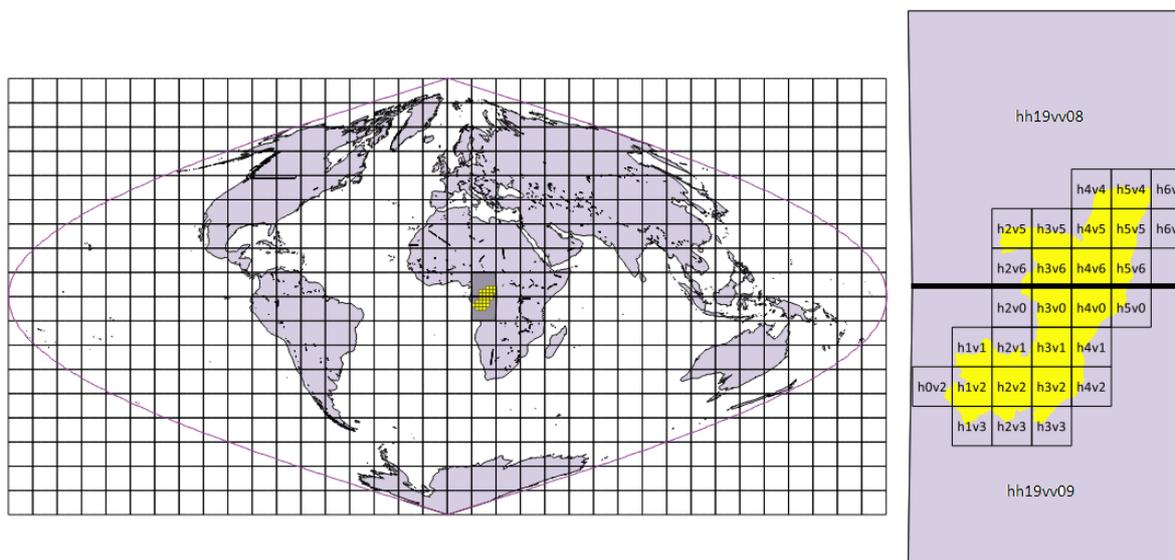
La combinaison des produits a été réalisée en plusieurs étapes à savoir : (i) segmentation multi-temporelle, (ii) affectation des classes à chaque polygone à travers un arbre de décision, (iii) injection des valeurs des produits dans les polygones, (iv) intégration de la couche des routes issues du produit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

- **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 sinusoidale 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 Figure n° 4
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 (gauche)
et Représentation des indexes des images Landsat 2000 et 2010 (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. Il en résulte plus de 50 millions de polygones (

Figure n°5). 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.

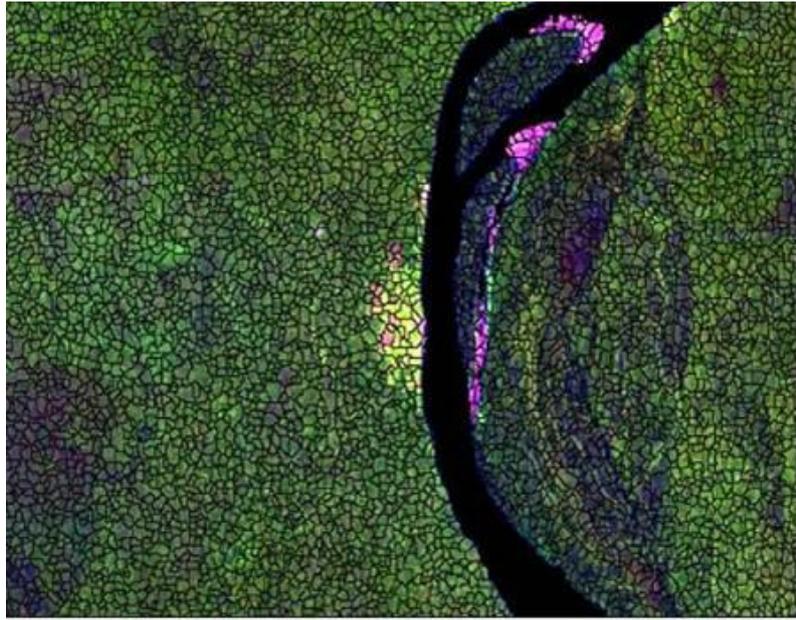


Figure n°5 : Représentation de l'image segmentée

- **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.

- **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 (Figure n°6).

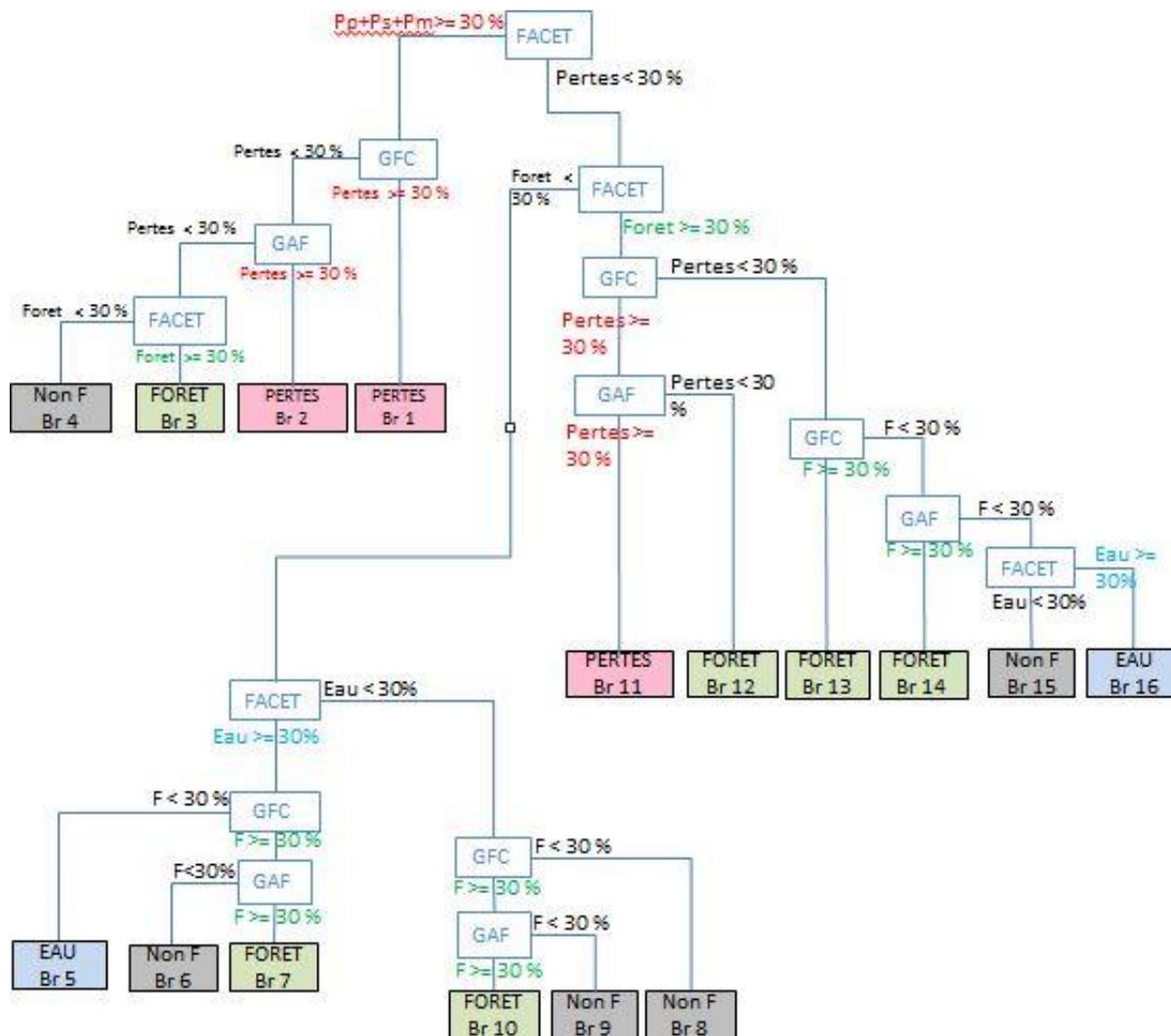


Figure n°6 : Représentation schématique de l'arbre de décision

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 toolkit².

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 donné pour la Branche n°2 de l'arbre sur la Figure n°7.

² www.openforis.org

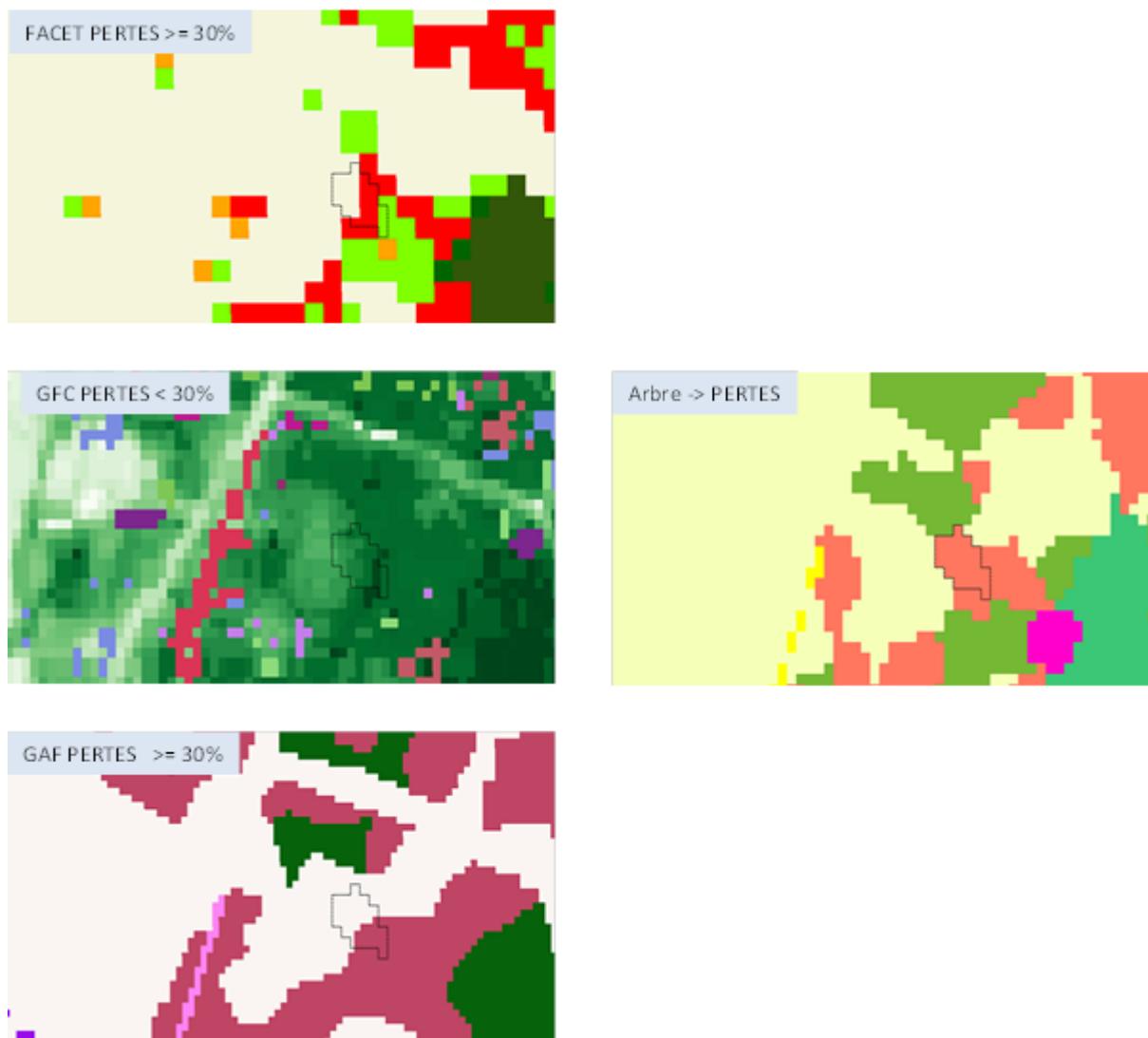


Figure n°7 : Illustration du comportement de l'arbre de décision sur la Branche 2

- **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 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.

- **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.

- **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 (Tableau n°1).

Tableau n°1 : Précision attendue des différentes classes et répartition des points pour l'analyse de la précision. Un minimum de 50 points par classe a été retenu avec un focus particulier sur la classe de pertes.

	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

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 (CNI AF 2015).

- **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.

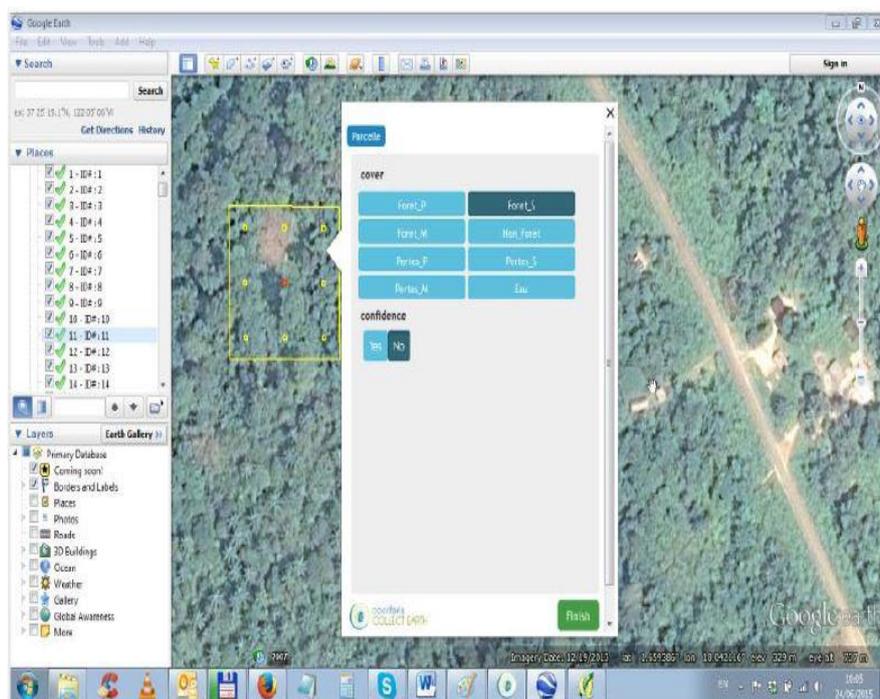


Figure n°8 : Interface Collect Earth

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 ASTRIUM³.

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.

³ <http://bassinducongo.reddspot.org/>

La

Figure n° 2 présente une illustration des images Landsat et Spot découpées pour chacun des points des pertes sur tout le territoire.

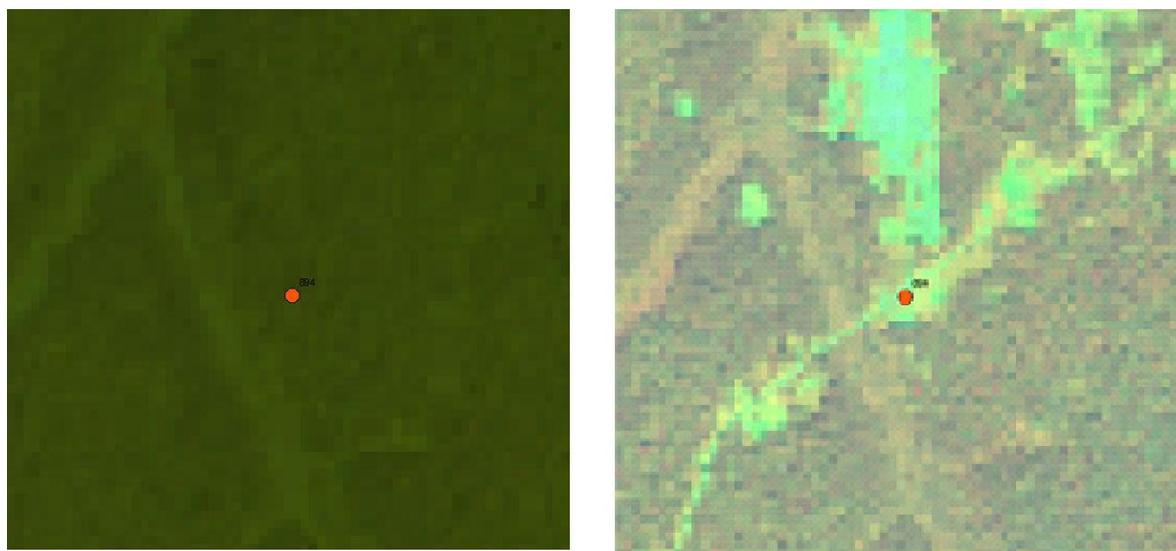


Figure n°9 : Portion d'images Landsat 2000 (gauche) et Spot 2010 (droite) de 4 km2

- **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.

- b) 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).

- **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 haut et d'une couverture de la canopée d'au moins 30% à une résolution spatiale de 30 m ;
- 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.

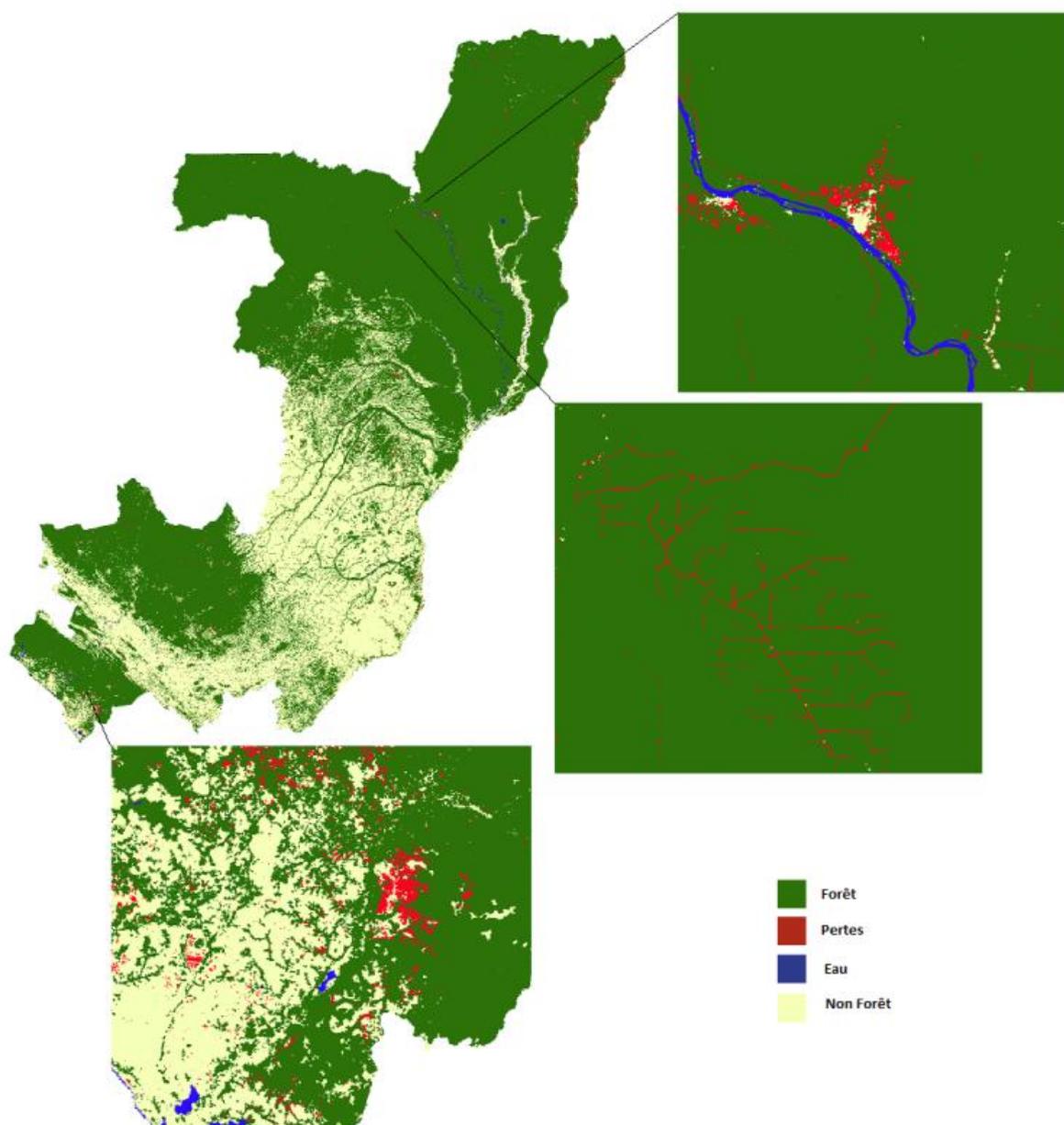


Figure n°10 : Produit final avec un agrandissement de la zone du Kouilou, de Ouessou, et des pistes d'exploitation forestière dans la Sangha.

- **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%) (Tableau n°2).

Tableau n°2 : 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 du Congo couvrent 23.517.000 hectares (plus ou moins 778.000 hectares) soit 69% du territoire national (Tableau n°3).

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

Tableau n°3 : Résultats de l'analyse de la précision de la carte de changement de couvert forestier

Classe agrégée	Superficie ('000 ha)			Prop.	Préc. Util	Préc. Prod
	Avant correction	Après correction	IC à 95%			
Forêt	24,326	23,517	778	68.9%	91%	94%
Non Forêt	9,673	10,464	772	30.7%	86%	80%
Pertes	127	145	104	0.4%	73%	64%
Total	34,127	34,127			90%	

c) 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°4 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 n°4 : Synthèse des pertes par département suivant différents produits : FACET_0010 (FACET 2012), GAF_0010 (GAF 2013), GFC_0012 (Hansen et al 2013) et les données d'activité de la présente soumission (AD_0012)

Département	Pertes de forêt en hectares			
	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
LEKOUMOU	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

En dehors des données de base 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.

a) 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 commis le Centre National d'Inventaires et d'Aménagements des ressources Forestières et Fauniques (CNIAF) 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 (CNIAF-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.

• **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 (Figure n°11).

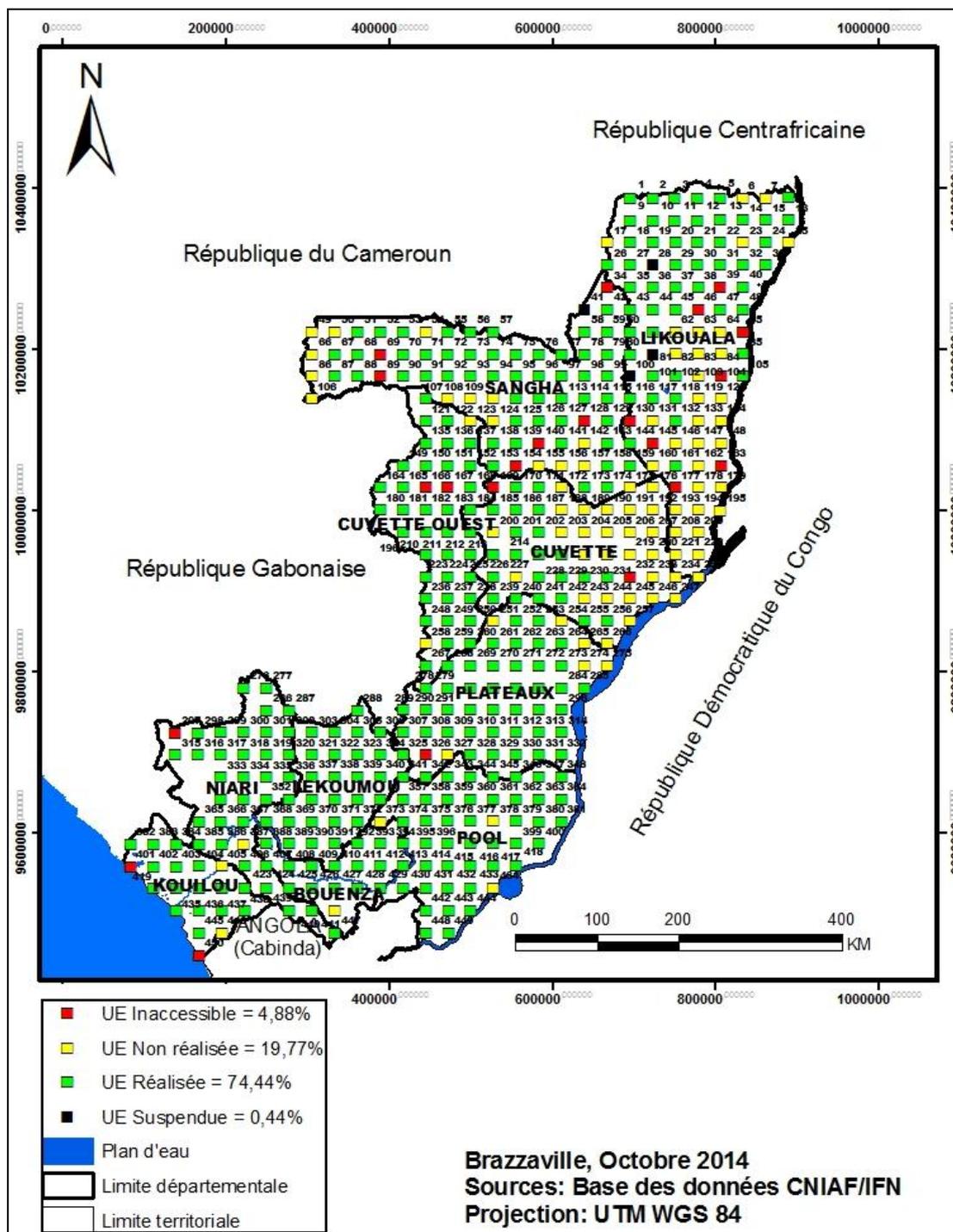


Figure n°11: Plan d'échantillonnage et taux de réalisation de l'IFN

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 :

- L'unité d'échantillonnage, qui constitue le niveau le plus élevé ;
- Les 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 Figure n°12. 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°5 : 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 : 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.

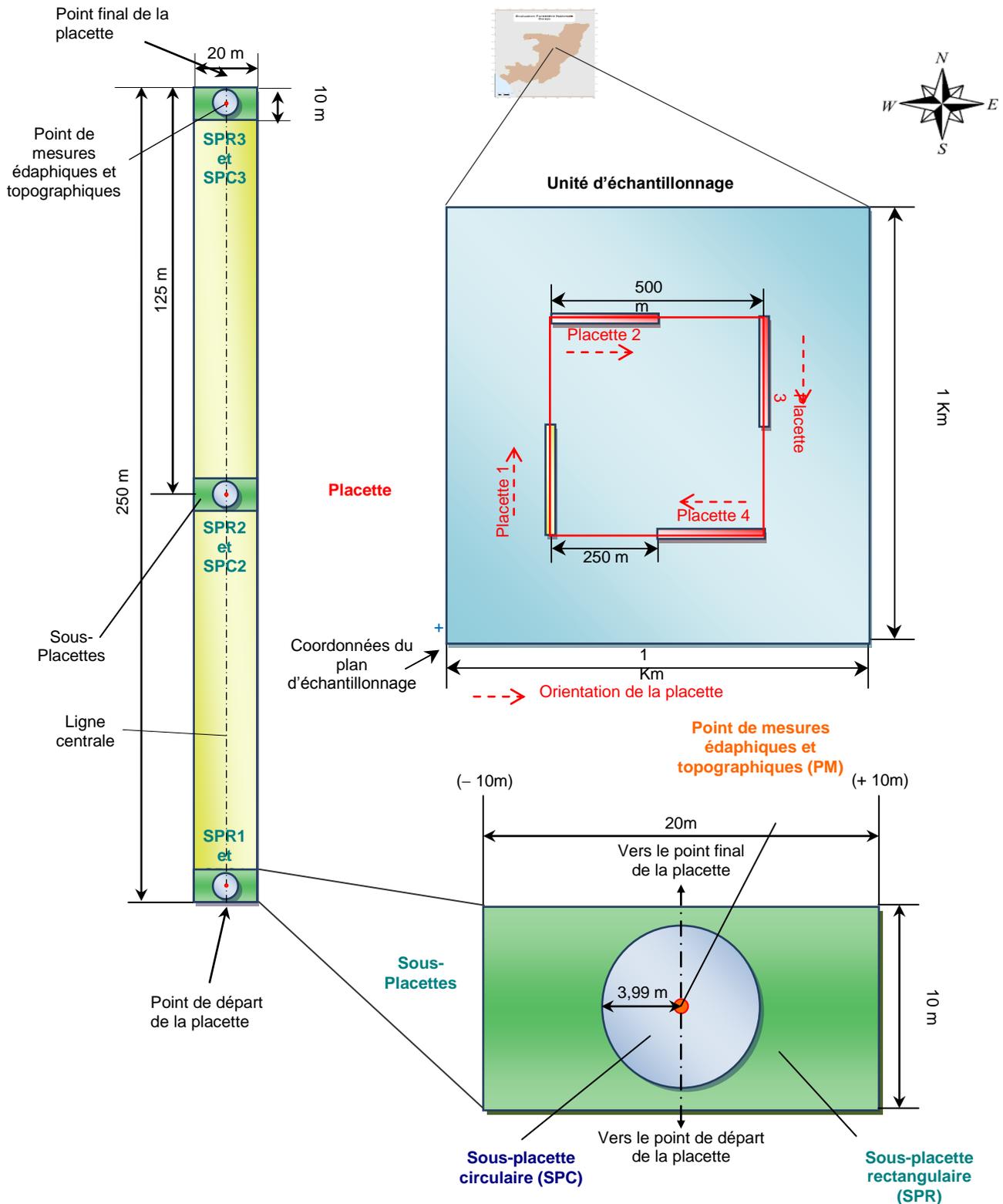


Figure n°12: Schéma d'une unité d'échantillonnage, d'une placette et des sous-placettes de l'IFN

- **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).

- **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.

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.

b) 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.

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.

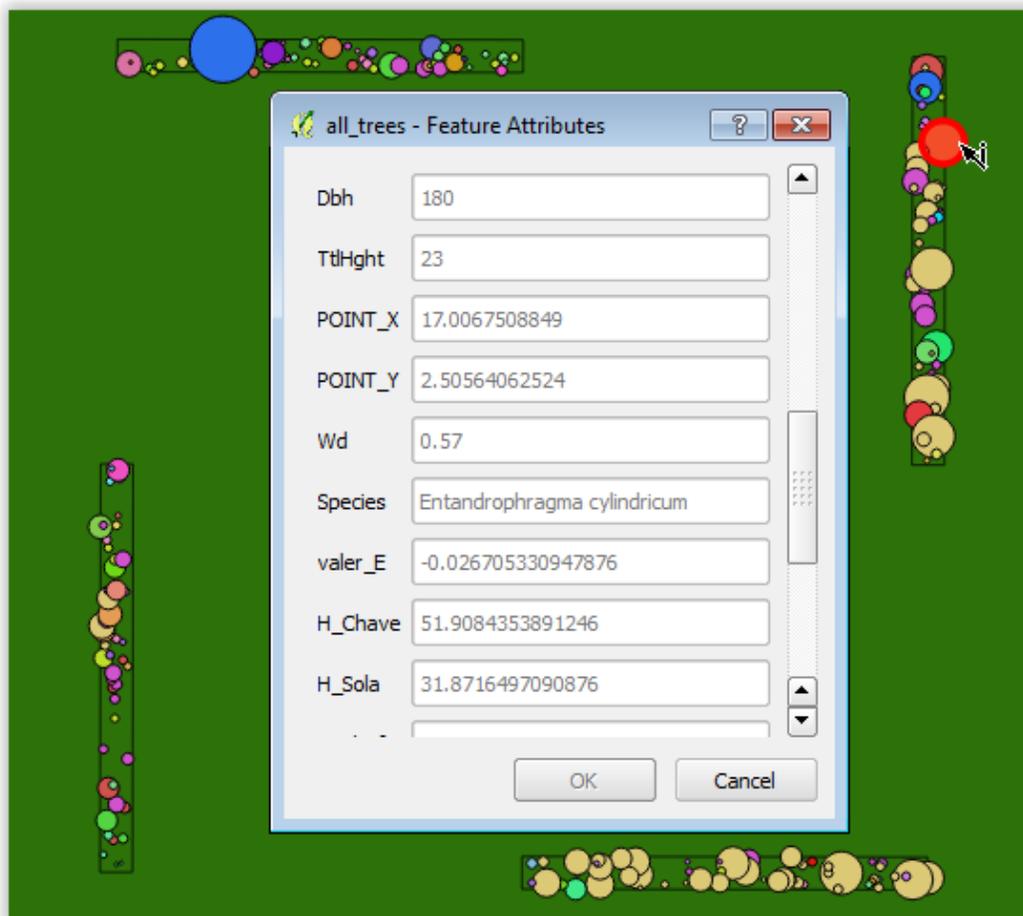


Figure n°13 : Représentation cartographique des placettes et des données arbre - exemple de résultats des données de l'IFN.

N.B : 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.

c) 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.

• 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.

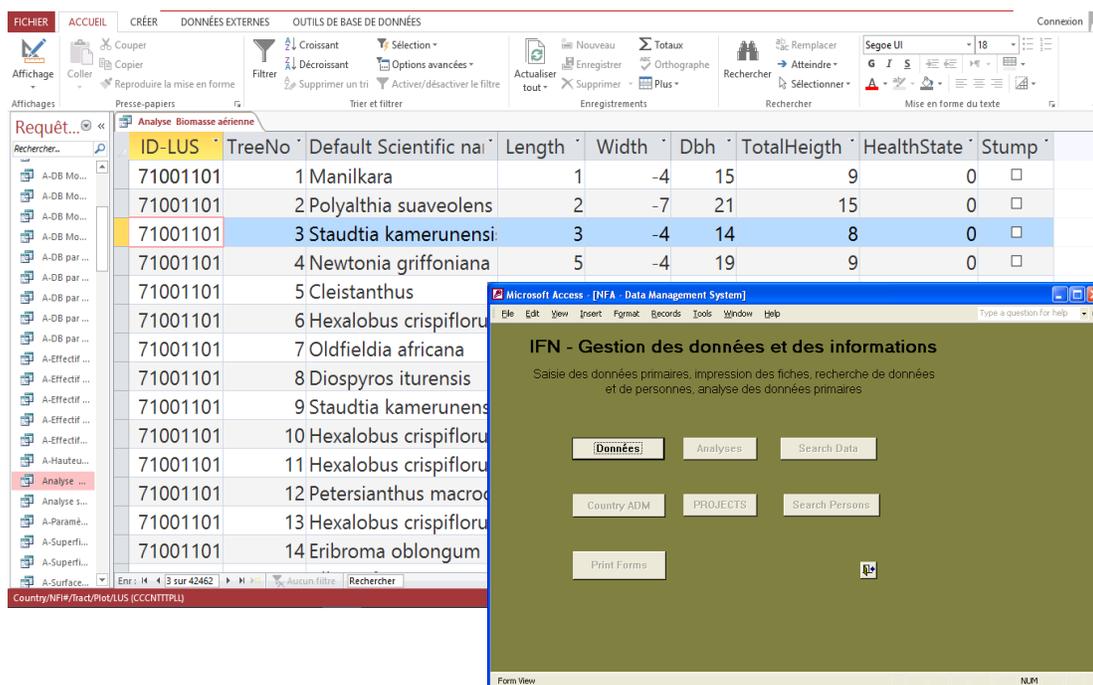


Figure n°14 : Interface de saisie de la base de données

• 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 compte 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.

- **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.

- **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 = 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.

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

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)

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 du 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).

- **Estimation de la biomasse souterraine**

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

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

- **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).

Biomasse de bois mort couché = Volume du bois mort couché x Densité du bois x 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 : $\pi \times Dh_p^2 \times$ Hauteur du bois mort/ 4 x (Facteur de forme de 0,65) ;
- la densité du bois est donnée par Zanne et al. (2009) ;
- in 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).

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 : $\pi \times Dh_p^2 \times$ Hauteur de la souche mort/ 4 x (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).

- **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).

d) 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 n°6.

Tableau n°6 : 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 ou 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 n°7 : 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 ou 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

N.B : ET = Erreur type de la densité de carbone

e) Comparaison avec la littérature existante

Le Tableau n°8 : Exemples de valeurs de densité de carbone dans la donnée des valeurs citées dans la littérature de densités de carbone utilisées pour le bassin du Congo

Tableau n°8 : 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** » et *la dégradation 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. 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).

a) 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_E) ;
- 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 brutes totales (bois extrait + dommages) liées la dégradation forestières planifiée (EH-DEG-PL brutes) ;
- Etape 8 : Détermination des absorptions de CO_2 liées à la repousse post-récolte ($ACO_{2\text{repousse}}$) ;
- Etape 9 : Calculs des Emissions historiques brutes nettes liées la dégradation forestières planifiée (EH-DEG-PL nettes).

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

$$BE = VE \times db \times FEB_E$$

Avec :

BE	Biomasse du bois extrait. (Unité : en <u>tonne de matière sèche ou t m. s.</u>)
VE	Volume du bois extrait (volume fût) (Unité : en <u>mètre cube ou m³</u>)
Db	Densité de bois. (Unité : <u>Tonne de matière sèche par mètre cube ou t m. s./m³</u>)
FEB_E	Facteur d'Expansion de la Biomasse applicable à l'extraction de bois de feuillus (<u>sans dimension</u>)

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 ou tC</u>)
BE	Biomasse du bois extrait. (Unité : en <u>tonne de matière sèche ou t m. s.</u>)
FC	Fraction de carbone dans la biomasse sèche (<u>Tonne de carbone par tonne de matière sèche ou 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 ou teCO₂</u>)
CE	Carbone du bois extrait. (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>)

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

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

$$ED = CD \times FCO_2$$

Avec :

ED	Emissions de CO ₂ liées aux dommages d'exploitation (Unité : en tonne d'équivalent CO ₂ ou teCO ₂)
CD	Carbone lié aux dommages d'exploitation (Unité : en tonne de Carbone ou tC)
FCO₂	Facteur de conversion du Carbone en équivalent CO ₂ (Unité : Tonne d'équivalent CO ₂ par tonne de Carbone ou teCO ₂ /tC)

Etape 7 : Calculs des Emissions historiques brutes totales (bois extrait + dommages) liées à la dégradation planifiée (EH-DEG-PL brute).

Cette étape passe 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 tonne d'équivalent CO ₂ ou teCO ₂)
EE	Emissions de CO ₂ liées au bois extrait (Unité : en tonne d'équivalent CO ₂ ou teCO ₂)
ED	Emissions de CO ₂ liées aux dommages d'exploitation (Unité : en tonne d'équivalent CO ₂ ou teCO ₂)

Etape 8 : Calculs des Absorptions de CO₂ liées à la repousse post-récolte (ACO₂repousse) :

$$ACO_{2\text{repousse}} = EH-DEG-PL \text{ brute} / 30 * 0.67$$

Avec :

ACO₂repousse	Absorption de CO ₂ liées à la repousse post-récolte (Unité : en tonne d'équivalent CO ₂ ou teCO ₂)
EH-DEG-PL brute	Emissions historiques brutes totales de CO ₂ liées à la dégradation planifiée (Unité : en tonne d'équivalent CO ₂ ou teCO ₂)

On considère par ce calcul qu'en moyenne 67% (50-75%) du stock régénère en 30 ans. Cette valeur (taux de reconstitution) est utilisée dans les plans d'aménagement (CNIAF/MEFDD, 2005).

Etape 9 : Calculs des Emissions historiques brutes nettes liées la dégradation forestières planifiée (EH-DEG-PL nettes)

$$\text{EH-DEG-PL nettes} = \text{EH-DEG-PL brutes} - \text{ACO2}_{\text{repousse}}$$

Avec :

EH-DEG-PL nettes	Emissions historiques nettes totales de CO ₂ . liées à la dégradation planifiée (Unité : en <i>tonne d'équivalent CO₂ ou teCO₂</i>)
EH-DEG-PL brute	Emissions historiques brutes totales de CO ₂ . liées à la dégradation planifiée (Unité : en <i>tonne d'équivalent CO₂ ou teCO₂</i>)
ACO₂_{repousse}	Absorption de CO ₂ . liées à la repousse post-récolte (Unité : en <i>tonne d'équivalent CO₂ ou teCO₂</i>)

b) Données utilisées pour les calculs

Les données collectées pour le calcul des émissions liées à la dégradation planifiée sont rassemblées dans le Tableau n°9.

Tableau n°9 : Données utilisées pour le calcul des émissions liées à la dégradation planifiée

Variable	Abréviation variable	Valeur utilisée	Unité	Source	Description
Volume fût extrait des concessions forestières certifiées	VE _{certifié}	572.281	<i>mètre cube/an</i> ou <i>m³/an</i>	Sociétés forestières et MEFDD	Moyenne annuelle du Volume fût des arbres exploités avec certification (4 concessions certifiées) entre 2000 et 2012
Volume fût extrait des concessions forestières non certifié	VE _{non certifié}	1.480.291	<i>mètre cube/ha</i> ou <i>m³/an</i>	Sociétés forestières et MEFDD	Moyenne annuelle du Volume fût 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</i> ou <i>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 _E	1,72	<i>Sans dimension</i>	Ngomanda et al 2014 et, Kramer et Akca (1982) cité dans GIEC 2006 Encadré 4.2	Convertit la biomasse commercialisable en biomasse totale en divisant le FEB =1,55 par (1-0.1)
Fraction de Carbone dans la biomasse sèche	FC	0,49	<i>Tonne de carbone par tonne de matière sèche</i> ou <i>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</i> ou <i>teCO₂/tC</i>		44/12
Facteur de dommage de l'exploitation à impact réduit	FD _{certifié}	0,91	<i>Tonne de Carbone par m³</i> ou <i>tC/m³</i>	Brown et al. 2005	Valeur provenant d'une étude réalisée en République du Congo dans la Sangha (exploitation forestière CIB)
Facteur de dommage de l'exploitation non certifiée	FD _{non certifié}	1,82	<i>Tonne de Carbone par m³</i> ou <i>tC/m³</i>	Brown et al. 2005, 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

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

Le facteur d'expansion de la biomasse appliquée à l'extraction de bois feuillus FEB_E 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 BEF 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 FEB_E qui prend en compte aussi les pertes de bois dues à la récolte, le FEB multiplié par 10% comme recommandé par le GIEC 2006 pour les feuillus. Ce facteur paraît très conservateur.

- **Discussion sur les facteurs de dégâts**

Plusieurs études sur les dégâts liées 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 la République du Congo n'a pas suffisamment profité 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 Brown *et al.* (2005) pour l'exploitation à impact réduit dans les concessions du Nord du Congo (CIB Sangha).

Pour le taux de dégâts de l'exploitation non-certifiée, la République du Congo utilise les données du Code Régional d'Exploitation Forestière à impact réduit (FAO 2003) et du 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).

c) 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 de tonnes équivalent carbone par an (15 MteCO₂/an). Les émissions liées aux différentes causes de la dégradation sont disponibles dans le Tableau n°10.

Tableau n°10 : 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}	2.794.046
Emissions liées au bois extrait certifié	EE _{certifié}	1.080.180
Emissions liées aux dommages d'exploitation non certifiée	ED _{non certifié}	9.878.742
Emissions liées aux dommages d'exploitation certifiée	ED _{certifié}	1.909.513
Emissions Historiques brutes totales liées à la Dégradation Planifiée	EH-DEG-PL brutes	15.662.513
Absorptions liées à la repousse post-récolte	ACO ₂ _{repousse}	349.789
Emissions historiques nettes liées à la dégradation planifiée	EH-DEG-PL nettes	15.312.422

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

a) 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 (BBe) ;
- 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 <i>mètre cube</i> ou <i>m³</i>)
VBe_total	Volume du bois-énergie consommé (Unité : en <i>mètre cube</i> ou <i>m³</i>)
FBE	Fraction du bois-énergie consommé provenant de coupe exclusive pour le bois énergie (<i>sans dimension</i>)

La plupart du bois-énergie provient des coupes liées à la déforestation. Pour éviter les doubles comptages des émissions liées à l'exploitation du bois-énergie, seule la part de bois-énergie provenant de coupes exclusivement destinées au bois-énergie (FBE), sont considérées. Ce qui nous place dans l'option du bois-énergie qui provient de la dégradation forestière planifiée ou non planifiée selon les cas.

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

$$CBe = BBe \times FC$$

Avec :

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

b) Données utilisées pour les calculs

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

Tableau n°11 : 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	1.333.414	<i>mètre cube/an ou m³/an</i>	Rapports FRA 2005 et 2010	
Fraction du bois-énergie consommé provenant de coupe exclusive pour le bois énergie	FBE	0.22	<i>sans dimension</i>	Rapports FRA 2005 et 2010 ; Enquête ménage sur la consommation du bois énergie en République du Congo (CN-REDD)	
Densité de bois	db	0.6	<i>Tonne de matière sèche par mètre cube ou t m. s. /m³</i>	Tableau 4.13 IPCC 2006 v.4	
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 CO₂	FCO ₂	3.67	<i>Tonne d'équivalent CO₂ par tonne ou teCO₂/tC</i>		44/12

c) Résultats du calcul 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	293351	<i>mètre cube par an ou m³/an</i>
Carbone du bois-énergie coupé exclusivement pour le bois-énergie	CBe	86245	<i>tonne Carbone par an ou tC / an</i>
Emissions Historiques liées à la Dégradation Non Planifiée	EH-DEG-NOPL	316,520	<i>tonne d'équivalent CO₂ par an ou teCO₂ /an</i>

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

La construction du niveau de référence 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 :

$$\text{ET-H} = \text{E-DEF-PL} + \text{E-DEF-NOPL} + \text{DEG-PL} + \text{DEG-NOPL}$$

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 2012 à 2025.

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 :

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

Avec :

AJ (E-DEF + E-DEG)	Ajustement pour la prise en compte des Emissions futures dues à la Déforestation et à la dégradation (Unité : en <i>tonne équivalent CO₂ ou teCO₂</i>)
E-DEF-PL	Emission Futures de la Déforestation Planifiée entre 2015 et 2020 (Unité : en <i>tonne équivalent CO₂ ou teCO₂</i>)
E-DEG-PL	Emission Futures de la Dégradation Forestière Planifiée entre 2015 et 2020 (Unité : en <i>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'Émission 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'Émission 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'hectares de terres cultivables (MEPAI, 2012).

Il existe donc, 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 son économie nationale et de sa croissance.

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

- 180.000 hectares à Atama Plantation dont 64.000 hectares dans la Sangha et 116.000 ha dans la Cuvette ;
- 50.000 hectares à Eco Oil Energy, dont 40.000 hectares dans la Sangha, 7.000 hectares dans la Cuvette ouest et 3.000 hectares dans la cuvette ;
- 50.000 hectares 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 créée en juin 2013 a récupéré les 50.000 hectares de la société Sangha Palm. Elle a ouvert 5.000 hectares 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 hectares dans la Sangha et la Cuvette, a été autorisée à valoriser seulement 180.000 hectares comme indiqué ci haut. Face à une réalité naturelle liée à la présence des marécages dans le département de la Cuvette, seulement 64.000 hectares des 180.000 hectares 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 hectares de palmier à huile et 25.000 hectares d'hévéa. Avec un rythme de plantation de 2.000 ha/an la société atteindrait les 10.000 hectares 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 hectares de forêt (soit trois trous de 16 km x 6 km) dans la zone affectée à Congo Iron SA ;
- 2.400 hectares de forêt dans la zone affectée à Congo Mining Ltd ;
- 141.000 hectares 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 n°12 : 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 n°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). Il a été rajouté pour la mise en évidence de cette figure, les données de la déforestation des années 2013 et 2014, qui illustrent bien l'impact de la mise en œuvre du Plan National de Développement (PND).

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.

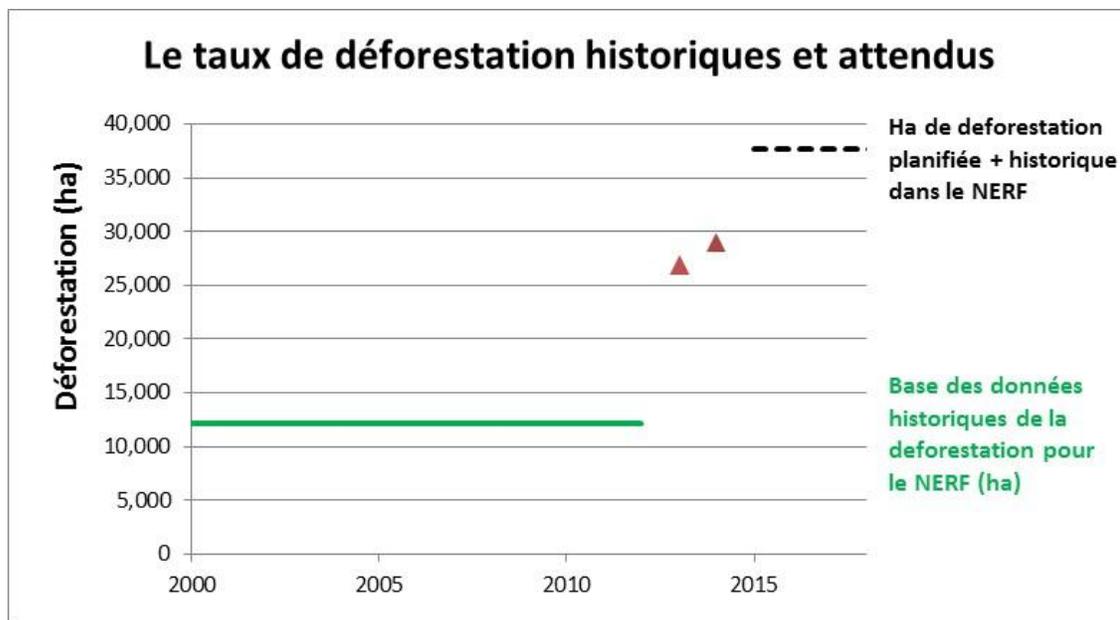


Figure n°15 : Taux de déforestation historique, ajustement du taux de déforestation dans le niveau de référence pour les forêts du Congo et déforestation ajustées au pro-rata du taux historique pour les années 2013 et 2014.

N.B : 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 déterminer les Facteurs d'Émission applicable à la déforestation planifiée, l'emplacement proposé des concessions agricoles de Sembé, Eco-Oil et ATAMA a été interprété visuellement par rapport à la stratification. 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 sont incluses dans le calcul des émissions de la dégradation forestière de la période de référence. Dix (10) nouvelles concessions ont été concédées et seront mise en exploitation à partir des années ci-après :

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

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. Aucune des nouvelles concessions n'est 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.

Le

[Tableau n°13](#) fournit une vue d'ensemble des données et hypothèses utilisés pour approximer l'ajustement des émissions liées à la dégradation forestière planifiée.

Tableau n°13: 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	<i>hectares ou ha</i>	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	<i>hectares ou ha</i>	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	<i>ans</i>	hypothèse	L'exploitation est prévue à partir de 2016
Années d'exploitation prévues pour les concessions (début 2017)	3	<i>ans</i>	hypothèse	L'exploitation est prévue à partir de 2017
Moyenne des volumes extraits en forêt non-certifiée	0,178	<i>mètre cube/an/ hectare</i> ou <i>m³/ha/an</i>	Sociétés forestières et MEFDD	Volume moyenne extrait dans les concessions actives non-certifiées pour la période historique
Prévision du volume total à extraire dans les nouvelles concessions entre 2015-2020	1.674.796	<i>mètre cube ou m³</i>	Valeurs ci-dessus	Moyenne d'extraction multipliée avec la superficie et les années d'exploitation pour les 10 nouvelles concessions
Volume total à extraire par an dans les nouvelles concessions	460.124	<i>mètre cube/an ou m³/an</i>	Valeurs ci-dessus	Volume annuelle utilisée dans le calcul de l'ajustement de la dégradation non-planifiée
Absorption liée à post-récolte repousse	131.421	<i>Tonne de CO₂ équivalent par an</i> ou <i>teCO₂/an</i>	hypothèse	On suppose que le volume sur pied sera reconstitué au bout de 30 ans

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 21.662.144 teCO₂/an.

La

Figure n°16 montre comment les émissions sont réparties 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.

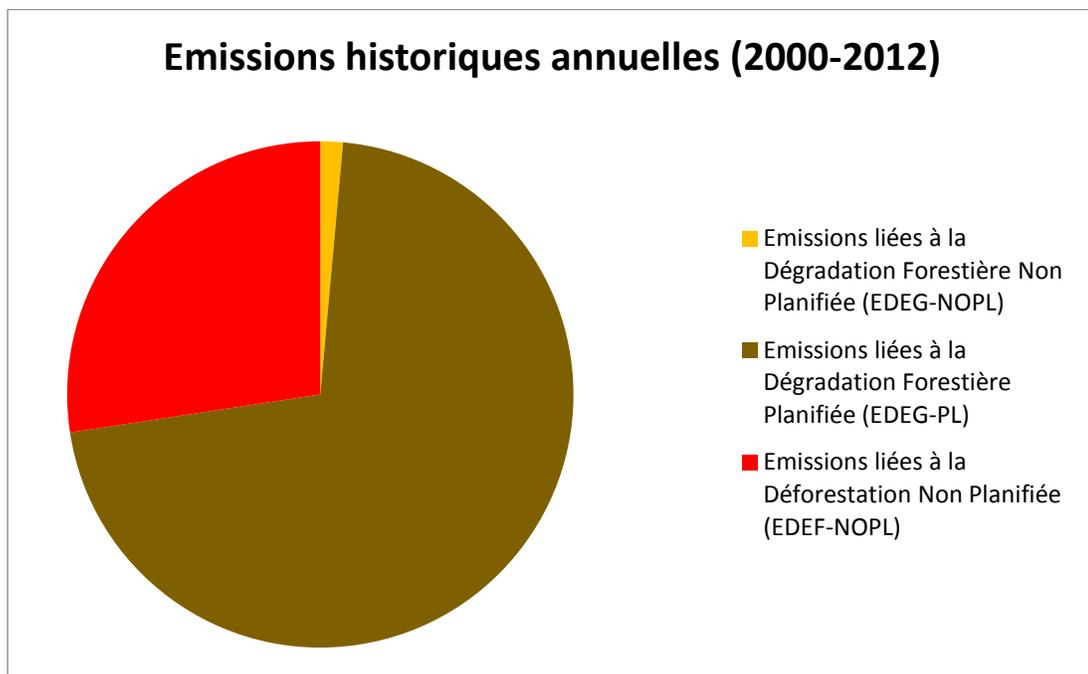


Figure n°16: Répartition des émissions historiques moyennes par activité

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 n°14.

Tableau n°14: 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	ha/an
Déforestation annuelle liée aux activités futures minières (2015-2020)	1.740	ha
Facteur d'Émission utilisé pour la déforestation planifiée (stock moyenne de forêts des plaines sur roches sédimentaires et sables)	145	tC/ha
Facteur de conversion de C à CO ₂	3,67	teCO ₂ /tC
Émissions futures de la déforestation planifiée (ajustement déforestation)	13.611.724	teCO₂/an
Volume de bois extrait dans les nouvelles concessions	460.124	m ³ /an
Facteur d'Expansion de la Biomasse applicable à l'extraction de bois de feuillus	1,72	Sans dimension
Densité de bois	0,61	t m. s. /m ³
Fraction de Carbone dans la biomasse sèche	0,49	tC/t m. s.
Facteur de dommage de l'exploitation non certifiée	1,82	tC/m ³
Absorption liée à post-récolte repousse	131.421	teCO ₂ /an
Émissions futures des nouvelles concessions forestières (ajustement dégradation forestières)	3.811.202	teCO₂/an
Ajustement pour la Déforestation Planifiée et à la Dégradation forestière Planifiée	17.422.926	teCO₂/an

Le tableau 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 39,09 millions tonnes équivalent carbone (39,09 M teCO₂). L'ajustement consiste à 44% des émissions totales inclus dans le NERF.

Tableau n°15: NERF et son division 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	teCO ₂ /an	0,8%
Emissions liées à la Dégradation Forestière Planifiée (EDEG-PL)	15.312.422	teCO ₂ /an	39%
Emissions liées à la Déforestation Planifiée (EDEF-PL)	-	teCO ₂ /an	-
Emissions liées à la Déforestation Non Planifiée (EDEF-NOPL)	6.033.202	teCO ₂ /an	15,3%
Total historique	21.662.144	teCO₂/an	55%
Ajustement			
Emissions liées à la Dégradation Forestière Futur	3.811.202	teCO ₂ /an	9,8%
Emissions liées à la Déforestation Planifiée Futur	13.611.724	teCO ₂ /an	35%
Total ajustement	17.422.926	teCO₂/an	45%
NERF			
NERF	39.085.069	tCO₂/an	100%

3.3 Le NERF du Congo dans un contexte régional et global

Le 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 12.000 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 approchée 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 0,33%.

Concernant le taux de couverture forestière et la déforestation, le Congo est très comparable à la 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 la Guyana résulte dans un NERF relatif de 0,31%, ce qui est assez proche du NERF résultant de la méthode adoptée pour le Congo en base des Plans de Développement (Figure [n°17](#)).

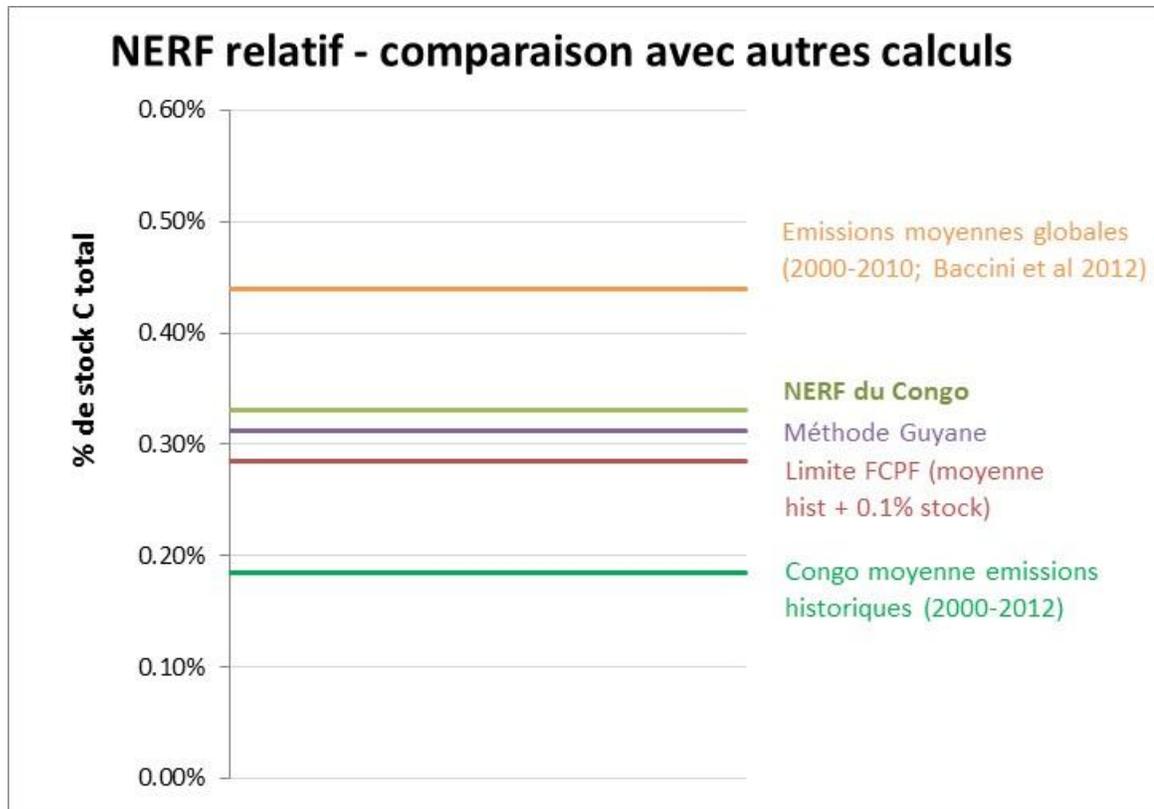


Figure n°17: Comparaison du taux des émissions proposés dans le NERF avec des autres taux de la déforestation, taux des émissions, le calcul en appliquant la méthode proposé par la Guyane et la limite du Cadre Méthodologique du Fonds de Partenariat pour le Carbone Forestier (FCPF)

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 qui 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 dans un partenariat avec l'agence spatiale brésilienne pour mettre en place un système de surveillance de la dégradation des forêts dans une plateforme de type TerraAmazon ; les informations fournies par analyse de données de télédétection pourront dans le futur compléter les estimations de la dégradation.

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 grand 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., Coueron, 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.
- 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_Representatio n.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 Ecophysiographic 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.

Annexe

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
	42	Hot Wet Hills on Carbonate Sedimentary Rock with Mostly Needleleaf/Evergreen Forest	20
Plaines sur roches métamorphiques	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