

# ELABORATION D'UN CONCEPT SUR LE NIVEAU DE REFERENCE DES EMISSIONS AU CAMEROUN

Rapport final

# ELABORATION D'UN CONCEPT SUR LE NIVEAU DE REFERENCE DES EMISSIONS AU CAMEROUN

Rapport final

**Client**

MINEPDED Secrétariat Technique REDD+

**Auteurs**

UNIQUE/IIASA/Rainbow

**Date:** 31.08.2017

# CONTENU

---

Liste des figures.....	5
Liste des Tableaux .....	6
Resumé Executif.....	7
Executive summary .....	8
Abréviations .....	9
1 Introduction .....	10
2 Revue des approches existantes .....	11
2.1 Les données d'activité.....	11
2.2 La période de référence .....	12
2.3 Les pools de carbone considérés et les méthodes d'estimation du carbone .....	12
2.4 Les ajustements des émissions historiques.....	13
3 Présentation de la méthode proposée pour le Cameroun .....	14
3.1 Présentation générale de la méthode.....	14
3.2 De la consommation à la production .....	15
3.3 L'estimation du besoin en terres : les jachères, les systèmes mixtes et les récoltes multiples.....	16
3.4 Estimation de la déforestation et de la dégradation des forêts et des émissions .....	19
4 Définition du cadre d'analyse .....	20
4.1 La période d'analyse.....	20
4.2 L'échelle géographique .....	20
4.3 La déforestation et la dégradation historiques.....	21
4.4 Les produits .....	23
5 Estimation de la consommation .....	25
5.1 Population .....	25
5.2 Consommation alimentaire.....	27
5.3 Les exportations .....	29
6 Estimation de la production.....	30
6.1 L'élevage.....	30
6.2 Le commerce .....	30
6.3 Les rendements .....	31
6.4 Les systèmes de production des cultures et les jachères associées .....	31
7 Estimation de la déforestation et des émissions .....	33

7.1	Expansion des terres agricoles dans la forêt .....	33
7.2	Les facteurs d'émission et de séquestration du carbone.....	33
7.2.1	Facteurs d'émission pour la déforestation .....	33
7.2.2	Facteurs d'émission pour les terres forestières demeurant terres forestières (forêts dégradées) .....	35
8	Résultats.....	37
8.1	Evolution de la déforestation .....	37
8.2	Evolution de la dégradation des forêts .....	39
8.3	Emissions totales .....	40
8.4	Scénarios de réduction des émissions.....	41
9	Conclusion.....	42
10	BIBLIOGRAPHIE .....	43
11	Annexes.....	45

## LISTE DES FIGURES

---

Figure 1 : Illustration de la méthodologie d'estimation des surfaces récoltées pour chaque produit par année dans le cas d'un pays composé de deux sous-régions .....	16
Figure 2 : Illustration de l'impact d'une rotation agricole avec deux ans de mise en culture et huit ans de jachères .....	17
Figure 3 : Estimation des surfaces agricoles avec cultures mixtes et jachères .....	18
Figure 4: Aperçu général des zones agro-écologiques du Cameroun (gauche) et délimitation administrative des zones agro-écologiques par département (droite).....	21
Figure 5: Déforestation historique par ZAE selon différentes sources .....	23
Figure 6 : Evolution de la population camerounaise a) rurale, b) urbaine et c) totale au niveau national selon différentes sources et différents scénarios .....	26
Figure 7 : Evolution de la population camerounaise a) rurale et b) urbaine par ZAE qui est utilisée. ....	27
Figure 8 : Evolution de la consommation moyenne de maïs par habitant par an pour chaque ZAE et chaque milieu de résidence (gauche) et évolution de la consommation totale de maïs en milliers de tonnes par an (droite) .....	28
Figure 9 : Hypothèses de sources d'approvisionnement de chaque zone de consommation en maïs (gauche) et évolution des flux de commerce estimés pour le maïs en milliers de tonnes (droite) .....	31
Figure 10 : Evolution de la déforestation selon nos projections et déforestation historique selon Hansen .....	37
Figure 11 : Surfaces et part de l'expansion agricole calculée entre 2015 et 2035 par facteur et par ZAE (MO = monoculture, MC = champs mixtes) .....	38
Figure 12 : Evolution des émissions issues de la déforestation en millions de tonnes de CO2 par an par période .....	39
Figure 13 : Emissions issues de la dégradation forestière par ZAE (haut) et par source (bas) ...	40
Figure 14 : Evolution des émissions totales estimées en tonne CO <sub>2</sub> par an entre 2000 et 2035 par ZAE.....	41

## LISTE DES TABLEAUX

---

Tableau 1 : Types de champs par ZAE et caractéristiques .....	32
Tableau 2: Hypothèse sur la part de l'expansion agricole qui va dans les forêts .....	33
Tableau 3 : Stocks de carbone par ZAE selon Baccini et al.....	34
Tableau 4 : Stocks de carbone par type de couverture après déforestation.....	34
Tableau 5 : Séquestration de carbone dans les jachères.....	35
Tableau 6: FE pour les activités menant à la dégradation forestière. ....	36
Tableau 7 : Facteur d'ajustement des émissions historiques .....	41
Tableau 8: Revue de la méthodologie adoptée par d'autres pays pour l'établissement du NERF. .....	46

## RESUME EXECUTIF

---

- ❖ 25 pays ont soumis à ce jour un Niveau de Référence des Emissions issues des Forêts (NREF/NRF) à la CNUCCC, qui est un prérequis pour pouvoir obtenir des paiements dans le cadre de l'initiative pour la réduction de la déforestation et de la dégradation des forêts et la gestion durable des forêts et l'amélioration des stocks de carbone forestier dans les pays en développement (REDD+). Le Cameroun est actuellement en train d'élaborer sa stratégie nationale REDD+ et de réfléchir à comment établir son NRF.
- ❖ Cette étude a pour objectif d'aider cette réflexion sur le NRF en fournissant tout d'abord une comparaison des approches qui ont été utilisées jusqu'à maintenant pour élaborer le NRF, et en proposant une méthodologie nouvelle. Le cœur de cette approche est comment calculer l'ajustement des émissions historiques pour prendre en compte les développements futurs ? Compte tenu de la situation du Cameroun qui est un pays fortement boisé avec un taux de déforestation historique faible, l'ajustement des émissions historiques est crucial pour prendre en compte le développement du pays et pouvoir garantir un financement à la hauteur des efforts qui s'avèreront nécessaires pour lutter contre la déforestation dans le futur.
- ❖ L'approche que nous proposons met un accent très fort sur le secteur agricole. Cela est en phase avec toute la littérature sur les moteurs de la déforestation au Cameroun qui identifie l'agriculture comme la cause principale de la déforestation. Le cadre logique est simple : l'évolution de la demande pour les produits agricoles à l'intérieur et à l'extérieur du pays va déterminer leur niveau de production dans le futur. Les impacts sur la forêt seront plus ou moins prononcés selon les techniques de production et la localisation de la production.
- ❖ Pour garantir l'appropriation de cette méthode par les experts camerounais qui seront appelés à développer le niveau de référence en prenant en compte les aspirations et suggestions des décideurs politiques, nous avons développé ce cadre d'analyse dans Excel en regroupant des données de différentes sources. Les conséquences de changements d'hypothèses et/ou d'actualisation des données sur l'évolution du couvert forestier et des émissions peuvent être instantanément observées. Nous espérons aussi que cet outil puisse offrir un cadre utile pour l'élaboration de stratégies sectorielles agricoles en minimisant l'impact sur les forêts.
- ❖ Les premiers résultats montrent une forte augmentation de la déforestation et de la dégradation forestière en l'absence d'augmentation des rendements. Les émissions annuelles de CO<sub>2</sub> estimées sur la période 2015-2035 sont 2,3 fois supérieures à celles estimées sur la période 2000-2015 au Cameroun. Le facteur d'ajustement des émissions historiques varie de 1,6 pour les ZAE 1 et 2, à 2,2 pour les ZAE 3 et 4, et à 2,5 pour la ZAE 5.

## EXECUTIVE SUMMARY

---

- ❖ 25 countries have so far submitted a Forest Reference [Emission] Level (FREL/FRL) to the UNCTAD, which is a prerequisite for obtaining payments through REDD+. Cameroon is currently developing its national REDD + strategy and considering how to establish its Reference Level (RL).
- ❖ The objective of this study is to assist this reflection on the FRL by first providing a comparison of the approaches that have been used to develop the FRL, and by proposing a new methodology. The heart of this approach is how to calculate the adjustment of historical emissions to take into account future developments? Given the situation of Cameroon, which is a heavily forested country with a low historical deforestation rate, the adjustment of historical emissions is crucial in order to take into account future development and guarantee funding that is commensurate with the efforts needed to combat deforestation in the future.
- ❖ The approach proposed places a strong emphasis on the agricultural sector. This is in line with all the literature on the drivers of deforestation in Cameroon, which identifies agriculture as the main cause of deforestation. The logical framework is simple: the evolution of demand for agricultural products inside and outside the country will determine their level of production in the future. Impacts on the forest will be more or less pronounced depending on the production techniques and the location of the production.
- ❖ To ensure the appropriation of this method by the Cameroonian experts who will be called to develop the reference level taking into account the aspirations and suggestions of the political decision-makers, we have developed this framework of analysis in Excel by regrouping Data from different sources. Consequences of changing hypotheses and / or updating data on forest cover and emissions can be instantly observed. We also hope that this tool can provide a useful framework for the development of sectoral agricultural strategies by minimizing the impact on forests.
- ❖ Initial results show a strong increase in deforestation and forest degradation in the absence of increased yields. The annual CO2 emissions estimated over the period 2015-2035 are 2.3 times higher than those estimated over the period 2000-2015 in Cameroon. The historical emission adjustment factor ranges from 1.6 for AEZ 1 and 2 to 2.2 for AEZs 3 and 4 and to 2.5 for AEZ 5.



## ABREVIATIONS

---

- CFSVA. *Analyse de la sécurité alimentaire et de la vulnérabilité*
- CNUCC. *Nations Unies sur les Changements Climatiques*
- DA. *Données d'activité*
- ECAM. *Enquête Camerounaise Auprès des Ménages*
- FE. *Facteur d'émissions*
- GES. *Gaz à effet de serre*
- GFC. *Global Forest Cover*
- GIEC. *Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*
- IGN. *Institut Géographique National*
- MINADER. *Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural*
- MINEPDED. *Ministère de l'environnement de la protection de la nature et du développement durable*
- MNV. *Mesure, Notification et Vérification des efforts de réduction des émissions*
- NRF/NREF. *Niveau de référence des émissions issues des forêts*
- OSFT. *Observation Spatiale des Forêts Tropicales*
- PAM. *Programme Alimentaire Mondial*
- REDD+. *Réduction des émissions liées à la déforestation et à la dégradation des forêts dans les pays en développement et rôle de la conservation, de la gestion durable des forêts et du renforcement des stocks de carbone forestier dans les pays en développement*
- tC/ha. *tonnes de carbone par hectare*
- ZAE. *Zone agro-écologique*

# 1 INTRODUCTION

---

La construction de niveaux de référence des émissions issues des forêts (NERF/NREF) est un pré-requis pour pouvoir obtenir des paiements dans le cadre de l'initiative pour la réduction de la déforestation et de la dégradation des forêts et la gestion durable des forêts et l'amélioration des stocks de carbone forestier dans les pays en développement (REDD+). Les niveaux de référence correspondent au niveau d'émissions issues des forêts en l'absence d'efforts pour réduire ces émissions, et établissent ainsi une référence de performance pour les activités d'atténuation (Chagas et al., 2013). Par conséquent, les NERF sont fortement liés au contrôle, à la Mesure à la Notification et à la vérification (MNV) des efforts d'atténuation.

Des stratégies d'atténuation des émissions des forêts peuvent être mises en place à l'échelle nationale et/ou sous-nationale. Ainsi, le NERF peut être élaboré pour l'ensemble du territoire national, ou seulement une partie qui est couverte par un programme ou un projet de réduction des émissions. Les NERF sont constitués d'un ensemble d'éléments comme la portée des activités, la période de référence, les pools de carbone inclus, et la méthode d'ajustement des émissions historiques. Les approches méthodologiques sont différentes selon les organismes de vérification et une certaine flexibilité d'application peut être également tolérée au sein d'un même organisme. Dans notre revue des approches existantes, nous nous concentrerons sur l'élaboration du niveau de référence au niveau national dans le cadre de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC).

Les pays visant à entreprendre des activités REDD+ au titre de la CCNUCC doivent produire: une stratégie ou un plan d'action national, un niveau de référence national pour les forêts, un système national de surveillance des forêts, et un système d'information sur les sauvegardes (CP.16/1/Add.1/par.71). Plus précisément, selon les recommandations de la CCNUCC, le niveau de référence des émissions issues des forêts devrait:

- être exprimé en tonnes d'équivalent dioxyde de carbone par an (aussi noté tCO<sub>2</sub>e yr<sup>-1</sup>) ;
- prendre en compte les données historiques pour les projections futures et ajuster celles-ci en fonction des circonstances nationales;
- maintenir la cohérence avec les inventaires nationaux de GES, notamment sur la définition de la forêt utilisée;
- fournir une information transparente, complète, cohérente et précise sur les données utilisées et le raisonnement qui a conduit au développement du NERF/NREF;
- suivre les recommandations les plus récentes du GIEC;
- permettre une approche par étapes et l'utilisation de NERF/NREF sous-nationaux à titre provisoire;
- être mis à jour régulièrement compte tenu des avancées en termes d'information disponible, ou de méthodologie.

L'objectif de ce document est de fournir au Cameroun un aperçu des méthodes utilisées à ce jour dans d'autres pays et d'autres cadres pour établir leur niveau de référence et de proposer une méthodologie pour l'élaboration du niveau de référence des émissions issues des forêts cohérent aux niveaux sous-national et national pour le Cameroun, et qui prenne en compte le développement du pays dans les prochaines années.

## 2 REVUE DES APPROCHES EXISTANTES

---

Nous avons passé en revue les Niveaux de Référence des émissions issues des Forêts (NRF) qui ont été soumis à la CCNUCC à ce jour par 23 pays (sur 25 pays au total, les 2 autres pays ayant soumis leurs documents en espagnol) : la Côte d'Ivoire, le Congo, l'Éthiopie, le Ghana, la Tanzanie, la Zambie, le Mexique, le Brésil, le Vietnam, l'Indonésie, le Pérou, la Colombie, le Costa Rica, Madagascar, la Guyane, la Nouvelle Guinée, le Paraguay, le Cambodge, le Chili, l'Équateur, le Népal, la Malaisie, l'Ouganda et le Sri Lanka.

Pour chacun de ces pays la formule pour le calcul des niveaux de référence est celle recommandée par le GIEC à savoir : Emissions Historiques = Données d'activité (DA) \* Facteurs d'émission (FE), où les données d'activité sont exprimées en hectares par an, les facteurs d'émission en tonnes CO<sub>2</sub>-équivalent par an et les émissions historiques sont exprimées en tonnes CO<sub>2</sub>-équivalent. La différence d'un pays à un autre provient des éléments suivants : les activités prises en compte ; la période de référence ; les pools de carbone considérés ; les méthodes d'estimation des pools de carbone considérés ; la prise en compte ou non des éléments d'ajustement des émissions historiques. Un tableau de synthèse de ces approches est présenté en annexe.

### 2.1 Les données d'activité

Six des pays qui ont soumis leur NRF à la CCNUCC à ce jour ont uniquement considéré la déforestation dans l'estimation de leur NRF. Les autres ont ajouté à cela une ou plusieurs autres activités telles que la dégradation (planifiée ou non planifiée) et l'augmentation des stocks de carbone à travers l'afforestation ou la reforestation. Le choix d'inclure ou non d'autres activités en plus de la déforestation se justifie par l'importance de l'activité en question dans le pays et la disponibilité de données permettant de pouvoir quantifier les informations y relatives. Par exemple, le Congo ou le Vietnam ont initié de vastes programmes d'afforestation et souhaitent pouvoir intégrer ces efforts dans le calcul du NRF.

Une des premières étapes est donc d'établir une définition de la forêt. Celle-ci est définie selon trois paramètres : le couvert arboré minimal (ou ouverture de canopée), la superficie minimale et la hauteur des arbres à maturité minimale. Selon la FAO, la forêt est « une terre avec un couvert arboré (ou une densité de peuplement) supérieur à 10 pour cent et des arbres d'une hauteur supérieure à 5 mètres à maturité sur une superficie supérieure à 0,5 hectares. Cela peut consister en des formations forestières fermées où des arbres de différents étages couvrent une forte proportion du sol, ou en des formations forestières ouvertes avec une couverture végétale continue et un couvert arboré de plus de 10 pour cent. Les jeunes peuplements naturels et toutes les plantations établies à des fins forestières qui n'ont pas encore atteint un couvert arboré de 10% ou une hauteur d'arbre de 5 m sont inclus dans la forêt, de même que les zones qui font normalement partie de la zone forestière temporairement dépouillées à la suite de l'intervention humaine ou de causes naturelles, mais qui devraient revenir à la forêt.» Selon cette définition, les pépinières forestières, les routes forestières et les plantations à usage forestier dont les plantations d'hévéa, font partie de la forêt. Le choix de la définition de la forêt utilisée dans le cadre des négociations sur le changement climatique incombe cependant aux décideurs politiques, donnant lieu à des variations importantes d'un pays à l'autre (Sandker et

al. , 2016). Par exemple la Côte d'Ivoire définit la forêt comme toute terre d'une superficie minimale de 0,1 hectare avec un couvert arboré d'au moins 30% de la surface et des arbres à maturité d'une hauteur minimale de 5 mètres. Différentes définitions de la forêt ont des implications différentes sur la quantité de déforestation historique et les émissions relatives. La concordance de la définition de la forêt dans l'élaboration du niveau de référence avec la définition utilisée dans le cadre des inventaires nationaux de GES est souhaitable.

La plupart du temps, les pays calculent la déforestation historique sur la base de l'analyse des cartes de couvert forestier : la déforestation est calculée comme la différence entre le couvert forestier entre la première et la dernière année de la période de référence en essayant d'avoir une correspondance entre la définition de la forêt choisie, et les classes de végétation de la carte utilisée. Lorsqu'elles existent ou sont disponibles, les données d'inventaire forestier national sont privilégiées. A celles-ci d'autres sources sont souvent ajoutées selon le besoin: Landsat (utilisé par près de 15 pays sur les 25 ayant déjà soumis leur NERF/NRF à la CCNUCC); Global Forest Cover (GFC), MODIS, FACET ou GAF.

## 2.2 La période de référence

La période de référence choisie varie d'un pays à un autre mais elle s'étend sur 10 à 15 ans en général avec une période de 10 ans pour la plupart des soumissions. Le choix de la période de référence est effectué en fonction de la disponibilité et la cohérence des données d'imagerie mais aussi en essayant d'avoir une cohésion avec les politiques de développement en vigueur. Pour beaucoup de pays, l'année de base se situe entre 2000 et 2005. Quelques exceptions tout de même peuvent être signalées comme le Vietnam et l'Indonésie dont les périodes de référence sont respectivement 1995-2010 et 1990-2012.

## 2.3 Les pools de carbone considérés et les méthodes d'estimation du carbone

Pour la majorité, les pools de carbone considérés sont la biomasse aérienne et la biomasse souterraine. A ceux-ci d'autres pays ont intégré la biomasse du bois mort, la litière et la biomasse organique du sol. Pour beaucoup de pays, un inventaire forestier a été fait préalablement, ce qui leur a permis de pouvoir constituer soit un échantillon représentatif, soit un recensement des différents arbres ou espèces d'arbres. Sur ces arbres certains paramètres ont été mesurés tels que le diamètre à hauteur de poitrine, la hauteur de l'arbre et la densité du bois, qui sont ensuite utilisés pour l'estimation de la biomasse aérienne dans la plupart des cas. Certains pays quoique reconnaissant la pertinence d'un pool de carbone ne l'ont pas intégré faute d'information disponible mais envisagent de le/les prendre en compte dans des soumissions futures dans une perspective d'approche dynamique d'estimation de NERF. C'est le cas par exemple du Congo qui envisage d'intégrer la litière plus tard ou de la Zambie avec le carbone organique du sol.

Une fois les pools de carbone choisis, les pays se différencient quant à la méthodologie utilisée pour estimer la biomasse. Plusieurs pays ont opté pour l'utilisation des équations allométriques (République du Congo, Ethiopie, Tanzanie, Mexique, Pérou, Colombie). Toutefois tous n'ont pas

utilisé la même formule. En effet, la formule à appliquer dépend aussi de la situation géographique du pays. Par ailleurs la Zambie a opté pour le modèle logarithmique et la Côte d'Ivoire a simplement utilisé les valeurs par défaut fournies par le GIEC par zone agro-écologique. La plupart des pays déduisent la biomasse souterraine de la biomasse aérienne en appliquant un certain ratio tige/racine.

## 2.4 Les ajustements des émissions historiques

Il est particulièrement pertinent d'effectuer un ajustement du niveau de référence des émissions lorsque la période de référence n'est pas représentative de la situation en cours, en termes de dynamiques démographiques, économiques et/ou des politiques qui sont actuellement mises en œuvre ou envisagées dans un avenir proche. Des 25 pays ayant déjà soumis leurs documents, seuls 4 pays ont procédé à des ajustements des émissions historiques pour leur NRF : le Congo, la Colombie, la Guyane et la Nouvelle Guinée. Pour la République du Congo, les grands travaux d'infrastructures qui s'inscrivent dans la vision d'émergence du gouvernement ont été inclus. La Colombie a simplement appliqué un ajustement arbitraire de 10% pour tenir compte des futurs investissements et plans et programmes régionaux de développement, mais sans que l'origine claire de ces 10% soit détaillée.

La nouvelle Guinée a préalablement effectué le calcul d'un NRF de "transition" sur une période de référence historique. Elle a ensuite procédé à une régression des émissions historiques ainsi obtenues sur la période de référence choisie. Le calcul des émissions ajustées pour les années 2014 et plus consiste juste en une extrapolation linéaire sur la base des tendances passées. Néanmoins dans une perspective dynamique du NRF, et en raison souvent du manque ou de la qualité insuffisante d'informations adéquates pour pouvoir procéder à des ajustements, plusieurs pays ont stipulé la possibilité de procéder à des ajustements dans des soumissions ultérieures.

## 3 PRESENTATION DE LA METHODE PROPOSEE POUR LE CAMEROUN

---

### 3.1 Présentation générale de la méthode

L'ajustement du niveau d'émissions historiques pose un défi, particulièrement pour l'estimation de l'évolution de la déforestation et de la dégradation des forêts futures. Ce qui compte pour l'estimation de la déforestation future, ce sont les changements qui apparaissent entre le début et la fin d'une période donnée : s'il n'y a pas de changement, il n'y a pas de raison qu'il y ait de la déforestation et cela même si la déforestation a été élevée dans le passé. Pour le cas du Cameroun, il faut donc commencer par se poser la question : quels changements risquent d'affecter la consommation, le commerce et les rendements futurs ?

Le secteur agricole est le premier moteur de déforestation au Cameroun et la majorité des terres cultivées sont destinées à une consommation à l'intérieur du pays (MINEPDED 2016 ; FAOSTAT). Le Cameroun est caractérisé par une forte croissance de la population interne et de forts mouvements de population à l'intérieur du pays tel que les migrations vers les grands centres urbains (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population division). Ce contexte est aussi caractéristique des pays voisins du Cameroun qui vont devoir satisfaire des besoins alimentaires croissants, soit par une augmentation de leur production interne, soit par une augmentation de leurs importations, ce qui pourrait aussi se traduire par une augmentation de la production agricole au Cameroun.

La méthode proposée est de commencer par établir la demande pour les différents biens qui sont produits et d'en dériver les surfaces forestières qui vont être détruites ou dégradées à travers une succession de calculs pour estimer la demande, le commerce, la production, les surfaces productives, et l'expansion de la production dans les forêts selon la densité de forêts dans les régions de production. C'est une approche simplifiée, notamment parce qu'elle ne prend pas en compte les prix comme facteur de décision : on force la production à atteindre fois le niveau de consommation interne et d'exportations préalablement déterminés. La complexité naît du nombre de produits considérés, de régions de production et de région de consommation. Cette hétérogénéité conduit à des résultats plus intéressants, qu'il pourrait être difficile à anticiper sans un outil quantitatif.

Normalement, tous les paramètres pour la période historique doivent venir des observations (statistiques, satellitaires, de terrain) tandis que les paramètres pour le futur sont obtenus sur la base d'hypothèses. Dans la réalité, dans le contexte de nombreux pays et notamment du Cameroun, les observations pour la période historique ne sont pas toujours disponibles ou parfois incomplètes : les données peuvent seulement être produites au niveau national, seulement à un niveau agrégé d'activités, ou encore seulement pour certaines années. Dans ce cas, il faut également recourir à des hypothèses. Dans les sections suivantes, nous précisons les calculs, les données et les hypothèses utilisés en essayant de les justifier autant que possible.

L'outil Excel tel que proposé actuellement a principalement une vocation illustrative. Nous n'avons pas eu le temps de mobiliser tous les experts et la littérature existante pour établir nos hypothèses. Des progrès peuvent encore être faits. De plus, compte tenu du caractère stratégique du NRF qui sera utilisé pour déterminer le montant des paiements de la communauté

internationale, et des incertitudes sur la valeur de certains paramètres, chaque pays a intérêt à tester plusieurs hypothèses afin de bien comprendre les implications de celles-ci sur le NRF. Idéalement, cet outil pourrait également servir à la planification à plus long terme pour le développement des activités basées sur une utilisation des ressources naturelles et la protection de l'environnement au Cameroun. Par exemple, ce pourrait être une plateforme intéressante pour renforcer le dialogue entre le MINEPDED (Ministère de l'environnement de la protection de la nature et du développement durable) et le MINADER (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural).

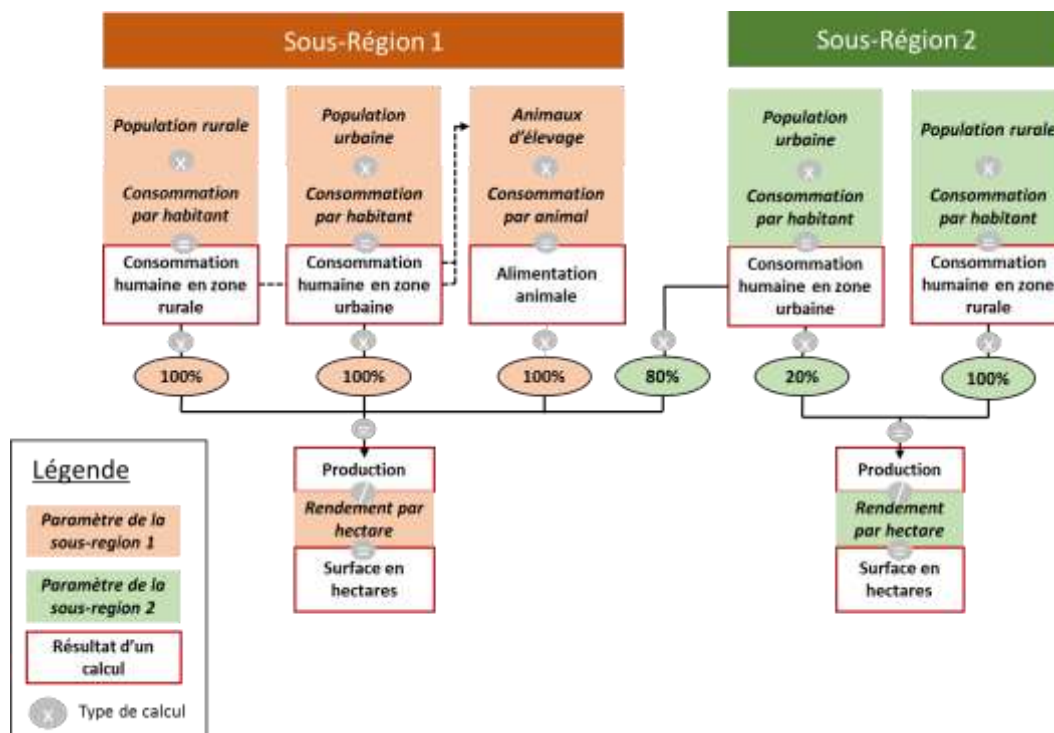
Ainsi, les principaux objectifs de l'outil qui a été développé pour aider l'élaboration d'un NRF cohérent aux niveaux national et sous-national sont :

- d'expliquer comment la déforestation et la dégradation forestière arrive dans une région donnée ;
- d'isoler la contribution de chaque facteur à la déforestation et la dégradation des forêts ;
- de quantifier la déforestation et la dégradation des forêts futures sur la base d'hypothèses cohérentes et plausibles ;
- d'identifier les manques en données/informations à combler ;
- de permettre une quantification des impacts de certaines stratégies REDD+ ;
- d'accompagner la planification pour les secteurs agricoles et forestiers.

## 3.2 De la consommation à la production

La Figure 1 présente les premières étapes de l'approche qui est proposée afin d'estimer les surfaces en terre nécessaires à la production de chaque produit. Dans chaque sous-région, la consommation est répartie entre la consommation humaine en zone rurale, la consommation humaine en zone urbaine, et l'alimentation des animaux d'élevage. La consommation humaine est obtenue en multipliant la population avec la consommation moyenne par habitant. Pour calculer la consommation des animaux d'élevage, il faut d'abord estimer le nombre d'animaux qui est obtenu en divisant la demande pour les produits d'élevage par la production moyenne par animal (non explicites sur le schéma). Ensuite la consommation moyenne de chaque produit par animal peut être utilisée pour calculer l'alimentation animale totale. Après avoir défini la part de chaque demande qui est satisfaite par différentes sources, on peut calculer la production dans chaque zone qui correspond à la somme de la production pour la satisfaction des besoins locaux et de la production pour les exportations vers d'autres régions du pays ou vers d'autres pays.

Le commerce avec les autres pays n'est pas explicite sur la figure mais il est actuellement représenté d'une manière simplifiée dans l'outil Excel: on part des exportations observées dans le passé, et on fait une hypothèse d'évolution dans le futur sur la base des tendances passées, et on répartit les exportations par sous-région. Il en est de même pour les importations.



**Figure 1 : Illustration de la méthodologie d'estimation des surfaces récoltées pour chaque produit par année dans le cas d'un pays composé de deux sous-régions**

Sur la Figure 1, la sous-région 1 est auto-suffisante c'est-à-dire qu'elle produit assez pour toutes les consommations à l'intérieur de la sous-région, et elle est même excédentaire. Ainsi, la production dans la sous-région 1 est égale à la consommation humaine en zone rurale plus la consommation humaine en zone urbaine plus la consommation animale dans la même zone, et à 80% de la consommation humaine en zone urbaine de la sous-région 2. Les surfaces récoltées sont ensuite estimées en divisant la production par le rendement moyen par hectare par sous-région.

### 3.3 L'estimation du besoin en terres : les jachères, les systèmes mixtes et les récoltes multiples

Dans le contexte du Cameroun, les jachères, les systèmes mixtes de production et les récoltes multiples au cours d'une année sont courants. Ces spécificités du secteur agricole ont un impact sur la déforestation car ils introduisent une différenciation entre le concept de surfaces récoltées, c'est à dire les surfaces où il y a eu une récolte, les surfaces des champs et les surfaces agricoles totales qui incluent les surfaces non-cultivées mais utilisées dans la rotation agricole. Ce qui va provoquer une déforestation, c'est l'expansion des terres agricoles et non des surfaces récoltées obtenues à la fin de la Figure 1.

Les jachères sont utilisées pour rétablir la fertilité naturelle des sols après plusieurs années de mise en culture et lutter contre les adventices et les maladies. Elles sont particulièrement utilisées dans un milieu où la pression sur les terres est faible et où le travail est la ressource limitante. Si on ne peut pas continuer d'utiliser le même champ pour les cultures, il va falloir défricher de nouvelles parcelles avant de pouvoir remettre la jachère en culture (Figure 2).



Année	champ 1	champ 2	champ 3	champ 4	champ 5
0	forêt	forêt	forêt	forêt	Forêt
1	culture 1 an	forêt	forêt	forêt	Forêt
2	culture 2 ans	forêt	forêt	forêt	Forêt
3	jachère 1 an	culture 1 an	forêt	forêt	Forêt
4	jachère 2 ans	culture 2 ans	forêt	forêt	Forêt
5	jachère 3 ans	jachère 1 an	culture 1 an	forêt	Forêt
6	jachère 4 ans	jachère 2 ans	culture 2 ans	forêt	Forêt
7	jachère 5 ans	jachère 3 ans	jachère 1 an	culture 1 an	Forêt
8	jachère 6 ans	jachère 4 ans	jachère 2 ans	culture 2 ans	Forêt
9	jachère 7 ans	jachère 5 ans	jachère 3 ans	jachère 1 an	culture 1 an
10	jachère 8 ans	jachère 6 ans	jachère 4 ans	jachère 2 ans	culture 2 ans
11	culture 1 an	jachère 7 ans	jachère 5 ans	jachère 3 ans	jachère 1 an
12	culture 2 ans	jachère 8 ans	jachère 6 ans	jachère 4 ans	jachère 2 ans
13	jachère 1 an	culture 1 an	jachère 7 ans	jachère 5 ans	jachère 3 ans
14	jachère 2 ans	culture 2 ans	jachère 8 ans	jachère 6 ans	jachère 4 ans
15	jachère 3 ans	jachère 1 an	culture 1 an	jachère 7 ans	jachère 5 ans
16	jachère 4 ans	jachère 2 ans	culture 2 ans	jachère 8 ans	jachère 6 ans
17	jachère 5 ans	jachère 3 ans	jachère 1 an	culture 1 an	jachère 7 ans
18	jachère 6 ans	jachère 4 ans	jachère 2 ans	culture 2 ans	jachère 8 ans
19	jachère 7 ans	jachère 5 ans	jachère 3 ans	jachère 1 an	culture 1 an
20	jachère 8 ans	jachère 6 ans	jachère 4 ans	jachère 2 ans	culture 2 ans

**Figure 2 : Illustration de l'impact d'une rotation agricole avec deux ans de mise en culture et huit ans de jachères**

Source : les auteurs

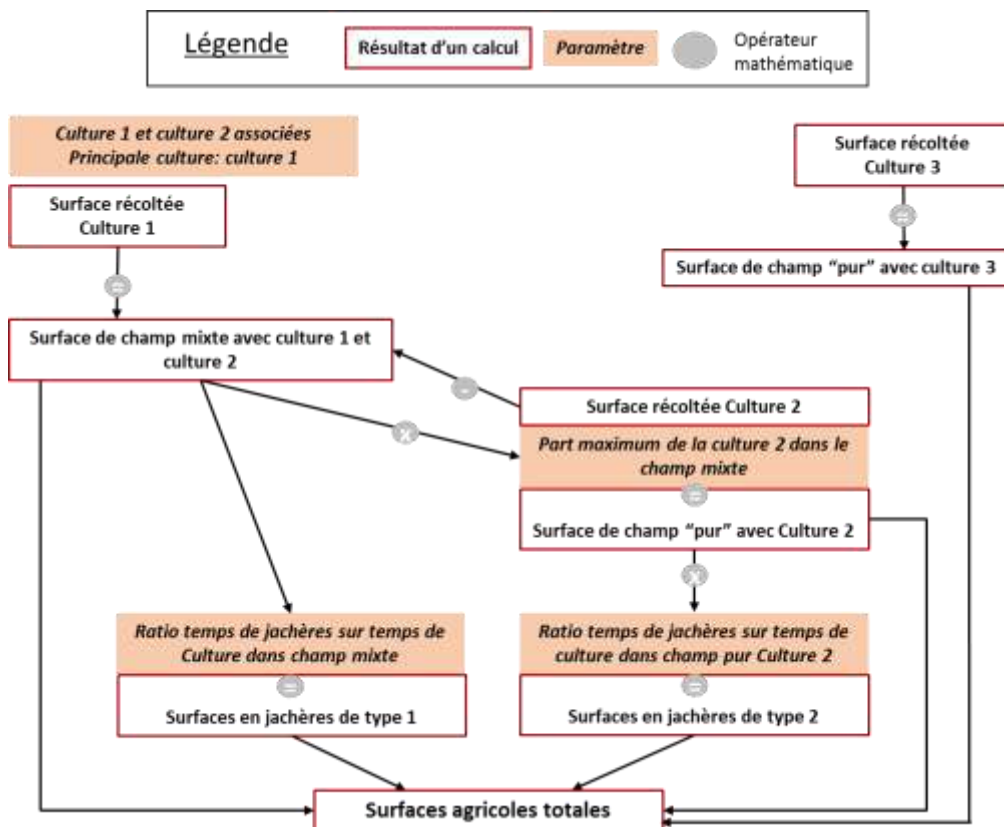
La Figure 2 montre que dans le cas d'une rotation de deux ans de mise en culture et huit ans de jachères<sup>1</sup>. Après huit ans, on constate qu'il n'y a plus besoin de défricher de nouveaux champs mais il suffit seulement de remettre des jachères en culture. On constate également que chaque année, il y aura 4 champs sous jachères et un champ cultivé. Pour calculer les surfaces en jachères, on peut donc multiplier les surfaces cultivées par le ratio temps de jachère sur temps de mise en culture. Il y aura une augmentation de la déforestation lorsque l'on a besoin de plus de champs cultivés ou si il y a une réduction de la productivité des terres sous rotation.

Les champs mixtes sont des champs où il y a une coexistence de plusieurs cultures au cours d'un même cycle de production. Dans les zones forestières, les cultures coexistent même souvent avec des arbres qui ont été conservés pendant le défrichage, ce qui conduit à des systèmes agroforestiers qui ont des stocks de carbone plus élevés que les systèmes de monoculture. C'est notamment le cas des cacaoyères. Si les statistiques rapportent les surfaces récoltées et les rendements par rapport au champ plutôt que par rapport à la seule surface plantée par une culture, alors l'addition des surfaces récoltées pour chaque culture conduit à une surestimation du besoin en terres par l'agriculture, et donc de la déforestation. On commence donc à définir les types de champs les plus courants par zone de production et quelles cultures sont cultivées

<sup>1</sup> Ce type de rotation est juste considéré comme exemple. Les hypothèses utilisées dans cette étude sont exposées dans la section 6.4.

seules (monoculture, plantations), quelles cultures sont cultivées en association et quelle est la culture principale dans les champs mixtes. Idéalement, on voudrait connaître la part de la surface du champ qui est dédiée à chaque culture dans les systèmes mixtes. La surface de la culture dominante dans la rotation détermine la surface du champ mixte. Si les surfaces récoltées des cultures associées dépassent une certaine part de la surface de la culture dominante, le surplus est alloué dans de nouveaux champs. Le nombre de types de champs et de cultures inclus dans l'analyse dépend des statistiques disponibles et des surfaces allouées à chaque activité : dans l'idéal on voudrait couvrir au moins 80% des surfaces agricoles dans chaque ZAE. Les cultures retenues pour le Cameroun sont décrites dans la section 4.4.

Les récoltes multiples ont lieu lorsqu'il y a plus d'un cycle de production dans une année donnant lieu à la possibilité d'avoir plusieurs récoltes au cours de l'année. Ceci doit donner lieu à des ajustements si les rendements reportés pour une culture sont calculés en fonction d'un cycle seulement. On obtient les surfaces plantées à partir des surfaces récoltées soit en ajustant le rendement qui va maintenant être la somme des rendements obtenus à chaque récolte, soit en divisant la surface récoltée par le nombre de récoltes dans l'année.



**Figure 3 : Estimation des surfaces agricoles avec cultures mixtes et jachères**

Source : les auteurs

La Figure 3 donne une illustration de comment on passe des surfaces récoltées obtenues à la fin de la Figure 1 à la surface occupée par des terres agricoles lorsqu'il y a des jachères et des champs mixtes. Cet exemple pourrait correspondre à la sous-région 1 de la Figure 1. Il y a trois cultures principales dans cette sous-région pour lesquelles nous avons pu calculer l'évolution

des surfaces récoltées (Figure 1) dans le temps. Il y a trois types de champs dans la sous-région 1: le champ de cultures mixtes vivrières qui associe la culture 1 et la culture 2, le champ de culture pure avec la culture 2 seulement et le champ de culture pure avec la culture 3 seulement. Dans le système mixte, la culture 1 est la culture principale, c'est à dire que c'est celle qui occupe la part du champ la plus importante. Ainsi, pour la surface du champ 1, on ne va comptabiliser que la surface récoltée de la culture 1. Cependant, la culture 2 ne peut pas dépasser une certaine proportion du champ mixte. Si en retranchant de la surface récoltée de culture 2, la surface du champ mixte multipliée par la part maximum de la culture 2 dans le champ, la différence est positive, celle-ci est allouée au champ pur de culture 2. Le champ mixte et le champ pur de culture 2 ont des jachères dans leur rotation tandis que le champ pur de culture 3 n'a pas de jachères associées dans cet exemple. En multipliant les surfaces de chaque type de champ avec le ratio respectif temps de jachère sur temps de culture, on obtient les surfaces de jachère de type 1 (associées au champ mixte) et les surfaces de jachère de type 2 (associée au champ pur de culture 2). La surface agricole totale est alors obtenue en faisant la somme des surfaces de chaque type de champ et de chaque type de jachères. Pour chaque type de champ et de jachère, on peut définir des stocks de carbone différents.

### 3.4 Estimation de la déforestation et de la dégradation des forêts et des émissions

L'expansion des surfaces agricoles est calculée comme la différence entre les surfaces agricoles entre deux périodes. Cependant, l'expansion agricole ne provoque pas toujours une déforestation car elle peut avoir lieu sur des terres non-forestières et cela est également valable pour les autres moteurs de la déforestation. L'analyse des transitions passées sur la base de données satellite peut être utilisée. On peut aussi adopter une approche simpliste en faisant l'hypothèse que l'expansion a lieu dans chaque type de végétation proportionnellement à la part qu'ils représentent dans les terres non-productives dans la situation initiale. Ainsi, plus la part du couvert forestier est importante dans une zone, plus l'expansion des activités productives mènera à une déforestation ou à une dégradation forestière.

Pour les émissions associées à la déforestation et à la dégradation forestière, on peut prendre les facteurs d'émission par défaut du GIEC. Si on dispose de données spécifiques pour le pays, on obtient les facteurs d'émission en calculant la différence du stock de carbone dans la forêt (peut être spécifique par sous-région, notamment si le type de forêt diffère) et le stock de carbone de la nouvelle utilisation des terres.

*Dans les sections suivantes, nous décrivons plus en détail les données qui ont été utilisées et les hypothèses qui ont été faites pour alimenter l'outil sur Excel. Nous décomposons celles-ci en cinq grandes parties : la définition du cadre d'analyse, l'estimation de la consommation, l'estimation de la production et des surfaces productives, l'estimation de la déforestation, de la dégradation et des émissions associées, et les résultats.*

*Dans le fichier Excel on va retrouver les paramètres en orange clair et les cellules où des formules sont exécutées blanches et encadrées de rouge. De plus, nous avons inclus des tableaux de vérification tout au long du processus d'estimation pour la consommation, la production, les surfaces récoltées et la déforestation historique. Ces tableaux sont en vert. Ils montrent la déviation de*

*nos estimations avec les statistiques disponibles pour les périodes passées. Une marge de déviation de 10% est ici considérée comme acceptable. Ce qui est acceptable peut varier. Cela dépend notamment de la confiance que l'on a dans les statistiques collectées, et les valeurs en jeu. Ainsi pour des petites valeurs, une déviation de plus de 10% aura moins d'importance.*

## 4 DEFINITION DU CADRE D'ANALYSE

---

### 4.1 La période d'analyse

La CCNUCC n'a pas établi d'exigence particulière par rapport à la période de référence utilisée mais les soumissions du niveau de référence des forêts des autres pays ont souvent utilisé une période de dix ans avec une année de base entre 2000 et 2005. Compte tenu des données disponibles, nous choisissons une période de 15 ans pour représenter la déforestation historique : de 2000 à 2015. Cette période est divisée en 3 blocs de 5 ans : 2000-2005, 2005-2010 et 2010-2015, ce qui donne une certaine flexibilité pour choisir une période de référence alternative, soit pour une seule de ces trois périodes de cinq ans, ou pour deux blocs couvrant une période de dix ans (2000-2010 ou 2005-2015). Dans le INDC du Cameroun qui a été soumis en 2015 à la CCNUCC, seulement une année a été choisie : 2010. Les données ne sont pas toujours disponibles pour 2015 mais souvent pour 2014 qui peut être utilisé comme approximation pour 2015 en attendant d'avoir des données actualisées.

Pour le futur, nous avons choisi un horizon temporel jusqu'à 2035 qui est l'objectif établi par le Cameroun pour devenir un pays émergent et qui est aussi l'année cible considérée dans le INDC. Comme pour la période historique, nous divisons les 20 années entre 2015 et 2035 en périodes de 5 ans. Au total, nos estimations de déforestation et de dégradation forestière sont donc réalisées pour 7 périodes de 5 ans entre 2000 et 2035, trois qui correspondent au passé et quatre qui correspondent au futur.

### 4.2 L'échelle géographique

Ici on s'aligne sur le choix du Cameroun qui est d'adresser le processus REDD+ dans le cadre de ses 5 Zones Agro-Ecologiques (ZAE). La ZAE 1 correspond à la zone soudano-sahélienne, la ZAE 2 correspond à la zone des hautes savanes, la ZAE 3 correspond à la zone des hauts plateaux, la ZAE 4 correspond à la zone à précipitation monomodale et la ZAE 5 à la zone de précipitation bimodale (voir le rapport sur les moteurs de la déforestation REF). Il n'y a pas de correspondance officielle entre les zones administratives et les ZAE. Comme la plupart des statistiques nationales sont produites à l'échelle du département, par simplification nous associons chaque département à une ZAE (Figure 4).

Nous retenons les cinq ZAE présentées précédemment comme zones de production et de consommation. Néanmoins, il nous semble important d'introduire la dimension rurale/urbaine comme un niveau supplémentaire pour définir la consommation. En effet, le niveau de revenus et les modes de consommation ont tendance à être assez différents dans les campagnes et dans les villes. Ceci est particulièrement vrai pour les grands centres urbains qui ont fortement grossi

au cours de la dernière décennie. Nous retenons ici les villes de plus de 50 000 habitants pour définir les zones urbaines.

Enfin, pour le moment nous ne définissons pas avec précision la demande extérieure pour les produits Camerounais : nous définissons le « Reste du Monde » dont la consommation est limitée aux exportations du Cameroun.

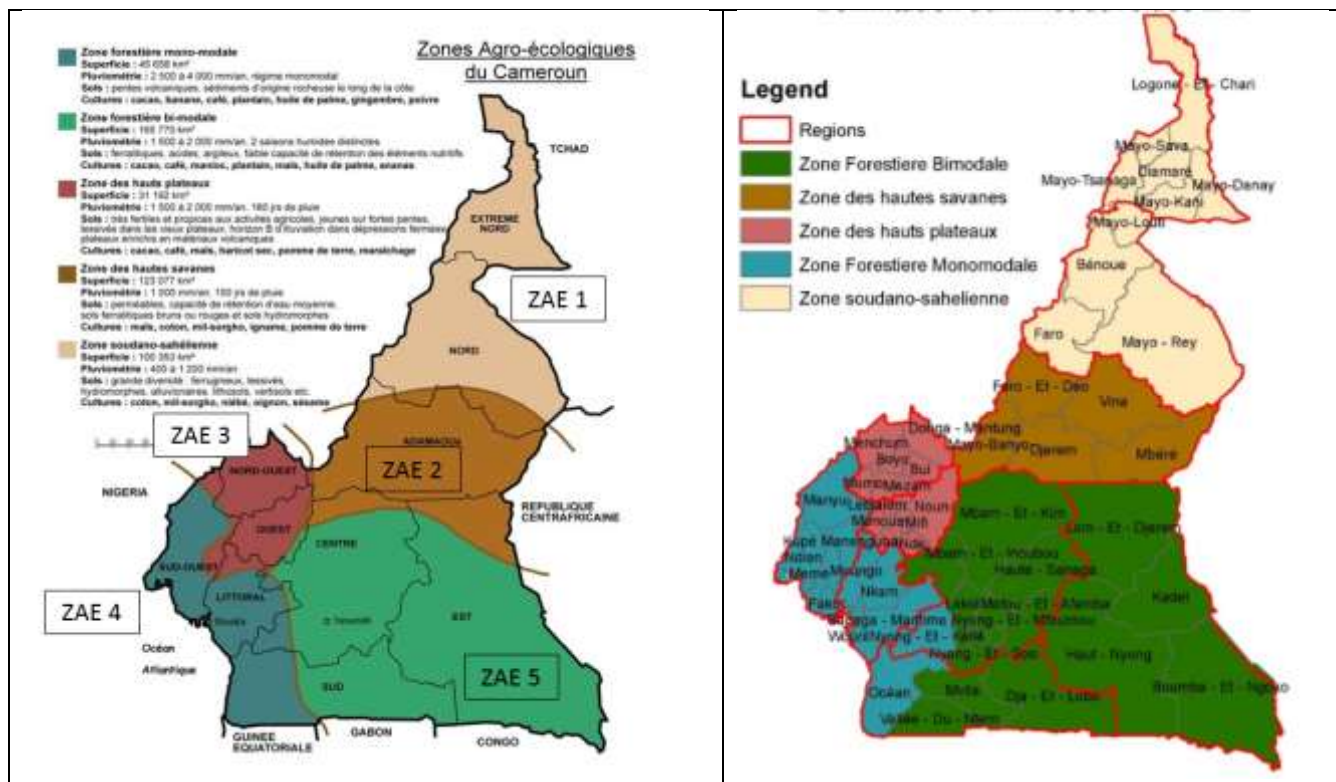


Figure 4: Aperçu général des zones agro-écologiques du Cameroun (gauche) et délimitation administrative des zones agro-écologiques par département (droite).

Source : CIRAD et les auteurs

### 4.3 La déforestation et la dégradation historiques

Nous rappelons tout d'abord la définition de la forêt proposée (en cours de validation) dans le cadre de la REDD+ au Cameroun :

« Sont considérées comme forêts, les terrains recouverts d'une formation végétale à base d'arbres ou d'arbustes, d'une superficie minimale de 0,5 ha comportant une végétation dans laquelle les arbres et arbustes ont un couvert minimal de 10%, et peuvent atteindre à maturité une hauteur minimale de 3 m. Exception est faite des plantations agroindustrielles mono-spécifiques à vocation purement économique et qui utilisent des techniques de gestion essentiellement agricoles. Sont toujours considérées comme forêts, des zones anciennement forestières et victimes des perturbations naturelles ayant entraîné la réduction de leur couvert en deçà de 10% et qui sont susceptibles de recouvrer leur statut passé (Ex. séismes, éruptions volcaniques, tornades, incendies...) ». (MINEPDED, 2016).

C'est donc une définition très large de la forêt qui couvre les forêts sèches et les savanes arborescentes. La déforestation est définie comme l'affectation de la terre forestière à une utilisation différente ou encore la réduction à long terme du taux de couverture de la canopée en dessous du seuil de 10% (Kanninen et al. 2007) tandis que la dégradation est la perte directe de stocks de carbone forestier à long terme due aux activités humaines qui résultent de la réduction à long terme du taux de couverture de la canopée au-dessus du seuil de 10% (GOFC-GOLD 2013, Pearson et al. 2017). Nous utilisons ici les résultats de deux cartes de la déforestation historique qui utilisent malheureusement une définition de la forêt différente de la définition officielle :

- Hansen et al. (2013) mettent à disposition leur estimation de la déforestation pour chaque année entre 2001 et 2015 à un niveau de résolution 30m et pour différents seuils de couverture de la canopée ce qui permet une plus grande flexibilité pour calculer le couvert forestier et la déforestation selon la définition de la forêt. Cependant, Hansen utilise une hauteur minimale de 5m et non de 3m comme dans la définition nationale<sup>2</sup>. Ces cartes sont disponibles gratuitement à travers le site internet de l'Université de Maryland<sup>3</sup>.
- Une carte de déforestation a été créée dans le cadre du Project de Réduction des émissions issues de la déforestation et de la dégradation en Afrique (REDDAF ; [www.reddaf.info](http://www.reddaf.info)) menée par le bureau d'étude GAF pour la région du Centre et l'étude Observation Spatiale des Forêts Tropicales (OSFT) et menée par AIRBUS pour toutes les autres régions du Cameroun sauf le Nord et l'Extrême Nord<sup>4</sup>. La forêt est ici définie pour une canopée minimale de 15% contre 10% dans la définition officielle.

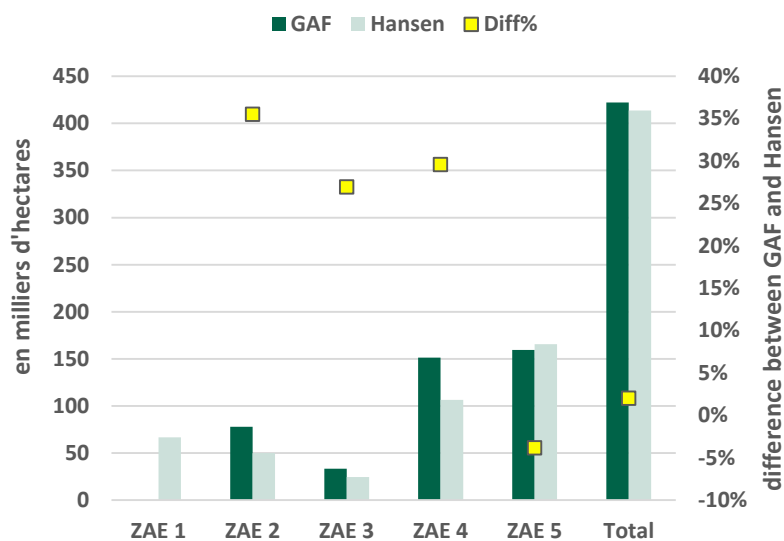
Au niveau national, sur la période 2000-2010, il n'y a que 2% de différence entre les deux sources d'information avec une déforestation estimée légèrement supérieure selon Airbus-GAF de 422 000 hectares contre 417 000 hectares selon Hansen (Figure 5). Cependant, la ZAE 1 n'est pas couverte par le jeu de données Airbus-GAF et dans les ZAE 2, 3, et 4, les estimations de déforestation de GAF sont plus de 25% supérieures aux estimations d'Hansen. La déforestation totale au niveau national sur 2011-2014 est estimée à 338 milliers d'hectares selon Hansen, soit une augmentation de 30% de la déforestation par rapport à la période 2005-2010. Dans le fichier Excel, nous utilisons les données d'Hansen mais cela pourra être facilement remplacé par les données Airbus-GAF ou une autre source ultérieurement.

---

<sup>2</sup> Des cartes de la déforestation historique cohérentes avec la définition nationale de la forêt sont en cours de réalisation à l'Université de Maryland et devraient être disponibles avant la fin de l'année 2017. Les calculs du niveau de référence devront être également mis à jour en utilisant ces nouvelles cartes.

<sup>3</sup> Voir [https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest/download\\_v1.2.html](https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest/download_v1.2.html)

<sup>4</sup> Le zone soudano-sahélienne compose des régions Nord et Extrême Nord n'est pas couverte par cette carte.



**Figure 5: Déforestation historique par ZAE selon différentes sources**

Source : les auteurs sur la base de Hansen et al. (2013) et AIRBUS-GAF (2016).

En termes de dégradation forestière, c'est plus compliqué car la dégradation est plus difficile à détecter par analyse des images satellite. Il y a des données précises sur les surfaces sous concessions forestières et plusieurs études ont estimé des facteurs d'émission par m<sup>3</sup> de bois prélevé selon différents types de gestion (conventionnelle ou à faible impact) qui peuvent être utilisées.

De plus, ces cartes ne donnent malheureusement pas d'indications sur les causes de la déforestation. Elles nous renseignent juste sur la conversion de « forêts » en « non-forêts ». On ne peut donc qu'essayer de deviner le type d'utilisation des terres après déforestation en utilisant des statistiques sur l'évolution des activités qui sont utilisatrices de terre : les activités dont les surfaces ont beaucoup augmenté dans des zones forestières sont probablement liées au processus de déforestation observé sur les images satellite.

#### 4.4 Les produits

Le choix des produits pertinents se base sur la liste des produits qui sont reportés dans les statistiques agricoles camerounaises. On s'aligne sur la priorisation des filières qui a été établie dans le rapport sur les moteurs de la déforestation. L'enquête auprès des ménages du Programme Alimentaire Mondial (PAM) sur la sécurité alimentaire et la vulnérabilité (CFSVA) de 2009/2010 montre que sept cultures utilisées pour la consommation locale (cultures vivrières) sont particulièrement importantes pour les ménages : l'arachide, la banane (plantain ou douce), le haricot (ou niébé), le macabo, le maïs, le manioc et le mil (et/ou sorgho). Il y a des différences entre régions, mais au niveau du Cameroun ces cultures sont pratiquées par au moins un ménage rural sur cinq. De plus, au moins 20% des ménages ruraux cultivent le cacao, le café, le coton ou le palmier à huile avec pour objectif principal la commercialisation (CFSVA, 2011). Enfin, des agro-industries sont présentes avec le palmier à huile, l'hévéa, et dans une moindre

mesure, le thé, la banane douce et la canne à sucre. Les cultures que nous retenons pour l'instant sont : l'arachide, la banane plantain, le haricot, le manioc, le maïs, le mil/sorgho, le palmier à huile, le cacao, le coton, et l'hévéa.

Comme produits de l'élevage nous avons retenu : la viande de porc, la viande de bœuf, la viande de mouton ou de chèvre, la viande de poulet, les œufs et le lait.

Pour le bois, on retient le bois de chauffe et les sciages. La production de bois de chauffe est uniquement artisanale alors que le bois de construction peut venir soit de l'exploitation industrielle (concessions) ou artisanale.



## 5 ESTIMATION DE LA CONSOMMATION

---

### 5.1 Population

Pour la période historique 2000-2005, nous utilisons les données des deux recensements de la population qui ont eu lieu en 1987 et 2005 au Cameroun (les données collectées lors du quatrième recensement lancé en 2015 ne sont pas encore publiques) telles que reportées dans l'Annuaire des statistiques du Cameroun de 2013. On peut ainsi calculer un taux de croissance annuel moyen sur la période 1987-2005 par département et par zone rurale et urbaine<sup>5</sup> (cf. rapport sur les moteurs), et l'appliquer à 1987 pour estimer la population de 2000. On remarque cependant qu'il y a des incohérences entre les données de population reportées par département et les données reportées au niveau national pour l'année 2005: 15,9 millions au lieu de 17,4 millions. Nous n'avons malheureusement pas pu avoir les fichiers originaux qui ont servi à produire ces tableaux de la part du BUCREP pour identifier les erreurs.

On retient les villes de plus de 50 000 habitants en 2005 pour définir les zones urbaines (Figure 6). La population urbaine ainsi définie est répartie comme suit:

- 579 000 habitants soit 12% de la population totale de la ZAE 1 dans quatre grandes villes: Maroua, Garoua, Kousseri et Guider ;
- 153 000 habitants soit 28% de la population totale de la ZAE 2 dans une grande ville: la capitale régionale Ngaoundéré ;
- 736 000 habitants soit 31% de la population totale de la ZAE 3 dans quatre grandes villes: Bafoussam, Bamenda, Dschang, Fumban et Kumbo ;
- 2,5 millions d'habitants soit 61% de la population totale de la ZAE 4 dans cinq grandes villes: Douala, la capitale économique, Edéa, Kribi, Buéa, Kumba et Nkongsamba ;
- un peu plus de deux millions d'habitants soit 51% de la population totale de la ZAE 5 dans cinq grandes villes: Yaoundé, la capitale administrative du Cameroun, Mbalmayo, Bertoua, Sangmelima et Ebolowa.

Plusieurs organismes ont fait des estimations sur l'évolution de la population camerounaise dans le futur qui sont librement accessibles. Nous avons ici consulté les estimations des Nations Unies<sup>6</sup> qui sont disponibles pour tous les ans entre 1950 et 2100 et la base de données des Shared Socio-economic Pathways (SSP) d'IIASA<sup>7</sup> (KC and Lutz, 2017) qui est utilisée dans le cadre des projections de gaz à effet de serre (GES) jusqu'à 2100 dans le cadre du GIEC. Les projections de population sont disponibles tous les 10 ans entre 2000 et 2100 dans la base de données SSP. Pour chaque source, plusieurs scénarios d'évolution possibles sont définis résultant en un intervalle de projections possibles de la population : plus on va loin dans le futur, plus l'influence des scénarios sur les résultats est grande. Ces estimations sont disponibles au niveau national et différenciées entre population rurale et population urbaine. La Figure 6 présente l'ensemble des

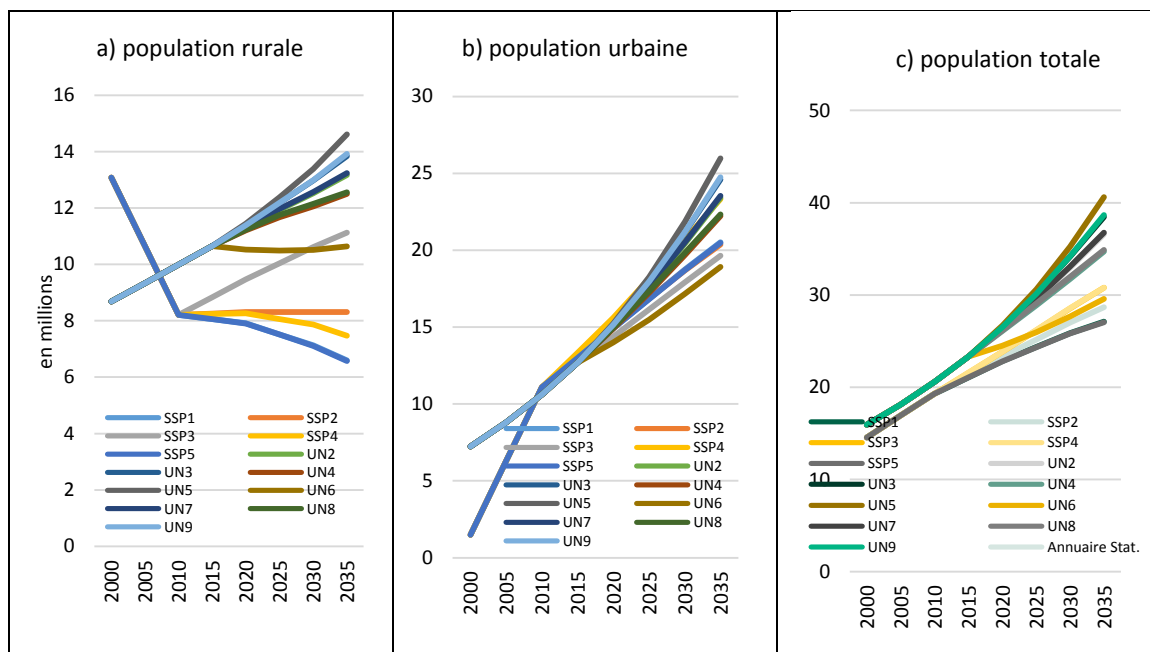
---

<sup>5</sup> On calcule la population rurale par département comme la différence entre la population totale et la population urbaine définie par la somme des habitants vivant dans des villes qui avaient plus de 50 000 habitants en 2005.

<sup>6</sup> <https://esa.un.org/unpd/wpp/Download/Standard/Population/>

<sup>7</sup> <https://tntcat.iiasa.ac.at/SspDb/dsd?Action=htmlpage&page=countries>

projections pour la population rurale, la population urbaine et la population totale. Pour le détail de chaque scénario, les auteurs invitent le lecteur à consulter les documentations propres aux Nations Unies et à la base de données SSP.



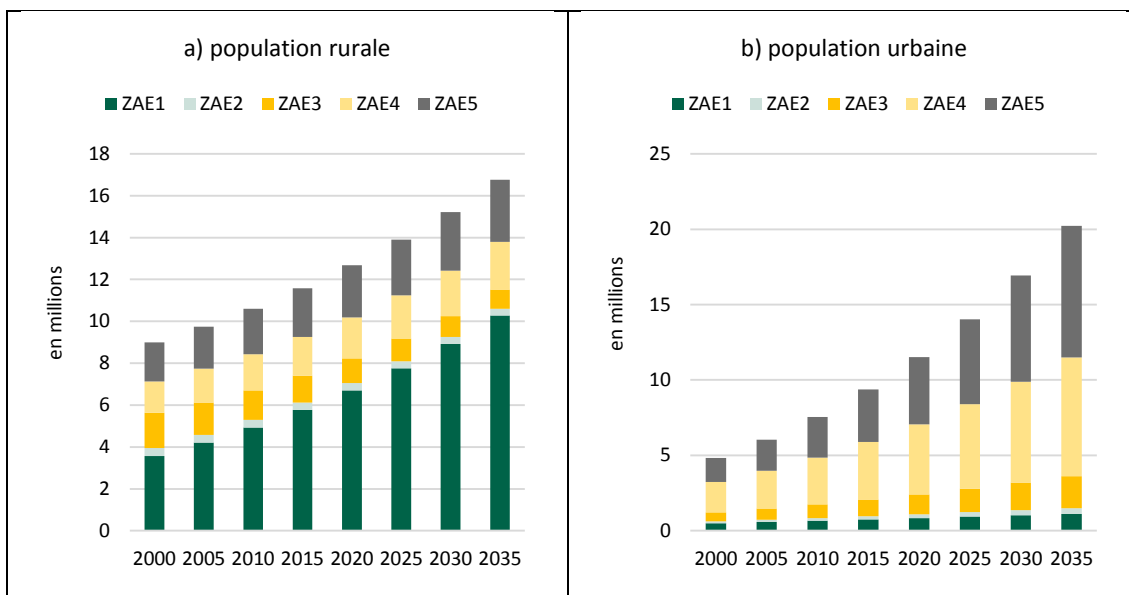
**Figure 6 : Evolution de la population camerounaise a) rurale, b) urbaine et c) totale au niveau national selon différentes sources et différents scénarios**

Source : les auteurs en utilisant la base de données SSP d'IIASA et les données de la division sur la population des Nations Unies

Pour notre approche, la difficulté vient de l'aspect sous-national : on a besoin de faire des projections de la population au niveau de chaque milieu (rural et urbain) dans chaque ZAE. Nous décidons ici d'utiliser le scénario moyen des Nations Unies (scénario UN2) pour calculer l'évolution de la population après 2005 au Cameroun mais tout autre scénario aurait pu être utilisé. Nous utilisons ensuite ce facteur pour ajuster les taux de croissance annuels moyens calculés entre 1987 et 2005 spécifiques à chaque ZAE pour chaque période de cinq ans après 2005.

La Figure 7 présente a) l'évolution de la population rurale par ZAE et b) l'évolution de la population urbaine par ZAE entre 2000 et 2035 selon ces estimations. Nos estimations conduisent à une population de 24 millions en 2020 et de 37 millions d'habitants en 2035 ce qui est comparable avec les projections du BUCREP pour 2020 (3<sup>e</sup> RGPH) et des projections de population moyennes des Nations Unies pour 2035. Cependant, l'augmentation absolue de la population entre 2005 et 2035 que nous estimons est de 21 millions d'habitants tandis que l'augmentation absolue de la population dans les projections moyennes de population des Nations Unies est de 16 millions d'habitants. Ceci s'explique par la différence de la population en 2005 : nous partons d'une population plus faible qui s'élève à 15,9 millions contre 18,1 millions d'habitants pour les Nations Unies. Ainsi, en termes du nombre additionnel d'habitants entre 2005 et 2035, nos projections sont proches du scénario le plus pessimiste des Nations Unies (+22 millions). On peut notamment se demander si l'augmentation de la population rurale que nous projetons pour la

ZAE 1 est possible. Tous les chiffres liés à la population sont disponibles dans le fichier **pop\_2000\_2035\_CMR.xlsx** qui est joint à ce rapport.



**Figure 7 : Evolution de la population camerounaise a) rurale et b) urbaine par ZAE qui est utilisée.**

Source: auteurs

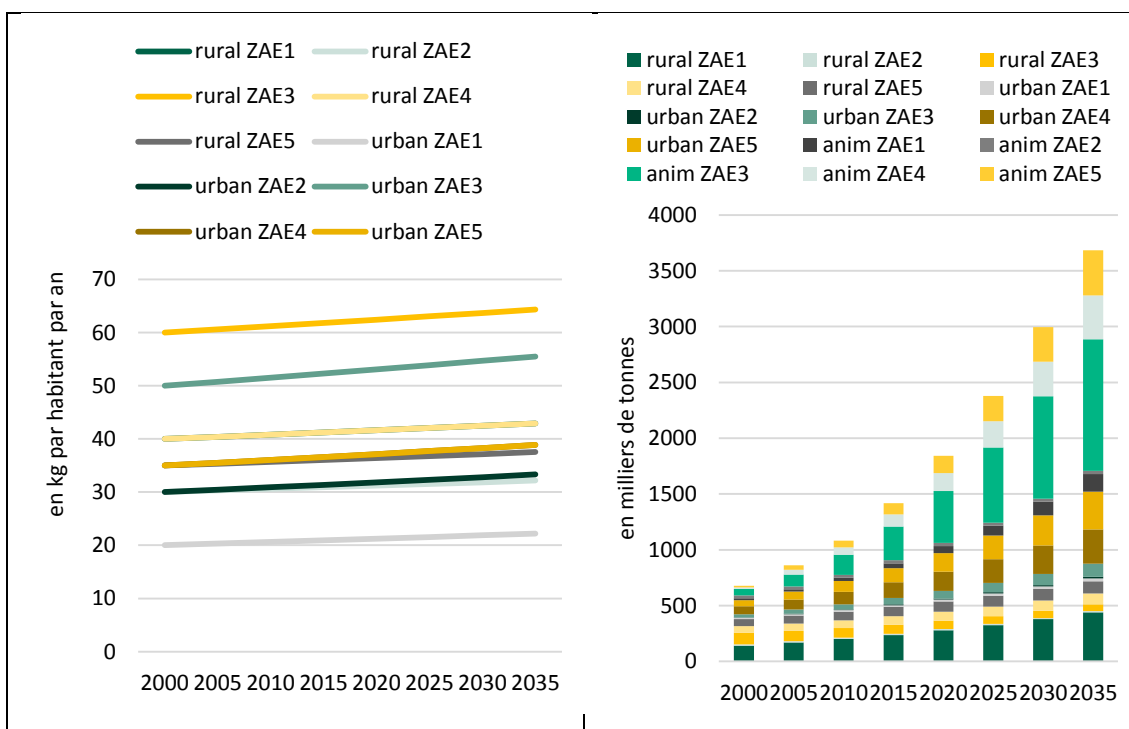
## 5.2 Consommation alimentaire

La consommation alimentaire est calculée en fonction de la population et la consommation moyenne annuelle en kilogrammes par habitant. Ces facteurs sont déterminés par ZAE et par zone urbaine ou rurale. On peut assez facilement calculer des moyennes de consommation au niveau national en divisant la consommation totale reportée par la FAO par produit par la population totale. Cependant, à part des indications sur la part relative de groupes d'aliment dans la consommation totale sans savoir avec précision l'unité (nombre de repas ? calories ?) par province dans le rapport de l'enquête sur la sécurité alimentaire et la vulnérabilité du PAM (CFSVA), nous n'avons pas pu avoir d'information précise sur la consommation dans chaque ZAE. Ainsi, la consommation moyenne par habitant par an par ZAE et milieu urbain ou rural est basée sur des hypothèses de notre part obtenues en croisant les données de production, les enquêtes du Programme Alimentaire Mondial et les dires d'experts. Il serait cependant souhaitable de revoir ces hypothèses par la suite, notamment à travers une consultation plus large des experts/populations des différentes ZAE. La mise à disposition des résultats des enquêtes auprès des ménages conduites par le Programme Alimentaire Mondial pourrait également permettre d'améliorer ces hypothèses.

Afin de voir la cohérence de ces hypothèses, on peut comparer les données de la FAO (disponibles pour chaque année jusqu'à 2013) sur la consommation totale pour l'alimentation humaine et pour l'alimentation animale avec la somme de nos estimations de consommation par ZAE et par milieu de résidence. Il y a néanmoins aussi des doutes sur la validité de ces données

qui reposent souvent elles-mêmes sur des estimations. Nous pouvons aussi calculer la consommation moyenne de calories par jour par habitant pour chaque ZAE et milieu de résidence<sup>8</sup> et la comparer avec la moyenne nationale. La deuxième Enquête Camerounaise Auprès des Ménages (ECAM 2) a estimé qu'au Cameroun en 2001, la consommation énergétique alimentaire s'élève à 2 887 Calories en moyenne par jour par équivalent adulte et la consommation médiane se situe à 2 201 Calories par jour.

Nous avons fait des hypothèses d'évolution de la consommation moyenne par habitant, par ZAE et par milieu de résidence spécifiques par produit en prenant en compte l'évolution de la consommation reportée par la FAO entre 2000, 2005, 2010 et 2014, qui devront être revues en priorité par des experts locaux (Figure 8). En réalité, les déterminants de la consommation alimentaire sont multiples : le revenu, le prix des biens, l'accessibilité, la substituabilité d'un produit par un autre, la culture, la mode, etc.



**Figure 8 : Evolution de la consommation moyenne de maïs par habitant par an pour chaque ZAE et chaque milieu de résidence (gauche) et évolution de la consommation totale de maïs en milliers de tonnes par an (droite)**

Source: auteurs

La Figure 8 montre l'évolution de la consommation moyenne de maïs par habitant par an par ZAE et par milieu de résidence. Nous avons fait l'hypothèse que la consommation moyenne de maïs par habitant par an était la plus élevée en zone rurale dans la ZAE 3 (60kg) et la moins élevée en zone urbaine dans la ZAE 1 (20 kg), et que la consommation par habitant augmentait de 0,3% par an dans toutes les zones de consommation du Cameroun. La consommation alimentaire totale que l'on obtient en multipliant par la population dans chaque zone de consommation

<sup>8</sup> Nous utilisons les données de la FAO sur le contenu calorifique de chaque kg de produit pour convertir la consommation de chaque produit en kg en une consommation totale de calories.

est 5% moins élevée que la FAO en 2000. Pour 2005 et 2010, l'écart augmente avec une sous-estimation de la consommation estimée par rapport à la FAO de 12% et de 18% respectivement. Ces résultats peuvent être retrouvés dans l'outil Excel dans la feuille «maïs».

### 5.3 Les exportations

Dans l'état actuel, les exportations font l'objet d'un traitement très simplifié : les exportations en 2000, 2005 et 2010 sont prises de la FAO. Nous faisons ensuite des hypothèses de croissance qui suivent les tendances passées. Pour tous les produits pris en compte dans l'analyse, le Cameroun est un exportateur net. C'est pourquoi nous n'avons pas pris en compte les importations.

## 6 ESTIMATION DE LA PRODUCTION

---

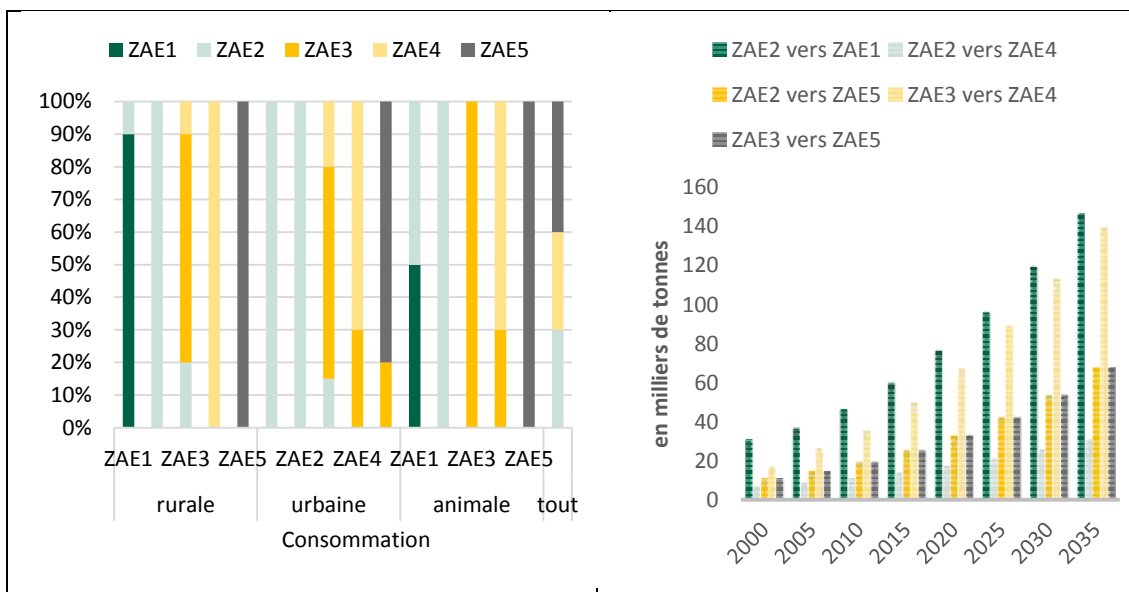
### 6.1 L'élevage

Les animaux sont à la fois consommateurs de par leur alimentation, et producteurs. Comme pour les autres produits, on commence par estimer la consommation pour chaque produit d'élevage. Pour convertir cette demande en nombre d'animaux nécessaires, nous utilisons des coefficients techniques pour la production de viande, lait et œufs par animal par zone de production qui ont été obtenus en divisant la production totale observée en 2000 par le nombre d'animal pour 2000. On rajoute également une dimension pour la volaille avec le type d'élevage : on distingue ainsi les poulets villageois, les poulets de chair et les poules de ponte (FAO/WAAP/MINEPIA/IRAD, 2003).

Ensuite, on détermine l'alimentation des animaux. Nous faisons l'hypothèse que les bovins et les ovins se nourrissent dans les pâturages (besoins déterminés par le nombre de têtes de ruminants par hectare en moyenne). A l'heure actuelle, nous faisons l'hypothèse que ce sont des pâturages naturels, qui sont utilisés seulement une partie de l'année par des troupeaux transhumants. Ainsi il n'y a pas de lien direct avec la déforestation. Nous faisons également l'hypothèse que l'alimentation des poulets villageois se fait principalement avec des résidus alimentaires ou agricoles et/ou ce que trouvent les animaux dans la nature alors que dans le cas des poulets de chair, des poulets de ponte, et des cochons, les céréales sont à la base de leur alimentation. Ainsi, la volaille et les élevages de porc ne sont pas des facteurs directs de déforestation, mais à travers leur alimentation, ils peuvent contribuer à une expansion des terres agricoles.

### 6.2 Le commerce

Une fois que la consommation humaine et animale a été définie on obtient la consommation totale par centre de consommation, c'est-à-dire pour 10 zones : les cinq ZAE pour les zones rurales et les cinq ZAE pour les zones urbaines (Figure 9). Toute la consommation ne vient pas forcément de la production dans la même ZAE. En effet, les produits peuvent être acheminés d'une ZAE à l'autre, ou bien d'un pays à l'autre.



**Figure 9 : Hypothèses de sources d'approvisionnement de chaque zone de consommation en maïs (gauche) et évolution des flux de commerce estimés pour le maïs en milliers de tonnes (droite)**

Source: auteurs

### 6.3 Les rendements

Les rendements sont définis par ZAE pour chaque culture en utilisant les données du Ministère de l'Agriculture pour 2000 (AGRISTAT 2000).

### 6.4 Les systèmes de production des cultures et les jachères associées

Il est difficile d'obtenir une typologie de « champs » pour l'ensemble du Cameroun. Cependant, les enquêtes de terrain réalisées pour le rapport sur les moteurs de la déforestation et de la dégradation par ZAE par l'équipe de Rainbow Consultants et la consultation d'experts locaux nous a conduit à adopter la typologie présentée dans le tableau 1. Dans la ZAE 1, toutes les cultures sont principalement cultivées en culture pure avec peu ou pas de jachères. Pour le champ de mil-sorgho on a seulement environ une année de jachère après cinq ans de mise en culture. Dans la ZAE 2, on retrouve le champ de mil-sorgho comme dans la ZAE 1 mais aussi le champ de haricot en association avec le maïs et le champ de manioc avec les arachides. La ZAE 3 est caractérisée par une utilisation très intensive des terres avec des systèmes mixtes très productifs sans jachères où d'autres techniques sont utilisées pour rétablir la fertilité des sols entre deux récoltes. Les plantations de palmiers à huile commencent un peu dans la ZAE 3, mais sont plus répandus dans les ZAE 4 et 5 où l'on trouve également des plantations de bananier plantain et d'hévéa. Il n'est pas possible d'avoir des cultures en association ni avec le palmier, ni avec l'hévéa.

**Tableau 1 : Types de champs par ZAE et caractéristiques**

ZAE	Type de champ	arachide	coton	haricot	hévéa	maïs	manioc	mil-sorgho	palmier à huile	plantain	temps de culture	temps de jachère	Ratio tps jachère sur tps culture
ZAE1	MOArachide	■										0	
	MOCoton		■									0	
	MOHaricot			■								0	
	MOMais					■						0	
	MOMil							■			5	1	0.2
ZAE2	MCMais			■		■						0	
	MCManioc	■					■			■		0	
	MOMil							■			5	1	0.2
ZAE3	MCMixte	■										0	
	MOPalmier								■			0	
ZAE4	MOArachide	■										0	
	MCMaisHaricot			■		■					3	6	2
	MCManioc	■				■	■				3	6	2
	MOHevea				■							0	
	MOPalmier								■			0	
	MCPlantain	■				■				■	5	3	0.6
ZAE5	MCArachide	■				■	■				2	3	1.5
	MCManioc	■				■	■				3	6	2
	MOHevea				■							0	
	MOPalmier								■			0	
	MOPlantain	■				■				■	5	3	0.6

Source : auteurs ; MO indique que c'est un champ de culture pure (monoculture) tandis que MC indique que c'est un champ de cultures mixtes. Dans les champs de cultures mixtes, la principale culture est celle qui donne le nom au champ.



## 7 ESTIMATION DE LA DEFORESTATION ET DES EMIS- SIONS

---

### 7.1 Expansion des terres agricoles dans la forêt

On utilise les superficies reportées par la carte de l'IGN France (Institut Géographique National de France) en 2010 pour calculer la part des forêts dans toutes les terres non-agricoles d'une ZAE. On applique ensuite cette part à l'expansion agricole calculée pour obtenir la déforestation. Bien que la part de forêts (dont savanes arbustives) soit de 44% dans la végétation naturelle totale dans la ZAE 1, nous avons choisi de limiter la part de l'expansion agricole qui va dans les forêts à 6% dans cette région car cela semble plus cohérent avec la déforestation passée estimée (Tableau 2).

**Tableau 2: Hypothèse sur la part de l'expansion agricole qui va dans les forêts**

Zone Soudano-sahélienne	6%
Zones des hautes savanes	63%
Zone des Hauts Plateaux	55%
Zone forestière Mono-modale	90%
Zone forestière bi-modale	83%

Source : IGN France (2016) pour les ZAE 2 à 5 et UCL (2017) pour la ZAE 1.

### 7.2 Les facteurs d'émission et de séquestration du carbone

Le choix de facteurs d'émission (FE) s'est fait sur la base d'une revue intensive de la littérature. La variation des FE entre les différents types de végétation avant et après la conversion et entre les ZAE est considérable et doit être prise en compte dans le calcul des émissions. Compte tenu des incertitudes liées à la biomasse souterraine, les FE ne prennent en compte que la biomasse aérienne. La prise en compte des FE pour le concept du NERF permet de les remplacer par d'autres FE si nécessaire pour l'établissement du NERF par le ST REDD. La méthodologie générale pour l'élaboration des FE est de calculer les stocks de carbone dans la forêt avant la conversion moins les stocks après la déforestation/dégradation.

#### 7.2.1 Facteurs d'émission pour la déforestation

Les stocks de carbone dans la forêt sont calculés sur la base de la carte de biomasse de Baccini et al. (2012). Cette approche spatialement explicite permet de prendre en compte les variations entre les ZAE. De plus, de manière implicite cette approche prend en compte l'état de dégradation de la forêt. La carte de biomasse de Baccini et al n'est pas en parfaite cohérence avec la définition de la forêt choisi par le Cameroun. En effet des superficies considérables dans la ZAE 1 ne sont pas considérées comme forêts par Baccini tandis que la carte produite par IGN France (2016) montre la présence de forêt sous forme de savane arborée notamment. De ce fait, seules des zones où Baccini montre des stocks >0 sont prises en compte dans le calcul de la moyenne des stocks de carbone (Tableau 3). Les stocks de carbone dans les différents types de couverture des sols après déforestation viennent de la littérature (Tableau 4).

**Tableau 3 : Stocks de carbone par ZAE selon Baccini et al.**

ZAE	Moyenne	Min	Max	Ecart type
ZAE 1 – Soudano-sahélienne	33	9	283	21
ZAE 2 – Hautes Savanes	43	9	326	37
ZAE 3 – Hauts Plateaux	82	9	342	75
ZAE 4 – Monomodale	153	9	343	86
ZAE 5 – Bimodale	189	9	344	92

Source : auteurs sur la base de Baccini et al. (2012)

**Tableau 4 : Stocks de carbone par type de couverture après déforestation**

Couverture végétale	Stock de carbone (en tonnes C par ha)	ZAE où c'est appliqué	Source	Remarque
Palmier à huile	36	Toutes plantations de palmier	Agus et al. (2013)	Moyenne sur la durée de rotation
Hévéa	76	Toutes plantations d'hévéa	Wauters et al. (2008)	
Cultures annuelles	1,8	1	IPCC, tableau 3.3.8	
Cultures annuelles	2,6	2 & 3	idem	
Cultures annuelles	10	4 & 5	idem	
Jachères de cultures mixtes	61,6	3 - 5	Kotto-Same et al. (1997)	
Pâturages	8,7		IPCC, tableau 3.4.9	

Source : voir colonne « source »

De plus, afin de prendre en compte la nature dynamique des stocks de carbone dans des systèmes d'agriculture itinérante, des facteurs de séquestration du carbone dans des jachères sont appliqués sur la base d'un modèle de croissance de la végétation (BioGeoChemistry Management Model utilisé à IIASA<sup>9</sup>) qui avait été calibré en utilisant des données issues de placettes d'échantillons au Gabon. Pour les ZAE 1 à 3 l'hypothèse est faite qu'aucune séquestration de

<sup>9</sup> Voir [http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/EcosystemsServicesandManagement/BioGeoChemistry\\_Management\\_Model\\_\(BGC-MAN\)1.html](http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/EcosystemsServicesandManagement/BioGeoChemistry_Management_Model_(BGC-MAN)1.html)

carbone dans les jachères a lieu. Les taux de séquestration du carbone sont présentés dans le Tableau 5.

**Tableau 5 : Séquestration de carbone dans les jachères.**

Durée de la jachère	Carbone séquestré (tC par ha par an)	ZAE où c'est appliqué
4 ans	2,5	4 et 5
7 ans	3,4	4 et 5
10 ans	3,65	4 et 5

Source: Pietsch, 2016, décrit dans Mosnier et al. (2016)

### 7.2.2 Facteurs d'émission pour les terres forestières demeurant terres forestières (forêts dégradées)

Certaines activités agricoles et forestières n'engendrent pas une disparition de la forêt (déforestation) mais seulement une réduction des stocks de carbone dans la forêt (dégradation). Les filières définies en tant que moteurs de la dégradation forestière sont :

- cacao
- collecte de bois de chauffe
- exploitation forestière artisanale (pour le marché de sciage local) et
- exploitation forestière industrielle (pour le marché international)

L'exploitation minière artisanale a également été identifiée comme un facteur de dégradation forestière au Cameroun mais le manque de données sur les surfaces concernées ne nous a pas permis d'intégrer cet aspect dans notre analyse.

Le cacao est ici défini comme un facteur de dégradation plutôt que de déforestation car au Cameroun, il est produit majoritairement sous l'ombre d'arbres maintenus dans les parcelles par les agriculteurs (Jagoret et al. 2017; Gockowski et Sonwa 2011). Pour cette étude la valeur moyenne rapportée par Saj et al. (2017) de 76 tC/ha a été retenue pour les cacaoyères car le grand numéro d'échantillons (48) qui est utilisé dans l'étude laisse espérer que la valeur choisie soit représentative pour le Cameroun.

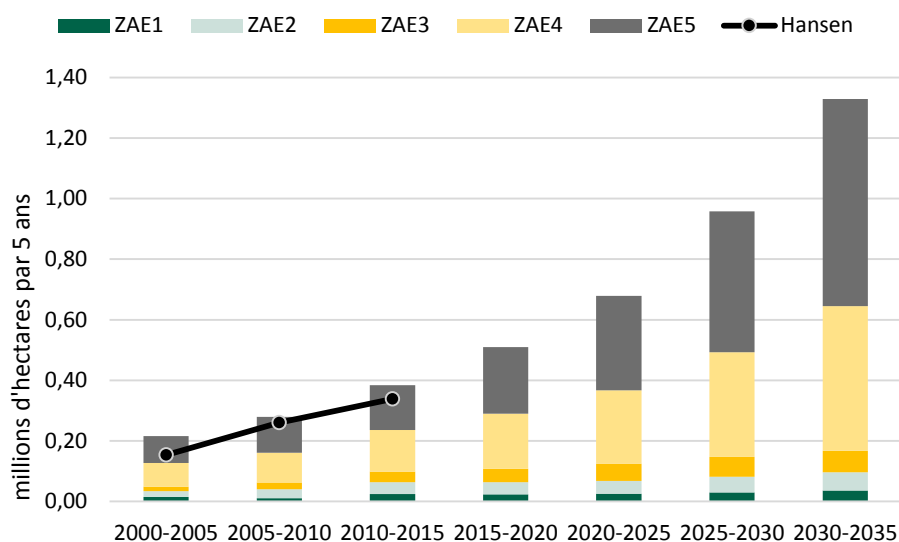
L'exploitation forestière a un impact à la fois direct par l'enlèvement du bois qui va être ensuite commercialisé et indirectes à travers la construction des pistes forestières et les dommages provoqués par la récolte au sein du peuplement restant. Le contenu de carbone dans le bois est estimé à 50% ce qui est une estimation conservatrice étant donné que des essences fréquemment récoltées au Cameroun ont une densité de bois au-dessus de cette valeur (Cerutti et al. 2017). Plusieurs études ont estimé le facteur de dommage au sein du peuplement restant (Pearson 2014; Brown et al. 2005; Makana and Thomas 2006), et Durrieu De Madron et al. (2011) ont effectué une méta-analyse de la littérature et c'est cette valeur qui est utilisée ici (Tableau 6).

**Tableau 6: FE pour les activités menant à la dégradation forestière.**

Activité	Facteur d'émission	Source	Remarque
Cacao	Stock moyen de carbone dans les forêts (Tableau 3) moins stock de carbone restant dans les cacaoyères de 76 tC/ha	Stock de carbone restant selon Saj et al. (2017)	
Exploitation forestière et collecte de bois de chauffe.	0,5 tC/m <sup>3</sup> de bois extrait	IPCC	
Facteur de dommage par l'exploitation forestière conventionnelle	1,06 tC/m <sup>3</sup> de bois extrait	Durrieu De Madron et al. (2011)	Ajouté à chaque m <sup>3</sup> de bois extrait ; pour l'exploitation industrielle et artisanale
Facteur de dommage par l'exploitation forestière à impact réduit	0,99 tC/m <sup>3</sup> de bois extrait	idem	Idem

## 8 RESULTATS

### 8.1 Evolution de la déforestation



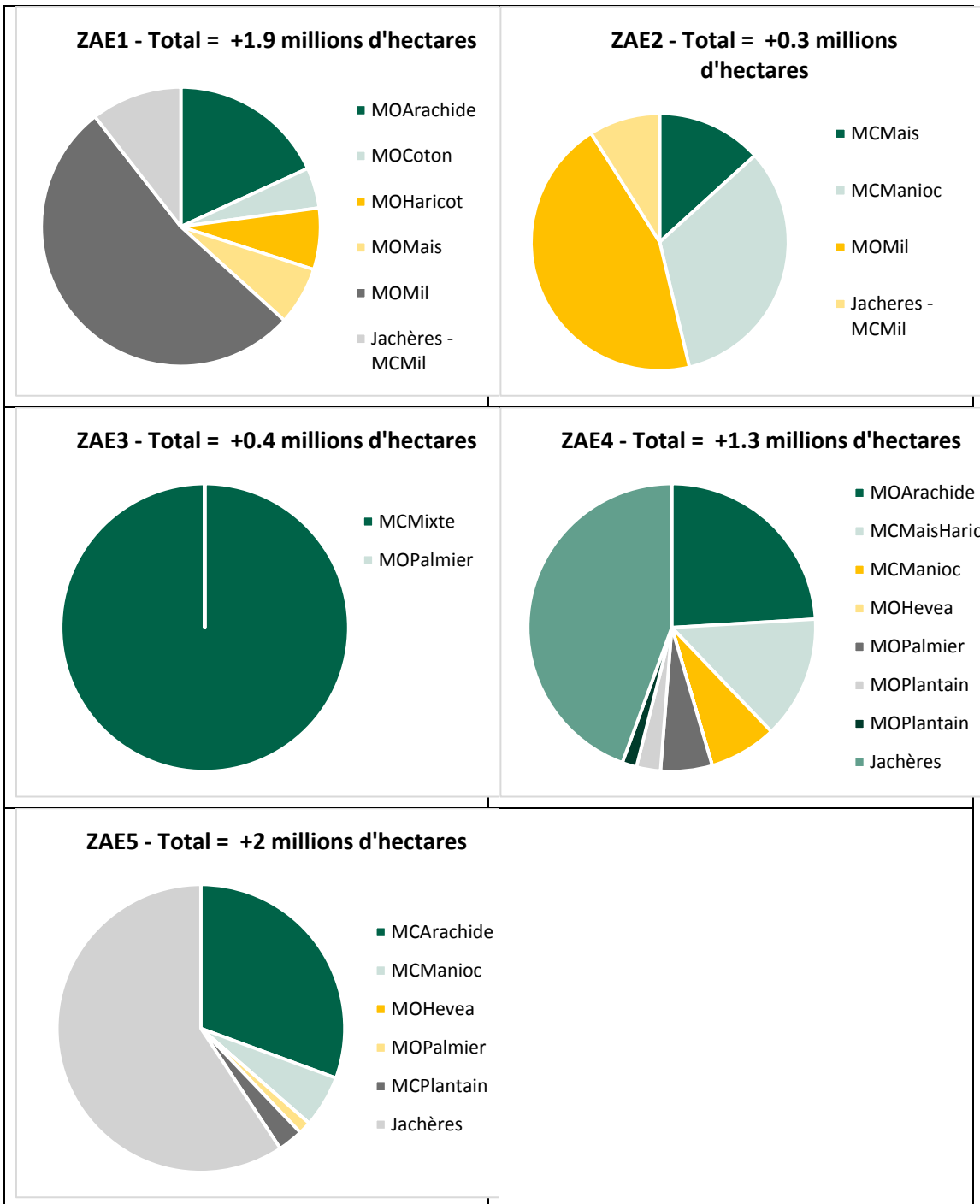
**Figure 10 : Evolution de la déforestation selon nos projections et déforestation historique selon Hansen**

Source : auteurs, basé sur Hansen (2013)

Les estimations obtenues avec l'outil qui a été développé dans Excel montrent une très forte augmentation de la déforestation au cours de 2000-2035 dans un scénario BAU (Figure 10). Sur la période 2000-2015, nos estimations de la déforestation cumulée sont proches de Hansen avec une légère surestimation de 17%. En termes de dynamique sur la période historique, on a tendance à surestimer la déforestation en début de période et sous-estimer la déforestation en fin de période par rapport à Hansen. Nos résultats montrent que la ZAE 4 et la ZAE 5 représentent 77% de la déforestation totale en 2000 et 87% de la déforestation totale en 2035.

On peut maintenant regarder plus précisément dans chaque ZAE, ce qui provoque cette déforestation (Figure 11). Les augmentations les plus fortes des terres agricoles entre 2015 et 2035 sont dans la ZAE 1 et la ZAE 5 avec 1,9 et 2 millions d'hectares en plus respectivement. Vient ensuite la ZAE 4 avec 1,3 millions d'ha, la ZAE 3 avec 0,4 millions d'hectares et 0,3 millions d'hectares pour la ZAE2. Néanmoins, comme on a fait l'hypothèse que seulement 6% de l'expansion des terres agricoles allaient dans la forêt dans la ZAE 1 cela se traduit par une déforestation assez faible.

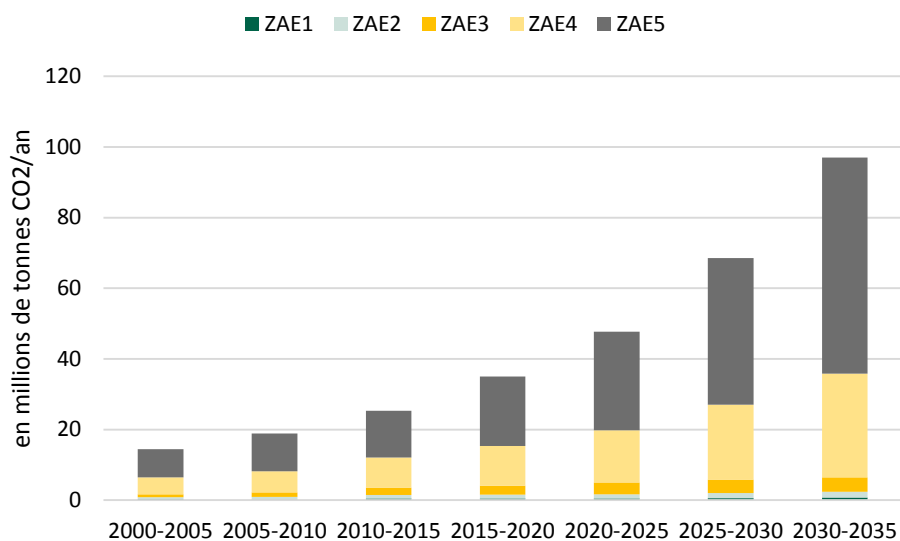
Dans la ZAE 1 et la ZAE 2, l'expansion agricole est principalement due à l'augmentation des surfaces cultivées en mil-sorgho. Dans la ZAE 3, on prévoit une augmentation des champs de culture mixtes. Le réalisme de cette estimation dans un contexte de rareté des terres disponibles dans la ZAE 3 devra être analysé plus en détails. Dans les ZAE 4 et 5, les jachères constituent une part significative de l'expansion agricole. Avec l'augmentation de la densité de population, ce système de jachères longues pourrait également être remis en question. Les champs d'arachide augmentent particulièrement dans ces deux zones.



**Figure 11 : Surfaces et part de l'expansion agricole calculée entre 2015 et 2035 par facteur et par ZAE (MO = monoculture, MC = champs mixtes)**

Source: auteurs

Une incertitude concerne l'impact des ruminants sur la forêt. Nous n'avons finalement pas inclus la demande en pâturages dans l'analyse car nous avons eu des doutes quant à la délimitation de surfaces de pâturages distinctes des prairies naturelles. Il faudrait encore compléter cette partie de l'analyse dans l'avenir.



**Figure 12 : Evolution des émissions issues de la déforestation en millions de tonnes de CO2 par an par période**

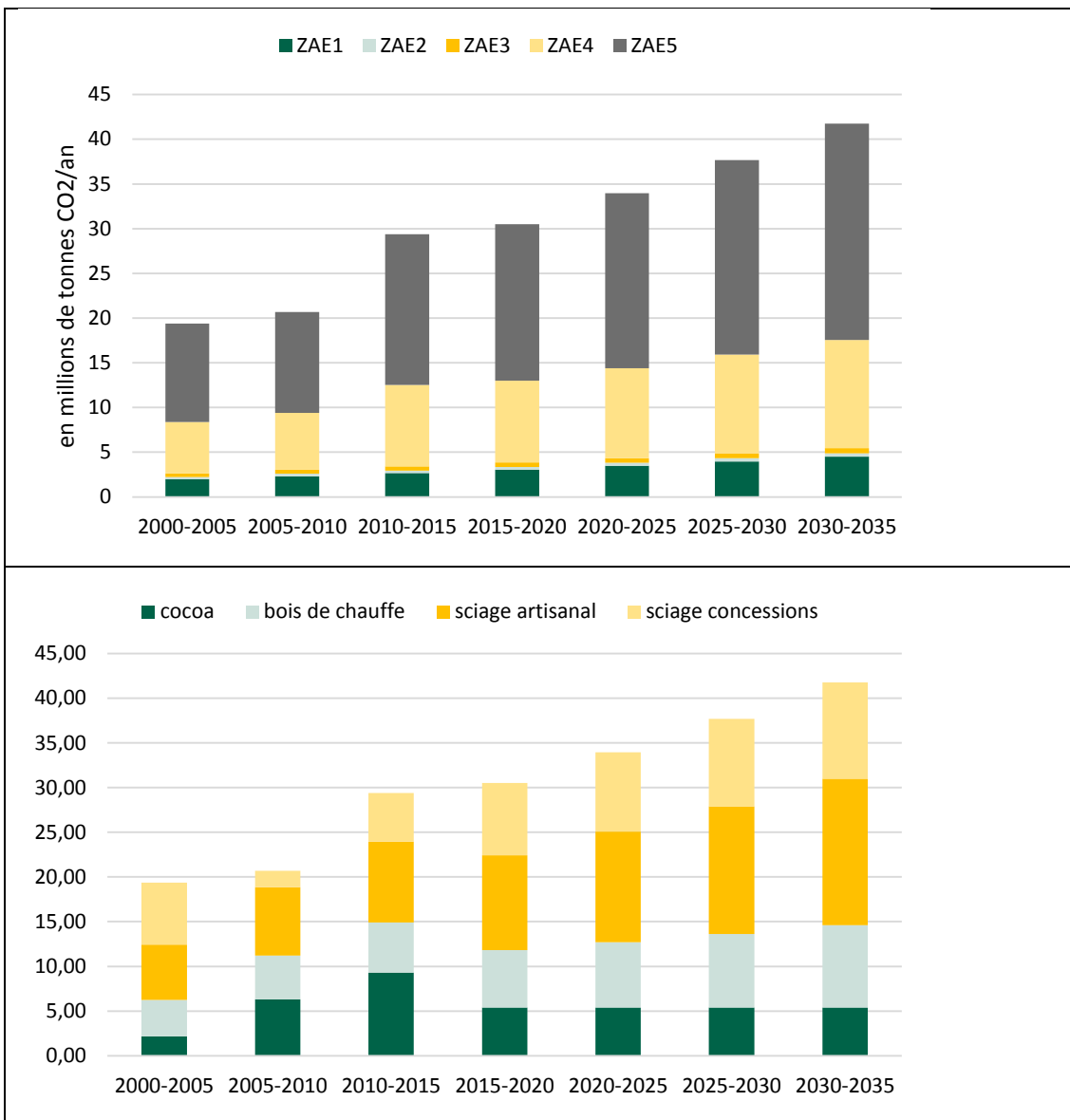
Source : auteurs

## 8.2 Evolution de la dégradation des forêts

Nous avons comptabilisé les émissions liées à la dégradation des forêts à partir :

- de l'évolution des surfaces en cacaoyères ;
- de la consommation de bois de chauffe ;
- des prélèvements pour le bois de construction dans les concessions ;
- des prélèvements pour le bois de construction en-dehors des concessions selon une exploitation artisanale.

Les émissions par an avoisinent les 20 millions de tCO2 équivalent sur la période 2000-2005 (Figure 13) soit un peu plus que les émissions liées à la déforestation sur la même période, mais elles augmentent moins vite que les émissions issues de la déforestation au cours de la période étudiée. Les principales régions d'émissions sont comme pour la déforestation dans les ZAE 4 et ZAE 5. En effet, la plupart de l'exploitation industrielle dans les concessions forestières, de l'exploitation forestière artisanale et des cacaoyères ont lieu dans les ZAE 4 et 5. En termes de cause, l'exploitation forestière artisanale est la première cause de dégradation dans nos estimations, et la source qui augmente le plus au cours du temps. Les émissions dues aux cacaoyères diminuent par rapport à 2005-2015. Le bois de chauffe a un impact particulièrement élevé sur les émissions dans la ZAE 1 et dans la ZAE 5 à cause de l'approvisionnement des zones urbaines (approvisionnement des zones rurales non comptabilisées dans les émissions car généralement liées à l'activité agricole).



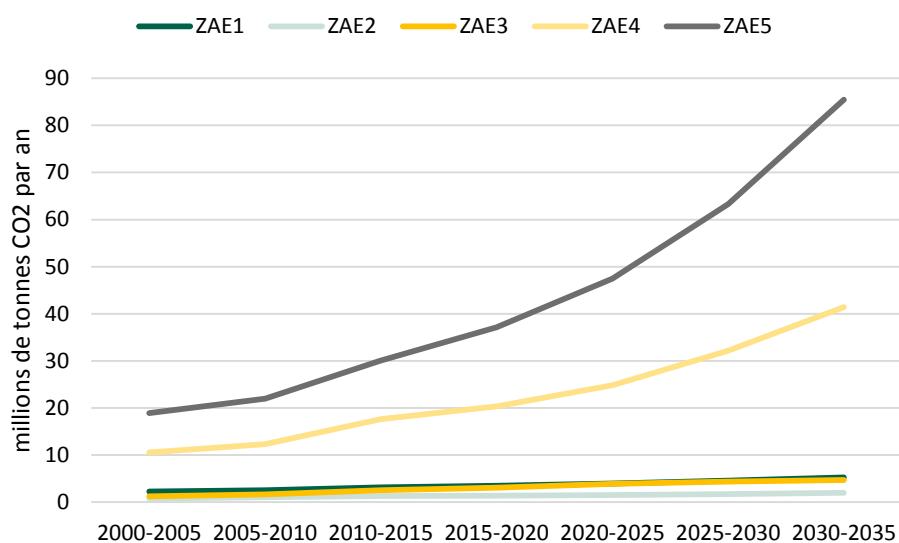
**Figure 13 : Emissions issues de la dégradation forestière par ZAE (haut) et par source (bas)**

Source : auteurs

### 8.3 Emissions totales

La Figure 14 calcule les émissions moyennes par an issues de la déforestation et de la dégradation des forêts liées aux activités agricoles et forestières par ZAE. Par rapport aux émissions moyennes sur la période historique 2000-2015, les émissions moyennes sur 2015-2035 sont 1,6 fois plus élevées dans la ZAE 1 et la ZAE 2, puis 2,2 fois plus élevées dans la ZAE 3 et la ZAE 4, et enfin 2,5 fois plus élevées dans la ZAE 5 (Tableau 7). Au niveau national, les émissions futures estimées sont 2,3 fois plus élevées que la moyenne historique. Ce sont ces facteurs qui pourraient servir d'ajustement des émissions historiques pour le NRF du Cameroun.





**Figure 14 : Evolution des émissions totales estimées en tonne CO<sub>2</sub> par an entre 2000 et 2035 par ZAE**

Source : les auteurs

**Tableau 7 : Facteur d'ajustement des émissions historiques**

	2000-2015	2015-2035	Facteur d'ajustement
ZAE1	2.6	4.3	1.6
ZAE2	1.1	1.7	1.6
ZAE3	1.8	4.0	2.2
ZAE4	13.5	29.7	2.2
ZAE5	23.7	58.3	2.5
TOTAL	42.7	98.0	2.3

Source : auteurs

## 8.4 Scénarios de réduction des émissions

L'outil développé dans Excel et présenté dans ce rapport a également été utilisé pour tester l'impact des options stratégiques de réduction des émissions :

- SCEN 1 – Augmentation des rendements des palmiers à huile de 20% entre 2015 et 2035
- SCEN 2 – Augmentation des rendements du maïs de 100% entre 2015 et 2035
- SCEN 3 – Augmentation des rendements du cacao de 35% dans la ZAE 4 et de 20% dans la ZAE 5 entre 2025 et 2035
- SCEN 4 – Généralisation de l'exploitation à impact réduit dans les concessions forestières

Les résultats de ces scénarios sont présentés dans le rapport sur les options stratégiques et peuvent être consultés dans l'outil Excel.

## 9 CONCLUSION

---

Nous avons tout d'abord revu les niveaux de référence qui ont été soumis à ce jour par 23 pays à la CNUCCC. Nous avons fourni un tableau de synthèse qui récapitule les différents choix qui ont été faits en termes d'échelle, des données d'activité utilisées, de la période de référence et de réservoirs de carbone. Cela pourra continuer d'alimenter les réflexions du Secrétariat Technique REDD+ du Cameroun au moment de prendre les choix pour l'élaboration de son niveau de référence.

A ce jour, seulement six pays ont procédé à un ajustement de leurs émissions historiques dans leur niveau de référence et les méthodes utilisées ne permettent bien souvent pas de prendre en compte les grands changements qui risquent d'affecter le couvert forestier dans les prochaines années. Compte tenu de la situation du Cameroun qui est un pays fortement boisé avec un taux de déforestation historique faible, l'ajustement des émissions historiques est crucial pour pouvoir garantir un financement à la hauteur des efforts qui s'avèreront nécessaires pour lutter contre la déforestation dans le futur.

L'approche que nous avons proposée met un accent très fort sur le secteur agricole. Cela est en phase avec toute la littérature sur les moteurs de la déforestation au Cameroun qui identifie l'agriculture comme la cause principale de la déforestation. Notre approche repose sur l'estimation de la demande pour les produits agricoles. En effet, la croissance de la population au Cameroun dans les 20 prochaines années est déjà lancée et va conduire à des besoins supplémentaires, notamment alimentaires. De plus, le Cameroun exporte déjà des produits agricoles vers les pays voisins qui sont également dans une phase de forte croissance démographique.

Pour garantir l'appropriation de cette méthode par les experts camerounais qui seront appelé à développer le niveau de référence en prenant en compte les aspirations et suggestions des décideurs politiques, nous avons développé un cadre d'analyse dans Excel. Nous avons regroupé des données de différentes sources et de différentes natures pour chacune des filières considérées. Néanmoins, un certain nombre de paramètres repose sur des hypothèses qu'il est possible de réviser avec une meilleure connaissance du contexte dans chaque ZAE.

Les résultats actuels montrent une forte augmentation de la déforestation dans le futur au Cameroun et donc la nécessité de procéder à un ajustement des émissions historiques pour le niveau de référence. Le facteur d'ajustement varie entre 1,6 pour les ZAE 1 et 2 ; 2,2 pour les ZAE 3 et 4 ; et 2,5 pour la ZAE 5. Ceci correspond au niveau national à un ajustement des émissions historiques annuelles moyennes sur la période 2000-2015 par 2,3 pour arriver aux émissions annuelles moyennes estimées sur la période 2015-2035.

Les données et hypothèses utilisées pour ces estimations doivent maintenant être revues et affinées par les experts sectoriels. Les facteurs d'émission utilisés devront aussi être alignés avec les orientations du système MNV du Cameroun. Enfin, l'outil proposé va au-delà du niveau de référence et offre un cadre utile pour l'élaboration de stratégies sectorielles en minimisant l'impact sur les forêts. On peut encore le développer au-delà en calculant par exemple sur la base des projections déjà disponibles, l'évolution de l'état nutritionnel de la population dans les différentes ZAE, ou encore les implications en termes de surfaces moyennes des exploitations agricoles.

## 10 BIBLIOGRAPHIE

---

- Agus, Fahmuddin, Ian Henson, Bambang Heru Sahardjo, Nancy Harris, Meine van Noordwijk, and Timothy Killeen. 2013. "Review of Emission Factors for Assessment of CO<sub>2</sub> Emission from Land Use Change to Oil Palm in Southeast Asia." [http://www.rspo.org/file/GHGWG2/3\\_review\\_of\\_emission\\_factors\\_Agus\\_et\\_al.pdf](http://www.rspo.org/file/GHGWG2/3_review_of_emission_factors_Agus_et_al.pdf).
- Baccini, A., S. J. Goetz, W. S. Walker, N. T. Laporte, M. Sun, D. Sulla-Menashe, J. Hackler, et al. 2012. "Estimated Carbon Dioxide Emissions from Tropical Deforestation Improved by Carbon-Density Maps." *Nature Climate Change* 2 (3). Nature Publishing Group: 182–85. doi:10.1038/nclimate1354.
- Brown, Sandra, Timothy Pearson, Nathan Moore, Aziza Parveen, Stephen Ambagis, and David Shoch. 2005. "Impact of Selective Logging on the Carbon Stocks of Tropical Forests: Republic of Congo as a Case Study." Arlington, USA. [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/pnade434.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnade434.pdf).
- Cerutti, Paolo Omar, Daniel Suryadarma, Robert Nasi, Eric Forni, Vincent Medjibe, Sebastien Delion, and Didier Bastin. 2017. "The Impact of Forest Management Plans on Trees and Carbon: Modeling a Decade of Harvesting Data in Cameroon." *Journal of Forest Economics* 27 (April): 1–9. doi:10.1016/j.jfe.2017.01.004.
- Chagas Thiago, John Costenbader, Charlotte Streck, Stephanie Roe. 2013. "Reference levels: concepts, functions, and application in REDD+ and forest carbon standards". *Cimate Focus*
- Durrieu De Madron, Luc, Sébastien Bauwens, Adeline Giraud, Didier Hubert, and Alain Billand. 2011. "Estimation de L'impact de Différents Modes D'exploitation Forestière Sur Les Stocks de Carbone En Afrique Centrale." *Bois et Forêts Des Tropiques* 308 (2): 75–86. [http://bft.cirad.fr/cd/BFT\\_308\\_75-86.pdf](http://bft.cirad.fr/cd/BFT_308_75-86.pdf).
- Gockowski, Jim, and Denis Sonwa. 2011. "Cocoa Intensification Scenarios and Their Predicted Impact on CO<sub>2</sub> Emissions, Biodiversity Conservation, and Rural Livelihoods in the Guinea Rain Forest of West Africa." *Environmental Management* 48 (2): 307–21. doi:10.1007/s00267-010-9602-3.
- IGN France. 2016. "Harmonisation Des Cartographies Forestières Produites Par Les Projets REDDAF et OSFT Sur Le Cameroun Rapport de Livraison." Paris , France.
- Jagoret, Patrick, Didier Snoeck, Emmanuel Bouambi, Hervé Todem Ngnogue, Salomon Nyassé, and Stéphane Saj. 2017. "Rehabilitation Practices That Shape Cocoa Agroforestry Systems in Central Cameroon: Key Management Strategies for Long-Term Exploitation." *Agroforestry Systems*, January. Springer Netherlands, 1–15. doi:10.1007/s10457-016-0055-4.
- Makana, Jean-Remy, and Sean C. Thomas. 2006. "Impacts of Selective Logging and Agricultural Clearing on Forest Structure, Floristic Composition and Diversity, and Timber Tree Regeneration in the Ituri Forest, Democratic Republic of Congo." *Biodiversity & Conservation* 15 (4): 1375–97. doi:10.1007/s10531-005-5397-6.
- MINEPDED 2016. "Les causes de la déforestation et de la dégradation forestière au Cameroun: une synthèse de la littérature."
- Mosnier, Aline, Adeline Makoudjou, Eustache Awono, Rebecca Mant, Johannes Pirker, Peguy Tonga, Petr Havlik, et al. 2016. "Modélisation Des Changements D'utilisation Des Terres Pour Le Cameroun 2000-2030. Rapport Final Du Projet REDD-PAC." Laxenburg, Autriche

- Cambridge, Royaume Uni et Yaounde, Cameroun. [http://pure.iiasa.ac.at/13771/19/CMR-FR\\_Full\\_Final.pdf](http://pure.iiasa.ac.at/13771/19/CMR-FR_Full_Final.pdf).
- Pearson, Timothy R H, Sandra Brown, and Felipe M Casarim. 2014. "Carbon Emissions from Tropical Forest Degradation Caused by Logging." *Environmental Research Letters* 9 (3): 34017. doi:10.1088/1748-9326/9/3/034017.
- Saj, Stéphane, Claire Durot, Kenneth Mvondo Sakouma, Kevin Tayo Gamo, and Marie-Louise Avana-Tientcheu. 2017. "Contribution of Associated Trees to Long-Term Species Conservation, Carbon Storage and Sustainability: A Functional Analysis of Tree Communities in Cacao Plantations of Central Cameroon." <http://dx.doi.org/10.1080/14735903.2017.1311764>. Taylor & Francis. doi:10.1080/14735903.2017.1311764.
- Sandker Marieke, Donna Lee, Philippe Crete, Maria Sanz-Sanchez. 2016. "Nouvelles approches des niveaux d'émissions de référence pour les forêts et/ou niveaux de référence pour les forêts dans le contexte de la REDD+". FAO
- Wauters, J B, S Coudert, E Grallien, A Jonard, and Q Ponette. 2008. "Carbon Stock in Rubber Tree Plantations in Western Ghana and Mato Grosso (Brazil)." *Forest Ecology and Management* 255 (7): 2347–61. doi:10.1016/j.foreco.2007.12.038.

## 11 ANNEXES

---

**Tableau 8: Revue de la méthodologie adoptée par d'autres pays pour l'établissement du NERF.**

Pays	Echelle	Données	Période de référence	Activités	Réservoirs de carbone	Gaz pris en compte	Méthodologie adoptée	Améliorations
Cote d'Ivoire	Territoire national	Données Landsat ; cartes forestières produites par BNETD/CIGN . (années 1990, 2000 et 2015)	2000-2015	Déforestation ; Afforestation	Biomasse aérienne ; Biomasse souterraine et litière	CO2	<p><b>Emissions historiques moyennes nettes=Emissions moyennes-Absorptions moyennes</b></p> <p><b>Emission Historique = Données d'activité (DA) * Facteurs d'émission (FE).</b></p> <p><b>Absorption historique = <math>(N^2 * (N-1)/2) * DA * FA</math></b></p> <p><b>N</b> = Nombre d'année d'accroissement des plantations</p> <p><b>DA</b> = Données d'Activité ou surface moyenne afforestée par an</p> <p><b>FA</b> = Facteur d'absorption ou quantité d'éqCO2 absorbée par ha et par an</p> <p><b>NB.</b> Pour le calcul des facteurs d'émission des réservoirs de carbone, utilisation des valeurs par défaut de biomasse aérienne fournis par le GIEC(2006) correspondant à leur zone agro-écologique</p>	Aucun ajustement prévu
Congo	Territoire national	FACET ; GAF et GFC	2000-2012	Déforestation ; dégradation (planifiée et non planifiée)	Biomasse aérienne ; Biomasse souterraine et biomasse du bois mort	CO2	<p><b>Emission Historique = Données d'activité (DA) * Facteurs d'émission (FE).</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Utilisation des équations allométriques (modèle 7) pour l'estimation de la biomasse aérienne ; puis utilisation ratio tige/racine pour déduire la biomasse souterraine</li> <li>▪ <b>Biomasse Bois mort = Biomasse Bois mort sur pied + Biomasse Bois mort couché + Biomasse souches</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ un ajustement couvrant la période 2012 à 2025 a été fait sur la base d'informations connues sur la déforestation planifiée et la dégradation planifiées</li> <li>▪ Inclusion de la litière (plus tard)</li> </ul>

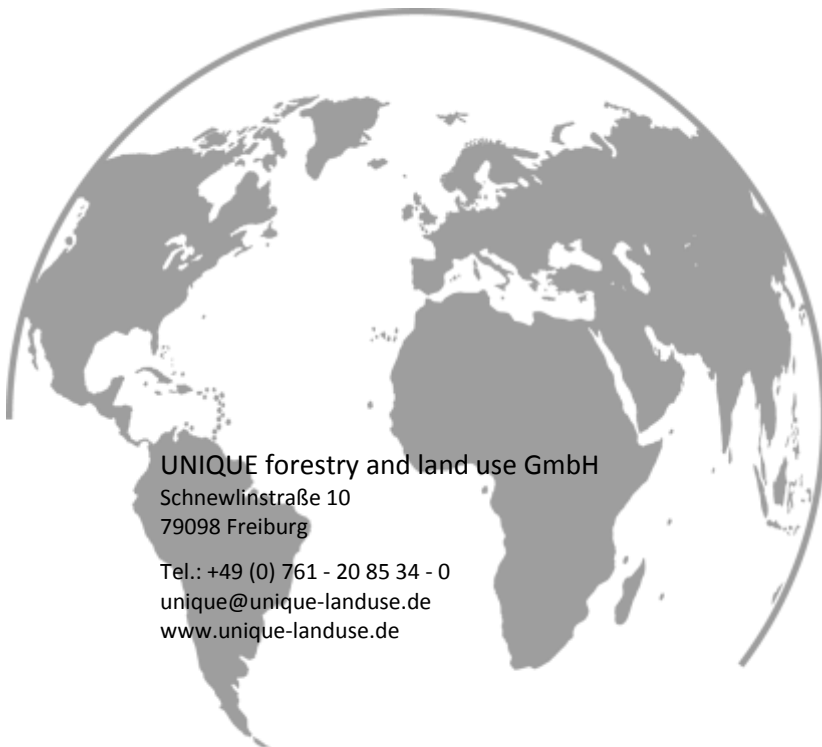
Pays	Echelle	Données	Période de référence	Activités	Réservoirs de carbone	Gaz pris en compte	Méthodologie adoptée	Améliorations
Ethiopie	National mais pour le moment juste un Etat est couvert	Landsat 8 et GFC	2000-2013	Déforestation et afforestation	Biomasse aérienne ; Biomasse souterraine et biomasse du bois mort	CO2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Equation allométrique de Chave et al. (2014) pour le calcul de la biomasse aérienne ; ratio tige/racine pour déduction biomasse souterraine ; la formule de <b>De Vries(1986)</b> pour la biomasse du bois mort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-prise en compte de la dégradation</li> <li>-couverture nationale</li> </ul>
Ghana	National	Carte MODIS	2000-2015	Déforestation, dégradation et afforestation	Biomasse aérienne, biomasse souterraine, biomasse de la litière, biomasse du bois mort et carbone du sol. <b>NB :</b> quelques variantes par activité	CO2	<p>Calcul des facteurs d'émission de la dégradation sous la base de méthodes mis en évidence par Pearse et al. (2014)</p> <p>calcul des facteurs d'émission dues :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ à l'exploitation légale du bois</li> <li>▪ à l'exploitation illégale du bois</li> <li>▪ aux feux de brousse</li> </ul>	Pas d'ajustement
Zambie	National	Cartes Landsat, Inventaire forestier national	2005-2014	Déforestation	Biomasse aérienne ; Biomasse souterraine et biomasse du bois mort	CO2	Modèle logarithmique utilisée pour calculer la biomasse aérienne	-Intégration future du carbone organique du sol

Pays	Echelle	Données	Période de référence	Activités	Réservoirs de carbone	Gaz pris en compte	Méthodologie adoptée	Améliorations
Tanzanie	National : territoire principal +île de Zanzibar	Landsat 7 ETM+ ; Landsat 8 OLI; Landcover maps; Orthophotographs et RapidEye ; Inventaire forestier national Global Wood Density database (Chave et al., 2009; Zanne et al., 2009)	2002-2013 pour le territoire principal Et 2004-2012 pour Zanzibar	Déforestation	Biomasse aérienne ; Biomasse souterraine et biomasse du bois mort	CO2	Equations allométriques pour le calcul de la biomasse aérienne puis ratio tige/racine pour biomasse souterraine  Biomasse du bois mort = volume * densité de bois spécifique	Prise en compte future de la dégradation forestière, l'afforestation, la gestion durable des forêts et la conservation des forêts
Mexique	National	Inventaire forestier national	2000-2010	Déforestation	Biomasse aérienne ; Biomasse souterraine et carbone organique du sol	CO2	Equation allométrique de Cairns et al. (1997) pour estimer la biomasse	-possibilité future d'inclure la dégradation et les feux de brousse



Pays	Echelle	Données	Période de référence	Activités	Réservoirs de carbone	Gaz pris en compte	Méthodologie adoptée	Améliorations
Brésil	régions du <b>Cerrado</b> et de <b>l'Amazonie</b> (~73% de la biomasse totale)	Données INPE, données Landsat 5	2000-2010 pour Cerrado et 2001-2010 pour l'Amazonie	Déforestation	Biomasse aérienne, la biomasse souterraine, la litière et la biomasse du bois mort.	CO2	Plus de détails dans le texte	-Evoluer vers un FREL national -Possibilité d'inclure d'autres activités
Vietnam	National		1995-2010 subdivisée en trois : 1995-2000 ; 2000-2005 et 2005-2010	la déforestation ; la dégradation des forêts, la reforestation, la restauration des forêts ; et la conservation des stocks de carbone.	Biomasse aérienne et biomasse souterraine	CO2	FREL= SOMME (données d'activité *émissions/absorptions correspondantes)	-Prise en compte des programmes de restauration des stocks de carbone, de reforestation et de protection de forêt depuis le milieu des années 1990 (le présent FREL a considéré un taux d'effectivité de 75%) - Prise en compte de la biomasse du bois mort, la litière et la carbone organique du sol

Pays	Echelle	Données	Période de référence	Activités	Réservoirs de carbone	Gaz pris en compte	Méthodologie adoptée	Améliorations
Indonésie	surfaces occupées par des forêts naturelles en 1990	Cartes nationales disponibles	1990-2012	Déforestation et dégradation	Biomasse aérienne et biomasse du sol	CO2		
Pérou	Amazonie Péruvienne (92,7% des forêts)		2001-2014	Déforestation	Biomasse aérienne et souterraine	CO2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ projection linéaire les émissions historiques (2001-2014) de la déforestation brute sur la période 2015-2020</li> <li>▪ Equations allométriques pour le calcul des stocks de carbone de la biomasse aérienne</li> </ul>	
Colombie	biome amazonien colombien (67% de la couverture forestière)	Colombia's Forest and Carbon Monitoring System (SMBYC)	2000-2012	Déforestation	Biomasse aérienne et biomasse souterraine	CO2	Equations allométriques de Alvarez et al.(2012) pour le calcul des stocks de carbone de la biomasse aérienne	Un ajustement de 10% a été fait pour tenir compte des tendances futures d'investissement et plans et programmes régionaux de développement



UNIQUE forestry and land use GmbH  
Schnewlinstraße 10  
79098 Freiburg

Tel.: +49 (0) 761 - 20 85 34 - 0  
[unique@unique-landuse.de](mailto:unique@unique-landuse.de)  
[www.unique-landuse.de](http://www.unique-landuse.de)