



« ELABORATION DES FACTEURS D'EMISSIONS SPECIFIQUES POUR MADAGASCAR »

Rapport intermédiaire # 2

Définition des facteurs d'émission spécifiques pour les secteurs AFOLU et Énergie

Mandaté par :

- Bureau National des changements climatiques, du Carbone et de la REDD + du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (BNCC-REDD+ / MEDD)
- Conservation International (CI)

Pour le Groupe de Consultants :

Tantely M. Razafimbelo



Antananarivo – Madagascar 2020

CBIT CAPACITY-BUILDING INITIATIVE
FOR TRANSPARENCY

SOMMAIRE

1	Introduction	7
2	Rappel des objectifs du mandat.....	8
3	Objet du présent livrable.....	8
4	Approche méthodologique pour la recherche des facteurs spécifiques à Madagascar	8
4.1	L'analyse des améliorations apportées par les Lignes directrices du GIEC (2006)	8
4.1.1	Compilation de tous les FEs et paramètres par type de catégorie clés	10
4.1.2	Confrontation des valeurs des FEs Tier 1 du GIEC 1996 et du GIEC 2006.....	13
4.1.3	Capitalisation des FEs et paramètres de l'EFDB.....	13
4.2	Recherches bibliographiques sur les EFs spécifiques à Madagascar.....	13
4.2.1	Analyse des FEs et paramètres spécifiques de l'EFDB.....	14
4.2.2	Recherche et consultation des différents rapports et travaux d'études disponibles à Madagascar	14
4.2.3	Valorisation des données scientifiques disponibles auprès du groupe de Consultants et recherche bibliographique dans les littératures scientifiques Peer-review.	14
5	Résultats.....	15
5.1	Amélioration des facteurs Tier 1	15
5.1.1	Mise à jour de la valeur FE entre GIEC 1997 et GIEC 2006 pour une catégorie donnée	15
5.1.2	Mise à jour des données utilisées permettant le choix du FE/paramètre approprié pour être en cohérence avec les Lignes Directrices du GIEC (2006).	16
5.2	Les FE spécifiques à Madagascar	20
	Références bibliographiques	108

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Liste des Facteurs d'émission et des paramètres (ou facteurs de conversion) des catégories retenues	11
Tableau 2 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Forest land remaining Forest land Living biomass »	24
Tableau 3 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Forest land remaining Forest land - Soil »	51
Tableau 4 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Settlements remaining Settlements - Living Biomass»	54
Tableau 5 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Cropland remaining cropland - Biomass».....	55
Tableau 6 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Cropland remaining cropland – Soil »	58
Tableau 7 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Grassland remaining Grassland- Soil »	77
Tableau 8 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Fuel combustion Wood-Wood Waste ».....	83
Tableau 9 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Fuel combustion - Transport-Road transport Diesel ».....	84
Tableau 10 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Agricultural soils - Indirect N ₂ O Emission from Managed Soils : From Leaching »	85
Tableau 11 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Agricultural Soils - Direct N ₂ O Emissions from managed soils - Pasture range and Paddock »	90
Tableau 12 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Enteric Fermentation -Cattle b. Non Dairy ».....	93
Tableau 13 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Manure Management - Other (pasture range and paddock) »	98
Tableau 14 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Direct N ₂ O Emissions from Managed soils (4D Agricultural soils - Histosols) ».....	99
Tableau 15 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Rice cultivation - Rainfed b. Drought prone ».....	100

LISTE DES ABREVIATIONS

AFOLU	Agriculture, Forestry and Other Land Use Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie
BNCC-REDD+	Bureau National des changements climatiques, du Carbone et de la REDD +
BWD	Basic Wood Density
CBIT	Capacity Building Initiative for Transparency
CCNUCC	Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CDN	Contributions Déterminées au niveau National
CI	Conservation Internationale
CN	Communication nationale
Dhp	Diamètre à hauteur de poitrine
FE	Facteur d'émission
FEB	Facteur d'expansion de la biomasse
FECB	Facteur d'expansion et de conversion de la biomasse
EFDB	Emission Factor Database
GBP2000	Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (IPCC, 2000) Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux
GBP-LULUCF	Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie
GES	Gaz à Effet de serre
GIEC	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat
IEFN	Inventaire Ecologique Forestier National
MEDD	Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
RBA	Rapport Biennal Actualisé
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UTCTAF	Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie
USAID	United State Agency for International Development

Résumé exécutif

Dans le cadre de la mise en œuvre du projet de « Renforcement de la Capacité nationale à mettre en œuvre les éléments de transparence de l'Accord de Paris » à travers l'initiative de Renforcement des Capacités pour la Transparence (Capacity Building Initiative for Transparency – CBIT), le Bureau National des Changements Climatiques, du Carbone et de la REDD+ auprès du Ministère en charge de l'Environnement et du Développement Durable (BNCC-REDD+/MEDD) et la Conservation International Madagascar (CI), ont mis en place des activités visant à améliorer des facteurs d'émission (FE) spécifiques à Madagascar pour les secteurs d'activités prioritaires.

Un groupe de consultants a été mandaté pour élaborer les facteurs d'émissions spécifiques à Madagascar relatifs aux secteurs de l'Agriculture, la Foresterie et autre utilisation des terres (Agriculture, Forestry and Other Land Use, AFOLU) et au secteur de l'Énergie à Madagascar. La mission consiste à (i) effectuer un état des lieux et une analyse des FEs Tier 1 actuellement utilisés (Action 1), (ii) proposer des facteurs d'émission spécifiques pour les secteurs AFOLU et Énergie suivant la disponibilité des données (Action 2), et (iii) élaborer une proposition de directives et d'approches d'accompagnement du pays dans la transition de l'utilisation des FEs Tier 1 aux FEs spécifiques au pays pour ses inventaires de GES (Action 3).

L'Action 2, objet de ce livrable, a été réalisée suivant la démarche préconisée par la CCNUCC aux Parties pour l'amélioration de leurs inventaires nationaux de GES. Après avoir identifié les catégories clés dans l'Action 1, le GIEC recommande aux pays de l'Annexe B de passer progressivement vers le Tier 1 (2006) par l'utilisation des Lignes Directrices 2006 (2006 IPCC Guidelines) pour l'établissement des inventaires plus précis et ensuite recommande selon la disponibilité des informations scientifiques et la capacité et ressources au niveau du pays, l'utilisation des facteurs spécifiques aux pays (Tier 2 et Tier 3). Les facteurs spécifiques ont été acquis à partir des données mesurées et/ou modélisées de l'EFDB 2006, de différents rapports nationaux, de mémoires d'étudiants, de la littérature scientifique nationale et internationale, de bases de données locales et d'avis d'experts. Les améliorations des facteurs Tier 1 ont été réalisées par le passage des valeurs Tier 1 du GIEC 1997 aux valeurs mises à jour du GIEC 2006.

Cette analyse a permis de ressortir 67 facteurs spécifiques adaptés au contexte de Madagascar sur les 16 catégories clés identifiées durant l'Action 1. Ces facteurs spécifiques identifiées permettent déjà d'améliorer la qualité des inventaires nationales de GES en diminuant les incertitudes liées aux facteurs d'émission et de conversion. Néanmoins, ces facteurs identifiés demeurent insuffisants du fait du nombre important de facteurs à considérer dans les différentes catégories clés identifiées et du faible nombre de travaux actuellement déjà menés (et valorisable) à Madagascar sur les émissions de GES des secteurs considérés. La formulation de la démarche à adopter vers l'acquisition de ces facteurs spécifiques à l'échelle du pays (Tier 2 et Tier 3) fera ainsi l'objet de l'Action 3 prévue dans ce mandat. Un plan de transition vers l'acquisition des facteurs spécifiques du pays sera également proposé dans l'Action 3, comprenant des directives institutionnelles, méthodologiques, techniques et financières.

1 Introduction

Le Gouvernement de Madagascar est tenu de soumettre les informations sur la mise en œuvre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) notamment les actions d'atténuation et d'adaptation au changement climatique au niveau nationale ainsi que les inventaires des émissions anthropiques par les sources et les absorptions par les puits de GES. Au niveau national, en adéquation avec sa contribution à l'effort global en matière de changement climatique par sa Contribution Déterminée au niveau National (CDN), Madagascar doit ainsi s'engager à effectuer les différents rapports demandés par la Convention en toute transparence.

Madagascar envisage de soumettre dans le temps imparti, auprès du secrétariat de la CCNUCC, les Communications Nationales (CNs) et les Rapports Biennaux Actualisés (RBAs) et, ceci, selon les directives et lignes directrices internationales du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC). Les activités à déployer devront être en cohérence avec celles envisagées dans le cadre de transparence renforcée de l'Accord de Paris et qui concerne différents éléments dont la notification des émissions et bilans de gaz à effet de serre (GES) et les progrès vers la mise à jour de la CDN.

Toutefois, depuis l'établissement de ses trois CNs (respectivement en 2003, 2010 et 2017) et en vue de l'élaboration de son premier RBA, le Gouvernement de Madagascar se heurte à des difficultés techniques et financières. Les questions méthodologiques relatives à l'inventaire des GES dans les différents secteurs clés (Utilisation des Terres, changement d'affectation des Terres et Foresterie et Énergie), leurs quantités, l'évolution de leurs émissions ou stockages sont toutes autant de grands défis. Au cœur de ces difficultés et défis se trouvent, d'un côté, l'absence de système de collecte de données durable et efficient ; et, de l'autre côté, l'inexistence de facteurs d'émission propres à Madagascar pour ces secteurs. De ce fait, il en découle des risques sur l'incertitude dans les divers calculs des émissions ou stockages de GES et sur la qualité des rapports relatifs à l'atteinte des objectifs du CDN.

Le Gouvernement de Madagascar a reçu l'appui financier du Fonds pour l'Environnement Mondial pour mettre en œuvre le projet de « Renforcement de la Capacité nationale à mettre en œuvre les éléments de transparence de l'Accord de Paris » dans le cadre de l'initiative de Renforcement des Capacités pour la Transparence (*Capacity Building Initiative for Transparency – CBIT*), en co-coordination entre Conservation International Madagascar (CI) et le Bureau National des Changements Climatiques, du Carbone et de la REDD+ auprès du Ministère en charge de l'Environnement et du Développement Durable (BNCC-REDD+/MEDD).

L'établissement des facteurs d'émission nationaux pour les secteurs d'activités prioritaires figure parmi les initiatives importantes de ce projet.

A ces fins, le BNCC-REDD+ et Conservation International (CI) ont recruté un groupe de consultants pour l'élaboration des facteurs d'émissions spécifiques à Madagascar. Ces facteurs d'émissions concernent tout particulièrement les secteurs de l'Agriculture, la Foresterie et autre utilisation des terres (*Agriculture, Forestry and Other Land Use* ou AFOLU) et le secteur Énergie, qui sont les principaux secteurs émetteurs de GES à Madagascar.

2 Rappel des objectifs du mandat

L'objectif du présent mandat est de mener les activités nécessaires à l'élaboration des facteurs d'émission propres à Madagascar pour les secteurs AFOLU et Énergie.

Il s'agira :

- D'effectuer un état des lieux et une analyse des FEs Tier 1 actuellement utilisés (Action 1),
- De définir les facteurs d'émission spécifiques pour les secteurs AFOLU et Énergie en fonction des données disponibles (Action 2), et
- De faire une proposition de directives et d'approches d'accompagnement du pays dans la transition de l'utilisation des FEs Tier 1 aux FEs spécifiques au pays pour ses inventaires de GES (Action 3).

3 Objet du présent livrable

Le présent livrable (Livrable 3) a pour objet d'identifier et de faire l'inventaires des facteurs d'émission et de conversion spécifiques au pays ou adaptés au contexte de Madagascar pour les secteurs AFOLU et Énergie sur les 16 catégories clés identifiés dans l'Action 2.

4 Approche méthodologique pour la recherche des facteurs spécifiques à Madagascar

L'utilisation de facteurs d'émission spécifiques au contexte malgache permet d'améliorer la qualité de l'inventaire et, surtout, de réduire les incertitudes sur les quantités de GES calculées. Selon le GIEC (2006), le développement des facteurs d'émissions spécifiques au pays pour les sources-clé des émissions de GES (les sources d'émissions qui comptent jusqu'au 95 % des émissions totales dans un pays) est une « bonne pratique ».

L'approche utilisée est d'identifier, pour les catégories clés issus de l'Action 1, les améliorations possibles des FE utilisés lors de la dernière communication nationale grâce :

- à l'analyse des améliorations apportées par les Lignes directrices du GIEC 2006 et l'amélioration de la précision dans le choix des valeurs de FE des Lignes directrices du GIEC 2006 à utiliser, en se basant sur les données réelles de Madagascar,
- à la recherche des valeurs de FEs spécifiques à Madagascar à partir des documents scientifiques disponibles.

4.1 L'analyse des améliorations apportées par les Lignes directrices du GIEC (2006)

Le défi actuel du GIEC repose sur la méthodologie pour le calcul des inventaires nationaux de GES (Yona et al., 2020). La plupart des pays ne figurant pas dans l'Annexe I (Annexe B), comme Madagascar, ont toujours utilisé les lignes directrices 1996 du GIEC pour leurs inventaires nationaux de GES étant donné qu'ils n'ont pas été contraints à utiliser la version mise à jour GIEC 2006. L'établissement des inventaires aussi précis que possible est essentiel pour le développement d'engagements d'atténuation significatifs au niveau national, en accord avec les décisions de l'Accord de Paris.

Les *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre* (Lignes directrices 2006) (GIEC, 2006) ont été ainsi développées afin de mettre à jour les Lignes directrices - version révisée 1996 (GIEC, 1997) et les recommandations en matière de bonnes pratiques afférentes (GIEC, 2003). Elles donnent des méthodologies et des recommandations aux pays membres de la CCNUCC pour l'élaboration des estimations des inventaires de gaz à effet de serre que les pays présentent à la CCNUCC.

Dans le cadre de la transparence et l'amélioration du niveau de résolution spatial et contextuel des inventaires des émissions de GES, le GIEC encourage les pays en Annexe B de d'utiliser l' « Emission Factor Database » mis à jour en 2006 dans leurs inventaires nationaux de GES Tier 1, et d'avancer par la suite avec l'approche Tier 2 ou 3, si les ressources, les capacités, et les données scientifiques fiables, le permettent.

Ainsi, dans le cadre de cette étude, nous avons procédé à l'analyse des améliorations possibles des FEs Tier 1 (1996) des catégories clés, sélectionnées durant l'Action 1, utilisés lors du dernier inventaire national en commençant par les Lignes directrices du GIEC (2006).

Les améliorations apportées par la prise en compte des Lignes directrices du GIEC (2006) comprennent :

- Une compilation de tous les FEs et paramètres par types de catégorie clé,
- Une confrontation des données des FEs Tier 1 (1996) utilisées lors du dernier inventaire avec celles des FEs Tier 1 (2006), en analysant les informations fournies par les Lignes Directrices du GIEC 1996 et 2006, ainsi que les Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques 2000 et 2003, pour analyser, identifier et mettre à jour les données des FEs et paramètres disponibles en adéquation avec le contexte de Madagascar,
- Une recherche des identifications des FEs et paramètres dans la base de données du GIEC EFBD (« Emission Factor Database ») pour une fiabilité de traçage et de transparence.

Tous les FEs et paramètres Tier 1 (2006) des catégories clés identifiés ont été compilés afin de constituer une base de données pour le prochain/future inventaire national de GES dans le cadre de

Encadré n°1 :

Catégorie clé : c'est une catégorie jugée comme ayant un effet significatif sur l'inventaire total des gaz à effet de serre d'un pays donné, retenue à partir d'une analyse des catégories clé suivant la démarche du GIEC (2006).

Facteur d'émission : c'est le taux d'émission de GES par une sous-catégorie ou catégorie donnée, prenant en compte différentes conditions environnementales et les différences de pratiques pour chaque secteur.

Paramètres : appelés aussi « **Facteurs de conversion** », ils correspondent à des « données d'activité proxy », qui sont utilisées quand les données d'activité disponibles ne correspondent pas à celles qui sont requises pour la particularité des facteurs d'émission à utiliser, et permettent ainsi de les estimer.

la communication nationale, mais également en vue d'alimenter la base de données internationale du GIEC.

4.1.1 *Compilation de tous les FEs et paramètres par type de catégorie clés*

A partir de la liste des catégories clés présentée dans l'Action 1, les facteurs d'émission et paramètres ont été compilés par catégorie et sous-catégorie suivant leur représentativité avec le contexte de Madagascar.

L'origine des FEs et des facteurs de conversion utilisés (sources), ainsi que le raisonnement qui ont conduit à leur choix (à l'exemple de la composition des types d'espèce dominante dans les différentes forêts, le type de climat, ...), ont été rapportés et décrites par les experts sectoriels respectifs (Énergie, Agriculture, Forêt).

A titre de rappel, ces facteurs d'émission par catégories clés retenues sont présentés ci-dessous (Tableau 1).

Tableau 1 : Liste des Facteurs d'émission et des paramètres (ou facteurs de conversion) des catégories retenues

Catégorie IPCC Code 2006	Catégories selon IPCC (1996)	GES	Sous-catégories significatives (>60% du total de la catégorie retenue)	Facteurs d'émission	Paramètres (ou facteurs de conversion)
3B1a	Forest Land remaining forest land: Living biomass (5-FL)	CO ₂			<ul style="list-style-type: none"> - Average annual net increment in volume suitable for industrial processing - Basic wood density - Biomass Expansion factor for conversion of annual net increment (including bark) to above ground tree biomass increment - Root-shoot ratio appropriate to increments - Carbon fraction of dry matter - Biomass density - Biomass expansion factor for converting volumes of extracted roundwood to total aboveground biomass (including bark) - Fraction of biomass left to decay in forest - Average biomass stock of forest areas
3B2a	Cropland remaining cropland: Soil	CO ₂		- Emission factor for climate type c (organic soils)	<ul style="list-style-type: none"> - Reference carbon stock - Stock change factor for land use or land-use change type in the beginning of inventory year
3B3a	Grassland remaining grassland: Soil	CO ₂			<ul style="list-style-type: none"> - Reference carbon stock - Stock change factor for land use or land-use change type in the beginning of inventory year
3B5a	Settlement remaining settlement: Living biomass	CO ₂			<ul style="list-style-type: none"> - Crown cover area-based growth rate
1A4	Fuel combustion - Other sectors: Solid Biomass totals	CO ₂	Residential sectors: Wood/Wood Waste (67%-62%)	- Carbon Emission Factor	- Fraction of C oxidised
3C5	Indirect N ₂ O Emissions from Managed soils (4D Agricultural soils - Indirect Emission from Leaching)	N ₂ O		- Emission factor (EF5)	- Fraction of N That Leaches FracLEACH (kg N/kg N)
3A1	Enteric fermentation	CH ₄	Non Dairy Cattle (85%-86%)	- Emissions Factor for Enteric Fermentation	
1A1	Fuel combustion - Energy industries: Solid Biomass Totals	CO ₂	Wood/Wood Waste (100%)	- Carbon Emission Factor (t C/TJ)	- Fraction of C oxidised
3B2a	Cropland remaining cropland: Living biomass	CO ₂			<ul style="list-style-type: none"> - Annual growth rate of perennial woody biomass - Annual carbon stock in biomass removed

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

3A2	Manure management	N ₂ O	Pasture range and paddock (93%)	-Emission Factor For AWMS EF3	
3B1a	Forest Land remaining forest land: Soil (5-FL)	CO ₂		- Emission factor for CO ₂ from drained organic forest soils (tonnes C ha-1 yr-1)	
3C4	Direct N ₂ O Emissions from Managed soils (4D Agricultural soils - Pasture range and Paddock)	N ₂ O		-Emission Factor for AWMS EF3	
3C4	Direct N ₂ O Emissions from Managed soils (4D Agricultural soils - Histosols)	N ₂ O		-Emission Factor for Direct Soil 'Emissions (kg N ₂ O–N/ha/yr) EF2	
3C7	Rice Cultivations	CH ₄	Rainfed - Drought Prone (72%)	- Seasonally Integrated Emission Factor for Continuously Flooded Rice without Organic Amendment (g/m ²)	- Scaling Factor for Methane Emissions - Correction Factor for Organic Amendment
1A3b	Fuel combustion - Transport: Road transport	CO ₂	Gas/Diesel Oil (64-70%)	- Carbon Emission Factor (t C/TJ)	- Fraction of C oxidised
1A1	Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction: Solid Biomass totals	CO ₂	Wood/Wood Waste (64-65%)	- Carbon Emission Factor (t C/TJ)	- Fraction of C oxidised

Les dénominations en anglais des noms des catégories utilisés dans les fichiers de calculs des inventaires nationaux sont conservées pour faciliter la liaison entre les différents documents de travail.

4.1.2 Confrontation des valeurs des FEs Tier 1 du GIEC 1996 et du GIEC 2006

Pour cette analyse, nous avons procédé à l'analyse des Lignes directrices du GIEC 2006 afin d'identifier les FEs et paramètres qui ont été mis à jour pour chaque catégorie et sous-catégorie clés identifiées.

Dans un souci de transparence, les intitulés des FEs et paramètres, les références techniques spécifiant le chapitre, le tableau, la page du document de GIEC, ainsi que la justification et l'explication du choix des valeurs de FEs et paramètres ont été présentés et décrits explicitement dans le tableau de compilation des résultats.

Autant que possible, pour une catégorie donnée, les facteurs d'émission ou paramètres pouvant correspondre aux conditions possibles à Madagascar ont été extraites de la base de données du GIEC et aussi présenté dans le tableau de compilation des résultats sus-mentionnés afin de permettre à l'expert qui effectuera l'inventaire de choisir plus spécifiquement les facteurs d'émission ou paramètres les plus adaptés suivant les données d'activités à sa disposition.

Suite à l'absence d'informations constatées lors de la première analyse sur le secteur Forêt, des investigations supplémentaires ont été effectuées afin d'acquérir des informations sur les caractéristiques de certains types de forêt, incluant les résultats des derniers inventaires forestiers effectués au niveau national (BNCC-REDD+, 2017). Ces nouvelles informations ont permis d'effectuer une mise à jour des facteurs de conversion utilisés lors du dernier inventaire national de GES et d'en choisir les plus adaptés pour ce secteur, à partir des facteurs Tier 1 du GPG-LULUCF (GIEC, 2003) et des Lignes directrices du GIEC (2006).

4.1.3 Capitalisation des FEs et paramètres de l'EFDB

Toutes les nouvelles valeurs de FEs et paramètres Tier 1 retenus pour chaque catégorie et sous-catégorie clé selon les Lignes Directrices du GIEC 2006 ont été identifiés dans la base de données EFDB, afin de spécifier et de répertorier individuellement leur numéro d'identification (EFDB ID). Ainsi, cette identification permettra aux utilisateurs de tracer l'origine respective de chaque FE et/ou paramètre à utiliser dans les prochains inventaires nationaux de GES.

4.2 Recherches bibliographiques sur les EFs spécifiques à Madagascar

Comme mentionné précédemment, les pays, dans le cadre de leur IGES, sont encouragés à utiliser des FE spécifiques selon les méthodes Tier 2 ou Tier 3, conformément à l'article 13 de l'Accord de Paris. De nombreux pays principalement ceux de l'annexe B ne disposent pas de ressources et capacités scientifiques nécessaires pour effectuer ce passage, qui devra ainsi se faire par étape.

Pour le cas de Madagascar, objet de cette étude, la recherche des FEs des données disponibles sur les FEs et paramètres spécifiques pour Madagascar a été effectuée à travers :

- une analyse des données spécifiques, mesurées ou modélisées, disponibles dans la base de données du GIEC (EFDB),
- une recherche et consultations des différents rapports et travaux d'études disponibles à Madagascar,
- une analyse des données scientifiques déjà disponibles auprès du groupe de Consultants selon leur expertise,

- une recherche bibliographique dans les productions/articles scientifiques à comité de lecture, indexées et revues par les pairs (*Peer-review articles*).

4.2.1 *Analyse des FEs et paramètres spécifiques de l'EFDB*

Pour chaque catégorie et sous-catégorie clé identifiées, les FEs et paramètres spécifiques (« measured » ou « modelled ») disponibles dans la base de données EFDB ont été analysés et identifiés. Ces données proviennent des études spécifiques conduites dans différents pays. Nous avons analysé ces différentes données spécifiques en se basant de l'adéquation de certains paramètres notamment climatique (tropical ou subtropical), pédologique (type de sol), végétation (type de forêt, prairie), et mode de gestion (fertilisation, mode d'usage, ...) avec le contexte de Madagascar. Ainsi, toutes les données spécifiques susceptibles d'améliorer les données du Tier 1 (1996, 2003, 2006) ont été retenus pour être mise à disposition à l'inventaire national.

4.2.2 *Recherche et consultation des différents rapports et travaux d'études disponibles à Madagascar*

En collaboration avec les experts sectoriels impliqués dans les derniers inventaires nationaux de GES, nous avons analysé les différents rapports et études nationaux pour la recherche des FEs et paramètres spécifiques disponibles au niveau local ou national.

Les informations issues de ces rapports ont permis également à la mise à jour de certaines valeurs de Tier 1 citées précédemment.

4.2.3 *Valorisation des données scientifiques disponibles auprès du groupe de Consultants et recherche bibliographique dans les littératures scientifiques Peer-review.*

Compte tenu de leur expertise, le groupe de Consultants a compilé tous les travaux d'études réalisés durant ses quinzaines d'années de recherche sur le sol, la foresterie et le changement climatique à Madagascar. Aussi, dans le cadre de l'acquisition de données sur les paramètres sol et les facteurs d'émission associés à Madagascar, le groupe de Consultants a valorisé ces résultats pour sélectionner les valeurs les plus appropriées pour Madagascar dans le cadre de la réalisation de l'étude, à travers l'utilisation de sa base de données, des différents rapports de projets, des mémoires d'étudiants ainsi que les articles scientifiques déjà publiés.

Parallèlement, une recherche des données spécifiques auprès des revues scientifiques « Peer-review », impliquant des conditions similaires aux contextes de Madagascar a été entreprise.

5 Résultats

Les facteurs d'émission et de conversion obtenus ont été catégorisés en 2 niveaux :

- les FE Tier 1 issus de l'amélioration des valeurs précédemment utilisées dans les précédentes communications nationales, mis à jour et améliorés suivant Les Lignes Directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006),
- les FE spécifiques, issus de l'analyse des données disponibles, incluant les différents rapports, les mémoires d'étudiants, la base de données des consultants et la littérature scientifique disponible.

5.1 Amélioration des facteurs Tier 1

Dans ce cadre, les différents facteurs Tiers 1 ont été améliorés de deux manières différentes pour que les valeurs utilisées soient conformes aux Lignes Directrices 2006 du GIEC :

- Mise à jour de la valeur FE entre les Lignes Directrices 1996 (GIEC, 1997) et les Lignes Directrices 2006 (GIEC 2006) pour une catégorie donnée,
- Mise à jour des données utilisées permettant le choix du FE/paramètre approprié pour être en cohérence avec les Lignes Directrices du GIEC (2006).

5.1.1 Mise à jour de la valeur FE entre GIEC 1997 et GIEC 2006 pour une catégorie donnée

Lors de l'analyse des FE utilisés dans les précédentes communications nationales établies suivant les Lignes Directrices 1996 (GIEC, 1997), il a été observé que certaines valeurs de FE ou de facteurs de conversions ont été mises à jour et par conséquent modifiées dans le cadre des Lignes Directrices 2006 (GIEC, 2006).

Ces changements ont concerné plusieurs catégories, notamment :

Forest Land remaining forest land: Living biomass

- « Biomass density » : Pour la densité de la biomasse, la valeur Tier 1 des Lignes Directrices 1996 (GIEC, 1997) a été de 0,5. Cette valeur a été modifiée en 0,47 dans les Lignes Directrices 2006 (GIEC, 2006), pour toutes les sous catégories.
- « Carbon fraction of dry matter » : La valeur Tier 1 de 0,50 des Lignes Directrices 1996 (GIEC, 1997) a été modifiée en 0,47 dans les Lignes Directrices 2006 (GIEC, 2006), pour toutes les sous catégories.

Fuel combustion - Other sector : Residential - Wood - Wood Waste

- « Carbon Emission Factor » : La valeur Tier 1 de 29,9 des Lignes Directrices 1996 (GIEC, 1997) a été modifiée en 30,5 dans les Lignes Directrices 2006 (GIEC, 2006), pour toutes les sous catégories.
- « Carbon of C oxidised » : La valeur Tier 1 de 0,98 des Lignes Directrices 1996 (GIEC, 1997) a été modifiée en 1 dans les Lignes Directrices 2006 (GIEC, 2006), pour toutes les sous catégories.

Enteric Fermentation –Cattle: Non Dairy

- Le facteur d'émission pour la fermentation entérique du bovin qui était de 32 dans les Lignes Directrices 1996 (GIEC, 1997) a été modifié en 31 dans les Lignes Directrices 2006 (GIEC, 2006).

Indirect N₂O Emissions from Managed soils (4D Agricultural soils - Indirect Emission from Leaching)

- « Emission factor (EF5) » correspondant à l'émission indirecte de N₂O associée à l'azote perdu par la lixiviation et écoulement dans les sols gérés a été modifiée en 0.0075 dans les Lignes Directrices 2006 (GIEC, 2006) si cette valeur était de 0,025 dans les Lignes Directrices 1996 (GIEC, 1997).

Direct N₂O Emissions from Managed soils (4D Agricultural soils - Histosols)

- « EF2CP, Trop » signifiant facteur d'émission de N₂O des sols de cultures organiques tropicales et de prairies a été mise à jour dans les Lignes Directrices 2006 (GIEC, 2006). La valeur mise à jour est de 16 si précédemment cette valeur était de 10 et appelée « Emission Factor for Direct Soil Emissions in Histosol ».

5.1.2 Mise à jour des données utilisées permettant le choix du FE/paramètre approprié pour être en cohérence avec les Lignes Directrices du GIEC (2006).

Les facteurs de conversion ci-dessous ont été changés suite à une réestimation de certains paramètres à partir de la bibliographie mis à jour selon les données nationales :

Forest Land remaining forest land: Living biomass

- « Root-shoot ratio appropriate to increments » : Pour les sous-catégories ci-dessous, les modifications suivantes ont été apportées sur les modes d'obtention des valeurs, suivant le GPG LULUCF (GIEC, 2003), et repris dans le GIEC (2006).
 - *Plantation anacarde* : La valeur précédemment choisie était basée sur le type « Autre forêt caducifoliée du Type de Forêt/plantation caducifoliée Tempérée », la valeur a été mise à jour pour des conditions plus tropicales pour le type « Forêt primaire tropicale/subtropicale sèche »,
 - *Plantation Eucalyptus* : La valeur précédemment choisie était basée sur le type « Autre forêt caducifoliée du Type de Forêt/plantation caducifoliée Tempérée », la valeur a été mise à jour pour être basée sur les travaux de Razakamanarivo et al. (2012),
 - *Plantation des pins* : La valeur précédemment choisie était basée sur « Forêts/Plantations de conifères (biomasse aérienne >150T/ha) du Type de Forêt/plantation de conifères », la valeur a été mise à jour pour être basée sur les travaux de Razakatovo (2017),
 - Plantations mélangées : La valeur précédemment choisie était basée sur « Forêt/Plantation d'eucalyptus (biomasse aérienne >150 Mg/ha) du Type de

Forêt/plantation caducifoliée Tempérée », la valeur a été mise à jour pour être basée sur une valeur de biomasse aérienne des Plantations d'Eucalyptus <50 Mg/ha.

- Prairies: La valeur précédemment choisie était basée sur « Forêt/Plantation d'eucalyptus (biomasse aérienne < 50 Mg/ha) du Type de Forêt/plantation caducifoliée Tempérée », la valeur a été mise à jour pour être basée sur « Prairie tempérée/sub-tropicale/tropicale ».
- « Biomass expansion factor for converting volumes of extracted roundwood to total aboveground biomass » : Pour ce facteur de conversion, une réestimation en fonction des types de forêt :
 - *Forêt dense humide* : La valeur précédemment choisie était basée sur une valeur correspondant aux types de Forêts Caducifoliés en Zone climatique Tropicale (Dhp < 10 cm). La valeur a été modifiée pour correspondre aux « Forêts naturelles de la zone humide tropicale,
 - *Forêt dense sèche et pour Forêt épineuse* : Les valeurs précédemment choisies étaient basées sur des types de « Forêts Caducifoliés en Zone climatique Tropicale ». Les valeurs ont été modifiées pour correspondre aux types « Feuillus de la zone tropicale sèche »,
 - *Plantation Eucalyptus* : La valeur précédemment choisie était basée sur la valeur correspondant aux types de « Forêts de Pins en Zone climatique Tropicale ». La valeur a été mise à jour pour être basée sur les « Feuillus de la zone tropicale sèche »,
 - *Prairies* : La valeur précédemment choisie était basée sur une valeur correspondant aux types de Forêts de Pins en Zone climatique Tropicale ». La valeur a été mise à jour pour être basée sur les « Forêts naturelles de la zone tropicale humide et aux feuillus de la zone tropicale sèche ».

Cropland remaining cropland: Soil

- « Reference Carbon Stock » : Pour les types de sol pris comme référence :
 - Pour les sols de la Sous-catégories Céréales-maïs : La valeur précédemment choisie était basée sur une prise en compte du type de sol HAC (High Activity Clay ou sols à argiles 2/1 à forte activité « surface spécifique »). La valeur a été mise à jour pour être basée sur des sols à LAC (Low Activity clay ou sols à argiles 1/1 à faible activité) qui correspond aux types de sol dominants pour ces cultures,
 - Pour les sols de la Sous-catégories Tubercules et racines : La valeur précédemment choisie était basée sur une prise en compte du type de sol sableux dans une région tropicale humide. La valeur précédemment choisie était basée sur une prise en compte du type de sol sableux en zone tropicale sèche.
- Pour les autres facteurs de conversion, notamment le « **Stock change factor for land-use or land use change type** », « **Stock change factor for management regime** » (« Stock change factor for tillage » selon GIEC (2006)) et le « **Stock change factor for input of organic matter** », les valeurs correspondantes aux différentes possibilités existantes pour le cas de Madagascar sont proposées dans le tableau de compilation des facteurs d'émission.

Cropland remaining cropland: Living biomass

- « **Annual carbon stocks** » :
 - *Caféier* : La valeur précédemment choisie était 0 en considérant que les pertes de biomasse sont nulles car les plantations sont pérennes. La valeur a été modifiée à 2,6

correspondant aux taux annuel de pertes de carbone de la biomasse pour la région climatique tropicale, humide, sur la base des travaux de Razakaratrio (2011).

- *Letchis* : La valeur précédemment choisie était 0 en considérant que les pertes de biomasse sont nulles car les plantations sont pérennes. La valeur a été modifiée à 2,6 correspondant aux taux annuel de pertes de carbone de la biomasse pour la région climatique tropicale, humide, sur la base des travaux de Ramianandrosoa (2011).
- *Giroflie* : La valeur précédemment choisie était 0 en considérant que les pertes de biomasse sont nulles car les plantations sont pérennes. La valeur a été modifiée à 2,6 correspondant aux taux annuel de pertes de carbone de la biomasse pour la région climatique tropicale, humide, sur la base des travaux de Ramianandrosoa (2011).
- *Thé* : La valeur précédemment choisie était 0 en considérant que les pertes de biomasse sont nulles car les plantations sont pérennes. La valeur a été modifiée à 2,6 correspondant aux taux annuel de pertes de carbone de la biomasse pour la région climatique tropicale, humide, sur la base des travaux de Randrianandrasana (2011).
- *Cacaoyer* : La valeur précédemment choisie était 0 en considérant que les pertes de biomasse sont nulles car les plantations sont pérennes. La valeur a été modifiée à 2,6 correspondant aux taux annuel de pertes de carbone de la biomasse pour la région climatique tropicale, humide, sur la base des travaux de Rakotondranosy (2011).

Enteric Fermentation – Cattle : Non Dairy

Comme la catégorie 'fermentation entérique des bovins' est une catégorie clé, alors les Lignes Directrices du GIEC 2006 proposent l'usage du niveau 2 pour calculer les émissions de méthane dues à la fermentation entérique des bovins (y compris bovins non laitiers). Ainsi, pour les différentes sous-catégories suivantes, des calculs de niveau 2 ont été réalisés en utilisant des données spécifiques du pays :

- Taureaux en pâturage : le facteur d'émission est de 90,1 kg CH₄ tête⁻¹ an⁻¹
- Bovin femelle en pâturage : le facteur d'émission est de 95,3 kg CH₄ tête⁻¹ an⁻¹
- Taureaux en grand pâturage libre : le facteur d'émission est de 98,6 kg CH₄ tête⁻¹ an⁻¹
- Bovin femelle en grand pâturage libre : le facteur d'émission est de 103,8 kg CH₄ tête⁻¹ an⁻¹

Ces calculs ont fait intervenir différents paramètres (GIEC, 2006) tels que le facteur de conversion du CH₄ pour les bovins (YM%), le coefficient permettant de calculer l'énergie nette nécessaire à la survie (ENS), le poids vif de l'animal qui est de 311 kg pour les zébus malgaches (Gilibert, 1971), le coefficient correspondant aux conditions alimentaires de l'animal (en étable, en pâturage ou en grand pâturage libre) (C_a), la digestibilité alimentaire des bovins (DA%), et la prise de poids moyen des zébus malgaches (Serres, 1973).

Direct N₂O Emissions from managed soils - Pasture range and Paddock

Le facteur d'émission FE3 précédemment dans le GIEC 2006 est maintenant nommé FE3_{PPP} et peut prendre différentes valeurs suivant les types d'animaux. Ce facteur d'émission estime les émissions de N₂O dues à l'apport d'azote de l'urine et des fèces déposé sur les pâturages, parcours et parcelles par les animaux paissant. Cette valeur est de 0,02 pour les bovins laitiers, bovins non laitiers, buffles, volaille et suidés, tandis qu'elle est de 0,01 pour les moutons et autres animaux (GIEC, 2006).

Rice cultivation - Rainfed Drought prone

Pour la catégorie émissions de méthane de la riziculture, des améliorations à la fois d'ordre méthodologique (mode de calcul) et de valeurs de facteurs d'émission et de conversion ont été apportées par les Lignes Directrices du GIEC 2006 (GIEC, 2006). Ces améliorations concernent la révision des facteurs d'émissions et d'échelonnage dérivés d'analyses à jour des données disponibles, l'utilisation de facteurs d'émissions quotidiens et non plus saisonniers permettant de séparer les saisons culturales et les périodes de jachère de manière plus flexible, l'addition de facteurs d'échelonnage pour les régimes hydriques avant la période de culture, la prise en compte du moment de l'incorporation de la paille, la possibilité d'associer des facteurs de conversion par rapport au type d'amendement organique apportée à la culture.

- **Facteur d'émission de base pour des champs inondés en permanence sans amendements organiques**

Les Lignes Directrices du GIEC 2006 proposent la valeur de 1,3 comme facteur de base pour le calcul des émissions de méthane de la riziculture. Cette valeur a été estimée par analyse statistique de compilation de données mesurées sur le terrain (Yan et al., 2005).

- **Facteur d'échelonnage prenant en compte le régime hydrique PENDANT la période de culture**

Les Lignes Directrices du GIEC 2006 proposent des facteurs d'échelonnage ($FEch_w$) permettant de prendre en compte les différences entre les régimes hydriques pendant la période de culture. En riz pluvial, avec le niveau de désagrégation correspondant à "susceptible à sécheresses", signifiant que des périodes de sécheresse ont lieu à chaque saison culturale, ce facteur est de 0,25.

- **Facteur d'échelonnage prenant en compte le régime hydrique AVANT la période de culture**

Les Lignes Directrices du GIEC 2006 proposent des facteurs d'échelonnage ($FEch_p$) permettant de prendre en compte les différences entre les régimes hydriques avant la période de culture.

- Si le régime hydrique avant la riziculture est "Non inondé présaison <180 jrs" signifiant une double riziculture, alors cette valeur est de 1
- Si le régime hydrique avant la riziculture est " Non inondé pré-saison > 180 jours" signifiant une riziculture simple après une période sèche de jachère, alors cette valeur est de 0,68
- Si le régime hydrique avant la riziculture est " Inondé pré-saison >30 jrs" avec un intervalle d'inondation minimum fixée à 30 jours, alors cette valeur est de 1,9
- Dans le cas où le type de régime hydrique est sans distinction de la durée d'inondation avant la culture de riz, alors, le facteur d'échelonnage par défaut pour les régimes hydriques avant la période de culture est de 1,22.

- **Facteur de conversion de l'amendement organique**

Les Lignes Directrices du GIEC 2006 proposent des facteurs de conversion de l'amendement organique qui sont utilisés (multipliés) avec le taux d'application de l'amendement organique (en poids sec pour la paille et en poids frais pour les autres types d'amendement en $t.ha^{-1}$) pour obtenir le Facteur d'Echelonnage ajustés des émissions de méthane pour les amendements organiques ($FEcho$).

- Pour la « Paille » incorporée peu de temps avant la culture (<30 jours), ce facteur de conversion est de 1.
- Pour la « Paille » incorporée longtemps avant la culture (>30 jours), ce facteur de conversion est de 0,29.
- Pour le « compost », ce facteur de conversion est de 0,05.

- Pour le « fumier de ferme », ce facteur de conversion est de 0,14.
- Pour l' « engrais vert », ce facteur de conversion est de 0,5.

5.2 Les FE spécifiques à Madagascar

Les facteurs d'émission et de conversion spécifiques au cas de Madagascar identifiés sont présentés dans les tableaux (tableau 2 à tableau 15) de compilation des facteurs d'émission et de conversion. Ils concernent les différentes catégories/sous-catégories listés ci-dessous.

Forest Land remaining forest land: Living biomass

Pour cette catégorie, les facteurs de conversion spécifiques trouvés sont les suivants :

- « **Average annual net increment in volume suitable for industrial processing** » : Les facteurs spécifiques trouvés ont été obtenus à partir du 'Rapport sur l'étude sur la production et la consommation en produits forestiers ligneux à Madagascar du Projet JariAla 33' (GIS, 2009). Cette étude a permis l'utilisation des valeurs de l'accroissement annuel moyen pour les sous-catégories Forêt marécageuse, Forêt dense humide, Forêt dense sèche, Forêt épineuse, Mangrove, Plantation anacarde, Plantation Eucalyptus et Plantation de pins. Une autre valeur pour la Plantation de pins selon les études de Ramamonjisoa (2006) a été également identifiée, ainsi qu'une valeur pour la sous-catégorie Prairie, trouvée dans les études de Randriarimalala et al. (2017).
- « **Basic wood density** » :
 - Les valeurs spécifiques pour les sous-catégories Forêt marécageuse, Forêt dense humide ont été obtenues à partir de l'exploitation des dernières données d'inventaire du MEDD (2017) dans les forêts denses humides, en relevant les espèces contribuant à 70% du volume total, et de la compilation des données de densité mesurées au laboratoire par l'UFR Bois/ESSA-Forêts, Zanne et al. (2009), Brown (1997) et Rakotovo et al. (2012).
 - Pour la Forêt sèche, elle a été tirée de l'exploitation des dernières données d'inventaire du MEDD (2019) dans les forêts denses sèches, puis des relevés des données de densité mesurées au laboratoire par l'UFR Bois/ESSA-Forêts, Rakotovo et al. (2012), Zanne et al. (2009), Brown (1997) et Rakotoalison (2015), obtenu en moyennant les valeurs de Basic wood density des espèces dominantes (90% du volume total).
 - Pour la Plantation Eucalyptus : la valeur de la densité du bois à 12%, a été trouvée dans la littérature (Rakotovo et al. 2012) comme étant la moyenne des densités d'eucalyptus les plus fréquentes à Madagascar, selon Verhaegen et al. (2011).
 - Pour la Plantation de pins : la valeur provient également de la littérature (Rakotovo et al., 2012) comme étant la moyenne des densités des pins les plus fréquents à Madagascar, à partir des données de Rakotoalison (2005).
 - Pour la Prairie : la valeur a été établie à partir d'une liste des espèces d'arbustes dominantes dans les terrains dégradés post déforestation des forêts humides de différents âges de Ramanantoandro et al. (2017). La densité moyenne a été calculée en compilant les densités de l'UFR Bois/ESSA-Forêts, Zanne et al. (2009), Brown (1997) et Rakotovo et al. (2012).
- « **Average biomass stock of forest areas** » : Selon les sous-catégories, les origines des valeurs spécifiques trouvées ont été les suivantes :

- Pour les Forêt dense humide et Forêt dense sèche, les valeurs ont été tirées de l'étude effectuée par le BNCC-REDD+ (2018).
- Pour la Mangrove, la valeur a été tirée des études de Jones et al (2014) avec la prise en compte d'une valeur de root shoot ratio de 0,7 (Njana et al., 2016).
- Pour la Plantation d'Eucalyptus, la valeur a été tirée de Razakamanarivo et al. (2012) et de Verhaegen et al. (2011).
- Pour la Prairie, la valeur a été tirée de la moyenne des stocks de biomasse aérienne des terrains dégradés post-déforestation des forêts humides (16,6 t.ha-1) (Andriamananjara et al, 2016) et des forêts sèches et épineuses (2,5 t.ha-1) (Raharimalala et al., 2010) selon BNCC-REDD+ (2018).

Forest Land remaining forest land: Soil

Les valeurs spécifiques identifiées concernent l' « **Emission factor for CO₂ from drained organic forest soils** » pour la Forêt marécageuse et Mangrove en prenant des valeurs en conditions tropicales obtenues des travaux de Couwenberg et al. (2010).

Direct N₂O Emissions from managed soils - Pasture range and Paddock

Les facteurs d'émission spécifiques identifiés comme adaptés au contexte de Madagascar sont issus des travaux de Zhu et al. (2020). Cette étude a quantifié les émissions cumulatives de N₂O de différents types de sol tropicaux, y compris les sols ferrallitiques, le type de sol le plus représentatif à Madagascar. Ainsi différentes valeurs d'émission de N₂O sont proposées selon les types de déjections de bovin apportés aux sols (urine, bouse, fumier) et suivant la saison (sèche ou pluvieuse).

- En saison sèche, avec apport de bouse de bovin, le facteur d'émission de N₂O est de 0,00% de l'azote contenu dans les déjections animales, cela signifie une valeur très faible.
- En saison humide, le facteur d'émission de N₂O est plus élevé avec 0,13% (% par rapport à l'azote contenu dans les déjections) avec de l'apport de 0,5 kg de bouse de bovin, et est de 0,27% avec apport de 0,5 kg de fumier.

Cropland remaining cropland : Biomass

Les facteurs spécifiques trouvés concernent l' « **Annual growth rate of perennial woody biomass** » selon les sous-catégories :

- Pour le *caféier* : la valeur proposée par Zaro et al. (2019) pour les caféiers en systèmes agroforestiers a été prise en compte, en l'absence de données sur Madagascar.
- Pour le *letchi* et le giroflier : les accroissements annuels tirés à partir des données de Ramiandrisoa (2011) ont été utilisés.
- Pour le *thé*, l'accroissement annuel tiré de la moyenne de diverses études (Burgess et Carr, 1993 ; Magambo et Cannell, 1981 ; Matthews et Stephens, 1998) a été retenu.
- Pour le *cacaoyer* : la valeur proposée a été tirée de Hernandez et al. (2002) et de Kentsop Suayo (2017).

Cropland remaining cropland : Soil

Pour cette catégorie, les valeurs spécifiques considérées concernent essentiellement les sols minéraux avec une identification des paramètres cités ci-dessous :

- « **Reference carbon stock** » : Pour ce paramètre, des valeurs de « Reference carbone stocks » pour divers types de sols dominants à Madagascar, notamment les sols ferrallitiques (qui sont des sols LAC) et les sols ferrugineux (LAC également) ont été obtenues des travaux effectués

par le groupe de consultants (Rakotovao et al., 2020 ; Andriampiolazana et al., 2020 ; Andriamananjara et al., 2019 ; Grinand et al., 2009). En plus de ces références, des valeurs de stocks de carbone du sol pour diverses conditions de mode de gestion ont été également proposées afin de permettre à l'expert de l'inventaire d'effectuer divers scénarii dans le mode de calcul des différences de stocks induits par le changement de pratique dans cette catégorie.

- « **Stock change factor for management regime** » (effet travail du sol) : Pour ce paramètre, différentes valeurs, recalculées à partir des effets du non travail du sol pour différentes conditions pédoclimatiques existantes à Madagascar, pour des profondeurs de 0-20 cm ont été proposées (Razafimbelo et al., 2010).
- “**Stock change factor for input of organic matter**” : Les valeurs spécifiques proposées pour ces paramètres ont été tirées des travaux de Rakotovao et al. (2020), permettant de donner des valeurs pour deux niveaux d'utilisation d'intrants organiques au niveau des exploitations agricoles à Madagascar.

Pour les sols organiques, nous proposons l'utilisation de la valeur de l' « **Emission factor for climate type c** » proposée par et Couwenberg et al. (2010), qui semble plus correspondre au climat tropical. La plupart des grandes cultures à Madagascar a été considérée comme établie sur des organiques. Des reclassements vers les sols minéraux de certaines cultures seront à envisager pour les prochains IGES, impérativement.

En effet, les sols organiques (Histosols ou tourbes) par définition sont des sols riches en matières organiques (> 40%) sur une profondeur assez importante (jusqu'à 50cm) et se présentent à des endroits assez particulier (hydromorphie, conditions humides en continue empêchant la décomposition de la matière organique). Il est à noter que les cartes de sols disponibles à l'échelle nationale de Madagascar donnent un très faible pourcentage de ce type de sol, dont les plus importants sont localisés dans la région Alaotra –Mangoro (Ambatondrazaka, Amparafaravola, Andilamena) avec une superficie totale de 162 000 ha selon la carte FAO de la classification des sols. De ce fait, nous proposons d'actualiser la catégorisation des types de cultures à prendre en compte dans les 2 catégories de types de sol (Sols minéraux et Sols organiques) pour améliorer la qualité de l'inventaire. Certains grands types de cultures qui sont présents dans les sols organiques doivent être déplacés et intégrés dans les Sols minéraux.

Grassland remaining grassland : Soil

Pour cette catégorie, les valeurs spécifiques considérées concernent essentiellement le paramètre « **Reference carbon stock** » : Pour ce paramètre, des valeurs de Reference carbone stocks pour divers types de sols dominants à Madagascar, notamment les sols ferrallitiques (qui sont des sols LAC) et les sols ferrugineux (LAC également), prenant en compte les différents types de jachères existantes à Madagascar ont été tirées des travaux effectués par le groupe de consultants (Andriamananjara et al., 2019) et de Razafimahatratra (2006).

Indirect N₂O Emission from Managed Soils: From Leaching

Des valeurs spécifiques sont proposées à la fois pour les facteurs d'émission indirectes d'oxyde nitreux par lixiviation et pour la fraction de l'azote perdue par lixiviation.

- **Facteur d'émission**

Pour cette catégorie, les facteurs d'émission spécifiques tiennent compte des types et quantités d'apports de fertilisants azotés aux sols. Ainsi, les valeurs proposées ici proviennent d'études très

récentes réalisées en milieu tropical (humide et sec), réalisé en Australie (Pandeya et al., 2020). Cette étude a permis d'évaluer les émissions indirectes de N₂O des sols gérés (suite à la perte par lixiviation) dans les différents cas suivants :

- Gestion des sols sans apport de fertilisants azotés : 38,86 mg N₂O-N m⁻² an⁻¹
- Restitution des feuilles mortes ou litière d'un verger (1500 g m⁻² matière sèche) : 35,39 mg N₂O-N m⁻² an⁻¹
- Apport d'urée à hauteur de 25 gN m⁻² : 58,69 mg N₂O-N m⁻² an⁻¹
- Combinaison de litière+urée (1500 g m⁻² matière sèche + 25 gN m⁻²) : 130,4 mg N₂O-N m⁻² an⁻¹

Une autre méta-analyse récente réalisée sous climat tropical de l'Afrique sub-saharienne et de l'Afrique de l'Est a rapporté une valeur de 0,8 kg N₂O-N ha⁻¹ an⁻¹ des émissions indirectes de N₂O via perte de N₂O par lixiviation, avec un apport de 50 à 150 kg N ha⁻¹ an⁻¹ dans les cultures tropicales (Huddell et al., 2020).

- **Fraction de l'azote perdue par lixiviation**

Il a été prouvé que le climat a une large influence sur la perte d'azote par lixiviation, or cela n'est pas considéré par la méthodologie par défaut proposée par le GIEC. Donc il est toujours recommandé d'avoir des valeurs mesurées ou modélisées au niveau du pays. Une étude réalisée en Nouvelle Zélande par modélisation a proposé la valeur 0,07 pour la fraction de l'azote perdue par lixiviation. Cette valeur correspond à la fraction de tout l'azote ajouté aux sols sous forme d'excréments animaux ou d'engrais perdus par lixiviation ou ruissellement (Thomas et al., 2005).

- **Direct N₂O Emissions from Managed soils - Histosols**

Une valeur spécifique sur les émissions directes de N₂O dues à la gestion des Histosols a été proposée par Takakai et al. (2006). Cette valeur a été obtenue sur les cultures tropicales et est de l'ordre de 107 kg N₂O-N ha⁻¹ an⁻¹.

- **Rice cultivation – Rainfed: Drought prone**

Différentes études réalisées en climat tropical et subtropical ont proposées des valeurs spécifiques des émissions de méthane liées à la riziculture en « Rainfed: Drought prone ».

- Une étude a été réalisée en Inde en climat tropical sur riz pluvial avec différents types de cultivars améliorés (Disang ou Luit), sur des sols à pH = 5,40, concentration de carbone organique du sol de 0.94%, avec des fertilisants de 40:20:20 kg de N₂-P₂O₅-K₂O ha⁻¹ a permis d'obtenir une valeur cumulative d'émissions de CH₄ de l'ordre de 1,38 g CH₄ m⁻² sur un cycle de 91 jours, ce qui fait 0,10 kg de CH₄ ha⁻¹ jour⁻¹ avec le cultivar Disang et de l'ordre de 0,96 g CH₄ m⁻² sur un cycle de 91 jours, ce qui fait 0,11 kg de CH₄ ha⁻¹ jour⁻¹ avec le cultivar Luit (Das et al., 2008).
- Une autre étude réalisée sur le riz pluvial en climat sub-tropical, avec des précipitations annuelles de 1448 mm et une température annuelle de 16.5 °C, a montré une valeur cumulative d'émissions de CH₄ de l'ordre de 56.5 kg CH₄ ha⁻¹ sur un cycle de 90 jours, faisant une émission de 0,6 kg de CH₄ ha⁻¹ jour⁻¹ (Wu et al., 2019)..

Les tableaux 2 à 15 compilent les facteurs d'émissions et facteurs de conversions mises à jour par les Lignes Directrices 2006 du GIEC et les facteurs spécifiques de la littérature adaptés au contexte de Madagascar pour les différentes catégories clés identifiées lors de l'Action 1.

Tableau 2 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Forest land remaining Forest land | Living biomass »
A - Average annual net increment in volume suitable for industrial processing (m³ ha⁻¹ yr⁻¹)

Type	Paramètre/Facteur	Sous catégories	Valeurs	Observations / Justification	Références bibliographiques	Origine de l'étude	ID EDBF	Valeurs précédentes	References
Spec.	Average annual net increment in volume suitable for industrial processing (m ³ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	Forêt marécageuse	5.89	Accroissement annuel moyen pour les forêts denses humides de Madagascar de 5,89 m ³ .ha ⁻¹ .yr ⁻¹ selon GISC (2009)	GISC (2009). Etude sur la production et la consommation en produits forestiers ligneux à Madagascar. Projet JariAla 33.	Madagascar	n/a	5	- Rapport de l'USAID 2005 - Mémoires d'étudiants universitaires - IEFN
Spec.	Average annual net increment in volume suitable for industrial processing (m ³ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	Forêt dense humide	5.89	Accroissement annuel moyen pour les forêts denses humides de Madagascar de 5,89 m ³ .ha ⁻¹ .yr ⁻¹ selon GISC (2009)	GISC (2009). Etude sur la production et la consommation en produits forestiers ligneux à Madagascar. Projet JariAla 33.	Madagascar	n/a	5.89	- Rapport de l'USAID 2005 - Mémoires d'étudiants universitaires - IEFN
Spec.	Average annual net increment in volume suitable for industrial processing (m ³ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	Forêt dense sèche	1.04	Accroissement annuel moyen pour les forêts denses sèches de Madagascar de 1,04 m ³ .ha ⁻¹ .yr ⁻¹ selon GISC (2009)	GISC (2009). Etude sur la production et la consommation en produits forestiers ligneux à Madagascar. Projet JariAla 33.	Madagascar	n/a	1.04	- Rapport de l'USAID 2005 - Mémoires d'étudiants universitaires - IEFN
Spec.	Average annual net increment in volume suitable for industrial processing (m ³ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	Forêt épineuse	0.84	Accroissement annuel moyen pour les forêts épineuses de Madagascar de 0,84 m ³ .ha ⁻¹ .yr ⁻¹ selon GISC (2009)	GISC (2009). Etude sur la production et la consommation en produits forestiers ligneux à Madagascar. Projet JariAla 33.	Madagascar	n/a	0.84	- Rapport de l'USAID 2005 - Mémoires d'étudiants universitaires - IEFN

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

Spec.	Average annual net increment in volume suitable for industrial processing (m3 ha-1 yr-1)	Mangrove	5	Accroissement annuel moyen pour les mangroves de Madagascar de 5 m3.ha-1.yr-1 selon GISC (2009)	GISC (2009). Etude sur la production et la consommation en produits forestiers ligneux à Madagascar. Projet JariAla 33.	Madagascar	n/a	5	- Rapport de l'USAID 2005 - Mémoires d'étudiants universitaires - IEFN
Spec.	Average annual net increment in volume suitable for industrial processing (m3 ha-1 yr-1)	Plantation anacarde	1.04	Accroissement annuel moyen pour les forêts denses sèches de Madagascar 1,04 m3.ha-1.yr-1 selon GISC (2009)	GISC (2009). Etude sur la production et la consommation en produits forestiers ligneux à Madagascar. Projet JariAla 33.	Madagascar	n/a	17.5	- Rapport de l'USAID 2005 - Mémoires d'étudiants universitaires - IEFN
Spec.	Average annual net increment in volume suitable for industrial processing (m3 ha-1 yr-1)	Plantation Eucalyptus	20	Accroissement annuel moyen pour les plantations d'eucalyptus de Madagascar de 20 m3.ha-1.yr-1 selon GISC (2009), confirmé par Verhaegen et al 2014 pour les eucalyptus de la Haute Terre Centrale (18,8 à 20 m3.ha-1.yr-1)	GISC (2009) et Verhaegen D., Randrianjafy H., Rakotondraoelina Andriatsitohaina H., Trendelenburg Rakotonirina M-C., Andriamampianina N., Montagne P., Rasamindisa A., Chaix G., Bouillet J-P, BouvetJ-M. (2014). Eucalyptus robusta pour une production durable de bois énergie à Madagascar : bilan des connaissances et perspectives Bois et Forêts des Tropiques n°320 (2): 15-30.	Madagascar	n/a	20	- Rapport de l'USAID 2005 - Mémoires d'étudiants universitaires - IEFN
Spec.	Average annual net increment in volume suitable for industrial processing (m3 ha-1 yr-1)	Plantation de pins	15	Accroissement annuel moyen pour les forêts de pins de Madagascar de 15 m3.ha-1.yr-1 selon GISC (2009)	GISC (2009). Etude sur la production et la consommation en produits forestiers ligneux à Madagascar. Projet JariAla 33.	Madagascar	n/a	15	- Rapport de l'USAID 2005 - Mémoires d'étudiants universitaires - IEFN

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

Spec.	Average annual net increment in volume suitable for industrial processing (m3 ha-1 yr-1)	Plantation de pins	20	Valeurs pour les plantations de pins à Madagascar (Ramamonjisoa, 1999)	Ramamonjisoa B., 1999. Rapport de compilation et d'analyse des données existantes sur le secteur des plantations forestières de Madagascar : Etat de plantations villageoises et familiales malgaches d'aujourd'hui, Projet GCP/INT/679/EC, Avril 1999.	Madagascar	n/a	15	- Rapport de l'USAID 2005 - Mémoires d'étudiants universitaires - IEFN
Spec.	Average annual net increment in volume suitable for industrial processing (m3 ha-1 yr-1)	Plantation mélangée	17.5	Moyenne eucalyptus et pin	GISC (2009). Etude sur la production et la consommation en produits forestiers ligneux à Madagascar. Projet JariAla 33.	Madagascar	n/a	17.5	- Rapport de l'USAID 2005 - Mémoires d'étudiants universitaires - IEFN
Spec.	Average annual net increment in volume suitable for industrial processing (m3 ha-1 yr-1)	Prairie	6,08	3 t.ha-1.yr-1 pour les savoka des forêts humides malgaches (Ramananantoandro et al 2017) et 2,5 t.ha-1.yr-1 dans les sites post déforestation des forêts sèches (BNC REDD+ 2018), ce qui fait une moyenne de 2,8 t.ha-1.yr-1. Avec une densité prairie = 0,46 tonnes.m-3 la valeur de l'average annual increment est de 6,08 m3.ha-1.yr-1.	Randriamalala J., Ramananantoandro T., Radosy H. O., Randriambanona H., Hervé D. (2017). Annual biomass increment of Xerophytic thickets and sustainability of woody charcoal production in southwestern Madagascar. Forest Ecology and Management 400:139-149.	Madagascar	n/a	25	- Rapport de l'USAID 2005 - Mémoires d'étudiants universitaires - IEFN

B - Basic wood density (tonnes d.m. per m³ fresh volume)

Type	Paramètre/Facteur	Sous catégories	Valeurs	Observations / Justification	Références bibliographiques	Origine de l'étude	ID EDBF	Valeurs précédentes	References
------	-------------------	-----------------	---------	------------------------------	-----------------------------	--------------------	---------	---------------------	------------

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

Spec.	Basic wood density (tonnes d.m.per m-3 fresh volume)	Forêt marécageuse	0.57	La valeur de basic wood density a été tirée de l'exploitation des dernières données d'inventaire du MEDD (2017) dans les forêts denses humides pour relever les espèces contribuant à 70% du volume total, puis de la compilation des données de densité mesurées au laboratoire par l'UFR Bois/ESSA-Forêts, Zanne et al (2009), Brown (1997) et Rakotovao et al (2012). Les espèces sont: Ampalis madagascariensis, Sarcolaena multiflora, Plagioscyphus louvelii, Faguetia falcata, Albizia lebbeck, Leptolaena sp, Ravensara sp, Terminalia tetrandra, Canarium madagascariensis, Neotina sp, Eucalyptus sp, Uapaca sp, Zanthoxylum sp, Hernandia voyronii, Calanica cerasifolia, Colubrina faralaotra, Chrysophyllim boivinianim, Tebernamonta sessilifolia, Homalium sp, Mauloutchia sp	Rakotovao et al (2012), Zanne et al (2009), Brown (1997)	Madagascar	n/a	0.4	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF (Tableau 3A1.9.2) IEFN
Spec.	Basic wood density (tonnes d.m.per m-3 fresh volume)	Forêt dense humide	0.57	La valeur de basic wood density a été tirée de l'exploitation des dernières données d'inventaire du MEDD (2017) dans les forêts denses humides pour relever les espèces contribuant à 70% du volume total, puis de la compilation des données de densité mesurées au laboratoire par l'UFR Bois/ESSA-Forêts, Zanne et al (2009), Brown (1997) et Rakotovao et al (2012). Les espèces sont: Ampalis madagascariensis, Sarcolaena multiflora, Plagioscyphus louvelii, Faguetia falcata, Albizia lebbeck, Leptolaena sp, Ravensara sp,	Rakotovao et al (2012), Brown (1997), Zanne et al (2009)	Madagascar	n/a	0.46	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF (Tableau 3A1.9.2) IEFN

				Terminalia tetrandra, Canarium madagascariensis, Neotina sp, Eucalyptus sp, Uapaca sp, Zanthoxylum sp, Hernandia voyronii, Calanica cerasifolia, Colubrina faralaoatra, Chrysophyllum boivinianum, Tebernaimontia sessilifolia, Homalium sp, Mauloutchia sp					
Spec.	Basic wood density (tonnes d.m.per m-3 fresh volume)	Forêt dense sèche	0.37	La valeur de basic wood density a été tirée de l'exploitation des dernières données d'inventaire du MEDD (2019) dans les forêts denses sèches, puis des relevés des données de densité mesurées au laboratoire par l'UFR Bois/ESSA-Forêts, Rakotovo et al (2012), Zanne et al (2009), Brown (1997) et Rakotoalison (2015), obtenu en moyennant les valeurs de basic wood density des espèces dominantes (90% du volume total). Les espèces sont: Operculicarya decaryi, Adansonia za, Adansonia grandidieri, Adansonia fony, Gyrocarpus americanus, Commiphora sp Alluaudia procera, Albizzia aurisparsa, Euphorbia fiherensis, Delonyx adansonides, Albizzia polyphylla, Didiera madagascariensis, Commiphora orbicularis, Commiphora aprevalii, Givotia madagascariensis,	Rakotoalison (2015), Rakotovo et al (2012), Zanne et al (2009), Brown (1997)	Madagascar	n/a	0.52	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF (Tableau 3A1.9.2) IEFN

Dalbergia chlorocarpa, Alluaudia
dumosa, Cedrelopsis grevei,
Operculicarya gummifera, Albizia
tulearensis, Coffea grevei, Albizia
sp, Capurondendron androyensis,
Poupartia caffra

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

Spec.	Basic wood density (tonnes d.m.per m-3 fresh volume)	Forêt épineuse	0.5	La valeur de basic wood density a été tirée de l'exploitation des dernières données d'inventaire de Randriamalala et al (2017) dans les forêts épineuses, puis des relevés des données de densité mesurées au laboratoire par l'UFR Bois/ESSA-Forêts, Rakotovao et al (2012), Zanne et al (2009), Brown (1997) et Rakotoalison (2015), obtenu en moyennant les valeurs de basic wood density des espèces dominantes (70% du volume total). Les espèces sont: <i>Grewia tulearensis</i> , <i>Commiphora lamii</i> , <i>Croton noronhae</i> , <i>Chadsia sp.</i> , <i>Cedrelopsis grevei</i> , <i>Dichrostachys lugardae</i> , <i>Diospyros manampetsae</i> , <i>Lepidagathis grandidieri</i> , <i>Croton bernieri</i> , <i>Indigofera interrupta</i> , <i>Ruellia detonsa</i> , <i>Secamonopsis madagascariensis</i> , <i>Commiphora lasiodisca</i> , <i>Tetrapterocarpon geayi</i> , <i>Securinega perrieri/Securinega seyrigii</i> , <i>Commiphora brevicalyx</i> , <i>Chadsia sp</i> , <i>Sclerocarya birrea</i> , <i>Bonamia spectabilis</i> , <i>Commiphora orbicularis</i> , <i>Dicraeopetalum capuronianum</i> , <i>Euphorbia tirucalli</i> , <i>Mimosa delicatula</i> , <i>Neobeguea leandriana/Neobeguea mahafaliensis</i> , <i>Bauhinia grandidieri</i> , <i>Paederia grandidieri</i> , <i>Combretum sp.</i> , <i>Helmiopsiella madagascariensis</i> , <i>Grewia mahafaliensis</i> , <i>Secamone geayi</i>	Rakotoalison (2015), Rakotovao et al (2012), Zanne et al (2009), Brown (1997)	Madagascar	n/a	0.34	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF (Tableau 3A1.9.2) IEFN
-------	--	----------------	-----	---	---	------------	-----	------	---

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

Spec.	Basic wood density (tonnes d.m.per m-3 fresh volume)	Mangrove	0.73	Les espèces de mangrove à Madagascar sont : <i>Avicennia marina</i> , <i>Bruguiera gymnorhiza</i> , <i>Ceriops tagal</i> , <i>Lumnitzera racemosa</i> , <i>Rhizophora mucronata</i> , <i>Sonneratia alba</i> , <i>Xylocarpus granatum</i> et <i>Heritiera littoralis</i> (Andriamalala 2007). La valeur de basic wood density a été tirée de la littérature (Gillerot et al 2018) comme étant la moyenne des densités de ces 8 espèces. Les valeurs existants au Kenya ont été utilisées parce qu'aucune mesure de densité sur les bois de mangrove malgaches n'ont été effectuée à ce jour.	Gillerot et al (2018), Andriamalala (2007)	Madagascar	n/a	0.4	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF (Tableau 3A1.9.2) IEFN
T1 (2006)	Basic wood density (tonnes d.m.per m-3 fresh volume)	Plantation anacarde	0.41	GIEC (2006) Chapitre 4, Tab4.13, p4.72 pour <i>Anacardium excelsum</i>	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Chapitre 4, Tab4.13, p4.72	Madagascar	512618	0.41	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF (Tableau 3A1.9.2) IEFN
Spec.	Basic wood density (tonnes d.m.per m-3 fresh volume)	Plantation Eucalyptus	0.63	La valeur de densité du bois à 12% a été tirée de la littérature (Rakotovao et al 2012) comme étant la moyenne des densités d'eucalyptus les plus fréquentes à Madagascar, selon Verhaegen et al (2011). Ces espèces sont <i>Eucalyptus camaldulensis</i> , <i>E. citriodora</i> , <i>E. cloeziana</i> , <i>E. eugenoides</i> , <i>E. grandis</i> , <i>E. maculata</i> , <i>E. microcorys</i> , <i>E. pillularis</i> , <i>E. robusta</i>	Rakotovao et al (2012), Verhaegen et al (2011)	Madagascar	n/a	0.49	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF (Tableau 3A1.9.2) IEFN

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

Spec.	Basic wood density (tonnes d.m.per m-3 fresh volume)	Plantation de pins	0.36	La valeur de basic wood density a été tirée de la littérature (Rakotovao et al 2012) comme étant la moyenne des densités des pins les plus fréquents à Madagascar. Selon Ranoarison (2011), ces espèces sont Pinus. caribea, P. elliotii, P. kesiya, P. oocarpa, P. patula	Rakotovao et al (2012) Ranoarison (2011)	Madagascar	n/a	0.5	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF (Tableau 3A1.9.2) IEFN
T1 (2003)	Basic wood density (tonnes d.m.per m-3 fresh volume)	Plantation mélangée	0.61	Moyenne des valeurs de GIEC (2003) (tableau 3A1.9.2) pour les eucalyptus, pins, casuarina et acacia (Ramamonjisoa, 1999)	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF	Madagascar		0.4	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF (Tableau 3A1.9.2) IEFN

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

Spec.	Basic wood density (tonnes d.m.per m-3 fresh volume)	Prairie	0.46	Ramananantoandro et al (2017) donne la liste des espèces d'arbustes dominantes dans les terrains dégradés post deforestation des forêts humides de différents âges. La densité moyenne a été calculée en compilant les densités de l'UFR Bois/ESSA-Forêts, Zanne et al (2009), Brown (1997) et Rakotovao et al (2012). La valeur trouvée est de 0,56 t.m-3. On remarque que cette valeur est la même que la moyenne des forêts denses humides. Nous avons donc supposé que ce sera aussi le cas pour les forêts sèches, la liste d'espèces est exhaustive sur les terrains dégradés post deforestation des forêts sèches (les espèces dominantes ne sont pas indiquées) (Raharimalala, 2016). Ainsi, la valeur de basic wood density des prairies et la moyenne de la valeur pour les forêts sèches et les forêts denses humides. Les espèces dominantes dans les terrains dégradés post deforestation des forêts humides sont : Canephora axillaris, Casearia nigrescens, Cnestis glabra, Desmostachys sp, Dillenia triquetra, Dombeya sp, Dracaena fontanesiana, Dracaena reflexa, Harunga madagascariensis, Homalium planiflorum, Intsia bijuga, Ludwigia octovalis, Macaranga obovata, Macarasia pyramidata, Mascarenhasia arborescens, Omphalea oppositifolia, Oncostemon elephantipes, Oncostemon elephantipes, Ouratea obtusifolia,	Zanne et al (2009), Brown (1997) et Rakotovao et al (2012), Ramananantoandro et al (2017)	Madagascar	n/a	0.51	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF (Tableau 3A1.9.2) IEFN
-------	--	---------	------	--	---	------------	-----	------	---

Psorospermum rubrifolium,
Rinorea angustifolia, Sabicea
diversifolia, Streblus dimepate,
Tambourissa religiosa, Treculia
madagascariensis, Tristema
virusanum

C- Biomass Expansion factor for conversion of annual net increment (including bark) to above ground tree biomass increment

Type	Paramètre/Facteur	Sous catégories	Zone climatique / Type de forêt	Valeurs	Observations / Justification	Références bibliographiques	Origine de l'étude	ID EDBF	Valeurs précédentes	References
T1 (2006)	Biomass Expansion factor for conversion of annual net increment (including bark) to above ground tree biomass increment	Forêt marécageuse	Humide Tropicale /Forêts naturelles	4.5	Selon Rajoelison (2005), la forêt marécageuse est un type de forêt le long du littoral Est de Madagascar. Donc elle fait partie de la forêt dense humide. Et d'après le rapport de Jariala (GISC, 2009), la valeur de l'accroissement annuel moyen (AAM) de la forêt dense humide est de 5,89 m3/ha/an. D'où, la valeur du paramètre donné a été choisie dans les valeurs de FECBA correspondant à un niveau de stock en croissance < 10m3 des forêts naturelles de la zone climatique humide tropicale (Chapitre 4,	GISC (2009); Rajoelison (2005); GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	Zone climatique	515305	5	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Chapitre 4 Tab4.5, p4.59 et 4.60

Tableau 4.5, p. 4.59 et 4.60).

T1 (2006)	Biomass Expansion factor for conversion of annual net increment (including bark) to above ground tree biomass increment	Forêt dense humide	Humide Tropicale /Forêts naturelles	4.5	La valeur de l'accroissement annuel moyen (AAM) par type de forêt a été tirée des résultats d'étude réalisée par Jariala. D'après ce rapport, l'AAM de la forêt dense humide est de 5,89 m3/ha/an. D'où, la valeur du paramètre donné a été choisie dans les valeurs de FECBA correspondant à un niveau de stock en croissance < 10m3 des forêts naturelles de la zone climatique humide tropicale	GISC (2009); GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	Zone climatique	515305	5	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Chapitre 4 Tab4.5, p4.59 et 4.60
--------------	---	-----------------------	--	-----	---	--	--------------------	--------	---	--

(Chapitre 4, Tableau 4.5, p. 4.59 et 4.60).

T1 (2006)	Biomass Expansion factor for conversion of annual net increment (including bark) to above ground tree biomass increment	Forêt dense sèche	Tropicale sèche / Feuillus	1.5	La valeur de l'accroissement annuel moyen (AAM) par type de forêt a été tirée des résultats d'étude réalisée par Jariala. D'après ce rapport, l'AAM de la forêt dense sèche est de 1,04 m ³ /ha/an. D'où, la valeur du paramètre donné a été choisie dans les valeurs de FECBA correspondant à un niveau de stock en croissance < 20m ³ des feuillus de la zone climatique tropicale sèche.	GIS (2009); GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	Zone climatique	515278	4	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Chapitre 4 Tab4.5, p4.59 et 4.60
--------------	---	-------------------	----------------------------	-----	---	--	-----------------	--------	---	--

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

T1 (2006)	Biomass Expansion factor for conversion of annual net increment (including bark) to above ground tree biomass increment	Forêt épineuse	Tropicale sèche / Feuillus	1.5	La valeur de l'accroissement annuel moyen (AAM) par type de forêt a été tirée des résultats d'étude réalisée par Jariala. D'après ce rapport, l'AAM de la forêt dense sèche est de 0,84 m3/ha/an. Et d'après Randriamalala et al. (2017), les productivités moyennes varient entre 0,38 et 0,99 tMS.ha-1.an-1. D'où, la valeur du paramètre donné a été choisie dans les valeurs de FECBA correspondant à un niveau de stock en croissance < 20m3 des feuillus de la zone climatique tropicale sèche (Chapitre 4, Tableau 4.5, p. 4.59 et 4.60).	GISC (2009); Randriamalala et al. (2017); GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	Zone climatique	515278	2	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Chapitre 4 Tab4.5, p4.59 et 4.60
--------------	---	----------------	----------------------------	-----	---	---	--------------------	--------	---	--

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

T1 (2006)	Biomass Expansion factor for conversion of annual net increment (including bark) to above ground tree biomass increment	Mangrove	Tropicale sèche / Feuillus	1.5	La mangrove a une valeur de l'accroissement annuel moyen (AAM) de 5 m ³ /ha/an (GISC, 2009). En outre, les mangroves malgaches se situent en grande partie sur la côte occidentale (Razakanirina, 2016). D'où, la valeur du paramètre donné a été choisie dans les valeurs de FECBA correspondant à un niveau de stock en croissance < 20m ³ des feuillus de la zone climatique tropicale sèche (Chapitre 4, Tableau 4.5, p. 4.59 et 4.60).	GISC (2009); GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	Zone climatique	515278	3.4	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF (Tableau 3A.1.10 p3.178)
T1 (2006)	Biomass Expansion factor for conversion of annual net increment (including bark) to above ground tree biomass increment	Plantation anacarde	Tropicale sèche / Feuillus	1.5	Le peuplement d'anacardier se trouve généralement dans la partie Nord Ouest de Madagascar (Lefebvre, 1969). D'où, la valeur du paramètre donné a été choisie dans	Lefebvre (1969); GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	Zone climatique	515278	3	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Chapitre 4 Tab4.5, p4.59 et 4.60

T1 (2006)	Biomass Expansion factor for conversion of annual net increment (including bark) to above ground tree biomass increment	Plantation Eucalyptus	Tropicale sèche / Feuillus	1.5	<p>les valeurs de FECBA correspondant à un niveau de stock en croissance < 20m3 des feuillus de la zone climatique tropicale sèche (Chapitre 4, Tableau 4.5, p. 4.59 et 4.60).</p> <p>La valeur de l'accroissement annuel moyen (AAM) pour les plantations d'Eucalyptus est entre 18,8 et 20 m3/ha/an (Verhaegen et al., 2014; GISC, 2009). D'où, la valeur du paramètre donné a été choisie dans les valeurs de FECBA correspondant à un niveau de stock en croissance < 20m3 des feuillus de la zone climatique tropicale sèche (Chapitre 4, Tableau 4.5, p. 4.59 et 4.60).</p>	GISC (2009); Verhaegen et al., (2014); GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	Zone climatique	515278	3	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Chapitre 4 Tab4.5, p4.59 et 4.60
--------------	---	--------------------------	----------------------------	-----	---	--	--------------------	--------	---	--

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

T1 (2006)	Biomass Expansion factor for conversion of annual net increment (including bark) to above ground tree biomass increment	Plantation de pins	Tropicale sèche /Conifères	1.5	La valeur de l'accroissement annuel moyen (AAM) par type de forêt a été tirée des résultats d'étude réalisée par Jariala. D'après ce rapport, l'AAM de la plantation de pin est de 15 m3/ha/an. D'où, la valeur du paramètre donné a été choisie dans les valeurs de FECBA correspondant à un niveau de stock en croissance < 20m3 des conifères de la zone subtropicale (Chapitre 4, Tableau 4.5, p. 4.59 et 4.60).	GISC (2009); GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	Zone climatique	515281	1.3	GIEC (2003) - Recommandat ions en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF (Tableau 3A.1.10 p3.178)
T1 (2006)	Biomass Expansion factor for conversion of annual net increment (including bark) to above ground tree biomass increment	Plantation mélangée	Tropicale sèche / Feuillus- Conifères	1.5	La valeur du paramètre a été déduite de la moyenne de FECBA des plantations de pins et d'eucalyptus.	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	Zone climatique	515278/5152 81	3	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Chapitre 4 Tab4.5, p4.59 et 4.60

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

T1 (2006)	Biomass Expansion factor for conversion of annual net increment (including bark) to above ground tree biomass increment	Prairie	Humide Tropicale /Forêts naturelles	4.5	Les valeurs par défaut de FECBA tirées d'un type de forêts le plus proche de la végétation de la prairie peuvent être utilisées pour convertir la biomasse commercialisable en biomasse totale (Chapitre 2 - GIEC, 2006). Comme la croissance annuelle en biomasse dans les savoka des forêts tropicales humides est en moyenne 3,016 tms/ha (Ramananantoan dro et al., 2017) et la biomasse des arbres et des lianes est de 2,5 tms/ha dans des sites post- déforestation localisés dans l'écorégion des forêts sèches (BNC REDD+, 2018), la valeur du paramètre choisie correspond à FECBA des forêts naturelles de la	Ramananantoan dro et al. (2017); BNC REDD° (2018); GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	Zone climatique	515305	1.3	GIEC (2003) - Recommandat ions en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF (Tableau 3A.1.10 p3.178)
--------------	---	---------	--	-----	--	---	--------------------	--------	-----	--

					zone climatique humide tropicale et celle des feuillus de la zone climatique tropicale sèche respectivement (Chapitre 4, Tableau 4.5, p. 4.59 et 4.60).			
T1 (2006)	Biomass Expansion factor for conversion of annual net increment (including bark) to above ground tree biomass increment	Prairie	Tropicale sèche / Feuillus	1.5	Les valeurs par défaut de FECBA tirées d'un type de forêts le plus proche de la végétation de la prairie peuvent être utilisées pour convertir la biomasse commercialisable en biomasse totale (Chapitre 2 - GIEC, 2006). Comme la croissance annuelle en biomasse dans les	Ramananantoandro et al. (2017); BNC REDD° (2018); GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	Zone climatique	515278

savoka des forêts tropicales humides est en moyenne 3,016 tms/ha (Ramanantoandro et al., 2017) et la biomasse des arbres et des lianes est de 2,5 tms/ha dans des sites post-déforestation localisés dans l'écorégion des forêts sèches (BNC REDD+, 2018), la valeur du paramètre choisie correspond à FECBA des forêts naturelles de la zone climatique humide tropicale et celle des feuillus de la zone climatique tropicale sèche respectivement (Chapitre 4, Tableau 4.5, p. 4.59 et 4.60).

D - Root-shoot ratio appropriate to increments

Type	Paramètre/Facteur	Sous catégories	Valeurs	Observations / Justification	Références bibliographiques	ID EDBF	Valeurs précédentes	Références
T1 (2006)	Root-shoot ratio appropriate to increments	Forêt marécageuse	0.24	La valeur choisie a été celle de GIEC (2006) Tableau 4.4 pour Forêt décidue humide tropicale, et GIEC (2003) Tableau 3A.1.8 pour Forêt primaire tropicale/subtropicale humide	GIEC (2006) - Lignes Directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF	515162	0.24	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF (Tableau 3A.1.8)
T1 (2006)	Root-shoot ratio appropriate to increments	Forêt dense humide	0.24	Le tonnage de carbone pour la biomasse aérienne des forêts denses humides à Madagascar est de 262,18 t.ha-1 (FCPF 2013, REDD), ainsi selon GIEC (2003) Tableau 3A.1.8 et GIEC (2006) Tableau 4.4, cela correspond à une valeur de Root-shoot ratio appropriate to increments de 0,24 (Tableau 3A.1.8 pour Forêt primaire tropicale/subtropicale humide & Tableau 4.4 pour Forêt décidue humide tropicale)	GIEC (2006) - Lignes Directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF FCPF (2013)	515162	0.24	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF (Tableau 3A.1.8)
T1 (2006)	Root-shoot ratio appropriate to increments	Forêt dense sèche	0.27	La valeur choisie a été celle de GIEC (2003) Tableau 3A.1.8 pour Forêt primaire tropicale/subtropicale sèche et du GIEC (2006) Tableau 4.4 pour Système montagneux tropical	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF GIEC (2006) - Lignes Directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	515166	0.27	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF (Tableau 3A.1.8)
T1 (2006)	Root-shoot ratio appropriate to increments	Forêt épineuse	0.27	La valeur choisie a été celle de GIEC (2003) Tableau 3A.1.8 pour Forêt primaire tropicale/subtropicale sèche et du GIEC (2006) Tableau 4.4 pour Système montagneux tropical	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF GIEC (2006) - Lignes Directrices du GIEC	515166	0.27	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF (Tableau 3A.1.8)

				pour les Inventaires nationaux de GES				
T1 (2006)	Root-shoot ratio appropriate to increments	Mangrove	0.24	La valeur choisie a été celle de GIEC (2003) Tableau 3A.1.8 pour Forêt primaire tropicale/subtropicale sèche et du GIEC (2006) Tableau 4.4 pour Système montagneux tropical	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF GIEC (2006) - Lignes Directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	515162	0.24	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF (Tableau 3A.1.8)
T1 (2006)	Root-shoot ratio appropriate to increments	Plantation anacarde	0.27	La valeur choisie a été celle de GIEC (2003) Tableau 3A.1.8 pour Forêt primaire tropicale/subtropicale sèche et du GIEC (2006) Tableau 4.4 pour Système montagneux tropical	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF GIEC (2006) - Lignes Directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	515166	0.3	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF (Tableau 3A.1.8)
T1 (2006)	Root-shoot ratio appropriate to increments	Plantation Eucalyptus	0.45	Selon Razakamanarivo et al (2012), la biomasse aérienne des plantations d'eucalyptus âgés de 47-87 ans est de 19,3 à 39,8 t.ha-1. Etant donné que la majorité des plantations d'eucalyptus à Madagascar sont traités en taillis de très jeune âge (Verhaegen et al 2011), la biomasse aérienne est donc plus faible que ce qu'a trouvé Razakamanarivo (<50 t.ha-1), ce qui correspond à une valeur de root shoot ratio appropriate to increments de 0,45 selon GIEC (2003) (Tableau 3A.1.8 pour Plantation d'eucalyptus <50 t.ha-1)	GIEC (2003)- Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF Razakamanarivo et al (2012)	512300	0.35	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF (Tableau 3A.1.8)
T1 (2006)	Root-shoot ratio appropriate to increments	Plantation de pins	0.32	Selon Razakatovo (2017), la biomasse aérienne des plantations de pin est de 123 t.ha-1, ce qui correspond à une valeur de root shoot ratio appropriate to increments de 0,32	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le	512297	0.23	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le

			selon GIEC (2003) (Tableau 3A.1.8 pour Forêt/plantation de conifères)	secteur de l'UTCATF Razakatovo (2017)	secteur de l'UTCATF (Tableau 3A.1.8)			
T1 (2006)	Root-shoot ratio appropriate to increments	Plantation mélangée	0.45	La valeur choisie a été celle de GIEC (2003) Tableau 3A.1.8 pour Plantation d'eucalyptus <50 t.ha-1	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF	512300	0.2	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF (Tableau 3A.1.8)
T1 (2006)	Root-shoot ratio appropriate to increments	Prairie	1.58	La valeur choisie a été celle de GIEC (2003) Tableau 3A.1.8 pour Prairie tempérée/sub-tropicale/tropicale	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF	512307	0.29	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF (Tableau 3A.1.8)

E - Carbon fraction of dry matter (tonnes C tonne d.m.⁻¹)

Type	Paramètre/Facteur	Sous catégories	Valeurs	Observations / Justification	Références bibliographiques	ID EDBF	Valeurs précédentes	References
T1 (2006)	Carbon fraction of dry matter	Tous	0.47	Valeur Arbre entier (valeur par défaut du GIEC)	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Chapitre 4, Volume 4, Tableau 4.3., p 4.56 McGroddy et al., 2004. Scaling of C:N:P stoichiometry in forests worldwide: Implications of terrestrial Redfield-type ratios. Ecology 85: 2390-2401.	515150	0.5	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF

F - Biomass density (tonnes d.m.m⁻³ fresh volume)

Type	Paramètre/Facteur	Sous catégories	Valeurs	Observations / Justification	Références bibliographiques	ID EDBF	Valeurs précédentes	References
T1	Biomass density (tonnes d.m.m-3 fresh volume)	Forêt dense humide	0.47	Fraction de carbone (FC) pour convertir la matière sèche en carbone tonnes C.(tonne m.s.)-1 pour l'arbre entier du domaine tropical (Chapitre 4, Tableau 4.3, p. 4.56).	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	515149	0.5	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF
T1	Biomass density (tonnes d.m.m-3 fresh volume)	Forêt dense sèche	0.47	Fraction de carbone (FC) pour convertir la matière sèche en carbone tonnes C.(tonne m.s.)-1 pour l'arbre entier du domaine tropical (Chapitre 4, Tableau 4.3, p. 4.56).	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	515149	0.5	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF
T1	Biomass density (tonnes d.m.m-3 fresh volume)	Forêt épineuse	0.47	Fraction de carbone (FC) pour convertir la matière sèche en carbone tonnes C.(tonne m.s.)-1 pour l'arbre entier du domaine tropical (Chapitre 4, Tableau 4.3, p. 4.56).	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	515149	0.5	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF
T1	Biomass density (tonnes d.m.m-3 fresh volume)	Plantation Eucalyptus	0.47	Fraction de carbone (FC) pour convertir la matière sèche en carbone tonnes C.(tonne m.s.)-1 pour l'arbre entier du domaine tropical (Chapitre 4, Tableau 4.3, p. 4.56).	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	515149	0.5	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF
T1	Biomass density (tonnes d.m.m-3 fresh volume)	Prairie	0.47	Fraction de carbone (FC) pour convertir la matière sèche en carbone tonnes C.(tonne m.s.)-1 pour l'arbre entier du domaine tropical (Chapitre 4, Tableau 4.3, p. 4.56).	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	515149	0.5	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF

G - Biomass expansion factor for converting volumes of extracted roundwood to total aboveground biomass (including bark)

Type	Paramètre/Facteur	Sous catégories	Valeurs	Observations / Justification	Références bibliographiques	ID EDBF	Valeurs précédentes	References
T1	Biomass expansion factor for converting volumes of extracted roundwood to total aboveground biomass (including bark)	Forêt dense humide	10	La productivité totale annuelle de chaque type de forêt est liée à son accroissement annuel moyen. La valeur du paramètre correspond à FECBE pour les forêts naturelles de la zone humide tropicale (Chapitre 4, Tableau 4.5, p. 4.59 et 4.60).	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	515306	9	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3A.1.10 GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Tableau 4-5
T1	Biomass expansion factor for converting volumes of extracted roundwood to total aboveground biomass (including bark)	Forêt dense sèche	5.55	La valeur du paramètre correspond à FECBE pour les feuillus de la zone tropicale sèche (Chapitre 4, Tableau 4.5, p. 4.59 et 4.60).	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	515279	9	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3A.1.10 GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Tableau 4-5
T1	Biomass expansion factor for converting volumes of extracted roundwood to total aboveground biomass (including bark)	Forêt épineuse	5.55	La valeur du paramètre correspond à FECBE pour les feuillus de la zone tropicale sèche (Chapitre 4, Tableau 4.5, p. 4.59 et 4.60).	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	515279	9	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3A.1.10 GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Tableau 4-5

T1	Biomass expansion factor for converting volumes of extracted roundwood to total aboveground biomass (including bark)	Plantation Eucalyptus	5.55	La valeur du paramètre correspond à FECBE pour les feuillus de la zone tropicale sèche (Chapitre 4, Tableau 4.5, p. 4.59 et 4.60).	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	515279	4	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3A.1.10 GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Tableau 4-5
T1	Biomass expansion factor for converting volumes of extracted roundwood to total aboveground biomass (including bark)	Prairie	7.77	Selon le type de végétation le plus proche de la prairie, les valeurs du paramètres correspondent respectivement aux forêts naturelles de la zone tropicale humide et aux feuillus de la zone tropicale sèche (Chapitre 4, Tableau 4.5, p. 4.59 et 4.60).	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES		4	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3A.1.10 GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Tableau 4-5

H - Average biomass stock of forest areas (tonnes d.m. ha-1)

Type	Paramètre/Facteur	Sous catégories	Valeurs	Observations / Justification	Références bibliographiques	Origine de l'étude	Valeurs précédentes	References
Spec.	Average biomass stock of forest areas	Forêt dense humide	262	Moyenne nationale utilisée par BNCC-REDD+ (2018)	BNCC-REDD+ (2018)	Madagascar	433	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3A.1.2
Spec.	Average biomass stock of forest areas	Forêt dense sèche	63	Moyenne nationale utilisée par BNCC-REDD+ (2018)	BNCC-REDD+ (2018)	Madagascar	130	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3A.1.2

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

Spec.	Average biomass stock of forest areas	Mangrove	99	Jones et al (2014) ont donné la valeur de la biomasse totale (ABG + BGB) des mangroves de Madagascar = 168,33 t.ha-1. Mais ils n'ont pas séparé les 2 types de biomasse. Une valeur de root shoot ratio de 0,7 (moyenne de toutes les espèces en Tanzanie, également présentes à Madagascar <i>Avicennia marina</i> , <i>Sonneratia alba</i> , <i>Rhizophora mucronata</i>) (Njana et al 2016) a été utilisée pour estimer la part de biomasse aérienne	Jones et al (2014), Njana et al (2016)	Madagascar	310	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3A.1.2
Spec.	Average biomass stock of forest areas	Plantation Eucalyptus	29	Selon Razakamanarivo et al (2012), la biomasse aérienne des plantations d' <i>Eucalyptus robusta</i> est de 19,3 à 39,8 t.ha-1 sur les Hautes Terres Centrales. Selon Verhaegen et al (2011), <i>Eucalyptus robusta</i> représente aujourd'hui plus du tiers des formations artificielles à Madagascar. La valeur trouvée par Razakamanarivo et al (2012) sera donc utilisée	Razakamanarivo et al (2012), Verhaegen et al (2011)	Madagascar	200	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3A.1.3
Spec.	Average biomass stock of forest areas	Prairie	9	Moyenne des stocks de biomasse aérienne des terrains dégradés post deforestation des forêts humides (16,6 t.ha-1) (Andriamananjara et al 2016) et des forêts sèches et épineuses (2,5 t.ha-1) (Raharimalala et al. 2012) selon BNC-REDD+ (2018)	BNCC-REDD+ (2018)	Madagascar	0	

Tableau 3 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Forest land remaining Forest land - Soil »

A- Emission factor for CO2 from drained organic forest soils (tonnes C ha-1 yr-1)

Types	Paramètre/Facteur	Sous catégories	Régime climatique	Valeurs par défaut GIEC (tonnes C ha-1 an-1)	Observations	Références bibliographiques	Origine de l'étude	ID EDBF	Valeurs précédentes	References
-------	-------------------	-----------------	-------------------	--	--------------	-----------------------------	--------------------	---------	---------------------	------------

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

T1 (2006)	Default values for CO2 (expressed as carbon) Emission Factor for drained organic soils in managed forests	Forêt marécageuse	Tropical	1.36	Aucune référence n'a été donnée pour cette valeur dans GIEC (2006), le taux de décomposition en climat tropical a été estimé comme étant 2 fois plus élevé que celui du climat tempéré (0,68)	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4, Chapitre 4 Tab 4.6, p4.61.	510798	1.36 GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF. Tableau 3.2.3, p 3.42
T1 (2006)	Default values for CO2 (expressed as carbon) Emission Factor for drained organic soils in managed forests	Mangrove	Tropical	1.36	Aucune référence n'a été donnée pour cette valeur dans GIEC (2006), le taux de décomposition en climat tropical a été estimé comme étant 2 fois plus élevé que celui du climat tempéré (0,68)	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4, Chapitre 4 Tab 4.6, p4.61.	510798	1.36 GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF. Tableau 3.2.3, p 3.42
Spec.	Default values for CO2 (expressed as carbon) Emission Factor for drained organic soils in managed forests	Forêt marécageuse	Tropical	11	GHG fluxes from tropical peatlands in south-east Asia (8-13,5)	Couwenberg et al. (2010). GHG fluxes from tropical peatlands in south-east Asia. Global Change Biology, 16:1715-1732. Couwenberg et al. (2009). Emission factors for managed peat soils (organic soils, histosols). An analysis of IPCC default values.	Asie	

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

Spec.	Default values for CO2 (expressed as carbon) Emission Factor for drained organic soils in managed forests	Mangrove	Tropical	11	GHG fluxes from tropical peatlands in south-east Asia (8-13,5)	Couwenberg et al. (2010). GHG fluxes from tropical peatlands in south-east Asia. Global Change Biology, 16:1715-1732. Couwenberg et al. (2009). Emission factors for managed peat soils (organic soils, histosols). An analysis of IPCC default values.	Asie
-------	--	----------	----------	----	--	---	------

Tableau 4 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Settlements remaining Settlements - Living Biomass»

A- Crown cover area-based growth rate

Type	Paramètre/Facteur	Sous catégories	Valeurs	Observations / Justification	Références bibliographiques	Origine de l'étude	ID EDBF	Valeurs précédentes	References
T1 (2006)	Crown cover area-based growth rate		2.9	Selon Nowak et Crane (2002), des données sur les arbres individuels des grandes catégories d'espèces dominantes en ville (établissement) sont nécessaires pour déterminer le stockage et le piégeage du carbone total, et aussi pour déterminer le taux de croissance basé sur la superficie du couvert (CVT). Faute de ces données pour le cas de Madagascar, la valeur par défaut du GIEC (2003) est choisie pour ce paramètre (Chapitre 3, p. 3.303).	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4, Chapitre 8 Tab8.1, p8.10 Nowak et Crane (2002); GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF	USA	515859	2.9	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF. Section 3a.4.1.1.1.2 , p 3.297 (Tiré de Nowak, D. and Crane, D. (2002). Carbon storage and sequestration by urban trees in the United States. Environmental Pollution 116:381-389.)

Tableau 5 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Cropland remaining cropland - Biomass»
A- Annual growth rate of perennial woody biomass (tonnes C ha-1 yr-1)

Type	Paramètre/Facteur	Sous catégories	Valeurs	Observations / Justification	Références bibliographiques	Origine de l'étude	ID EDBF	Valeurs précédentes	References
Spec.	Annual growth rate of perennial woody biomass	caféier	4.68	A défaut de valeur sur Madagascar, la valeur proposée par Zaro et al (2019) pour les caféiers en systèmes agroforestiers a été orise en compte	Zaro et al (2019)	Brésil	n/a	2.6	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF. Tableau 3.3.2, p 3-73
Spec.	Annual growth rate of perennial woody biomass	letchis	1.23	Le stock de carbone des plantations de letchis de 20 ans est de 24,73 t C.ha-1 à Madagascar (Ramiandrisoa 2011). Ce qui fait un accroissement annuel de 1,23 t C ha-1 an-1	Ramiandrisoa (2011)	Madagascar	n/a	10	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF. Tableau 3.3.2, p 3-73
Spec.	Annual growth rate of perennial woody biomass	girofler	0.95	Le stock de carbone des plantations de girofler de 20 ans est de 19,01 t C.ha-1 à Madagascar (Ramiandrisoa 2011). Ce qui fait un accroissement annuel de 0,95 t C ha-1 an-1	Ramiandrisoa (2011)	Madagascar	n/a	2.6	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF. Tableau 3.3.2, p 3-73
Spec.	Annual growth rate of perennial woody biomass	The	8.06	L'accroissement en biomasse annuelle de thé va de 9,43 à 11,40 t ha-1 an-1 (Burgess et Carr, 1993) à 15 à 18 t ha-1 an-1 (Magambo et Cannell, 1981) jusqu'à 21,5 t ha-1 an-1 (Matthews et Stephens, 1998). Ce qui fait une	Burgess et Carr (1993), Magambo et Cannell (1981), Matthews et Stephens (1998)	Madagascar	n/a	10	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF. Tableau 3.3.2, p 3-73

Spec.	Annual growth rate of perennial woody biomass	cacaoyer	5.81	<p>moyenne de 16,13 t ha-1 an-1. Ce qui est équivalent à 8,06 tC.ha-1.an-1. (en utilisant la fraction de carbone proposée par GIEC (2003) de 0,47)</p> <p>Selon Hernandez et al (2002), le stock de carbone des plantations de cacaoyer (Theobroma cacao comme à Madagascar) de 13 ans est de 63 kg C.pied-1 en Colombie. La densité de plantation des cacaoyers à Madagascar est de 1200 pieds/ha (Kentsop Suayo 2017).</p>	Hernandez et al (2002) Kentsop Suayo (2017)	Colombie	n/a	10	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF. Tableau 3.3.2, p 3-73
-------	---	----------	------	--	---	----------	-----	----	---

B- Annual carbon stock in biomass removed (tonnes C ha-1 yr-1) (removal or harvest)

Type	Paramètre/Facteur	Sous catégories	Valeurs	Observations / Justification	Références bibliographiques	Origine de l'étude	ID EDBF	Valeurs précédentes	References
T1 (2006)	Annual carbon stock in biomass removed	caféier	2.6	Le caféier est une plante vivace de la partie orientale de Madagascar (Razakatrimo, 2011). La valeur par défaut du GIEC (2006) est utilisée pour le taux annuel de pertes de carbone de la biomasse pour la région climatique tropicale, humide (Chapitre.3, Tableau 3.3.2, p. 3.73).	Razakatrimo (2011); GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	Zone climatique	511002	0	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF - SECTION 3.3.1.1 Tableau 3.3.2, p 3-73

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

T1 (2006)	Annual carbon stock in biomass removed	litchis	2.6	Le litchi est une des cultures de rente utilisée en systèmes agroforestiers qui caractérisent la côte Est de Madagascar (Ramiandrisoa, 2011). La valeur par défaut du GIEC (2006) est utilisée pour le taux annuel de pertes de carbone de la biomasse pour la région climatique tropicale, humide (Chapitre.3, Tableau 3.3.2, p. 3.73).	Ramiandrisoa (2011); GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	Zone climatique	511002	0	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF - SECTION 3.3.1.1 Tableau 3.3.2, p 3-73
T1 (2006)	Annual carbon stock in biomass removed	giroflie	2.6	Les espaces agroforestiers dans la partie orientale de Madagascar sont formés par des giroflie (Ramiandrisoa, 2011). La valeur par défaut du GIEC (2006) est utilisée pour le taux annuel de pertes de carbone de la biomasse pour la région climatique tropicale, humide (Chapitre.3, Tableau 3.3.2, p. 3.73).	Ramiandrisoa (2011); GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	Zone climatique	511002	0	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF - SECTION 3.3.1.1 Tableau 3.3.2, p 3-73
T1 (2006)	Annual carbon stock in biomass removed	The	2.6	Le théier est une culture pérenne répandue dans la partie orientale et les Hautes Terres Centrales, du Nord - Est du pays jusqu'au Sud – Est (Randrianandrasana, 2011). La valeur par défaut du GIEC (2006) est utilisée pour le taux annuel de pertes de carbone de la biomasse pour la région climatique tropicale, humide (Chapitre.3, Tableau 3.3.2, p. 3.73).	Randrianandrasana (2011); GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	Zone climatique	511002	0	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF - SECTION 3.3.1.1 Tableau 3.3.2, p 3-73
T1 (2006)	Annual carbon stock in biomass removed	cacaoyer	2.6	Le cacaoyer est un arbre qui pousse sous le tropique, notamment dans la zone de Sambirano à Madagascar (Rakotondranosy, 2011). La valeur par défaut du GIEC (2006) est utilisée pour le taux annuel de pertes de carbone de la biomasse pour la région climatique tropicale,	Rakotondranosy (2011); GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES	Zone climatique	511002	0	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF - SECTION 3.3.1.1 Tableau 3.3.2, p 3-73

humide (Chapitre.3, Tableau 3.3.2, p. 3.73).

Tableau 6 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Cropland remaining cropland – Soil »

Sols minéraux

A- Reference carbon stock

Type	Paramètre / Facteur	Climat	Type de sol	Nom du sol	Valeurs de Stock de C de références (TC/ha)	Observations : mode de gestion/pratiques	Références bibliographiques	Origine de l'étude	ID EDBF	Valeurs précédentes	References
T1 (2006)	Reference carbon stock	Tropical humide	LAC Soils		47	Default reference (under native vegetation) soil organic C stocks (SOC ref) for soils with low activity clay (LAC soils); for 0-30 cm depth; see Comments from Data Provider for the definition of LAC soils. Tropical humide	GIEC (2006). Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 2, Tableau 2.3, p:2.39 Jobbagy and Jackson (2000) and Bernoux et al. (2002)	Bresil	510815	65	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3.3.3, p 3.76. [Les données utilisées proviennent des bases de données décrites dans Jobbagy and Jackson (2000) et Bernoux et al. (2002)]

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

T1 (2006)	Reference carbon stock	Tropical sec	Sandy soils		31	Default reference (under native vegetation) soil organic C stocks (SOC ref) for sandy soils; for 0-30 cm depth; see Comments from Data Provider for the definition of sandy soils. Tropical sec	GIEC (2006). Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 2, Tableau 2.3, p:2.39 Jobbagy and Jackson (2000) and Bernoux et al. (2002)	Bresil	51082 2	39	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3.3.3, p 3.76. [Les données utilisées proviennent des bases de données décrites dans Jobbagy and Jackson (2000) et Bernoux et al. (2002)]
Spec.	Reference carbon stock	Tropical	LAC	Ferric Acrisols	50.74	Soil C stocks <u>under no-tillage</u> cultivated with soybean and corn in an Oxisol (Ferric Acrisol, FAO classification	Leite LFC, Mendonc,a ES, Machado PLOA, Matos ES (2003) Total C and N storage and organicCpools of a Red- YellowPodzolic under onventional and no tillage at the Atlantic Forest Zone, Southeastern Brazil. Australian Journal of Soil Research 41, 717-730. doi: 10.1071/SR0203 7	Brésil	52141 2		

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

Spec.	Reference carbon stock	Tropical	LAC	Ferric Acrisols	41.12	Soil C stocks <u>under reduced tillage</u> (plow disk) system cultivated with soybean and corn in an Oxisol	Leite LFC, Mendonça ES, Machado PLOA, Matos ES (2003) Total C and N storage and organic pools of a Red-Yellow Podzolic under conventional and no tillage at the Atlantic Forest Zone, Southeastern Brazil. Australian Journal of Soil Research 41, 717-730. doi: 10.1071/SR02037	Brésil	521413
Spec.	Reference carbon stock	Tropical d'altitude	LAC	Ferralsol	72.3	<u>Improved farming practices</u> : rainfed cereals, cassava, legumes and vegetables with 9 t C ha ⁻¹ of organic amendment. Agroecological practices in the Itasy Region of the Central Highlands of Madagascar. Mean values of n=8, (±25.6) Mean annual C accumulation: -1 (t C ha ⁻¹ yr ⁻¹)	Rakotovo et al. (2020). Effects of agroecological practices on soil organic carbon sequestration using synchronic and diachronic approaches in Madagascar. Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics. 121 (1): 113–125.	Madagascar	n/a

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

Spec.	Reference carbon stock	Tropical d'altitude	LAC	Ferralsol	69.1	<u>Traditional farming practices</u> : rotation of rainfed cereals, cassava, legumes and vegetables with < 5 t C ha ⁻¹ of organic amendment. Agroecological practices in the Itasy Region of the Central Highlands of Madagascar Mean values of n=24, (±26.8)	Rakotovoao et al. (2020). Effects of agroecological practices on soil organic carbon sequestration using synchronic and diachronic approaches in Madagascar. Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics. 121 (1): 113–125.	Madagascar	n/a
Spec.	Reference carbon stock	Tropical	LAC	Ferralsol (Sols Ferrallitiques)	63.7 (+/- 20.6)	Valeur moyenne pour différents sols ferrallitiques de différentes zones de Madagascar, essentiellement Hautes Terres et Cote-Est. Nous proposons cette valeur comme étant représentatif des sols ferrallitiques qui sont des LAC (et non des HAC comme dans les précédentes inventaires).	Andriampiolazana et al. (2020) in (Eds) T. Chevallier, T.M. Razafimbelo, L. Chapuis-Lardy, M. Brossard. Carbone des Sols en Afrique. Impact des usages des sols et des pratiques agricoles. Editions FAO-IRD. Tableau 2, Pages 152,	Madagascar	n/a
Spec.	Reference carbon stock	Tropical	LAC	Sols sableux (Ferrugineux)	31.8	Valeurs moyennes sur 24 points effectués à Madagascar	28. Grinand C., Rajaonarivo R., Bernoux M., Pajot V., Brossard M., Razafimbelo T., Albrecht A., 2009. Estimation	Madagascar	n/a

Spec.	Reference carbon stock	Tropical	LAC	Ferralsol (Sols Ferrallitiques)	40.4	Moyenne de différents sols ferrallitiques : n=32, CV=0.33. Approche cartographique	des stocks de carbone dans les sols de Madagascar. Etude et Gestion des sols, 16, 23-33 Grinand et al (2009). Estimation des stocks de carbone dans les sols de Madagascar. Etude et Gestion des Sols, Volume 16. P.23-33. Tableau 5, page 30,	Madagascar	n/a
Spec.	Reference carbon stock	Tropical humide	LAC	Ferralsol (Sols Ferrallitiques)	75.8	Slash and burn practices in the East Coast of Madagascar. LAC, climate: 2779mm of precipitation, 25°C of mean annual precipitation. Slash and burn: annual rotation between rice/fallow (2-5 years)/burning/cassava. N=4 0-30 cm	Andriamananjara et al. (2019). Land management modifies the temperature sensitivity of soil organic carbon, nitrogen and phosphorus dynamics in a Ferralsol. Applied Soil Ecology. 138. p112-122	Madagascar	n/a

B- Stock change factor for land use or land-use change type (FLU)

Type	Paramètre/Facteur	Type de facteur	Niveau	Régime de température	Sols	Valeurs	Observations	Références bibliographiques	Origine de l'étude	ID EDBF	Valeurs précédentes	References
T1 (2006)	Stock change factor for land use or land-use change type (FLU)	Affectation des Terres (F _{AFT}) ou (FLU)	Mise en réserve < 20 ans	Tropical / Humide-Pluvieux	-	0.82	Représente une mise en réserve temporaire des terres de cultures annuelles (réserve de terres sous conservation par exemple) ou d'autres terres cultivées inutilisées, avec restauration d'un couvert végétal d'herbacées vivaces.	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 5.5, page 5.20	Zone climatique	515805	0.82	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3.3.4 page 3.77.

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

T1 (2006)	Stock change factor for land use or land-use change type (FLU)	Affectation des Terres (F _{Aff}) ou (FLU)	Mise en réserve < 20 ans	Tropical / Sec	-	0.93	Représente une mise en réserve temporaire des terres de cultures annuelles (réserve de terres sous conservation par exemple) ou d'autres terres cultivées inutilisées, avec restauration d'un couvert végétal d'herbacées vivaces.	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 5.5, page 5.20	Zone climatique	515804	0.82	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3.3.4 page 3.77.
T1 (2006)	Stock change factor for land use or land-use change type (FLU)	Affectation des Terres (F _{Aff}) ou (FLU)	Cultures à long terme > 20 ans	Tropical / Humide-Pluvieux	-	0.48	Représente une superficie gérée continuellement pendant > 20 ans, avec cultures annuelles prédominantes. Application des facteurs d'entrées et de travail du sol pour l'estimation des variations des stocks de carbone. Le facteur d'affectation	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 5.5, page 5.20	Zone climatique	515800		

T1 (2006)	Stock change factor for land use or land-use change type (FLU)	Affectation des Terres (F_{AFT}) ou (FLU)	Cultures à long terme > 20 ans	Tropical / Sec	-	0.58	Représente une superficie gérée continuellement pendant > 20 ans, avec cultures annuelles prédominantes. Application des facteurs d'entrées et de travail du sol pour l'estimation des variations des stocks de carbone. Le facteur d'affectation des terres a été estimé en fonction d'un travail du sol total et d'entrées de carbone nominales (« moyennes »).	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 5.5, page 5.20	Zone climatique	51579 9
--------------	--	---	--------------------------------	----------------	---	------	---	--	-----------------	------------

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

T1 (2006)	Stock change factor for land use or land-use change type (FLU)	Affectation des Terres (F _{Aff}) ou (FLU)	Riz paddy	Tous / Sec et humide/ pluvieux	-	1.1	Cultures annuelles de long terme (> 20 ans) sur terres humides (riz paddy). Peuvent inclure des doubles cultures avec des cultures non inondées. Pour le riz paddy, les facteurs de travail du sol et d'entrées ne sont pas utilisés.	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 5.5, page 5.20	Zone climatique	51580 2
T1 (2006)	Stock change factor for land use or land-use change type (FLU)	Affectation des Terres (F _{Aff}) ou (FLU)	Cultures d'arbres/ vivaces	Tous / Sec et humide/ pluvieux	-	1	Cultures d'arbres vivaces à long terme comme arbres fruitiers et noyers, caféiers et cacaoyers.	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 5.5, page 5.20	Zone climatique	51580 3

C- Stock change factor for management regime (effet travail du sol)

Type	Paramètre/Facteur	Type de facteur	Niveau	Régime de température	Sols	Valeurs	Observations	Références bibliographiques	Origine de l'étude	ID EDBF	Valeurs précédentes	References
T1 (2006)	Stock change factor for management regime	Travail du sol (FMG)	Total	Sec et humide/pluvieux	-	1	Perturbation des sols importante avec retournement complet et/ou travail du sol fréquent (pendant l'année). À la plantation, une petite partie (< 30 %, par exemple) de la surface est couverte de résidus.	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 5.5, page 5.20	Zone climatique	515807	1.23	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3.3.4 page 3.77.
T1 (2006)	Stock change factor for management regime	Travail du sol (FGestion)	Réduit	Tropical Humide/pluvieux	-	1.15	Travail du sol principal et/ou secondaire, mais avec perturbation du sol plus faible (en général, eu profond et sans retournement complet). En général, à la plantation, >30% de la surface est couverte de résidus.	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 5.5, page 5.20	Zone climatique	515811	1.09	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3.3.4 page 3.77.
T1 (2006)	Stock change factor for management regime	Travail du sol (FGestion)	Réduit	Tropical Sec	-	1.09	Travail du sol principal et/ou secondaire, mais avec perturbation du sol plus faible (en général, eu profond et sans retournement complet). En général, à la plantation, >30% de la surface est couverte de résidus.	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 5.5, page 5.20	Zone climatique	515810	1.09	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3.3.4 page 3.77.

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

T1 (2006)	Stock change factor for management regime	Travail du sol (FGestion)	Aucun	Tropical Humide/pluvieux	-	1.22	Ensemencement direct sans travail du sol principal, avec perturbation du sol minimale dans la zone d'ensemencement. En général, des herbicides sont utilisés pour le désherbage.	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 5.5, page 5.20	Zone climatique	515816
T1 (2006)	Stock change factor for management regime	Travail du sol (FGestion)	Aucun	Tropical/sec	-	1.17	Ensemencement direct sans travail du sol principal, avec perturbation du sol minimale dans la zone d'ensemencement. En général, des herbicides sont utilisés pour le désherbage.	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 5.5, page 5.20	Zone climatique	515815
Spec.	Stock change factor for management regime	Travail du sol (FMG)	Aucun	Tropical humide (P: 2439 mm, T°: 23.0°C)	LAC (Sol ferrallitique typique 2)	1.10	Région Sud Est de Madagascar (Manakara) Granulométrie: 30% d'argile, 10% de limon, 60% de sable	Razafimbelo et al. (2010). Stockage de carbone dans les sols sous systèmes de culture en semis direct sous couvert végétal (SCV) dans différents contextes pédoclimatiques à Madagascar. <i>Etude et Gestion des Sols</i> , 17(2), 143-158.	Madagascar	n/a

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

Spec.	Stock change factor for management regime	Travail du sol (FMG)	Aucun	Tropical de moyenne altitude P: 1178 mm, T°: 20,8°C	LAC (Sol ferrallitique rajeuni)	1.07	Région Centre Nord-Est de Madagascar (Lac Alaotra) Granulométrie: 20% d'argile, 38% de limon, 42% de sable	Razafimbelo et al. (2010). Stockage de carbone dans les sols sous systèmes de culture en semis direct sous couvert végétal (SCV) dans différents contextes pédoclimatiques à Madagascar. <i>Etude et Gestion des Sols, 17(2)</i> , 143-158.	Madagascar	n/a
Spec.	Stock change factor for management regime	Travail du sol (FMG)	Aucun	Climat Tropical de moyenne altitude P: 1178 mm, T: 20,8°C	Sol ferrallitique rajeuni	1.11	Région Centre Nord-Est de Madagascar (Lac Alaotra) Avec fertilisation organique + minérale Granulométrie: 20% d'argile, 38% de limon, 42% de sable	Razafimbelo et al. (2010). Stockage de carbone dans les sols sous systèmes de culture en semis direct sous couvert végétal (SCV) dans différents contextes pédoclimatiques à Madagascar. <i>Etude et Gestion des Sols, 17(2)</i> , 143-158.	Madagascar	n/a
Spec.	Stock change factor for management regime	Travail du sol (FMG)	Aucun	Climat Tropical humide P 2577 mm T 23,1°C	HAC (Sol hydro morph e à pseudo-gley)	1.22	Région Sud Est de Madagascar (Manakara) Sans fertilisation Climat Tropical humide Granulométrie: 25% d'argile, 50% de limon, 25% de sable	Razafimbelo et al. (2010). Stockage de carbone dans les sols sous systèmes de culture en semis direct sous couvert végétal (SCV) dans différents contextes pédoclimatiques à	Madagascar	n/a

								Madagascar. <i>Etude et Gestion des Sols</i> , 17(2), 143-158.		
Spec.	Stock change factor for management regime	Travail du sol (FMG)	Aucun	Climat Tropical humide P : 2577 mm T : 23,1°C	HAC (Sol hydro morph e à pseudo-gley)	1.55	Région Sud Est de Madagascar (Manakara) Avec fertilisation Granulométrie: 25% d'argile, 50% de limon, 25% de sable	Razafimbelo et al. (2010). Stockage de carbone dans les sols sous systèmes de culture en semis direct sous couvert végétal (SCV) dans différents contextes pédoclimatiques à Madagascar. <i>Etude et Gestion des Sols</i> , 17(2), 143-158.	Madagascar	n/a
Spec.	Stock change factor for management regime	Travail du sol (FMG)	Aucun	Climat Tropical de moyenne altitude P: 1178 mm, T°: 20,8°C	Sol peu évolué d'apport	1.72	Région Centre Nord-Est (Lac Alaotra) Avec Fertilisation organique Granulométrie: 20% d'argile, 38% de limon, 42% de sable	Razafimbelo et al. (2010). Stockage de carbone dans les sols sous systèmes de culture en semis direct sous couvert végétal (SCV) dans différents contextes pédoclimatiques à Madagascar. <i>Etude et Gestion des Sols</i> , 17(2), 143-158.	Madagascar	n/a

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

Spec.	Stock change factor for management regime	Travail du sol (FMG)	Aucun	Climat Tropical de moyenne altitude P : 1178 mm, T : 20,8°C	Sol peu évolué d'apport	1.46	Sol peu évolué d'apport Avec Fertilisation organique et minérale Région Centre Nord-Est (Lac Alaotra) Granulométrie: 20% d'argile, 38% de limon, 42% de sable	Razafimbelo et al. (2010). Stockage de carbone dans les sols sous systèmes de culture en semis direct sous couvert végétal (SCV) dans différents contextes pédoclimatiques à Madagascar. <i>Etude et Gestion des Sols, 17(2)</i> , 143-158.	Madagascar	n/a
Spec.	Stock change factor for management regime	Travail du sol (FMG)	Aucun	Climat Tropical de moyenne P: 1178 mm T : 20,8°C	LAC (Sol ferrallitique hydro morph e)	1.10	Région Centre Nord-Est (Lac Alaotra) Avec Fertilisation organique Granulométrie: 39% d'argile, 29% de limon, 32% de sable	Razafimbelo et al. (2010). Stockage de carbone dans les sols sous systèmes de culture en semis direct sous couvert végétal (SCV) dans différents contextes pédoclimatiques à Madagascar. <i>Etude et Gestion des Sols, 17(2)</i> , 143-158.	Madagascar	n/a
Spec.	Stock change factor for management regime	Travail du sol (FMG)	Aucun	Climat Tropical de moyenne P: 1178 mm T : 20,8°C	LAC (Sol ferrallitique hydro morph e)	1.14	Région Centre Nord-Est (Lac Alaotra) Avec Fertilisation organique et mineral Granulométrie: 39% d'argile, 29% de limon, 32% de sable	Razafimbelo et al. (2010). Stockage de carbone dans les sols sous systèmes de culture en semis direct sous couvert végétal (SCV) dans différents contextes pédoclimatiques à	Madagascar	n/a

								Madagascar. <i>Etude et Gestion des Sols</i> , 17(2), 143-158.		
Spec.	Stock change factor for management regime	Travail du sol (FMG)	Aucun	Climat Tropical d'altitude P : 1382 mm, T : 16.5°C	LAC (Sol ferrallitique humifère)	1.07	Sol ferrallitique humifère Antsirabe (Hautes-Terres) Granulométrie: 62% d'argile, 19% de limon, 19% de sable	Razafimbelo et al. (2010). Stockage de carbone dans les sols sous systèmes de culture en semis direct sous couvert végétal (SCV) dans différents contextes pédoclimatiques à Madagascar. <i>Etude et Gestion des Sols</i> , 17(2), 143-158.	Madagascar	n/a

D- Stock change factor for input of organic matter

Type	Paramètre/Facteur	Type de facteur	Niveau	Régime de température	Sols	Valeurs	Observations	Références bibliographiques	Origine de l'étude	ID EDBF
T1 (2006)	Stock change factor for input of organic matter	Entrées (FE)	Faibles	Tropical Humide/pluvieux	-	0.92	Faible retour des résidus en raison de l'élimination des résidus (par collecte ou brûlage), fréquentes jachères nues ou production de cultures à faibles résidus (légumes, tabac, coton, etc.), pas d'apport d'engrais minéraux ou de cultures fixatrices d'azote.	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 5.5, page 5.20	Zone climatique	515821

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

T1 (2006)	Stock change factor for input of organic matter	Entrées (FE)	Faibles	Sec	-	0.95	Faible retour des résidus en raison de l'élimination des résidus (par collecte ou brûlage), fréquentes jachères nues ou production de cultures à faibles résidus (légumes, tabac, coton, etc.), pas d'apport d'engrais minéraux ou de cultures fixatrices d'azote.	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 5.5, page 5.20	Zone climatique	515820
T1 (2006)	Stock change factor for input of organic matter	Entrées (FE)	Moyennes	Tous / Sec et Humide / Pluvieux	-	1	Représente des cultures annuelles avec céréales dans lesquelles tous les résidus de cultures retournent aux champs. Si les résidus sont éliminés, on ajoute des matières organiques supplémentaires (fumier, etc.). Nécessite également un apport d'engrais minéraux ou des rotations de cultures fixatrices d'azote.	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 5.5, page 5.20	Zone climatique	515823
T1 (2006)	Stock change factor for input of organic matter	Entrées (FE)	Elevées sans fumier	Tropical Humide/pluvieux	-	1.11	Représente un niveau de résidus de cultures beaucoup plus élevé en raison de la nature des cultures, de l'emploi d'engrais vert, de cultures de couvertures, de jachère avec végétation améliorée, d'utilisation fréquente d'herbacées vivaces dans les rotations annuelles des cultures,	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 5.5, page 5.20	Zone climatique	515825

T1 (2006)	Stock change factor for input of organic matter	Entrées (FE)	Elevées sans fumier	Sec	-	1.04	mais sans application de fumier. Représente un niveau de résidus de cultures beaucoup plus élevé en raison de la nature des cultures, de l'emploi d'engrais vert, de cultures de couvertures, de jachère avec végétation améliorée, d'utilisation fréquente d'herbacées vivaces dans les rotations annuelles des cultures, mais sans application de fumier.	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 5.5, page 5.20	Zone climatique	515824
T1 (2006)	Stock change factor for input of organic matter	Entrées (FE)	Elevées avec fumier	Tropical Humide/pluvieux	-	1.44	Représente des entrées de C beaucoup plus élevées que pour les systèmes culturaux à entrées moyennes, en raison de l'apport supplémentaire de fumier animal.	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 5.5, page 5.20	Zone climatique	515828
T1 (2006)	Stock change factor for input of organic matter	Entrées (FE)	Elevées avec fumier	Sec	-	1.37	Représente des entrées de C beaucoup plus élevées que pour les systèmes culturaux à entrées moyennes, en raison de l'apport supplémentaire de fumier animal.	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 5.5, page 5.20	Zone climatique	515827

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

Spec.	Stock change factor for input of organic matter	Entrées (FE)	Moyennes	Tropical (Hautes Terres)	LAC	1.19	Pratique paysanne traditionnelle (rotation culturale riz-manioc-légumineuse-maraîchage avec apport d'amendement organique < 5 t C ha ⁻¹)	Rakotovao et al. (2020). Effects of agroecological practices on soil organic carbon sequestration using synchronic and diachronic approaches in Madagascar. Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics. 121 (1): 113–125.	Madagascar	n/a
Spec.	Stock change factor for input of organic matter	Entrées (FE)	Moyennes	Tropical (Hautes Terres)	LAC	1.24	Pratique améliorée (rotation culturale riz-manioc-légumineuse-maraîchage avec apport d'amendement organique 9-12 t C ha ⁻¹)	Rakotovao et al. (2020). Effects of agroecological practices on soil organic carbon sequestration using synchronic and diachronic approaches in Madagascar. Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics. 121 (1): 113–125.	Madagascar	n/a

Sols organiques

E- Emission factor for climate type c

Type	Paramètre/Facteur	Régime climatique	Valeurs par défaut GIEC	Observations	Références bibliographiques	Origine de l'étude	ID EDBF
			(tonnes C ha-1 an-1)				
T1 (2006)	Emission factor for climate type c	Tropical/Subtropical	20.0	Utilisation du facteur d'émission annuel des sols organiques cultivés du GIEC (2006). Pas d'autres facteurs d'émission disponibles	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 5.6, page 5.22	Global	510998
Spec.	Emission factor for climate type c	Tropical	11 (8-13,5)	GHG fluxes from tropical peatlands in south-east Asia	Couwenberg et al. (2010). GHG fluxes from tropical peatlands in south-east Asia. <i>Global Change Biology</i> , 16:1715-1732. Couwenberg et al. (2009). Emission factors for managed peat soils (organic soils, histosols). An analysis of IPCC default values.	Asie	n/a

Tableau 7 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Grassland remaining Grassland- Soil »

Sols minéraux

A- Reference carbon stock

Type	Paramètre/ Facteur	Climat	Type de sol	Nom du sol	Valeurs de Stock de C de références (TC/ha)	Observations : mode de gestion/pratiques	Références bibliographiques	Origine de l'étude	ID EDBF	Valeurs précédentes	References
T1 (2006)	Reference carbon stock	Tropical humide	LAC Soils		47	Default reference (under native vegetation) soil organic C stocks (SOC ref) for soils with low activity clay (LAC soils); for 0-30 cm depth; see Comments from Data Provider for the definition of LAC soils. Tropical humide	GIEC (2006). Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 2, Tableau 2.3, p:2.39 Jobbagy and Jackson (2000) and Bernoux et al. (2002)	Bresil	510815	47	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3.3.3, p 3.76. [Les données utilisées proviennent des bases de données décrites dans Jobbagy and Jackson (2000) et Bernoux et al. (2002)]
T1 (2006)	Reference carbon stock	Tropical sec	Sandy soils		31	Default reference (under native vegetation) soil organic C stocks (SOC ref) for sandy soils; for 0-30 cm depth; see Comments from Data Provider for the definition of sandy soils. Tropical sec	GIEC (2006). Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 2, Tableau 2.3, p:2.39 Jobbagy and Jackson (2000) and Bernoux et al. (2002)	Bresil	510822		

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

Spec.	Reference carbon stock	Tropical	LAC	Ferralsol	58,1	Région des hautes terres centrales de Madagascar (Itasy) Fallow land n=16, SD=25,5	Rakotovao et al. (2020). Effects of agroecological practices on soil organic carbon sequestration using synchronic and diachronic approaches in Madagascar. <i>Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics</i> . 121 (1): 113–125.	Madagascar
Spec.	Reference carbon stock	Tropical Chaud et Humide	LAC	Ferralsol	89	Savane (n=30) Zone corridor Ankeniheny Zahamena	Andriamananjara A,* ,Hewson J., Razakamanarivo H. , Andrisoa R-H , Ranaivoson N. , Ramboatiana N., Razafindrakoto M., Ramifehiarivo N., Razafimanantsoa M.P., Rabeharisoa L., Ramananantoandro T., Andriambo-lantsoa R., Rabetokotany N., Razafimbelo T. Land cover impacts on aboveground and soil carbon stocks in Malagasy rainforest. <i>Agriculture Ecosystem and Environment</i> , 233, 1-15. http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2016.08.030	Madagascar
Spec.	Reference carbon stock	Tropical Chaud et Humide	LAC	Ferralsol	86	Jachère arbustive (n=29) Zone corridor Ankeniheny Zahamena	Andriamananjara A,* ,Hewson J., Razakamanarivo H. , Andrisoa R-H , Ranaivoson N. , Ramboatiana N., Razafindrakoto M., Ramifehiarivo N., Razafimanantsoa M.P., Rabeharisoa L., Ramananantoandro T., Andriambo-lantsoa R., Rabetokotany N., Razafimbelo T. Land cover impacts on aboveground and soil carbon stocks in Malagasy rainforest. <i>Agriculture Ecosystem and Environment</i> , 233, 1-15. http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2016.08.030	Madagascar

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

Spec.	Reference carbon stock	Climat tropical humide de type bioclimatique perhumide tempéré.	LAC	Ferralsol	76	Jachères herbacées Corridor Forestier Vohimana	Razafimahatratra H., 2006. Evaluation des stocks de carbone du sol sous différents modes d'usage des terres dans le Corridor forestier de Vohimana. District de Moramanga (Madagascar). Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies en Foresterie- Développement- Environnement, ESSA, Université d'Antananarivo.	Madagascar
Spec.	Reference carbon stock	Climat tropical humide de type bioclimatique perhumide tempéré.	LAC	Ferralsol	93	Jachères arborées Corridor Forestier Vohimana	Razafimahatratra H., 2006. Evaluation des stocks de carbone du sol sous différents modes d'usage des terres dans le Corridor forestier de Vohimana. District de Moramanga (Madagascar). Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies en Foresterie- Développement- Environnement, ESSA, Université d'Antananarivo.	Madagascar

B- Stock change factor for Land-Use or Land-Use change type (FLU)

Type	Paramètre/Facteur	Type de facteur	Niveau	Régime climatique	Sols	Observations	Références bibliographiques	Origine de l'étude	ID EDBF	Valeurs précédentes	References
T1 (2006)	Stock change factor for Land-Use or Land-Use change type (FLU)	Affectation des terres (FLU)	Tous	Tous	Tous	Facteur d'affectation des terres de 1 est attribué à toutes les prairies permanentes	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 6.2, page 6.18		511027	1	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3.4.5 page 3.121.

C- Stock change factor for management régime (effet travail du sol)

Type	Paramètre/ Facteur	Type de facteur	Niveau	Régime climatique	Sols	Valeurs	Observations	Références bibliographique s	Origine de l'étude	ID EDBF	Valeurs précédentes	References
T1 (2006)	Stock change factor for management regime	Gestion (F Gestion) ou FMG	Géré nominalement (non dégradé)	Tous	Tous	1	Représente des prairies non dégradées et gérées durablement, mais sans améliorations de gestion significatives.	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 6.2, page 6.18	Zone climatique	51102 8	1	GIEC (2003) - Recommandation s en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3.4.5 page 3.121.
T1 (2006)	Stock change factor for management regime	Gestion (F Gestion) ou FMG	Prairies moyennement dégradées	Tropical	Tous	0.97	Représente des prairies à surpâturage ou moyennemen t dégradées, avec une certaine perte de productivité (par rapport à des prairies naturelles ou à gestion nominale) et ne recevant pas d'apports de gestion.	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 6.2, page 6.18	Zone climatique	51103 0	0.97	GIEC (2003) - Recommandation s en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3.4.5 page 3.121.

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

T1 (2006)	Stock change factor for management regime	Gestion (F Gestion) ou FMG	Fortement dégradées	Tous	Tous	0.7	Indique une perte de productivité importante et de couverture végétale à long terme, en raison des dégradations mécaniques importantes de la végétation et/ou une forte érosion des sols.	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 6.2, page 6.18	Zone climatique	51103 1	0.7	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3.4.5 page 3.121.
T1 (2006)	Stock change factor for management regime	Gestion (F Gestion) ou FMG	Prairies améliorées	Tropical	Tous	1.17	Représente des prairies gérées durablement, subissant une pression moyenne par les pâturages et recevant au moins un type d'amélioration (fertilisation, amélioration des espèces, irrigation, etc.).	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 6.2, page 6.18	Zone climatique	51103 3		

D- Stock change factor for input of organic matter

Type	Paramètre/Facteur	Type de facteur	Niveau	Régime de température	Sols	Valeurs	Observations	Références bibliographiques	ID EDBF	Valeurs précédentes	References
T1 (2006)	Stock change factor for input of organic matter	Entrées (FE)	Nominal	Tous	-	1	S'applique à des prairies améliorées sans apports supplémentaires de gestion.	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 6.2, page 6.18	511034	1	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3.4.5 page 3.121.
T1 (2006)	Stock change factor for input of organic matter	Entrées (FE)	Elevé	Tous	-	1.11	S'applique à des prairies améliorées où un ou plusieurs apports supplémentaires de gestion/améliorations ont été utilisés (en plus de ce qui est requis pour la classification dans les prairies améliorées).	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 4 Chapitre 4 Table 6.2, page 6.18	511036	1	GIEC (2003) - Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'UTCATF, Tableau 3.4.5 page 3.121.

Tableau 8 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Fuel combustion | Wood-Wood Waste »

A- Carbon Emission Factor (t C/TJ)

Type	Paramètre/Facteur	Combustibles	Valeurs	Observations / Justification	Références bibliographiques	Echelle de l'étude	ID EDBF	Valeurs précédentes	References
T1 (2006)	Carbon Content	Wood - Wood Waste	30.5	<p>Changement du Solid Biomass en Wood Wood Waste pour IPCC 2006 avec des valeurs changés</p> <p>Dans l'IPCC 2006, Chapter 2, Tab 1.4, Il propose une valeur de 30,5 pour le teneur en C par défaut et un facteur d'oxydation de 1 pour le Bois et résidus de bois et le Charbon de bois.</p> <p>Notons que dans l'IPCC 2006 le Solid Biomass est départagé en 3 combustibles alors qu'en IPCC 1996, il n'est présenté que sous un seul compartiment de combustible appelé Solid Biomass.</p> <p>S'il y a donc une amélioration à faire, c'est de se caler également sur les valeurs de l'IPCC 2006 qui spécifie les types de biomasse.</p>	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 2, Chapitre 1 Tab1.3, p1.25		117539	29.9	GIEC (1997) Lignes directrices du GEC pour les inventaires nationaux de GES - Version révisée 1996 : Manuel simplifié Tableau I-2 page 1.7

B- Fraction of C oxidised

Type	Paramètre/Facteur	Combustibles	Valeurs	Observations / Justification	Références bibliographiques	Echelle de l'étude	ID EDBF	Valeurs précédentes	References
T1 (2006)	Carbon Oxidation Factor	Wood - Wood Waste	1	La valeur trouvée dans l'IPCC 2006 pour la fraction de C oxydé est de 1 pour le Wood / Wood Biomass, avec le numéro EFDB 117593. Expert judgement by the authors of Chapter 1, Volume 2 of the 2006 IPCC Guidelines. For details, see Section 1.4.2.1, Chapter 1, Volume 2 of the 2006 IPCC Guidelines. La valeur 0,98 sélectionnée par les experts correspondent à la valeur de "Coal" qui est en fait des charbons de sous produits pétroliers. Or ici on parle de biomasse solide (bois) et donc nous proposons d'utiliser la valeur par défaut de 1 de l'IPCC 2006 s'il n'y a pas de valeur nationale.	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 2, Chapitre 1 Tab1.4, p1.27		117593	0.98	GIEC (1997) Lignes directrices du GEC pour les inventaires nationaux de GES - Version révisée 1996 : Manuel simplifié Tableau I-4, page 1.10

Tableau 9 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Fuel combustion - Transport-Road transport | Diesel »

A- Carbon Emission Factor (t C/TJ)

Type	Combustibles	Valeurs	Références bibliographiques	Echelle de l'étude	ID EDBF	Valeurs précédentes	References	
T1 (2006)	Carbon Content	Gas oil / Diesel oil	20.2	GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 2, Chapitre 1 Tab1.3, p1.21		117505 / 117506	20.2	GIEC (1997) Lignes directrices du GEC pour les inventaires nationaux de GES - Version révisée 1996 : Manuel simplifié Tableau I-2 page 1.7

B- Fraction of C oxidised

Type	Combustibles	Valeurs	Références bibliographiques	Echelle de l'étude	ID EDBF	Valeurs précédentes	References
T1 (2006)	Carbon Oxidation Factor	Pétrole et Produits pétroliers	1 GIEC (2006) - Lignes directrices du GIEC pour les Inventaires nationaux de GES, Volume 2, Chapitre 1 Tab1.4, p1.23		117560	0.99	GIEC (1997) Lignes directrices du GEC pour les inventaires nationaux de GES - Version révisée 1996 : Manuel simplifié Tableau I-4 page 1.10

Tableau 10 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Agricultural soils - Indirect N2O Emission from Managed Soils : From Leaching »

A- Facteurs d'émissions, de volatilisation et de lixiviation

Type de facteur	EFDB ID 2006	Zone climatique	Apport de fertilisants	Intitulé du facteur d'émission ou de conversion	Signification du FE ou facteur de conversion	Valeurs	Plage d'erreur	Observations	References techniques	Origine de l'étude	Valeurs précédentes	References
T1 (2006)	41741 5	Tous	Non précisé	FE5 [lixiviation/écoulements], kg N2O-N (kg N lixiviation / écoulements)	Facteur d'émission indirecte de N2O associé au N perdu par la lixiviation/les écoulements	0.0075	0.0005 - 0.025	La valeur par défaut du facteur d'émission du GIEC 1997 a été surestimée par rapport à la valeur donnée par le GIEC 2006.	GIEC (2006)- Lignes directrices du GEC pour les inventaires nationaux de GES, Volume 4, Chapitre 11 Table 11.3 Default emission, volatilisation and leaching factors for indirect soil N2O emissions, on page 11.24		0.025	GIEC (1997) Lignes directrices du GEC pour les inventaires nationaux de GES - Version révisée 1996. Tableau 4-18, p 4.40

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

Spec.	Climat tropical: tropical humide tropical sec	Sans apport	Emission indirecte de N ₂ O (mg N ₂ O-N m ⁻² y ⁻¹)	38.86	± 7.09		Pandeya HR, Friedl J, De Rosa D, Asis CT, Tilbrook J, Scheer C, Bristow M, Grace PR, Rowlings DW (2020) Combined effect of nitrogen fertiliser and leaf litter carbon drive nitrous oxide emissions in tropical soils. Nutrient Cycling in Agroecosystems 118 (2):207-222	Australie
Spec.	Climat tropical: tropical humide tropical sec	Litière	Emission indirecte de N ₂ O (mg N ₂ O-N m ⁻² y ⁻¹)	35.39	± 10.37	Feuilles mortes ou litière (1500 g m ⁻² dry matter)	Pandeya HR, Friedl J, De Rosa D, Asis CT, Tilbrook J, Scheer C, Bristow M, Grace PR, Rowlings DW (2020) Combined effect of nitrogen fertiliser and leaf litter carbon drive nitrous oxide emissions in tropical soils. Nutrient Cycling in Agroecosystems 118 (2):207-222	Australie
Spec.	Climat tropical: tropical humide tropical sec	Urée	Emission indirecte de N ₂ O (mg N ₂ O-N m ⁻² y ⁻¹)	58.69	± 3.29	Urée (25 g N m ⁻²)	Pandeya HR, Friedl J, De Rosa D, Asis CT, Tilbrook J, Scheer C, Bristow M, Grace PR, Rowlings DW (2020) Combined effect of nitrogen fertiliser and leaf litter carbon drive nitrous oxide emissions in tropical soils. Nutrient Cycling in Agroecosystems 118 (2):207-222	Australie
Spec.	Climat tropical: tropical humide tropical sec	Litière+urée	Emission indirecte de N ₂ O (mg N ₂ O-N m ⁻² y ⁻¹)	130.4	± 14.37	Feuilles mortes ou litière (1500 g m ⁻² dry matter) + Urée (25 g N m ⁻²)	Pandeya HR, Friedl J, De Rosa D, Asis CT, Tilbrook J, Scheer C, Bristow M, Grace PR, Rowlings DW (2020) Combined effect of nitrogen fertiliser and leaf litter carbon drive nitrous oxide emissions in tropical soils.	Australie

							Nutrient Cycling in Agroecosystems 118 (2):207-222
Spec.	Climat tropical Afrique Sub-Saharien et Afrique de l'Est	Apport de 50 to 150 kg N ha ⁻¹ an ⁻¹ dans les cultures tropicales	Emissions ou perte de N ₂ O par lixiviation (kg N ₂ O-N ha ⁻¹ year ⁻¹)	0.82	Non précisé	Cette valeur a été obtenue d'une métaanalyse réalisée sur les émissions de NH ₃ , N ₂ O et NO des agricultures tropicales	Huddell AM, Galford GL, Tully KL, et al. Meta-analysis on the potential for increasing nitrogen losses from intensifying tropical agriculture. Glob Change Biol. 2020;26:1668–1680. https://doi.org/10.1111/gcb.14951

B- Fraction de l'azote perdue par lixiviation

Type de facteur	EFDB ID	Zone climatique	Apport de fertilisants	Intitulé du facteur d'émission ou de conversion	Signification du FE ou facteur de conversion	Valeurs	Plage d'erreur	Observations	Referencs techniques	Origine de l'étude	Valeurs précédentes	Referencs
T1 (2006)	417418	Tous	Non précisé	FracLEACH-(H) (kg N2O-N / kg N lixiviation / écoulements)	Pertes de N dues à la lixiviation/écoulements pour les régions où \sum (pluies en saison pluvieuse) - \sum (EP à la même époque) > capacité de rétention d'eau des sols, OU où l'on irrigue (sauf irrigation goutte à goutte)], kg N (kg ajouts de N ou dépôts par les animaux paissant)	0.3	0.1 - 0.8	On observe la même valeur que dans GIEC (1997). Cependant, des précisions ont été ajoutées sur l'application du facteur : Le terme FracLEACH précédemment utilisé a été modifié pour ne s'appliquer désormais qu'aux régions où les capacités en rétention d'eau sont excédées, en conséquence des précipitations et/ou de l'irrigation (sauf goutte à goutte), et lorsqu'il y a lixiviation/écoulements. Il est recréé sous la forme FracLEACH-(H). À la définition de FracLIXI-(H) présentée ci-dessus, EP est l'évaporation potentielle, et les saisons des pluies peuvent être comprises comme les périodes où les précipitations > 0,5 * Pan Évaporation. (On peut trouver la définition de l'évaporation potentielle et de la panévaporation dans tout texte agricole ou météorologique de base). Pour d'autres régions, la	GIEC (2006)-Lignes directrices du GEC pour les inventaires nationaux de GES, Volume 4, Chapitre 11 Table 11.3 - Default emission, volatilisation and leaching factors for indirect soil N2O emissions, on page 11.24		0.3	GIEC (1997) Lignes directrices du GEC pour les inventaires nationaux de GES - Version révisée 1996. Tableau 4-17, p 4.37

					valeur de FracLIXI par défaut est considérée comme nulle.			
Spec.	421476	FracLEACH (kg N2O-N / kg N lixiviation / écoulements)	Fraction sur tout l'azote ajouté aux sols sous forme d'excréments animaux ou d'engrais perdus par lixiviation ou ruissellement	0.07	Non précisé	La valeur par défaut du GIEC a surestimé la fraction de l'azote perdue par lessivage ou par ruissellement. Cette valeur a été obtenue par modélisation. Par ailleurs, il a été noté que le climat a une large influence sur la lixiviation de l'azote, or cela n'a pas été considéré par la méthodologie proposée par le GIEC. Donc il est toujours recommandé d'avoir des valeurs mesurées ou modélisées au niveau du pays.	Thomas S. M., Ledgard S. F., Francis G. S., 2005. Improving estimates of nitrate leaching for quantifying New Zealand's indirect nitrous oxide emissions. Nutrient Cycling in Agroecosystems 73:213–226	Nouvelle Zélande

Tableau 11 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Agricultural Soils - Direct N₂O Emissions from managed soils - Pasture range and Paddock »

A- Facteur d'émissions de N₂O dues au N de l'urine et des fèces déposé sur les pâturages

Type de facteur	EFDB ID 2006	Zone climatique	Type de sol	Type d'animaux	Intitulé du facteur d'émission ou de conversion	Signification du FE ou facteur de conversion	Valeurs	Plage d'erreur	Observations	Références techniques	Previous value	Références
T1 (2006)	417324	Tous	Tous	bovins (laitiers, non laitiers et buffles), volaille et suidés	FE _{3PPP, BVS} kg N ₂ O-N (kg entrées de N)-1	facteur d'émissions des émissions de N ₂ O dues au N de l'urine et des fèces déposé sur les pâturages, parcours et parcelles par les animaux paissant	0.02	0.007 – 0.06	1) il s'agit d'abord de connaître le N de l'urine et des fèces déposé sur les pâturages, les parcours et les parcelles par les animaux paissant (FPPP) 2) De faire le calcul en tenant compte de la quantité de N de l'urine et fèces et du FE3 3) Le FE3 est maintenant nommé FE _{3PPP} et peut prendre différentes valeurs suivant les types d'animaux	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 11, tableau 11.1	0.02	IPCC (1997) Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual. Tableau 4-22, p 4.104

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

T1 (2006)	417325	Tous	Tous	mouton et « autres animaux »	FE _{3PPP, MA} kg N ₂ O-N (kg entrées de N)-1	facteur d'émissions des émissions de N ₂ O dues au N de l'urine et des fèces déposé sur les pâturages, parcours et parcelles par les animaux paissant	0.01	0.003 – 0.03	1) il s'agit d'abord de connaître le N de l'urine et des fèces déposé sur les pâturages, les parcours et les parcelles par les animaux paissant (FPPP) 2) De faire le calcul en tenant compte de la quantité de N de l'urine et fèces et du FE ₃ 3) Le FE ₃ est maintenant nommé FE _{3PPP} et peut prendre différentes valeurs suivant les types d'animaux	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 11, tableau 11.1
--------------	--------	------	------	------------------------------------	--	---	------	-----------------	--	--

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

Spec.	Climat tropical Kenya	Ferralsols	Cattle (bouse)	Emission cumulative de N2O (g N2O-N ha-1)	Emission de N2O durant la saison sèche sur 25 jours	21.4	-	Ajout de 0.5 kg de bouse (dung) au sol durant la saison sèche Résultat: facteur d'émission en % de l'application de excreta-N=0,00	Zhu Y, Merbold L, Leitner S, Xia L, Pelster DE, Diaz-Pines E, Abwanda S, Mutuo PM, Butterbach-Bahl K (2020) Influence of soil properties on N2O and CO2 emissions from excreta deposited on tropical pastures in Kenya. Soil Biology and Biochemistry 140:107636
Spec.	Climat tropical Kenya	Ferralsols	Cattle (bouse)	Emission cumulative de N2O (g N2O-N ha-1) et Facteur d'émission (en % de l'application de d'azote des déjections)	Emission de N2O durant la saison humide sur 43 jours	620	(0.13%)	Ajout de 0.5 kg de bouse (dung) au sol durant la saison humide Résultat: facteur d'émission en % de l'application de excreta-N=0,13%	Zhu Y, Merbold L, Leitner S, Xia L, Pelster DE, Diaz-Pines E, Abwanda S, Mutuo PM, Butterbach-Bahl K (2020) Influence of soil properties on N2O and CO2 emissions from excreta deposited on tropical pastures in Kenya. Soil Biology and Biochemistry 140:107636

Spec.	Climat tropical Kenya	Ferralsols	Cattle (fumier)	Emission cumulative de N2O (g N2O-N ha-1) et Facteur d'émission (en % de l'application de d'azote des déjections)	Emission de N2O durant la saison humide sur 43 jours	916 - (0.27%)	Ajout de 0.5 kg de fumier (manure) au sol durant la saison humide Résultat: facteur d'émission en % de l'application de excreta-N=0,27	Zhu Y, Merbold L, Leitner S, Xia L, Pelster DE, Diaz-Pines E, Abwanda S, Mutuo PM, Butterbach-Bahl K (2020) Influence of soil properties on N2O and CO2 emissions from excreta deposited on tropical pastures in Kenya. Soil Biology and Biochemistry 140:107636
-------	-----------------------	------------	-----------------	---	--	---------------	---	--

Tableau 12 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Enteric Fermentation -Cattle | b. Non Diary »

A- Facteur d'émission pour la fermentation entérique des bovins

Type de facteur	EFDB ID	Type de bovins	Intitulé du facteur d'émission ou de conversion	Valeurs	Observations	References techniques	Valeurs précédentes	References
-----------------	---------	----------------	---	---------	--------------	-----------------------	---------------------	------------

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

T1 (2006)	43310	Autres bovins	Facteur d'émissions (kg CH4 tête-1 an-1)	31	C'est une valeur régionale de l'Afrique et Moyen Orient, à utiliser si l'on adopte le mode de calcul de niveau 1 du GIEC	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 10, tableau 10.11	32	GIEC (1997) Lignes directrices du GEC pour les inventaires nationaux de GES - Version révisée 1996 : Reference Manual, Tableau 4-3, p 4.6
T1 (2006)		Taureaux en paturage	Facteur d'émissions (kg CH4 tête-1 an-1)	90.1	Cette valeur a été obtenue en utilisant la méthode de niveau 2 proposée par le GIEC (2006) étant donné que la fermentation entérique des bovins est une catégorie clé	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 10, equation 10.21		
T1 (2006)		Bovin femelle en paturage	Facteur d'émissions (kg CH4 tête-1 an-1)	95.3	Cette valeur a été obtenue en utilisant la méthode de niveau 2 proposée par le GIEC (2006) étant donné que la fermentation entérique des bovins est une catégorie clé	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 10, equation 10.21		
T1 (2006)		Taureaux en grand paturage libre	Facteur d'émissions (kg CH4 tête-1 an-1)	98.6	Cette valeur a été obtenue en utilisant la méthode de niveau 2 proposée par le GIEC (2006) étant donné que la fermentation entérique des bovins est une catégorie clé	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 10, equation 10.21		

T1 (2006)	Bovin femelle en grand paturage libre	Facteur d'émissions (kg CH4 tête-1 an-1)	103.8	Cette valeur a été obtenue en utilisant la méthode de niveau 2 proposée par le GIEC (2006) étant donné que la fermentation entérique des bovins est une catégorie clé	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 10, equation 10.21
-----------	---------------------------------------	--	-------	---	---

B- Facteur de conversion du CH4 pour les bovins

Type de facteur	Type de bovins	Intitulé du facteur d'émission ou de conversion	Signification du FE ou facteur de conversion	Valeurs	Observations	Références techniques
T1 (2006)	Bovins nourris de résidus de récoltes de piètre qualité et de sous-produits	YM (%)	Facteur de conversion du CH4 pour les bovins	6.5	Ces facteurs de conversion sont utilisés pour le calcul des facteurs d'émission pour chaque catégorie de bovin	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 10, tableau 10.12
T1 (2006)	Autres bovins ou buffles en pâturages	YM (%)	Facteur de conversion du CH4 pour les bovins	6.5	Ces facteurs de conversion sont utilisés pour le calcul des facteurs d'émission pour chaque catégorie de bovin	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 10, tableau 10.12

C- Coefficient permettant de calculer l'énergie nette nécessaire à la survie (ENS)

Type de facteur	Intitulé du facteur d'émission ou de conversion	Signification du FE ou facteur de conversion	Valeurs	Observations	Références techniques
T1 (2006)	C_f (MJ jr-1 kg-1)	Coefficient permettant de calculer l'énergie nette nécessaire à la survie (ENS) Type: Bovins/Bufles (taureaux)	0.37	Ce coefficient est utilisé pour le calcul des facteurs d'émission pour chaque catégorie de bovin	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 10, tableau 10.4

D- Coefficient correspondant aux conditions alimentaires de l'animal

Type de facteur	Type d'alimentation et de gestion	Intitulé du facteur d'émission ou de conversion	Signification du FE ou facteur de conversion	Valeurs	Observations	Références techniques
T1 (2006)	Etable	C_a	Coefficient correspondant aux conditions alimentaires de l'animal	0	Les animaux sont restreints à des lieux petits (ils sont attachés dans un enclos ou une grange) et dépendent très peu voire pas d'énergie pour se nourrir.	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 10, tableau 10.5
T1 (2006)	Pâturage	C_a	Coefficient correspondant aux conditions alimentaires de l'animal	0.17	Les animaux sont restreints à des zones présentant un fourrage suffisant et dépendent une énergie moyenne pour se nourrir.	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 10, tableau 10.5

T1 (2006)	Grand pâturage libre	Ca	Coefficient correspondant aux conditions alimentaires de l'animal	0.36	Les animaux paissent dans des parcours libres ou des sur des terres escarpées et dépensent une énergie considérable pour se nourrir.	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 10, tableau 10.5
-----------	----------------------	----	---	------	--	---

E- Digestibilité alimentaire des bovins

Type de facteur	Type d'alimentation	Intitulé du facteur d'émission ou de conversion	Signification du FE ou facteur de conversion	Valeurs	Observations	References techniques
T1 (2006)	Animaux se nourrissant en pâturages	DA (%)	Digestibilité alimentaire (%)	55	La digestibilité alimentaire est utile pour le calcul de l'Energie brute des bovins, également utile pour le calcul des facteurs d'émission de méthane de la fermentation entérique.	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 10, tableau 10.2
T1 (2006)	Animaux nourris avec du fourrage de piètre qualité	DA (%)	Digestibilité alimentaire (%)	45	La digestibilité alimentaire est utile pour le calcul de l'Energie brute des bovins, également utile pour le calcul des facteurs d'émission de méthane de la fermentation entérique.	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 10, tableau 10.2

Tableau 13 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Manure Management - Other (pasture range and paddock) »

Type de facteur	EFDB ID 2006	Zone géographique	Intitulé du facteur d'émission ou de conversion	Signification du FE ou facteur de conversion	Valeurs	Observations	References techniques
T1 (2006)	417324	Mondial	FE _{3^{PPP, BVS}} (kg N ₂ O-N (kg entrées de N) ⁻¹)	Facteur d'émissions des émissions de N ₂ O dues au N de l'urine et des fèces déposé sur les pâturages, parcours et parcelles par les animaux paissant Précision: pour les bovins (laitiers, non laitiers et buffles), la volaille et les suidés	0.02	Inclus dans les émissions de N ₂ O des sols géré donc faire attention pour éviter un double comptage 1) il s'agit d'abord de connaitre le N de l'urine et des fèces déposé sur les pâturages, les parcours et les parcelles par les animaux paissant (FPPP) 2) De faire le calcul en tenant compte de la quantité de N de l'urine et fèces et du FE3 3) Le FE3 est maintenant nommé FE _{3^{PPP}} et peut prendre différentes valeurs suivant les types d'animaux	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 11, tableau 11.1

T1 (2006)	417325	Mondial	FE3 _{PPP, MA} kg N2O-N (kg entrées de N) ⁻¹	facteur d'émissions des émissions de N2O dues au N de l'urine et des fèces déposé sur les pâturages, parcours et parcelles par les animaux paissant Précision: pour les mouton et « autres animaux »	0.01	Inclus dans les émissions de N2O des sols géré donc faire attention pour éviter un double comptage 1) il s'agit d'abord de connaitre le N de l'urine et des fèces déposé sur les pâturages, les parcours et les parcelles par les animaux paissant (FPPP) 2) De faire le calcul en tenant compte de la quantité de N de l'urine et fèces et du FE3 3) Le FE3 est maintenant nommé FE3 _{PPP} et peut prendre différentes valeurs suivant les types d'animaux	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 11, tableau 11.1
--------------	--------	---------	---	---	------	---	---

Tableau 14 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Direct N2O Emissions from Managed soils (4D Agricultural soils - Histosols) »

A- Facteur d'émission directe de N2O des sols gérés -Histosol

Type de facteur	Zone climatique	Intitulé du facteur d'émission ou de conversion	Valeurs	Plage d'erreur	Observations	Références techniques	Valeurs précédentes	Références
-----------------	-----------------	---	---------	----------------	--------------	-----------------------	---------------------	------------

T1 (2006)	Tous	EF _{2CP, Trop} (kg N ₂ O-N ha ⁻¹) Pour les sols de cultures organiques tropicales et de prairies	16	5-48	Il s'agit des émissions directes de N ₂ O des sols gérés suite au drainage/gestion des sols organiques (c'est-à-dire des histosols) 1) Besoin de savoir la superficie annuelle de sols organiques drainés/gérés, en ha (F _{SO}) pour les terres cultivées et prairies, les terres forestières, tempérée, tropicale, riche en nutriments et pauvre en nutriments => Ces détails n'ont pas été précisés dans le GIEC 2 1996. 2) Appliquer les FE correspondant à chaque type de végétation ou culture EF ₂	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 11, tableau 11.1	10	GIEC (1997) Lignes directrices du GEC pour les inventaires nationaux de GES - Version révisée 1996 : Manuel simplifié [tiré de Bouwman (1994)]
Spec.	Tropical	Emission factor [kg N ₂ O-N ha ⁻¹ yr ⁻¹]	107	13-252	Cette valeur est la meilleure estimation pour les cultures tropicales	Takakai F, Morishita T, Hashidoko Y, Darung U, Kuramochi K, Dohong S, Limin SH, Hatano R (2006) Effects of agricultural land-use change and forest fire on N ₂ O emission from tropical peatlands, Central Kalimantan, Indonesia. Soil Science and Plant Nutrition, 52, 662-674.		

Tableau 15 : Facteurs d'émission et facteurs de conversion spécifiques au cas de Madagascar pour la catégorie clé « Rice cultivation - Rainfed | b. Drought prone »

A- Facteur d'émission de base pour des champs inondés en permanence sans amendements organiques

Type de facteur	Zone climatique	Intitulé du facteur d'émission ou de conversion	Signification du FE ou facteur de conversion	Valeurs	Plage d'erreur	Observations	Références techniques	Origine de l'étude	Valeurs précédentes	Références
T1 (2006)	Tous	FE _c (kg CH ₄ /ha/jour)	Facteur d'émission de base pour des champs inondés en permanence sans amendements organiques	1.3	0.80 – 2.20	Ce facteur devra être utilisé comme facteur d'émission de base pour les champs non inondés pendant moins de 180 jours avant la riziculture et inondés en permanence pendant la période de culture du riz, sans amendements organiques (FE _c). Cette valeur a été estimée par analyse statistique de données de mesures de terrain disponibles (Yan et al., 2005). Les ensembles de données utilisées dans l'analyse se trouvent sur le site web http://www.jamstec.go.jp/frcg/	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 5. Tableau 5.11, p 5.56		B - Scaling Factor for Methane Emissions: 0.4 C - Correction Factor for Organic Amendment: 1.14 D - Seasonally Integrated Emission Factor for Continuously Flooded Rice without Organic Amendment (g/m ²): 20	GIEC (1997) Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de GES - Version révisée 1996 : Manuel simplifié.
Spec.	Tropical	CH ₄ emission (kg/ha/jour)	Emissions de CH ₄ en "rainfed rice"	0.15	Non précisé	Riz pluvial de Avril à Juillet 2006 Cultivar amélioré: <i>Disang</i> pH = 5.40 Carbone organique du sol= 0.94% fertilisant: 40:20:20 kg N ₂ -P ₂ O ₅ -K ₂ O ha-1 <u>Résultat:</u> Valeur originale: 1.38 g CH ₄ /m ² /Cycle de 91 jours	Das K, Baruah K (2008) A comparison of growth and photosynthetic characteristics of two improved rice cultivars on methane emission from rainfed agroecosystem of northeast India. Agriculture, Ecosystems & Environment 124 (1-2):105-113	Inde		

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

Spec.	Tropical	CH4 emission (kg/ha/jour)	Emissions de CH4 en "rainfed rice"	0.11	Non précisé	Riz pluvial de Avril à Juillet 2006 Cultivar amélioré: Luit pH = 5.40 Carbone organique du sol= 0.94% fertilisant: 40:20:20 kg N2-P2O5-K2O ha-1 <u>Résultat:</u> Valeur originale: 0.96 g CH4/m2/Cycle de 91 jours	Das K, Baruah K (2008) A comparison of growth and photosynthetic characteristics of two improved rice cultivars on methane emission from rainfed agroecosystem of northeast India. Agriculture, Ecosystems & Environment 124 (1-2):105-113	Inde
Spec.	Sub-Tropical	CH4 emission (kg/ha/jour)	Emissions de CH4 en "rainfed rice"	0.6	Non précisé	<u>Résultat:</u> Valeur originale: 56.5 kg ha-1 pour un cycle de 90 jours	Wu X, Wang W, Xie K, Yin C, Hou H, Xie X (2019) Combined effects of straw and water management on CH4 emissions from rice fields. Journal of environmental management 231:1257-1262	south of China
		Valeur annuelle						
		Precipitation: 1448mm						
		Temperature: 16.5 °C						

B- Facteur d'échelonnage prenant en compte le régime hydrique PENDANT la période de culture

Type de facteur	Zone climatique	Type de régime hydrique	Intitulé du facteur d'émission ou de conversion	Signification du FE ou facteur de conversion	Valeurs	Plage d'erreur	Observations	Références techniques
-----------------	-----------------	-------------------------	---	--	---------	----------------	--------------	-----------------------

T1 (2006)	Tous	Riz pluvial et en eaux profondes Le niveau de désagrégation correspond à "susceptible à sécheresses" sigifiant que des périodes de sécheresse ont lieu à chaque saison culturale	FEch _w	Facteur d'échelonnage permettant de prendre en compte les différences entre les régimes hydriques pendant la période de culture.	0.25	0.18 – 0.36		GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 5. tableau 5.12, p 5.56
--------------	------	---	-------------------	--	------	----------------	--	--

C- Facteur d'échelonnage prenant en compte le régime hydrique AVANT la période de culture

Type de facteur	Zone climatique	Type de régime hydrique	Intitulé du facteur d'émission ou de conversion	Signification du FE ou facteur de conversion	Valeurs	Plage d'erreur	Observations	Références techniques
T1 (2006)	Tous	Régimes hydriques avant riziculture: "Non inondé présaison <180 jrs" si double riziculture	FEch _p	Facteurs d'échelonnage par défaut pour les régimes hydriques avant la période de culture, utilisables lorsqu'on ne dispose pas de données spécifiques au pays.	1	0.88 – 1.14	Ce facteur est à utiliser si on a une possibilité de désagrégation, donc avec connaissance des régimes hydriques avant la période de culture.	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 5. tableau 5.13, p 5.57
T1 (2006)	Tous	Régimes hydriques avant riziculture: "Non inondé pré-saison > 180 jours" par exemple riziculture simple après une période sèche de jachère.	FEch _p	Facteurs d'échelonnage par défaut pour les régimes hydriques avant la période de culture, utilisables lorsqu'on ne dispose pas de données spécifiques au pays.	0.68	0,58 – 0,80	Ce facteur est à utiliser si on a une possibilité de désagrégation, donc avec connaissance des régimes hydriques avant la période de culture	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 5. tableau 5.13, p 5.57

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

T1 (2006)	Tous	Régimes hydriques avant riziculture: "Inondé pré-saison >30 jrs". L'intervalle d'inondation minimum est fixé à 30 jours	FEch _p	Facteurs d'échelonnage par défaut pour les régimes hydriques avant la période de culture, utilisables lorsqu'on ne dispose pas de données spécifiques au pays.	1.9	1.65 – 2.18	Ce facteur est à utiliser si on a une possibilité de désagrégation, donc avec connaissance des régimes hydriques avant la période de culture.	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 5. tableau 5.13, p 5.57
T1 (2006)	Tous	Type de régime hydrique sans distinction de la durée d'inondation avant la culture de riz.	FEch _p	Facteurs d'échelonnage par défaut pour les régimes hydriques avant la période de culture	1.22	1.07 – 1.40	Ce facteur est à utiliser quand le statut hydrique pré-saison n'est pas connu.	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 5. tableau 5.13, p 5.57

D- Facteur de conversion de l'amendement organique

Type de facteur	Zone climatique	Type d'amendement organique	Intitulé du facteur d'émission ou de conversion	Signification du FE ou facteur de conversion	Valeurs	Plage d'erreur	Observations	Références techniques	Valeurs précédentes	Références
T1 (2006)	Tous	Paille	FCAO _{paille}	Facteur de conversion de l'amendement organique "Paille" Paille incorporée peu avant la culture (<30 jours)	1	0,97 – 1,04	Le facteur de conversion de l'amendement organique est utilisé avec le taux d'application de l'amendement organique (en poids sec pour la paille et en poids frais pour les autres types d'amendement en t/ha) pour obtenir le Facteur d'Echelonnage ajustés des émissions de méthane pour les amendements (FEch _o). Application de paille signifie que la paille est incorporée dans le sol, et exclut les cas où la paille est seulement placée sur la surface du sol, ainsi que les cas où la paille est brûlée dans le champ.	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 5. tableau 5.14, p 5.58	1.14	GIEC (1997) Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de GES - Version révisée 1996 : Manuel simplifié

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

T1 (2006)	Tous	Paille	FCAO _{paille}	Facteur de conversion de l'amendement organique "Paille" Paille incorporée longtemps avant la culture (>30 jours)	0.29	0.20 – 0.40	Le facteur de conversion de l'amendement organique est utilisé avec le taux d'application de l'amendement organique (en poids sec pour la paille et en poids frais pour les autres types d'amendement en t/ha) pour obtenir le Facteur d'Echelonnage ajustés des émissions de méthane pour les amendements (FEcho). Application de paille signifie que la paille est incorporée dans le sol, et exclut les cas où la paille est seulement placée sur la surface du sol, ainsi que les cas où la paille est brûlée dans le champ.	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 5. tableau 5.14, p 5.58
T1 (2006)	Tous	Compost	FCAO _{compost}	Facteur de conversion de l'amendement organique "Compost"	0.05	0.01 – 0.08	Le facteur de conversion de l'amendement organique est utilisé avec le taux d'application de l'amendement organique (en poids sec pour la paille et en poids frais pour les autres types d'amendement en t/ha) pour obtenir le Facteur d'Echelonnage ajustés des émissions de méthane pour les amendements (FEcho).	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 5. tableau 5.14, p 5.58
T1 (2006)	Tous	Fumier de ferme	FCAO _{fumier de ferme}	Facteur de conversion de l'amendement organique "Fumier de ferme"	0.14	0.07 – 0.20	Le facteur de conversion de l'amendement organique est utilisé avec le taux d'application de l'amendement organique (en poids sec pour la paille et en poids frais pour les autres types d'amendement en t/ha) pour obtenir le Facteur d'Echelonnage ajustés des émissions de méthane pour les amendements (FEcho).	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 5. tableau 5.14, p 5.58

Livrable 3 : Définition des facteurs d'émissions spécifiques pour Madagascar

T1 (2006)	Tous	Engrais vert	$F_{CAO_{engrais\ vert}}$	Facteur de conversion de l'amendement organique "Engrais vert"	0.5	0.30 – 0.60	Le facteur de conversion de l'amendement organique est utilisé avec le taux d'application de l'amendement organique (en poids sec pour la paille et en poids frais pour les autres types d'amendement en t/ha) pour obtenir le Facteur d'Echelonnage ajustés des émissions de méthane pour les amendements (FE_{Ch_0}).	GIEC (2006) Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4, Chapitre 5. tableau 5.14, p 5.58
--------------	------	--------------	---------------------------	--	-----	-------------	---	--

Références bibliographiques

1. Andriamananjara A., Chevallier T., Masse D., Razakamanarivo H. Razafimbelo T., 2019. Land management modifies the temperature sensitivity of soil organic carbon, nitrogen and phosphorus dynamics in a Ferralsol. *Applied Soil Ecology*. 138. p112-122.
2. Andriamananjara, A., Hewson, J., Razakamanarivo, H., Andrisoa, R.H., Ranaivoson, N., Ramboatiana, N., Razafindrakoto, M., Ramifehiarivo, N., Razafimanantsoa, M.-P., Rabeharisoa, L., Ramananantoandro, T., Rasolohery, A., Rabetokotany, N., Razafimbelo, T. 2016. Impact of land use changes on aboveground and soil carbon stocks in a humid tropical forest of Madagascar. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 233: 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.08.030>
3. Andriampiolazana M., Razakamanarivo H., A. Albrecht, M. Andriamihaja, N. A. Rakotomanpionana Andrianaly, C. Andrianirina, M. L. Fanjaniaina, C. Grinand, A. Heritokilalaina, I. Manorotiana, N. D. Raharimalala, J. B. Rajoelina, O. S. Rakotonarivo, S. R. Rakotondrazafy, N. Ramboatiana, A. S. Ramiandrisoa, N. Ramifehiarivo, N. H. Rakotovoao, F. Randevoson, J. Randrianarisoa, H. Razafimahatratra, N. C. Razafindramanana, A. Razakavololona, O. Rakotovoao Razanakoto, H. J. G. Saneho, A. A. Zafindrabenja, L. Chapuis-Lardy, T. M. Razafimbelo (2020) Stocks de carbone dans les éco- et agrosystèmes à Madagascar Capitalisation des études récentes. in. Chevallier T., Razafimbelo T. M., Chapuis-Lardy L., Brossard M., éd., 2020 – Carbone des sols en Afrique. Impacts des usages des sols et des pratiques agricoles. Rome/Marseille, FAO/IRD, 268 p., <https://doi.org/10.4060/cb0403fr>
4. BNCC-REDD+, 2018. Niveaux d'émissions de référence des forêts de Madagascar pour la réduction des émissions dues à la déforestation. Janvier 2018, 137p.
5. Brown, S. (1997) Estimating biomass and biomass change of tropical forests: A primer. FAO forestry paper. FAO, Rome, Italy.
6. Burgess, P.J., Carr, M.K.V., 1993. Response of tea (*Camellia sinensis*) clones to drought. I. Yield, dry matter production and partitioning. *Aspects of Applied Biology*. 34:249-258.
7. Couwenberg et al. (2010). GHG fluxes from tropical peatlands in south-east Asia. *Global Change Biology*, 16:1715-1732.
8. Das K, Baruah K (2008) A comparison of growth and photosynthetic characteristics of two improved rice cultivars on methane emission from rainfed agroecosystem of northeast India. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 124 (1-2):105-113.
9. GIEC (1997). Lignes Directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre - version révisée 1996 : Manuel simplifié pour l'inventaire des gaz à effet de serre. Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Lim, B., Tréanton, K., Mamaty, I., Bonduki, Y., Griggs, D.J. and Callander, B.A. (Eds), Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), GIEC/OCDE/AIE, Paris, France.
10. GIEC (2000). Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux. Penman, J., Kruger, D., Galbally, I., Hiraishi, T., Nyenzi, B., Emmanuel, S., Buendia, L., Hoppaus, R., Martinsen, T., Meijer, J., Miwa, K., and Tanabe, K. (Eds). Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan.
11. GIEC (2003). Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie, Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Kruger, D., Pipatti, R., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T. and Tanabe, K., Wagner, F. (Eds), Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), IPCC/IGES, Hayama, Japan.
12. GIEC (2006). Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux des gaz à effet de serre, préparé par le Programme pour les inventaires nationaux des gaz à effet de serre, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. et Tanabe K. (éds). Publié : IGES, Japon.

13. Gilibert J (1971) Valeurs bouchères des zébus à Madagascar. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trnp*, 1971. 24 (3): 445-65.
14. GISC (2009). Etude sur la production et la consommation en produits forestiers ligneux à Madagascar. *Projet JariAla 33*.
15. Grinand C., Rajaonarivo R., Bernoux M., Pajot V., Brossard M., Razafimbelo T., Albrecht A., 2009. Estimation des stocks de carbone dans les sols de Madagascar. *Etude et Gestion des sols*, 16, 23-33.
16. Hernandez, J.A., Montañez, A.G., Vanegas, B.G., Carrascal, M.R. (2002) Estimacion de la tasa de fijacion de carbono en el sistema agroforestal nogal cafetero (*Cordia alliodora*) – cacao (*Theobroma cacao* l) – platano (*Musa paradisíaca*). Trabajo de grado para optar al titulo de Ingeniero Forestal, Universidad distrital "Francisco José de Caldas"m Facultad del medio ambiente y recursos naturales, Bogota.
17. Huddell A.M., Galford G.L., Tully K.L., Crowley C., Palm C.A., Neill C., Hickman J.E., Menge D.N. (2020) Meta-analysis on the potential for increasing nitrogen losses from intensifying tropical agriculture. *Glob Change Biol*. 26:1668–1680. <https://doi.org/10.1111/gcb.14951>
18. Jobbágy, E.G., Jackson, R.B. (2000). The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecol. Appl*. 10, 423–436.
19. Jones, T.G.; Ratsimba, H.R.; Ravaoarinosihoarana, L.; Cripps, G.; Bey, A. (2014) Ecological Variability and Carbon Stock Estimates of Mangrove Ecosystems in Northwestern Madagascar. *Forests*, 5(1), 177-205. <https://doi.org/10.3390/f5010177>
20. Kentsop Suayo C. D. (2017) Production du cacao à Madagascar et au Cameroun : similitudes et dissemblances. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du Diplôme de Master 2 Agriculture Tropicale et Développement Durable ESSA.
21. Magambo, M.J.S., Cannell, M.G.R., 1981. Dry matter production and partition in relation to yield of tea. *Experimental Agriculture* 17:33-38.
22. Matthews, R.B., Stephens, 1998. CUPPA-TEA: A simulation model describing seasonal yield variation and potential production of tea. 2. Biomass production and water use. *Experimental Agriculture*, 34:369-389.
23. Njana, M.A., Bollandås, O.M., Eid, T., Zahabu, E., Malimbwi, R.E. (2016) Above- and belowground tree biomass models for three mangrove species in Tanzania: a nonlinear mixed effects modelling approach. *Annals of Forest Science* 73:353–369.
24. Nowak, D. and Crane, D. (2002). Carbon storage and sequestration by urban trees in the United States. *Environmental Pollution* 116:381-389.
25. Pandeya HR, Friedl J, De Rosa D, Asis CT, Tilbrook J, Scheer C, Bristow M, Grace PR, Rowlings DW (2020) Combined effect of nitrogen fertiliser and leaf litter carbon drive nitrous oxide emissions in tropical soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 118 (2):207-222.
26. Raharimalala, J. (2016) Dynamiques post-culturelles des Fourrés Xérophiles du plateau de Belomotse, Toliara II, Atsimo Andrefana. Mémoire Master 2 Foresterie et Environnement, ESSA Forêts
27. Raharimalala, O., Buttler, A., Dirac Ramohavelo, C., Razanaka, S., Sorg, J.-P., Gobat, J.-M. (2010) Soil-vegetation patterns in secondary slash and burn successions in Central Menabe, Madagascar. *Agriculture, Ecosystems and Environnement*, 139(1-2): 150-158.
28. Rajoelison L. G. (2005) Les forêts littorales de la région orientale de Madagascar: vestiges à conserver et à valoriser. Thèse de doctorat, Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, Université d'Antananarivo, 195 p.

29. Rakotoalison T., 2015. Caractérisation des propriétés physiques des bois dans la région Sud-Ouest de Madagascar : cas du fourré xérophile de Soalara Sud. Mémoire d'ingénieur ESSA Forêts, 53 p.
30. Rakotondranosy D. (2011) Les itinéraires techniques du cacaoyer (Cas du FOFIFA Ambanja). Mémoire de fin d'études de Licence, Faculté des Sciences Naturelles. Université de Mahajanga.
31. Rakotovoao et al. (2020). Effects of agroecological practices on soil organic carbon sequestration using synchronic and diachronic approaches in Madagascar. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*. 121 (1): 113–125.
32. Rakotovoao G, Rabevohitra A.R, Collas de Chatelperron P, Guibal D., Gérard D., 2012. Atlas des bois de Madagascar. Éditions Quae, France.
33. Ramamonjisoa B., 1999. Rapport de compilation et d'analyse des données existantes sur le secteur des plantations forestières de Madagascar : Etat de plantations villageoises et familiales malgaches d'aujourd'hui, Projet GCP/INT/679/EC, Avril 1999.
34. Ramanantoandro T., Randrianasolo Z.H., Randrianary T.M., Razafimahatratra A.R., Razafinarivo R.N.G., 2017. Elaboration d'équations allométriques des formations forestières secondaires à dominance de *Ravenala madagascariensis* et détermination d'un facteur de biomasse des populations arbustives de savoka jeunes, en vue de l'évaluation des stocks de carbone de ces strates végétales dans l'écoregion des forêts humides de l'Est de Madagascar. Rapport BNC-REDD+.
35. Ramiandrisoa A.S. (2011) Quantification du stock de carbone dans les systèmes agroforestiers en vue d'une simulation de projet financement de crédits carbone ; cas des régions Analanjirofo et Atsinanana. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome, ESSA.
36. Randriamalala J., Ramanantoandro T., Radosy H. O., Randriambanona H., Hervé D. (2017). Annual biomass increment of Xerophytic thickets and sustainability of woody charcoal production in southwestern Madagascar. *Forest Ecology and Management* 400:139-149.
37. Randrianandrasana A. (2011) La théiculture de Sahambavy Fianarantsoa (Région Haute Matsiatra, Hautes Terres Centrales Betsileo). Mémoire de maîtrise, Département de Géographie. Université d'Antananarivo
38. Razafimahatratra H., 2006. Evaluation des stocks de carbone du sol sous différents modes d'usage des terres dans le Corridor forestier de Vohimana. District de Moramanga (Madagascar). Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies en Foresterie- Développement- Environnement, ESSA, Université d'Antananarivo.
39. Razafimbelo et al. (2010). Stockage de carbone dans les sols sous systèmes de culture en semis direct sous couvert végétal (SCV) dans différents contextes pédoclimatiques à Madagascar. *Etude et Gestion des Sols*, 17(2), 143-158.
40. Razafimbelo-Andriamifidy, T., Albrecht, A., Feller, C., Ravelojaon, H., Mouss, N., Razanamparany, C., Rakotoarinivo, C., Razafintsalama, H., Michellon, R., Naudin, K., Rabeharisoa, R.L. (2010) Stockage de carbone dans les sols sous-systèmes de culture en semis direct sous couvert végétal (SCV) dans différents contextes pédoclimatiques à Madagascar. *Etude et Gestion des Sols*, 17 (2) : 143-158. <http://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/volume-17-numero-2/>
41. Razakamanarivo R. H., Razakavololona A., Razafindrakoto M. A., Vieilledent G., Albrecht Alain. (2012). Below-ground biomass production and allometric relationships of eucalyptus coppice plantation in the central highlands of Madagascar. *Biomass and Bioenergy*, 45, 1-10. ISSN 0961-9534.
42. Razakaratriho J.T.I. 2011. Empreinte carbone de différents types d'exploitations agricoles à base de systèmes agroforestiers. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur Agronome, ESSA.

43. Razakatovo F.H. (2017). Evaluation des potentialités en bois de cinq espèces de pins (*P. caribaea*, *P. elliotii*, *P. kesiya*, *P. oocarpa* et *P. patula*) dans la parcelle 4a11, périmètre de reboisement Fanalamanga, région Alaotra Mangoro. Mémoire de Master 2 Diagnostic, Suivi écologique, Aménagement des Ecosystèmes et de l'Environnement, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo.
44. Serres H (1973) Le zébu malgache face aux besoins en viande: intérêt et limites des croisements. *Terre Malgache* 14:39-57.
45. Takakai, F., Morishita, T., Hashidoko, Y., Darung, U., Kuramochi, K., Dohong, S., Limin, S. H., and Hatano, R.: Effects of agricultural land-use change and forest fire on N₂O emission from tropical peatlands, Central Kalimantan, Indonesia, *Soil Sci. Plant Nutr.*, 52, 662–674, 2006.
46. Thomas S. M., Ledgard S. F., Francis G. S., 2005. Improving estimates of nitrate leaching for quantifying New Zealand's indirect nitrous oxide emissions. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 73:213–226.
47. Verhaegen D., Randrianjafy H., Rakotondraoelina Andriatsitohaina H., Trendelenburg Rakotonirina M-C., Andriamampianina N., Montagne P., Rasamindisa A., Chaix G., Bouillet J-P., Bouvet J-M., 2014. *Eucalyptus robusta* pour une production durable de bois énergie à Madagascar : bilan des connaissances et perspectives. *Bois et Forêts des Tropiques* N°320 (2): 15-30.
48. Verhaegen, D., Randrianjafy, H., Montagne, P., Danthu, P., Rabevohitra, R., Tassin, J., Bouvet, J-M. (2011) Historique de l'introduction du genre *Eucalyptus* à Madagascar. *Bois et forêts des Tropiques* 309 (3): 17-25.
49. Wu X, Wang W, Xie K, Yin C, Hou H, Xie X (2019) Combined effects of straw and water management on CH₄ emissions from rice fields. *Journal of environmental management* 231:1257-1262.
50. Yan, X., Yagi, K., Akiyama, H., Akimoto, H. (2005). Statistical analysis of the major variables controlling methane emission from rice fields. *Global Change Biology* 11, 1131-1141, doi:10/1111/j.1365-2486.2005.00976.x.
51. Yona, L., Cashore, B., Jackson, R.B. et al. Refining national greenhouse gas inventories. *Ambio* 49, 1581–1586 (2020). <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01312-9>)
52. Zanne, A.E., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D.A., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S.L., Miller, R.B., Swenson, N.G., Wiemann, M.C., Chave, J. (2009) Global wood density database. Dryad. Identifier: <http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>.
53. Zaro, G. C., Caramori, P. H., Yada Junior, G. M., Sanquetta, C. R., Filho, A. A., Nunes, A. L. P., Voroney, P., 2019. Carbon sequestration in an agroforestry system of coffee with rubber trees compared to open-grown coffee in southern Brazil. *Agroforestry Systems*. doi:10.1007/s10457-019-00450-z.
54. Zhu Y, Merbold L, Leitner S, Xia L, Pelster DE, Diaz-Pines E, Abwanda S, Mutuo PM, Butterbach-Bahl K (2020) Influence of soil properties on N₂O and CO₂ emissions from excreta deposited on tropical pastures in Kenya. *Soil Biology and Biochemistry* 140:107636

Composition du Groupe de Consultants

CATEGORIE	EXPERTISES
Consultants de base	
RAZAFIMBELO Tantely	Agriculture
RAZAKAMANARIVO Herintsitohaina	Foresterie
RAKOTOVAO Narindra	Calcul Facteurs d'émissions
ANDRIAMANANJARA Andry	Elevage, Traitements de données
ALBRECHT Alain	Multisectoriel
Consultants associés	
Expert sectoriel 1	Experte Agri&Elevage
Expert sectoriel 2	Experte Energie
Expert sectoriel 3	Experte Foresterie
Equipe support FAO-Rome/ Division Changement Climatique - Projet GEF-CBIT –AFOLU	
SALVATORE Mirella	Climate Change Officer-FAO, Coordonatrice projet CBIT-FAO
BERNOUX Martial	Lead Projet "Mitigating Agriculture GHG Emissions"-MICCA-FAO Expert en facteurs d'émission
TZAMTZIS, Iordanis	Climate Change Mitigation specialist, MICCA-FAO