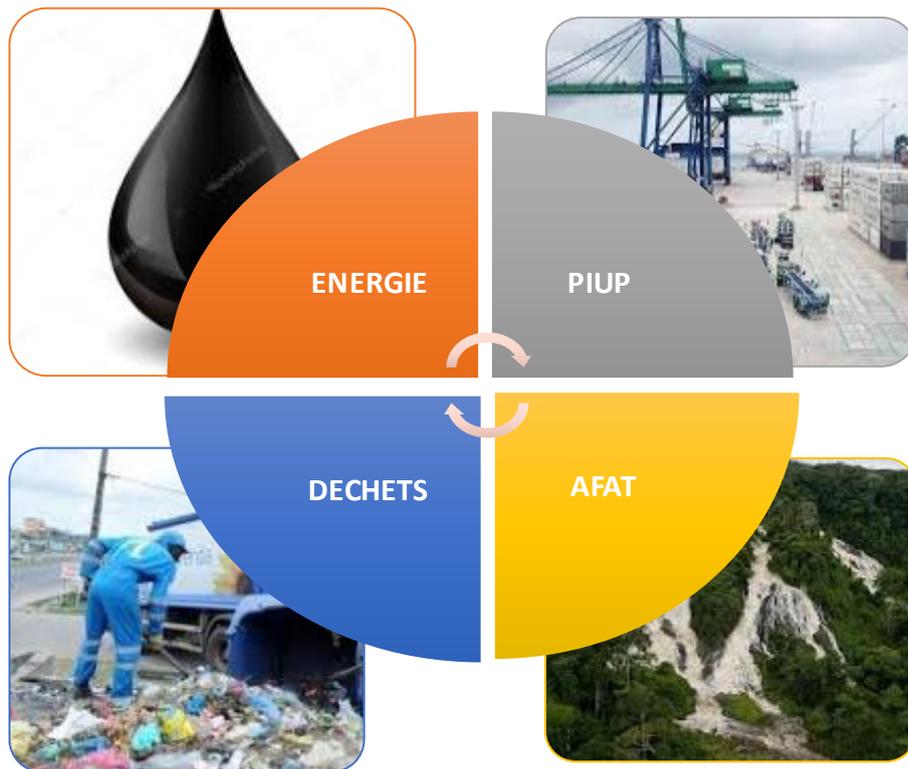




Union – Travail – Justice

CONSEIL NATIONAL CLIMAT

Rapport national d'inventaire des gaz à effet de serre



AGEOS

LISTE DES CONTRIBUTEURS

Equipe de gestion du projet
<ul style="list-style-type: none"> • Tanguy GAHOUMA BEKALE, Coordonnateur National TCN – BUR1 • Janvier Kevin NDONG NZOGHO, Coordonnateur National IGES, Expert UNFCCC • Lionel MEMINI ONDO, Assistant, chargé des Affaires administratives et Financières
Inventaire des Gaz à Effet de Serre (GES)
Secteur Procédés industriels et utilisation des produits
<ul style="list-style-type: none"> • Gilles Christian MANGONGO, Expert HFCs / Bureau OZONE (Consultant principal) • Achroé Ekow Djifanu JOHNSON, Expert-Bureau OZONE • Jean Claude ALLOGO OBAME, Expert Procédés industriels • Justin ELLA, Expert Procédés industriels
Secteur Déchets
<ul style="list-style-type: none"> • Méthodes Prosper AGUEWHET, Expert Déchets (Consultant principal) • Judicaël EKOMBADIYA BAMOISSI, Expert Déchets • Chimène Michelle NTOUNGOU, Expert Déchets
Secteur Energie
<ul style="list-style-type: none"> • Judicaël Léonce Eugène ANVANE OBAME (Consultant principal) • Honoré BOUSSAMBA, Expert Energie • Dr Victor BOUMONO MOUKOUMI, Expert Energie • Yves KOUNGOUROU MATSAYA, Expert Energie • Victor OSSAVOU, Expert Energie • Patrick YALIS ONGALA, Expert Energie
Secteur Forêt
<ul style="list-style-type: none"> • Carole Liliane ROLENGHA, Expert Forêt (Consultant principal) • Dr Inès Nelly MOUSSAVOU, Expert Forêt
Secteur Agriculture
<ul style="list-style-type: none"> • Janvier Kevin NDONG NZOGHO, Expert Agriculture • Hugues N'GOSSO, Expert Agriculture
Equipe de compilateurs
<ul style="list-style-type: none"> • Tanguy GAHOUMA BEKALE, Coordonnateur National TCN – BUR1 • Janvier Kevin NDONG NZOGHO, Coordonnateur National IGES, Expert UNFCCC • NGOSSANGA NGUELET MBENANI Expert agriculture • Arnaud ASSE ETOUROU, (Etudiant en Master, Géographie (UOB))

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Conan Vassily OBAME, Ingénieur télédétection |
| <ul style="list-style-type: none">• Dr. Brice IBOUANGA, Expert Cadre des Politiques d'Adaptation |

Autres contributeurs

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Eloïse Guidi, Coalition for Rainforest Nations, Experte IGES |
| <ul style="list-style-type: none">• Leonardo MASSAI, Coalition for Rainforest Nations, Expert du droit et des politiques sur les changements climatiques |
| <ul style="list-style-type: none">• Dr. Sabin GUENDEHOU Expert UNFCCC |

LISTE DES ABREVIATIONS

AGEOS : Agence Gabonaise d'Etudes et d'Observations Spatiales
ANPN : Agence Nationale de la Préservation de la Nature
ARGO : Système d'Observation de l'Océan Global
ASECNA : Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne
ASF : Aventures Sans Frontières
CAFI : Initiative pour les forêts d'Afrique Centrale
CCNUCC : Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CEA : Commission Economique pour l'Afrique
CEEAC : Communauté Economique des Etats d'Afrique Centrale
CEMAC : Communauté Economique et Monétaire d'Afrique Centrale
CENAREST : Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique
CERGOP : Centre d'Etudes et de Recherches en Géosciences Politiques et Prospective
CH₄ : Méthane
CHIK : Chikungunya
CHUA : Centre Hospitalier Universitaire d'Agondje
CHUL : Centre Hospitalier Universitaire de Libreville
CHUO : Centre Hospitalier Universitaire d'Owendo
CICOS : Commission Internationale du Bassin du Congo-Sangha
CIUS : Conseil International pour la Science
CNAMGS : Caisse Nationale d'Assurance Maladie et de Garantie Sociale
CNDIO : Centre National des Données et de l'Information Océanographiques
CNSS : Caisse Nationale de Sécurité Sociale
CO : Monoxyde de Carbone
CO₂ : Dioxyde de Carbone
COI : Commission Océanographique Internationale
COP : Conférence des Parties
COVNM : Composés Organiques Volatils Non Méthaniques
CSCO : Centre de Santé Communautaire d'Owendo
DGDI : Direction Générale de la Documentation et de l'Immigration
DGEL : Direction Générale des Etudes et Laboratoire
DGM : Direction Générale de la Météorologie
DHM : Derrière l'Hôpital Militaire
DSCRIP : Document de Stratégie de Croissance et de Réduction de la Pauvreté
ECO₂ / CO₂éq : Equivalent CO₂
EDSG : Enquête Démographique et de Santé du Gabon
EEDD : Education à l'Environnement et au Développement Durable
EGVP : Enquête Gabonaise pour l'Evaluation de la Pauvreté
ENEF : Ecole Nationale des Eaux et Forêts
FJE : Fondation Jeanne Ebori
GES : Gaz à Effet de Serre
Gg : Gigagramme
GIEC : Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat
GLOSS : Réseau d'Observation du Niveau de la Mer
GPM : Gabon Port Management
GRAINE : Gabonaise de Réalisation Agricole des Initiatives des Nationaux Engagés

GREG : Groupe de Recherche sur le Genre
GSN : Réseau Synoptique d'Observation en Surface
GUAN : Réseau d'Observation en Altitude
HCSG : Hôpital de la Coopération Sino-gabonaise
HFC : Hydrofluorocarbures
HIAOBO : Hôpital d'Instruction des Armées Omar Bongo Ondimba
HPO : Hôpital Pédiatrique d'Owendo
IDISA : Indice du Développement et des Inégalités entre les Sexes en Afrique
INPE : Institut de Recherche Spatiale
IRD : Institut de Recherche pour le Développement
IRSH : Institut de Recherche en Sciences Humaines
IGES : Inventaire de Gaz à effet de Serre
MVE : Maladie à Virus Ebola
N₂O : Oxyde Nitreux
NC : Normale Climatique
NNP : Nombre le Plus Probable
NO_x : Oxydes d'Azote
OBC : Organisation à base communautaire
OMD : Objectifs du Millénaire pour le Développement
OMM : Organisation Météorologique Mondiale
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
ONE : Office National de l'Emploi
ONG : Organisation Non Gouvernementale
ONU : Organisation des Nations Unies
PAPSUT : Projet d'Ajustement et de Planification des Secteurs Urbains et des transports
PER : Plan d'Exposition aux Risques
PEV : Programme Elargi de vaccination
PFC : Perfluorocarbures
PIB : Produit Intérieur Brut
PMA : Pays les Moins Avancés
PNACC : Plan National d'Adaptation au Changement Climatique
PNAE : Plan National d'Action Environnemental
PNAS : Plan National d'Action Sanitaire
PNAT : Plan National d'Affectation des Terres
PNC : Plan National de Contingence
PNDS : Plan National de Développement Sanitaire
PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement
POS : Plan d'Occupation des Sols
PSGE : Plan Stratégique Gabon Emergent
QHSE : Qualité, Hygiène, Sécurité et Environnement
RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat
RGPL : Recensement Général de la Population et des Logements
SDA : Schéma Directeur d'Assainissement
SDAU : Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme
SF₆ : Hexafluorure de Soufre
SIMR : Surveillance Intégrée de la Maladie et de la Réponse
SMOC : Système Mondial d'Observation du Climat
SNORF : Système National d'Observation des Ressources Naturelles et des Forêts

SO₂: Dioxyde de Soufre

SOBRAGA : Société des Brasseries du Gabon

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

UOB: Université Omar Bongo

USTM : Université des Sciences et Techniques cde Masuku

UTCATF : Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Foresterie

FORMULES CHIMIQUES

<p>Dans le cadre de l'inventaire national des émissions de gaz à effet de serre pour les séries temporelles de 1994 à 2017, les gaz faisant l'objet d'un inventaire sont rappelés dans le tableau suivant.</p> <p>Nom de l'élément chimique</p>	Formule chimique
COVNM	Composés organiques volatiles non méthaniques
Dioxyde de soufre	SO ₂
Dioxyde de carbone	CO ₂
Monoxyde de carbone	CO
Méthane	CH ₄
Oxyde nitreux	N ₂ O
Oxyde d'azote	NO _x
Hydro-Fluoro-Carbure	HFC

LISTE DES GRAPHIQUES

Figure 1: Tendence des émissions totales (FAT exclu)	18
Figure 2: absorptions et émissions totales nettes (FAT inclus)	18
Figure 3: Tendence des émissions incluant les émissions brutes FAT	19
Figure 4: Distribution des émissions de HFC par secteur.....	24
Figure 5: Distribution des émissions des NMVOCs par secteur	24
Figure 6: Distribution des émissions de SOx par secteur.....	25
Figure 7: Distribution des émissions de CO par secteur	26
Figure 8: Distribution des émissions de NOx par secteur.....	28
Figure 9: Tendence des émissions totales par gaz principaux (FAT inclus)	29
Figure 10 : Tendence des émissions totales par gaz principaux (FAT exclu).....	29
Figure 11: Proportion des émissions par gaz.....	30
Figure 12: Tendence des émissions totales de GES par catégorie	35
Figure 13: 2a et 2b, Répartition comparative des émissions de GES par catégorie 2005 Vs 2017	36
Figure 14: Tendence des émissions totales de GES directs par type de gaz	38
Figure 15: Tendence des émissions totales des GES indirects.....	39
Figure 16: Tendence des émissions de CO2 selon l'approche par référence.....	40
Figure 17: Tendence des émissions de GES imputable à la biomasse	41
Figure 18: Tendence des émissions de GES imputables aux bunkers/soutes internationales.....	42
Figure 19: Tendence des émissions de GES directs des industries énergétiques.....	45
Figure 20: Tendence des émissions de GES indirects industries énergétiques.....	46
Figure 21:10a-10b, Répartition comparative des émissions de GES indirects industries énergétiques (IE).....	47
Figure 22: Tendence des émissions de GES directs des Industries manufacturières-construction	49
Figure 23: Tendence des émissions de GES indirects Industries manufacturières-construction	51
Figure 24:13a-13b, Répartition comparative des émissions de GES indirects des IMC	51
Figure 25: Tendence des émissions des GES directs du Transport.....	53
Figure 26: Tendence des émissions de GES indirects du Transport.....	54
Figure 27:16a-16b ,Répartition comparative des émissions de GES indirects du Transport.....	55
Figure 28: Tendence des émissions de GES directs Autres secteurs.....	58
Figure 29: Tendence des émissions de GES indirects Autres secteurs	59
Figure 30: 19a-19b , Répartition comparative des émissions de GES indirects Autres secteurs.....	59
Figure 31: Tendence des émissions de GES directs des émissions fugitives	64
Figure 32: Histogramme sur les émissions de CO2 (Gg) de l'industrie du ciment.....	71
Figure 33: Histogramme sur les émissions de COVM en Gg.....	71
Figure 34: Histogramme sur les émissions potentielles des HFCs en équivalent CO2 en Gg	71
Figure 35: a1 et a2 Histogramme sur les émissions.....	74
Figure 37:Histogramme sur les émissions	74
Figure 36: Histogramme sur les émissions potentielles.....	74
Figure 38: Affectations du secteur agricole en 2015 (République Gabonaise, 2015).....	81
Figure 39: Emissions de méthane dues au bétail	84
Figure 40: Emissions de N2O dues au bétail.....	85
Figure 41: Emissions des sols gérés.....	85

Figure 42: proportion en 2017	86
Figure 43: Emissions par gaz	86
Figure 44: Proportions entre 1994, 2005 et 2017.....	86
Figure 45: Affectations du secteur forêt 2015 (République Gabonaise, 2015).....	94
Figure 46: Emissions/absorptions par catégorie d'affectation des terres	99
Figure 47: Proportion entre les catégories d'affectation des terres	99
Figure 48: Comparaison des tendances entre IGES FAT et NRF.....	101
Figure 49: Emissions/absorptions nettes du secteur AFAT 1990-2018.....	102
Figure 50: Emissions et absorption pour le secteur AFAT par catégorie principales	109
Figure 51: Emissions/absorptions annuelles du secteur AFAT par gaz	109
Figure 52: Proportion par gaz des émissions/absorption secteur AFAT.....	110
Figure 53: Approche d'échantillonnage utilisant une grille systématique, des unités d'échantillonnage primaires et secondaires (SIRS, 2013)	153
Figure 54: Exemple de différence de placement des UPE dans les shapefiles nationaux des superficiers administratives au «début» et «à la fin» des périodes d'évaluation.	159
Figure 55: Comparaison du volume de production enregistré (VD, ligne bleue) et du volume exporté (VX, ligne rouge).....	161
Figure 56: Données de volume de production ajustées et prudentes (ligne rouge continue), conservées comme données d'activité, 1990-2018.....	161
Figure 57: Superficiers de forêts exploitées LF 10 (de 1 à 10ans) LF25 (de 11 à 25ans).....	166
Figure 58: Emplacement des parcelles mesurées pour l'inventaire national des ressources (NRI) à l'aide d'un plan d'échantillonnage semi-systématique.	173
Figure 59: Tendence des émissions totales par catégorie du secteur déchet pour la série temporelle 1994-2017.....	222
Figure 60: Tendence des émissions de GES en 2017 par sous-secteur.....	223
Figure 61: Tendence des émissions totales par Gaz direct dans le secteur des déchets pour la série temporelle 1994-2017.....	223
Figure 62: Tendence des émissions totales par Gaz direct dans le secteur des déchets pour la série temporelle 1994-2017.....	224
Figure 63: Tendence des émissions de GES 2017 par GAZ direct	224
Figure 64: Tendence des émissions des gaz indirects issues de l'incinération des déchets dangereux.....	227
Figure 65: Tendence des émissions des gaz indirects issues de la mise à feu à l'air libre dans les déchets.....	228
Figure 66: Tendence des émissions 2017 par GAZ indirect.....	229
Figure 67: Tendence des émissions de CH4 issues de l'élimination des déchets dans les décharges	231
Figure 6869 : Tendence des émissions des GES issues de l'incinération des déchets dangereux et la mise à feu à l'air libre dans les décharges	236
Figure 69: Tendence des émissions par type de gaz issues de l'incinération des déchets dangereux et la mise à feu à l'air libre dans les décharges	237
Figure 70: Tendence des émissions des GES issues du traitement et rejet des eaux usées domestiques/industrielles.....	244
Figure 71: répartition des émissions issues du traitement des déchets et rejet des eaux usées domestique.....	245
Figure 72: Tendence des émissions des GE par type de gaz issues du traitement et rejet des eaux usées domestiques/industrielles.....	246
Figure 74: Tendence des émissions 2017 par GAZ.....	246

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Liste des institutions engagées dans le processus d'IGES.....	4
Tableau 2: gaz inclus et potentiel de réchauffement global	10
Tableau 3: extrait catégories clés Approche 1 (FAT inclus)	11
Tableau 4: extraite catégories clés Approche 1 (FAT exclu)	12
Tableau 5: Récapitulatif des catégories et méthodes utilisées	15
Tableau 6: Tendances des émissions/absorptions totales de GES par catégorie	21
Tableau 7: Tendances des émissions/absorption totales de GES par gaz (FAT inclus)	23
Tableau 8: Total des émissions des gaz HFC par secteur	24
Tableau 9: Total des émissions des gaz NMVOCs par secteur	25
Tableau 10: Total des émissions de gaz SOx par secteur	26
Tableau 11: Total des émissions de gaz CO par secteur	27
Tableau 12: Total des émissions du gaz NOx par secteur	28
Tableau 13: Tendances des émissions/absorption totales de GES par gaz (FAT exclu)	29
Tableau 14: Nature, sources et principaux fournisseurs de données utilisées pour l'inventaire de GES du secteur Energie.....	33
Tableau 15: Evolution des émissions de GES totales et par catégorie du secteur de l'énergie:.....	35
Tableau 16: Evolution des émissions totales des GES directs.....	37
Tableau 17: Evolution des émissions totales des GES indirects	38
Tableau 18: Evolution des émissions de CO2 selon l'approche par référence	39
Tableau 19: Evolution des émissions de GES de la biomasse.....	41
Tableau 20: Evolution des émissions de GES des soutes et bunkers internationaux	42
Tableau 21: Evolution de la production nationale de pétrole brut et de gaz naturel.....	43
Tableau 22: Evolution des émissions de GES directs des Industries énergétiques.....	45
Tableau 23: Evolution des émissions de GES indirects des Industries énergétiques	46
Tableau 24: Facteurs d'émission par défaut appliqués à industries énergétiques.....	47
Tableau 25: Evolution des émissions de GES directs imputables aux Industries manufacturières-construction (IMC).....	49
Tableau 26: Evolution des émissions de GES indirects imputables aux Industries manufacturières-construction (IMC).....	50
Tableau 27: Facteurs d'émission par défaut appliqués à industries manufacturières et construction	51
Tableau 28: Evolution des émissions de GES directs du Transport.....	52
Tableau 29: Evolution des émissions de GES indirects du Transport.....	53
Tableau 30: Facteurs d'émission par défaut appliqués au Transport.....	55
Tableau 31: Evolution des émissions de GES directs Autres secteurs.....	57
Tableau 32: Evolution des émissions de GES indirects Autres secteurs	59
Tableau 33: Facteurs d'émission par défaut appliqués à Autres secteurs	60
Tableau 34: Evolution de la production nationale de pétrole brut et de gaz naturel.....	62
Tableau 35: Evolution des émissions de GES directs des émissions fugitives	64
Tableau 36: Facteurs d'émission par défaut appliqués aux industries énergétique/émissions fugitives	65
Tableau 37: Sources des données d'inventaires.....	69
Tableau 38: Emissions de GES (Gg CO2 équivalent).....	70
Tableau 39: Émissions de GES (Gg CO2 équivalent) par gaz directs.....	72
Tableau 40: Émissions de GES (Gg CO2 équivalent) par gaz indirects.....	72
Tableau 41: quantités de clinker produites de 1994 à 2017 (source : Cf. tableau3 Page8).....	76

Tableau 42: quantités alternatives importées en vrac et dans les équipements de 2010 à 2017.....	77
Tableau 43: paramètres des équipements de froid (Source : volume 3 des Lignes directrices du GIEC 2006.....	77
Tableau 44: paramètres des équipements utilisés de 2010 à 2017 (jugement d'expert).....	78
Tableau 45: Réservoirs de carbone du secteur AFAT	80
Tableau 46: récapitulatif données utilisées	83
Tableau 47: Potentiel de réchauffement planétaire à 100 ans	84
Tableau 48: Emissions pour le sous-secteur Agriculture.....	89
Tableau 49: Emissions pour le sous-secteur Agriculture.....	91
Tableau 50: Données d'activités Terres.....	95
Tableau 51: catégories, réservoirs et gaz inclus	97
Tableau 52: Emissions/absorptions sous-secteur FAT et comparaison avec NRF.....	100
Tableau 53: Emissions/absorption du secteur AFAT.....	102
Tableau 54: Emissions non-CO2	108
Tableau 55: Catégorie de bétail présent au Gabon.....	111
Tableau 56: Facteurs par catégorie de bétail	111
Tableau 57: Population de bétail annuelle moyenne.....	116
Tableau 58: Facteurs d'émissions de la fermentation entérique.....	119
Tableau 59: Facteurs d'émissions de méthane produit par la gestion du fumier	120
Tableau 60: Proportion du bétail qui se retrouve dans les différents systèmes de Gestion du fumier.....	121
Tableau 61: Facteurs d'émissions pour chaque système de gestion du fumier	122
Tableau 62: Taux d'excrétion annuels.....	122
Tableau 63: Fraction de N qui se volatilise par catégorie de bétail et gestion de fumier..	124
Tableau 64: Facteur d'émission pour les émissions de N ₂ O lors du dépôt atmosphérique sur sols et eau.....	124
Tableau 65: Fraction de N qui est lixivié dans les systèmes de Gestion du Fumier.....	125
Tableau 66: Facteur d'émission pour les émissions de N ₂ O dues à l'azote lixivié ou perdu par ruissellement	126
Tableau 67: Catégories incluses dans les entrées N sur les sols gérés.....	129
Tableau 68: Facteurs d'émissions pour les entrées dans sols gérés.....	130
Tableau 69: Quantité d'engrais synthétique ajoutée aux sols et proportion de N contenu dans chaque type d'engrais	131
Tableau 70: Quantité d'azote de fumier géré perdue dans le système de gestion	135
Tableau 71: Quantité d'azote de la litière.....	135
Tableau 72: Quantité d'engrais organiques ajoutée aux sols gérés	136
Tableau 73: Facteurs d'émissions pour estimer le N provenant des résidus agricoles	139
Tableau 74: Superficies et rendement de canne à sucre.....	139
Tableau 75: Facteurs d'émissions des émissions de N ₂ O dues au sols organiques drainés/gérés.....	140
Tableau 76: Facteurs d'émissions de N ₂ O dues aux urines et fèces appliquées aux sols	141
Tableau 77: Proportion du bétail qui se retrouve dans le système de gestion du fumier Pâturage, Parcours et parcelles.....	142
Tableau 78: Valeurs pour estimer les émissions indirectes de N ₂ O.....	144
Tableau 79: Facteurs d'émissions dus au chaulage.....	145
Tableau 80: Quantité de chaux ajoutée aux sols gérés.....	145
Tableau 81: Facteurs d'émissions dus à l'urée appliquée aux sols.....	146
Tableau 82: Présentation des niveaux pour la classification des affectations des terres au Gabon.....	149
Tableau 83: Définitions par niveau.....	150

Tableau 84: Exemples de règles appliquées pour distinguer les différents événements de changement du couvert forestier et les changements d'utilisation des terres dans l'analyse par télédétection.....	157
Tableau 85: Superficie en hectares des quatre différentes superficies administratives retenues dans l'analyse de télédétection.....	158
Tableau 86: Exemple de l'interpolation annuelle.....	163
Tableau 87: Données d'activités Terres.....	163
Tableau 88: Superficies exploitées.....	166
Tableau 89: affectations des terres.....	169
Tableau 90: répartition des forêts par type écologique.....	171
Tableau 91: Méthodes utilisées pour estimer les stocks de carbone de la biomasse pour chaque réservoir de carbone dans les anciennes forêts.....	174
Tableau 92: Méthodes utilisées pour estimer les stocks de carbone de la biomasse pour chaque pool de carbone dans la forêt de mangroves (tirées de (Kauffman et Bhomia, 2017).....	176
Tableau 93: Catégorie d'affectation du sol au Gabon.....	178
Tableau 94: réservoirs/pools de carbone qui sont inclus dans cet IGES.....	181
Tableau 95: Superficie des terres restant dans la même affectation.....	184
Tableau 96: fraction de carbone.....	185
Tableau 97: Facteurs de croissance annuelle moyenne de la biomasse aérienne.....	186
Tableau 98: Facteurs de taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne.....	187
Tableau 99: facteurs d'émissions de la dégradation de bois extrait.....	189
Tableau 100: Équivalence des catégories d'émissions de l'exploitation forestière dans Ellis et al (2019) par rapport à la méthode comptable standard (GOFC-GOLD recommandée) pour estimer les FE issus de la récolte sélective de bois (Pearson et al., 2014).....	190
Tableau 101: Volume de bois rond et bois de chauffe extrait.....	191
Tableau 102: Facteurs en tonne de Carbone.....	192
Tableau 103: Facteur d'émission de la dégradation de forêt dense.....	193
Tableau 104: Superficies de terres converties à nouvelle catégorie.....	196
Tableau 105: Croissance de la biomasse aérienne après conversion.....	202
Tableau 106: Biomasse perdue après 1 année dans nouvelle catégorie.....	203
Tableau 107: biomasse juste avant ou juste après conversion.....	204
Tableau 108: Quantité de bois mort et litière par utilisation de la terre.....	207
Tableau 109: Carbone organique du sol et facteurs de variations.....	209
Tableau 110: Facteurs d'émissions pour le drainage de sols organiques.....	211
Tableau 111: superficie de sols organiques drainés.....	211
Tableau 112: Facteurs pour les émissions sans CO2.....	212
Tableau 113: facteurs d'émissions non CO2 pour la combustion.....	214
Tableau 114: sources et puits et réservoirs non inclus.....	215
Tableau 115: Sources de données pour l'élimination des déchets solides en décharge.....	219
Tableau 116: Sources de données pour l'incinération des déchets dangereux et la mise à feu à l'air libre.....	220
Tableau 117: Sources de données pour le rejet et le traitement des eaux usées domestiques/industrielles.....	221
Tableau 118: Tendances des émissions totales par catégorie du secteur déchet pour la série temporelle 1994-2017.....	222
Tableau 120: Tendances des émissions totales par Gaz direct et par catégorie du secteur des déchets pour la série temporelle 1994-2017.....	225
Tableau 121: Référence des équations de calcul par CORINAIR, paramètres et facteurs d'émissions.....	226

Tableau 122: Tendence des émissions des gaz indirects issus de l'évacuation des déchets solides.....	226
Tableau 123: Tendence des émissions des gaz indirects issus de l'incinération des déchets dangereux.....	227
Tableau 124: Tendence des émissions des gaz indirects issus de la mise à feu à l'air libre dans les décharges.....	228
Tableau 125: Tendence des émissions de CH4 issues de l'élimination des déchets en décharge.....	230
Tableau 126: Paramètres et facteurs d'émissions utilisés pour estimer les émissions de CH4 des déchets évacués en décharge.....	232
Tableau 127: Quantité des déchets mis en décharge pour le calcul des émissions	233
Tableau 128: Référence des équations de calcul utilisées pour l'élimination des déchets en décharge.....	234
Tableau 129: Tendence des émissions des GES issues de l'incinération des déchets dangereux et la mise à feu à l'air libre dans les décharges	236
Tableau 130: Tendence des émissions par type de gaz issues de l'incinération des déchets dangereux et la mise à feu à l'air libre dans les décharges	237
Tableau 131: Tendence des émissions par type de gaz et par sous-catégorie dans.....	238
Tableau 132: Calcul des quantités des déchets brûlés à l'air libre dans les décharges.....	240
Tableau 133: Données sur la production des déchets dangereux incinérés	241
Tableau 134: Paramètres et facteurs d'émissions de l'incinération et mise à feu à l'air libre	241
Tableau 135: Référence des équations de calcul utilisées pour l'incinération et mise à feu à l'air libre.....	242
Tableau 136: Tendence des émissions des GES issues du traitement et rejet des eaux usées domestiques/industrielles.....	244
Tableau 137: Tendence des émissions des GES par type de gaz issues du traitement et rejet des eaux usées domestiques/industrielles	245
Tableau 138: Tendence des émissions par gaz et par sous-catégorie issues du traitement et rejet des eaux usées domestiques/industrielles	247
Tableau 139: Paramètres et facteurs d'émissions des eaux domestiques.....	248
Tableau 140: Répartition de la population par zone.....	249
Tableau 141: Données sur les industries agroalimentaires	250
Tableau 142: Paramètres et facteurs d'émissions des eaux usées industrielles.....	251
Tableau 143: Référence des équations de calcul utilisées pour le rejet et traitement des eaux usées domestiques et industrielles.....	251
Tableau 144: identification des catégories de sources clés, niveau 1 en 2017 (FAT inclus)	202
Tableau 145: identification des catégories de sources clés, niveau 1 en 2017 (FAT exclu)	202
Tableau 146: identification des catégories de sources clés, niveau 1 en 2017 (FAT exclu)	206
Tableau 147: Indentification des catégories de sources clés, Tendence (FAT exclu).....	212
Tableau 148: Analyse des incertitudes	216
Tableau 149: Résumé des techniques utilisées pour remplir les lacunes de la série temporelle	221
Tableau 151: Comparaison émissions de GES pour l'année 2000 entre Seconde et troisième communication)	224

LISTE DES EQUATIONS

Équation 1: émission de GES imputable à la combustion stationnaire.....	44
Équation 2: Emission de GES imputable à la combustion stationnaire	48
Équation 3: Emission de GES imputable au transport routier.....	56
Équation 4: Emission de Ges imputable à la combustion stationnaire.....	63
Équation 5: Population annuelle moyenne (GIEC 2006, Vol 4, Ch10, Eq. 10.1)	110
Équation 6: Émissions fermentation entérique par catégorie de bétail (Niveau 1) (GIEC 2006, Vol 4 CH10, Eq 10.19 & 10.20).....	118
Équation 7 Émissions fermentation entérique par catégorie de bétail (Niveau 1) (GIEC 2006, Vol 4 CH10, Eq 10.19 & 10.20).....	118
Équation 8: Émissions de CH ₄ dues à la gestion du fumier (GIEC 2006, Vol 4, Ch10, eq. 10.22).....	120
Équation 9: Émissions directes de N ₂ O dues à la gestion du fumier (Niveau 1, GIEC 2006, Vol 4, Ch10, eq. 10.25)	121
Équation 10: Taux annuels d'excrétion de N (GIEC 2006, Vol 4, Ch10, Eq. 10.30).....	122
Équation 11: Émissions indirectes de N ₂ O dues à la volatilisation de N lors de la gestion du fumier (GIEC 2006, Vol 4, Ch10, Eq. 10.26 & 10.27)	123
Équation 12: Émissions indirectes de N ₂ O dues à la volatilisation de N lors de la gestion du fumier (GIEC 2006, Vol 4, Ch10, Eq. 10.26 & 10.27)	123
Équation 13: Émissions indirectes de N ₂ O dues à la lixiviation lors de la gestion du fumier (GIEC 2006, Vol 4, Ch10, Eq. 10.28 & 10.29).....	124
Équation 14: Émissions indirectes de N ₂ O dues à la lixiviation lors de la gestion du fumier (GIEC 2006, Vol 4, Ch10, Eq. 10.28 & 10.29	125
Équation 15: Émissions directes de N ₂ O dues aux sols gérés [Niveau 1] (GIEC 2006, Vol 4, Ch11, Eq. 11.1)	127
Équation 16: Émissions directes de N ₂ O dues aux entrées (GIEC 2006, Vol 4, Ch 11, Equation 11.1(a)).....	128
Équation 17: N dû à l'ajout de N organique appliqué aux sols (NIVEAU 1) (GIEC 2006, Vol4, Ch11, Eq. 11.3).....	133
Équation 18: N du au fumier animal appliqué aux sols (Niveau 1) (GIEC 2006, Vol4, Ch11, Eq. 11.4).....	133
Équation 19: N des fumiers gérés disponibles pour application sur sols gérés (GIEC 2006, Vol 4, Ch10, Eq. 10.34)	134
Équation 20: N des résidus agricole (GIEC 2019 ajusté, vol 4, Ch11, Eq 11.6 & 11.7 mises à jour)	137
Équation 21: Sols organiques drainés (GIEC 2006, Vol 4, Ch 11, Eq. 11.1 (b)).....	140
Équation 22: Émissions directes de N ₂ O imputables aux entrées d'urine et de fèces sur pâturage (GIEC 2006, Vol 4, Ch 11, Eq. 11.1 (c)).....	141
Équation 23: N dans l'urine et les fèces déposées par les animaux paissant sur pâturages, parcours et parcelles (NIVEAU 1) (GIEC 2006, Vol 4, Ch11, Eq. 11.5).....	141
Équation 24: N ₂ O du au dépôt atmosphérique de N volatilisé depuis des sols gérés (NIVEAU 1) (GIEC 2006, Vol 4, Ch 11, Eq. 11.9)	142
Équation 25: N ₂ O dû à la lixiviation/écoulements de N de sols gérés dans les régions où existent la lixiviation et les écoulements (NIVEAU 1) (GIEC 2006, Vol 4, Ch11, Eq. 11.10)	143
Équation 26: Émissions annuelles de CO ₂ dues à l'application de chaux (GIEC 2006, Vol4, Ch11, Eq. 11.12)	144
Équation 27: Émissions annuelles de CO ₂ dues à l'application d'urée (GIEC 2006, Vol 4, Ch11, Eq. 11.13)	146

Équation 28: Estimation de la proportion (y) de la classe (c) et sa variance	154
Équation 29: Estimation de la zone de classe (Z) et de la variance dans la zone d'étude (D)	154
Équation 30: superficie exploitée équivalente	164
Équation 31: % de la superficie d'exploitation équivalente à la zone de concession.....	165
Équation 32: Superficie exploitée équivalente pour années 1965-1989.....	165
Équation 33: calcul des hauteurs des arbres	174
Équation 34: équation pantropicale.....	174
Équation 35: fraction de masse de carbone total apparente	175
Équation 36 : calcul de la biomasse aérienne	176
Équation 37 : calcul de la biomasse aérienne	176
Équation 38 : calcul de la biomasse souterraine	176
Équation 39: Variations annuelles de stocks de carbone pour la totalité du secteur FAT (GIEC 2006, Vol. 4, Ch 2, Eq. 2.1).....	180
Équation 40: Variations annuelles des stocks de carbone pour une strate de catégorie d'affectation des terres (GIEC 2006, Vol.4, Ch2, Eq. 2.2 & 2.3)	180
Équation 41: Variations annuelles des stocks de carbone pour un pool particulier, calculées par la méthode GAINS-PERTES (GIEC 2006, Vol.4, Ch2, Eq. 2.4)	182
Équation 42: Variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse des terres restant dans la même catégorie d'affectation (méthode Gains-Pertes) (GIEC 2006, Vol. 4, Ch2, Eq. 2.7).....	183
Équation 43: Augmentation annuelle des stocks de carbone de la biomasse due à la croissance de la biomasse dans les terres restant dans la même catégorie d'affectation (GIEC 2006, Vol. 4, Ch2, Eq. 2.9)	183
Équation 44: Gains annuels moyens de biomasse (NIVEAU 1) (GIEC 2006, Vol.4, Ch2, Eq. 2.10)	185
Équation 45: Diminution annuelle des stocks de carbone due aux pertes de biomasse dans les terres restant dans la même catégorie (GIEC 2006, Vol. 4, Ch2, Eq. 2.11).....	188
Équation 46: Pertes annuelles de carbone de la biomasse dues à l'extraction de bois (NIVEAU 3, spécifique au pays)	189
Équation 47: Pertes annuelles de carbone de biomasse due à l'extraction de bois de chauffe.....	192
Équation 48: Pertes annuelles de carbone de la biomasse dues à des perturbations (NIVEAU 3, spécifique au pays)	193
Équation 49: Variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse des terres converties à d'autres catégories (Niveau 1) (GIEC 2006, Vol.4, Ch2, Eq. 2.15)	194
Équation 50: Variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse des terres converties à d'autres catégories (Niveau 2) (GIEC 2006, Vol.4, Ch2, Eq. 2.15).....	194
Équation 51: Variations initiales des stocks de carbone de la biomasse pour les terres converties à d'autres catégories (GIEC 2006, Vol.4, Ch2, Eq. 2.16)	203
Équation 52: Variations annuelles des stocks de carbone du bois mort/des litières dues à la conversion de terres (GIEC 2006, Vol.4, Ch2, Eq. 2.23).....	206
Équation 53: Variations annuelles de stocks de carbone des sols (GIEC 2006, Vol.4, Ch2, Eq. 2.24).....	208
Équation 54: Variation de stock de carbon organique dans sols minéraux	208
Équation 55: Pertes annuelles de carbone des sols organiques drainés (GIEC 2006, Vol.4, Ch2, Eq. 2.26).....	210
Équation 56: Estimations des émissions de gaz à effet de serre dues au feu (GIEC 2006, Vol.4, Ch2, Eq. 2.27).....	212
Équation 57: Calcul des émissions de CH ₄ selon la méthode DPO.....	232
Équation 58: Calcul du CO ₂ basé sur le volume des déchets brûlés	239

Équation 59: Calcul des émissions de CH ₄ provenant des eaux usées industrielles.....	247
Équation 61: Calcul des émissions de CH ₄ provenant des eaux usées domestiques.....	248

Table des matières

LISTE DES CONTRIBUTEURS	i
LISTE DES ABREVIATIONS	iii
FORMULES CHIMIQUES	vi
LISTE DES GRAPHIQUES.....	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES EQUATIONS.....	xiii
RESUME EXECUTIF.....	xix
INTRODUCTION	1
1. Procédures et arrangements pour la préparation de l'inventaire GES.....	2
2. Méthodologie générale.....	9
3. Tendances des émissions de gaz à effet de serre.....	18
4. Secteur énergie.....	31
4.1 Aperçu du secteur énergie.....	31
4.2 Tendance des émissions totales par catégorie.....	34
4.3 Tendance des émissions totales par gaz.....	36
4.4 Présentation des catégories du secteur Energie	43
4.4.1 Industries énergétiques.....	43
4.4.2 Industries manufacturières et de construction	48
4.4.3 Transport	52
4.4.4 Autres secteurs.....	57
4.5 Emissions fugitives.....	61
4.6 Contrôle qualité/assurance qualité.....	65
5. Secteur Procédés Industriels.....	67
5.1 Aperçu du secteur Procédés industriels et utilisation des produits.....	67
5.2 Tendances des émissions totales par catégorie	69
5.3 Tendance des émissions par gaz directs	72
5.4 Présentation des catégories du secteur Procédés industriels et utilisation des produits.....	72
5.5 Contrôle qualité/Assurance qualité.....	78
6. Secteur Agriculture, Forêt et Autres Affectations des Terres	79
6.1 Sous-secteur Agriculture.....	80
6.1.1 Facteurs d'émission sous-secteur Agriculture.....	82
6.1.2 Données d'activité sous-secteur Agriculture.....	82
6.1.3 Tendances des émissions sous-secteur agriculture	84
6.2 Sous-secteur Forêt et autre affectation des terres	93
6.2.1 Facteurs d'émissions sous-secteur FAT.....	94
6.2.2 Données d'activités sous-secteur FAT.....	95

6.2.3	Tendances des émissions/absorption sous-secteur FAT.....	96
6.3	Emissions et absorption par affectation des Terres.....	99
6.4	Méthodologies pour les émissions/absorptions du secteur AFAT.....	110
6.4.1	Méthodologies pour les émissions dues à l'agriculture.....	110
6.4.2	Forêt et Autres Affectation des terres (FAT).....	146
6.4.3	Méthodologies pour les émissions/absorptions dues FAT.....	177
6.5	Changement de stock de carbone dans sous-secteur FAT.....	178
6.6	Changement de stock de carbone de la biomasse dans une terre restant dans même affectation.....	182
6.7	Changement de stock de carbone de la biomasse dans une terre convertie à nouvelle affectation.....	194
6.8	Changement de stock de carbone dans la matière organique morte d'une terre convertie en une nouvelle affectation.....	206
6.9	Changement de stock de carbone dans le sol d'une terre restant & terre convertie dans une nouvelle affectation.....	208
6.10	Exhaustivité secteur AFAT.....	214
6.11	Contrôle qualité et assurance qualité AFAT.....	216
7.	Secteur Déchets.....	216
7.1	Aperçu du secteur des déchets.....	216
7.2	Tendance des émissions totales par catégorie.....	222
7.3	Tendance des émissions totales par gaz.....	223
7.4	Présentation des catégories du secteur déchets.....	229
7.4.1	Élimination des déchets solides.....	229
7.4.2	Compostage des déchets.....	235
7.4.3	Incinération des déchets dangereux et mise à feu à l'air libre des déchets dans les décharges.....	235
7.4.4	Traitement et rejet des eaux usées.....	242
7.5	Contrôle qualité/assurance qualité.....	252
8.	Analyse des catégories clés tous les secteurs.....	252
9.	Évaluation des incertitudes tous les secteurs.....	215
10.	Cohérence de la série temporelle tous les secteurs.....	220
11.	Plan d'amélioration tous les secteurs.....	228
11.1	Renforcement de la coordination au niveau national.....	228
11.2	Amélioration dans le secteur énergie.....	228
11.3	Amélioration dans le secteur PIUP.....	230
11.4	Amélioration dans le sous-secteur forêt.....	231
11.5	Amélioration dans le secteur déchets.....	232
11.6	Superficie d'affectation des terres.....	232
12.	Réservoirs de carbone.....	233

Bibliographie307

RESUME EXECUTIF

Ce rapport national d'inventaire, présente les résultats relatifs aux émissions de GES des catégories clés issus de l'inventaire national des émissions des gaz à effet de serre des secteurs de l'Énergie, des Procédés Industriels (PIUP), de l'Agriculture, de la Foresterie et autre Affectation des Terres (FAT) et enfin de ceux des Déchets. Les années reportées sont 1994, 2000, 2005 et la série temporelle 2010-2017.

L'ensemble des données d'activité utilisées proviennent pour le secteur de l'Énergie, des bilans énergétiques de 1994 à 2015 issues d'enquêtes énergétiques du Gabon, alors que pour les années 2016 et 2017, d'autres sources complémentaires de données ont été sollicitées, il s'agit des administrations, des institutions internationales telles que l'Agence Internationale de l'Énergie, puis croisées avec les données agrégées collectées auprès de la Société Gabonaise d'Entreposage des Produits Pétroliers (SGEPP). Pour les PIUP, l'ensemble des données d'activité utilisées proviennent des tableaux de bord de l'économie gabonaise publiés par la Direction Générale de l'Économie pour la période 1994 à 2016, de la base de données de la Direction Générale des Douanes et du Bureau National Ozone et des données fournies par certaines entreprises.

Les données d'activités du sous-secteur Agriculture, ont été obtenues des rapports d'activités des principaux exploitants Agricoles (OLAM, SUCAF). Le Gabon n'a pour l'heure que peu de statistiques nationales disponibles et donc pour combler les manques, les données produites par FAOSTAT ont été utilisées, notamment pour le nombre de têtes du bétail. Pour les engrais, des données nationales d'importation ont pu être récupérées auprès de la Direction Générale de Douane. Les données ne sont malheureusement pas disponibles pour toutes les années et des interpolations ont dû être appliquées pour obtenir une quantité annuelle. Pour la canne à sucre des informations provenant de SUCAF ont été utilisées pour estimer la superficie annuelle de culture de canne à sucre ainsi que le rendement. Toutes les équations pour le secteur agriculture ont été appliquées ici, sauf pour les émissions de méthanes dues à la riziculture. La production de riz au Gabon étant inexistante les émissions sont donc néant. Il a été considéré que les valeurs disponibles dans FAOSTAT ne sont pas représentatives de la réalité de terrain. Pour la période 1990-2018, les valeurs dans FAOSTAT sont des estimations faites par FAOSTAT et ne proviennent pas de données nationales réelles. Les informations sur les données d'activités pour la forêt et autres affectations des terres (FAT) proviennent d'une évaluation de l'utilisation et changement d'utilisation des terres entreprise par l'équipe de Système d'Information à Référence Spatiale (SIRS) suivant la méthode Sannier et al. 2014. Il s'agit d'une méthode d'échantillonnage semi-aléatoire. L'approche consiste à diviser la zone d'étude en blocs vectoriels de 20 km × 20 km, puis à sélectionner au hasard des unités primaires d'échantillonnage (UPE) de 2 km × 2 km dans chacun de ces blocs. Une approche d'échantillonnage en deux étapes a été mise en œuvre en sélectionnant des unités d'échantillonnage secondaires (UES) de 30 m × 30 m dans les UPE qui ont ensuite été comparées aux résultats des cartes produites par AGEOS pour 1990, 2000, 2010 et 2015 (SIRS, 2019). Au final, 665 UPE de 400 ha réparties à travers le pays ont été réparties sur l'ensemble du territoire gabonais. Pour l'extraction de bois rond, une étude de Forêt Ressources Management (FRM) 2020 a permis d'obtenir des volumes de bois annuels extraits des forêts gabonaises. Les forêts exploitées présentant une grande superficie à niveau nationale, l'étude de Michelle Lee 2020 sur les superficies administratives annuelles pour établir le changement des superficies des concessions forestières et des aires protégées a été utilisée pour raffiner les données obtenues par SIRS, 2019.

Enfin, pour le secteur des Déchets, les principales sources des données d'activités sont les rapports d'études et les audits sur la gestion des déchets et les bilans d'activités des entreprises du secteur

obtenus auprès de la DGEPN, et le Ministère de l'économie en ce qui concerne le Recensement Général de la Population et du Logement 2013.

De cet inventaire national, il ressort que, entre 1994 et 2017, les émissions totales de GES (FAT exclu) sont respectivement de 4637,51 Gg éqCO₂ en 1994 à 5714,92 Gg éq CO₂ en 2017, soit une augmentation de près de 18% qui ne décolle réellement qu'après 2005 (4258,8 Gg éqCO₂). Cette tendance montre par conséquent que le Gabon demeure un pays à fort couvert forestier.

Le secteur majoritaire en termes d'émissions/absorptions du Gabon est la catégorie Forêt et Autres Affectations des Terres (FAT), qui représente 95% des Absorptions nettes total en 2017 suivi par le secteur de l'énergie avec 4% des émissions. Lors le secteur FAT est exclu, le secteur énergie représente 84% des émissions total en 2017. Les proportions sont restées similaires aux proportions observées en 1994 et 2005. Si les émissions brutes sont extraites du secteur FAT et comparées aux autres secteurs, le secteur FAT reste en tête avec 90 % des émissions brutes en 2005 et 85% en 2017, suivi par le secteur énergie puis agriculture.

Pour le secteur FAT, il est important de souligner l'année 2005 qui a vu apparaître plusieurs mesures nationales pour limiter les émissions provenant de la forêt¹ et l'utilisation des terres (voir secteur Agriculture, Forêt Autres Affectations et le détail du cadre législatif mise en place autour du secteur FAT). En 2005 les absorptions nettes pour le secteur FAT sont -105 236 Gg CO₂ ce qui représente 3,3% d'absorptions nettes en moins par rapport à 2017. Ceci est dû au fait que les émissions brutes entre 2005 et 2017 ont diminué de 21% passant de 38 377 Gg CO₂ 2005 à 31 591 Gg CO₂ en 2017.

Le secteur de l'énergie vient en deuxième position des gros émetteurs de GES passant ainsi de 3790 Gg éqCO₂ en 1994 à 4827 Gg CeqCO₂ en 2017 soit un accroissement de l'ordre de 21,5% en deux décennies. Ainsi, ces émissions se répartissent pour le secteur Energie : Industries énergétiques avec 1221 Gg éqCO₂ soit 25% des émissions, le Transport 977 Gg éqCO₂ soit 20%, les émissions fugitives avec 18007 Gg éqCO₂ soit 37% des émissions et dans une moindre mesure les Autres secteurs avec 437 Gg éqCO₂ soit 9%. Globalement, les émissions du secteur énergie sont à la hausse avec un taux moyen de progression de 21% et un pic en 2017 à 4827 Gg éqCO₂ contre 3790 Gg éqCO₂ en 1994. Celles-ci s'expliquent dans le cadre des activités pétrolières et gazière au démarrage non effectif du programme zéro torchère du ministère en charge des hydrocarbures et dans le transport par l'augmentation du parc automobile avec plus de 100 000 nouveaux véhicules achetés entre 2012 et 2017. Les activités de transport consommant en majorité du diesel (70% du parc) disposant d'un pouvoir polluant élevé associées à un parc de poids lourds vieillissant à près de 60%.

Le secteur Agricole est le troisième secteur émetteur après le secteur FAT et l'énergie et représente 6 % des émissions totales du pays en 2017. Les émissions comprennent la fermentation entérique et la gestion du fumier des différents bétails présent dans le pays ainsi que les sources agrégées et émissions non-CO₂ des sols gérés. Les émissions totales sont passablement stables dans le temps passant de 783 Gg éq CO₂ en 1994 à 797 Gg éq CO₂ en 2017, soit une augmentation 1,7%. La source principale provient du brûlage de biomasse dans les prairies/savanes et des résidus agricoles (608 Gg CO₂ éq en 2017) soit 76 % des émissions provenant de l'agriculture, puis vient les émissions de la fermentation entérique (77Gg CO₂ éq en 2017) soit 10%.

Le secteur PIUP est de très loin comparativement aux deux précédents, le troisième secteur émetteur de GES avec, des émissions totales qui varient de 64,09 Gg éq CO₂ en 1994 à 88,11 Gg éq CO₂ en 2017, soit une augmentation de 27,3%. Une large part de ces émissions comprise entre 50 et 100%

¹ Pour obtenir plus d'information sur les politiques nationales mises en place au Gabon pour limiter les émissions provenant du secteur forêt, se référer à au Niveau de référence sur les forêts soumis à la CCNUCC en 2021. <https://redd.unfccc.int/submissions.html?country=gab>

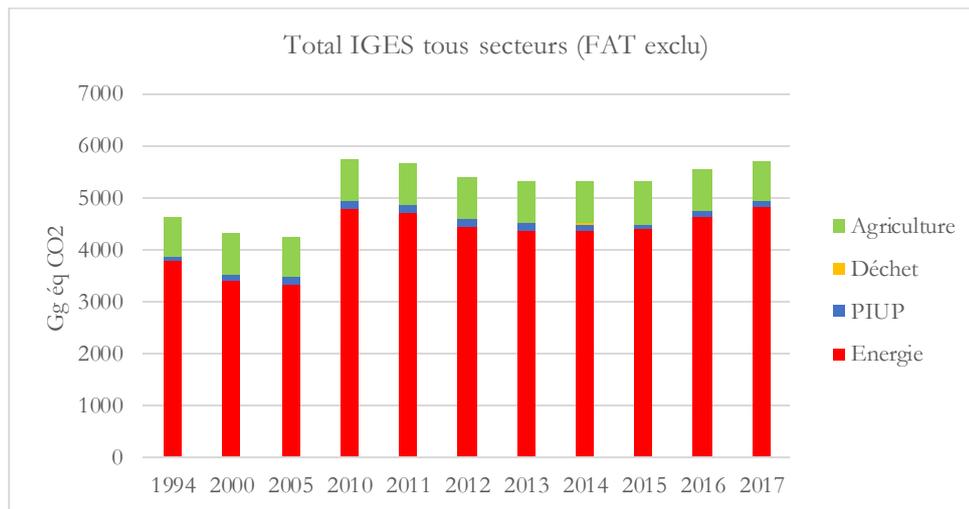
provient de la catégorie clé 2.A.1 production du ciment entre 1994 et 2013 alors qu'au-delà de cette période, elle sera issue de la catégorie clé 2.F.1 réfrigération et air conditionnée (utilisation des F-gaz) comprise entre 50 et 100%, tandis que le pic des émissions de ce secteur sera atteint en 2013 avec 157,59 Gg éq CO₂. Pour les PIUP, de 1994 à 2017, les émissions augmentent de 64,088 Gg éq CO₂ à 89,664 Gg éq CO₂, soit une augmentation nette de 40% avec un pic de 157,587 Gg éq CO₂ atteint en 2013 qui s'explique par la forte production de ciment et l'utilisation en grande quantité des HFC dû à l'interdiction totale des importations des substances appauvrissant la couche d'ozone (SAO).

Pour le secteur des Déchets, les émissions totales de GES sont passées de 0,54 Gg éq CO₂ en 1994 à 3,232 Gg éq CO₂ en 2017 soit une variation d'environ 82%. Le secteur Déchets a émis 3,232 Gg éq CO₂ équivalent en 2017 dont 64% pour l'incinération et combustion à la mise à feu à l'air libre et 36% pour le traitement et rejet des eaux usées.

Tendance des émissions totales

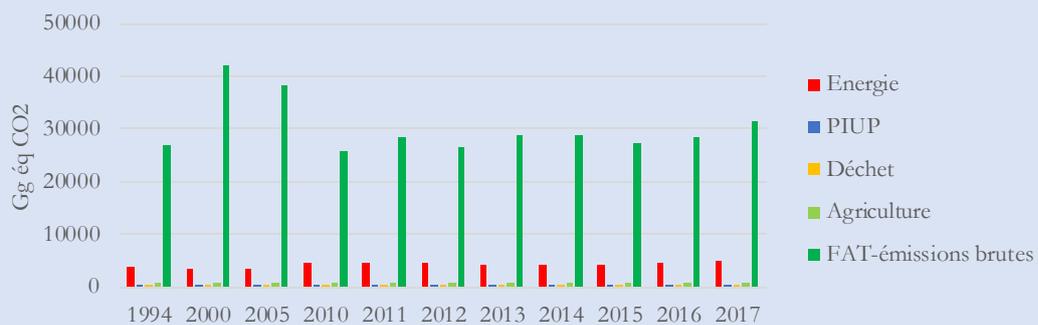
Années	1994	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
unité: Gg éqCO ₂												
1 - Energy	3790	3415	3339	4771	4688	4441	4353	4374	4390	4636	4827	
2 - IndustrialProcesses	64	90	119	148	157	136	158	115	88	90	0	
3- Agriculture	783	798	799	800	805	810	816	820	817	800	797	
4- Waste	0,54	1	1	2	2	2	3	4	5	5,86	3	
Total Gg éqCO ₂ (avec FAT)	-98437	-87670	-100977	-115662	-	-	-109385	-108475	-	-107277	-103085	
Total Gg CO ₂ eq (sans FAT)	4637,51	4303,94	4258,8	5721,56	5652,29	5389,13	5329,32	5312,76	5300,34	5531,16	5714,92	
3B	FAT- Emissions brutes	27068	42111	38377	25943	28452	26596	28669	28785	27432	28341	31591
3B	FAT- Absorptions brutes	-130143	-	-143613	-147326	-	-	-143384	-142573	-	-141149	-140391

Tendance des émissions totales (FAT exclu)



Tendance des émissions totales tous secteurs

Tendance des émissions totales tous secteurs (FAT emissions brutes)



INTRODUCTION

Le Gabon est un des pays au Sud du Sahara ayant une politique climatique très engagée historiquement depuis les premiers sommets sur le climat. Ainsi, il a ratifié la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCUNCC) en janvier 1998. À cet effet, les inventaires de gaz à effet de serre (IGES) sont réalisés conformément à l'article 12 de la convention. Depuis lors, le Gabon a, à son actif, réalisé des inventaires nationaux de GES en 1994, en 2000 et en 2010 dans les secteurs suivants : 1-Energie, 2-Procédés Industriels et Utilisation des Produits, 3-Agriculture, Foresterie et Autre utilisation des Terres (AFAT), 4-Déchets.

L'objectif de ce rapport est de présenter les résultats des inventaires nationaux de GES pour les années 1994, 2000, 2005 et pour la série temporelle 2010-2017 élaborés avec le logiciel IPCC du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) pour les secteurs de l'énergie, les déchets et les PIUP. Pour le secteur AFAT, une feuille de calcul Excel a été utilisée.

Le Gabon est historiquement engagé dans des politiques environnementales ambitieuses. En effet, depuis l'entrée en vigueur de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) en 1994, la conscience environnementale avanguardiste des dirigeants gabonais a permis de poser les jalons d'une stratégie forte en la matière. Celle-ci s'est notamment traduite par l'élaboration en 2000 d'un Plan National d'Action pour l'Environnement (PNAE) et, suite au sommet pour le développement durable tenu à Johannesburg le 04 septembre 2002, à la création d'un réseau national des parcs nationaux (11% du territoire) et à la conduite de plusieurs actions et mesures sectorielles visant à préserver les ressources naturelles. Depuis 2009, cette conscience environnementale a évolué vers une véritable stratégie de développement durable qui a permis d'intégrer pleinement les questions climatiques dans la stratégie de développement économique.

C'est ainsi qu'à la suite de la Conférence des Parties sur le changement climatique de Copenhague tenue en 2009 (COP 15), le Président de la République, **Son Excellence Ali BONGO ONDIMBA**, a instruit à l'élaboration d'un Plan National Climat qui viendrait apporter la dimension climatique dans le Plan Stratégique Gabon Emergent (PSGE) en vue d'en faire un plan de développement durable. C'est donc sur la base de ce Plan National Climat que les principales mesures et engagements climatiques du Gabon sont mises en place.

Aussi, après l'adoption de l'Accord de Paris, le Gabon s'est engagé à travers sa Contribution Prévue Déterminée au niveau National (CPDN et INDC en anglais) à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 50% d'ici à 2025. Cette INDC, transformée en NDC, le 25 octobre 2016, lors de la ratification de l'Accord de Paris par le Gabon (décret 0513/PR promulguant la loi 021/2016), prévoit donc l'utilisation des différents mécanismes permettant de mobiliser les ressources nécessaires à la réalisation de ces actions.

1. Procédures et arrangements pour la préparation de l'inventaire GES

Les inventaires couvrent les quatre secteurs du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat (GIEC) à savoir : Energie, Procédés Industriels et Utilisation des Produits (PIUP), Agriculture Foresterie et autres Affectations des Terres (AFAT), et Déchets.

Les consultants ont été répartis en cinq équipes. Chaque équipe a été chargée de réaliser un inventaire de GES pour un secteur.

Les arrangements institutionnels pour la préparation de la TCN ont été proposés dans le chapitre 1 Circonstances Nationales et arrangements institutionnels qui se composent comme suit :

Le Conseil National Climat (CNC) constitue l'organe de compilation des inventaires. La Direction Générale de l'Environnement et de la Protection de la Nature (DGEPN) était l'organe de coordination des inventaires de GES, en charge notamment du recrutement des consultants et de la rédaction des termes de référence. Les équipes thématiques sont chargées de la préparation et de l'établissement des inventaires. Puis en fonction des thématiques la collecte des données s'est effectuée auprès des fournisseurs agréés.

Des courriers et des ordres de missions, rédigés par le CNC, ont ensuite été transmis auprès des structures habilités à produire l'information pour être au plus près de la donnée. Des entretiens ont également été organisés avec les responsables d'administrations (Direction Générale des Forêts, Direction Générale des Industries du Commerce du Bois et la Valorisation des Produits Forestiers...), d'agences (Agence Gabonaise d'études et d'observations spatiales...) et les instituts de recherche. L'objectif étant de rendre compte de la bonne évaluation des niveaux des gaz à effet de serre dans le secteur. La limite de ce système d'inventaire réside dans l'absence d'un mémorandum d'entente entre la coordination et l'administration publique et privé pour la transmission de la donnée. L'accès aux données n'étant pas formalisé, certains courriers sont restés sans réponse.

Pour l'instant, les secteurs se débrouillent de manière isolée selon les systèmes suivants :

Secteur Energie : Dans le cadre des missions du Ministère de l'Eau et de l'Energie du Gabon, la Direction Générale de l'Energie est l'entité technique en charge de l'élaboration des bilans énergétiques. Il est à noter qu'au sein du ministère, il existe une Direction Centrale des Statistiques et des Etudes qui devront animer le système statistique et le système d'information énergétique en cours de préparation. Celle-ci participe également à la validation des données collectées. Ces données sont ainsi utilisées pour l'élaboration des inventaires sectoriels.

❖ Le processus de collecte de données se présente en quatre étapes :

Préparation de la campagne annuelle de collecte de données selon la catégorie concernée ;

Envoi d'une requête précisant dans un questionnaire dédié à chaque secteur d'activité, les données sollicitées, les années considérées et le format ;

Réception des données par l'équipe en charge des questions de bilan énergétique et saisie ;

❖ **Traitement et présentation des données à la hiérarchie pour validation et publication du bilan.**

Le système d'inventaire sectoriel Energie s'appuie sur un arrangement institutionnel non formalisé avec des points focaux identifiés au niveau de chaque entité (hydrocarbure, distributeur d'électricité, environnement etc) d'une part. Ces entités constituent donc les fournisseurs des données administratives. Aussi, des requêtes sont directement envoyées à ces contributeurs en vue de collecter ces données d'activités qui les concernent d'autre part. Mais parallèlement à cela, une requête spéciale est envoyée à la Société Gabonaise d'Entreposage des Produits Pétroliers (SGEPP) qui est le point central des mouvements des produits au niveau national. Cela nous permet d'avoir des données sur les flux globaux (entrées/sorties). Aussi, les TDR définissant les modalités de mise en place institutionnelle d'un système MRV sont disponibles. Pour la mise en œuvre de son système MNV, la Direction Générale de l'Energie s'appuie sur un catalogue de référentiels, certes incomplets mais pertinents.

❖ **Secteur Procédés Industriels et Utilisation de Produits** : Les actions opérationnelles de collecte des données se présentent de la manière suivante :

Consulter les tableaux de bord de l'économie gabonaise publiés par la Direction Générale de l'Économie pour la période 1994 à 2016 ;

Rencontrer les responsables des administrations et/ou des entreprises susceptibles de fournir les informations sur les productions nationales.

❖ **Secteur Agriculture, Forêt et Autres Terres** : Dans le secteur de l'agriculture les données sont collectées à travers un questionnaire qui est envoyé dans les différentes administrations (voir liste dans **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ci-dessous). Actuellement pour l'agriculture, seules les données concernant la chaux, les engrais azotés synthétique et les superficies de canne à sucre sont disponibles à niveau nationale. Certaines activités de collecte d'information sont en cours et permettront d'apporter plus d'information nationale dans le futur (voir le plan d'amélioration). Pour le secteur forêt et Autres affectation des terres (FAT) : plusieurs institutions participent activement à la création des données spécifiques pour les IGES et la REDD+ dont le Conseil National Climat est en charge. En particulier pour cette itération, l'AGEOS a travaillé en proche collaboration avec le SIRS pour préparer des cartes d'utilisation du sol pour toute la série temporelle en suivant les recommandations du GIEC (voir section sur la Méthodologie pour les émissions/absorptions du secteur AFAT).

❖ **Secteur déchet** : Les données d'activités utilisées ont été collectées au niveau national de la façon suivante :

La première étape du recueil des données sur les quantités des déchets collectés (déchets mis en décharge, la production des déchets dangereux et industriels, la collecte des déchets biomédicaux, etc.) et la production des eaux usées a commencé avec la rencontre des points focaux à la Direction Générale de l'Environnement et de la Protection de la Nature, puis au Ministère de l'Intérieur et à l'Hôtel de ville de Libreville pour rencontrer les Responsables des services en charge du contrôle et suivi des opérations de collecte des déchets.

La deuxième étape a consisté à rencontrer les entreprises détentrices de données, c'est le cas pour Clean Africa, Ex-SOVOG pour ce qui est des déchets solides mis en décharge, à Impact Environnement Gabon (IEG) pour l'incinération des déchets dangereux et des déchets Industriels et les déchets biomédicaux. Nous n'avons pas visité les entreprises installées dans la zone

économique de NKOK et HSE GABON, en charge du traitement des déchets biomédicaux du Centre Hospitalier universitaire de Libreville.

La troisième étape, a consisté à effectuer une recherche documentaire, données recueillies des études sur la gestion des déchets, les audits effectués auprès des entreprises AVERDA et Clean AFRICA, les thèses de recherche et les dossiers techniques sur les projets de construction d'installation de traitement des déchets, etc.

Enfin, toutes ces données ont été croisées les unes aux autres suivant les années de production, et en fonction des termes de références et des années de référence, les données manquantes ont été calculées par la méthode d'extrapolation fournie par les lignes directrices du GIEC. Cette méthode donne une limite de 5 ans, au-delà de laquelle, la méthode n'est plus applicable.

Tableau 1: Liste des institutions engagées dans le processus d'IGES

Institution/organism	Rôle (Fournisseur/ Archivage/ Assurance qualité/ Préparation IGES)	Responsabilité
Conseil National Climat	Organe de coordination des IGES	Recrutement des consultants et de la rédaction des termes de référence
	Point focal à la CCNUCC, Coordinateur national des Communications nationales et Rapports biennaux	Supervise l'élaboration des communications nationales et Rapports biennaux
	Coordonnateur de l'IGES	Supervise la préparation du Rapport biennal et de l'IGES pour tous les secteurs
Energie		
Ministère de l'Eau et de l'Energie du Gabon, Direction Générale de l'Energie	Entité technique en charge de l'élaboration des bilans énergétiques	Collecte les données, secteur énergie
Ministère de l'Eau et de l'Energie du Gabon, Direction Centrale des Statistiques et des Etudes	Validation des données collectées secteur énergie	Système statistique et le système d'information énergétique
Société Gabonaise d'Entreposage des Produits Pétroliers (SGEPP)	Fournisseurs de données	Données sur les flux globaux (entrées/sorties).
Procédés Industriels et utilisations de produits		
Société des Ciments du Gabon	Fournisseurs de données	
Société des Brasseries du Gabon (SOBRAGA),	Fournisseurs de données	
Société Meunière du Gabon (SMAG),	Fournisseurs de données	
Société Gabonaise De Torréfaction, (SIAT GABON production huile de cuisine).	Fournisseurs de données	
Agriculture, Forêt et Autres terres		
Ministère des Eaux, des forêts, de la Mer, de l'Environnement	Compilateurs AFAT	Objectifs de développement durable et du Plan national d'Affectation des terres.
Direction Général des douanes	Fournisseur de données	Données sur les importations annuelles d'engrais synthétiques et de chaux
Sucrierie d'Afrique (SUCAF)	Fournisseur de données	Données sur les superficies annuelles de Canne à sucre
FRM ingénierie	Fournisseurs de données	Volume de bois extrait et exporté
Agence Gabonaise d'Etudes et d'Observations Spatiales (AGEOS)	Fournisseur de données	Information sur les superficies d'utilisation du sol et de changement d'affectation des terres

SIRS	Fournisseurs de données	Collaboration avec AGEOS pour la production des superficies d'utilisation du sol et de changement d'affectation des terres ²
Agence National des Parcs Nationaux (ANPN)	Fournisseur de données	En charge des parcelles permanentes pour collecter des informations sur les stocks de carbone dans les différents réservoirs
Déchets		
Direction Générale de l'Environnement, ANGTI & DGEPN	Fournisseurs de données	Quantité de déchets municipaux produits, Fraction de déchets mis en décharge, Composition des DSM, Quantité de déchets industriels dangereux incinérés en tonne, Quantité des déchets des centres hospitaliers, Fraction de déchets mis en décharge
RGPL ; Ministère de l'Economie	Fournisseurs de données	recensement général de la population et de l'habitat, Production agroalimentaire des grandes industries en tonne
Institut de la cartographie	Fournisseurs de données	Proportion des déchets brûlés, Fraction des déchets brûlés/déchets traités, Nombre de jours d'exposition au brûlage à l'air libre

❖ Archivages

Le Gabon est en cours de restructuration de son système d'archivage. Jusqu'à présent la Direction Générale de l'environnement et de la protection de la nature (DGEPN), qui avait la responsabilité de la préparation des Communications Nationales avait comme devoir de conserver une copie de l'inventaire GES dans une clé USB ainsi que sous format Excel, les feuilles de calculs extraites de l'outil du GIEC. Le coordinateur national ainsi que l'assistant de ce dernier ayant chacun une copie de l'inventaire GES.

Depuis le transfert de compétences, le Conseil National Climat (CNC) est maintenant responsable de la préparation des Communications Nationales et des Rapports biennaux à la convention. Le CNC est dans la conception de la base de données nationale qui accueillera toutes les informations nécessaires pour la réalisation des inventaires de gaz à effet de serre, des communications nationales et des rapports biennaux. Ce système aura des points focaux dans chaque administration qui seront chargés de fournir toutes les données disponible chaque année au CNC. Ces données seront stockées et rendues officielles sur le site internet du CNC. Dans le cas du secteur AFAT, les administrations principales concernées seront la Directions Générale de l'agriculture et la Direction Générale des forêts. Ce nouveau système a pour but de rendre l'archivage plus sûr et l'information plus transparente et facilement accessible pour les différentes parties prenantes.

❖ Textes de lois relatifs aux différents secteurs de l'IGES

Au cours des dernières décennies le Gabon a mis en place de nombreuses politiques publiques et programmes pour protéger ces ressources naturelles et améliorer la gestion des différentes activités sur son territoire. En termes généraux, il existe deux loi-cadre. La première pour la protection d'environnement et la deuxième pour le développement durable.

Protection de l'environnement : loi N°007/2014 du 01 août 2014. Cette loi-cadre pose les principes généraux sur la protection de l'environnement notamment sur la gestion durable des ressources naturelles, les pollutions et nuisances et pour améliorer le cadre de vie de la population. Une section se concentre sur le changement climatique avec l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre et l'adaptation aux impacts dus au changement climatique. Les articles 41 à 44 soulignent l'engagement

du pays auprès de la CCNUCC avec la mise en place d'un système d'IGES et un plan national de réduction des émissions de gaz à effet de serre (République Gabonaise, 2014a).

Orientation du Développement Durable : loi N° 002/2014 du 01 août 2014. Cette loi-cadre fixe les principes fondamentaux du Développement Durable en définissant les moyens d'action et le rôle des pouvoirs publics, acteurs économiques et de la société civile. Ceci dans le but d'assurer le bien-être des générations actuelles et futures (République Gabonaise, 2014b).

Une série de décrets et lois spécifiques par secteurs sont également listées ci-dessous.

Au titre de ces référentiels on note les textes suivants concernant le secteur de l'énergie:

Loi n°8/93 du 7 avril 1993, fixant le régime juridique de la production, du transport et de la distribution de l'eau potable et de l'énergie électrique ;

Décret n°00299/PR-MJ-MTP-MF du 26 décembre 1962, réglementant la fabrication, l'importation, l'installation, la mise en vente et la vente d'appareils d'utilisation d'électricité ;

Décret n°00322/PR/MTP du 6 octobre 1963, modifiant le décret n°00299/PR-MJ-MTP-MF du 26 décembre 1962 réglementant la fabrication, l'importation, l'installation, la mise en vente et la vente d'appareils d'utilisation d'électricité ;

Décret n°000772/PR/MMEPRH du 26 juin 2003, portant réglementation de l'utilisation de l'énergie électrique et des appareillages fonctionnant à l'énergie électrique en République Gabonaise ;

Loi N°024/2016 modifiant la Loi n°8/93 du 7 avril 1993, fixant le régime juridique de la production, du transport et de la distribution de l'eau potable et de l'énergie électrique ;

Loi n°0015/2014, portant institution et organisation du Système Statistique National.

En complément de cet arsenal juridique s'ajouteront le Code de l'Electricité et de l'Efficacité énergétique et leurs textes d'application qui devront être disponibles pour la fin de l'année 2020.

Dans le secteur de la forêt, la base légale repose sur le code forestier :

Code forestier : loi N°16-01 du 31 décembre 2001. En 2001 le code forestier a été mis à jour afin d'améliorer la gouvernance et la gestion des forêts. Le nouveau cadre qui est entré en vigueur en 2005 sert de mode opérationnelle pour toutes les entités qui ont une activité d'exploitation. Les principaux objectifs à atteindre sont :

La gestion durable des forêts par la pratique de l'aménagement ;

La conservation des écosystèmes ;

L'industrialisation plus poussée de la filière bois ;

L'implication des populations locales.

Le Code forestier prévoit d'octroyer des permis temporaires d'exploitation de quatre ans avec une participation progressive au processus de gestion durable qui aboutit au statut de Concessions Forestière sous Aménagement Durable (CFAD) (art. 295). La loi introduit des dispositions importantes notamment l'utilisation de technique à impact limité sur l'environnement lors de la coupe, des rotations de 25 ans et un plan d'aménagement approuvé pour 30 ans (République Gabonaise, 2001). En 2009, le conseil des ministres prend une décision qui va au-delà du Code

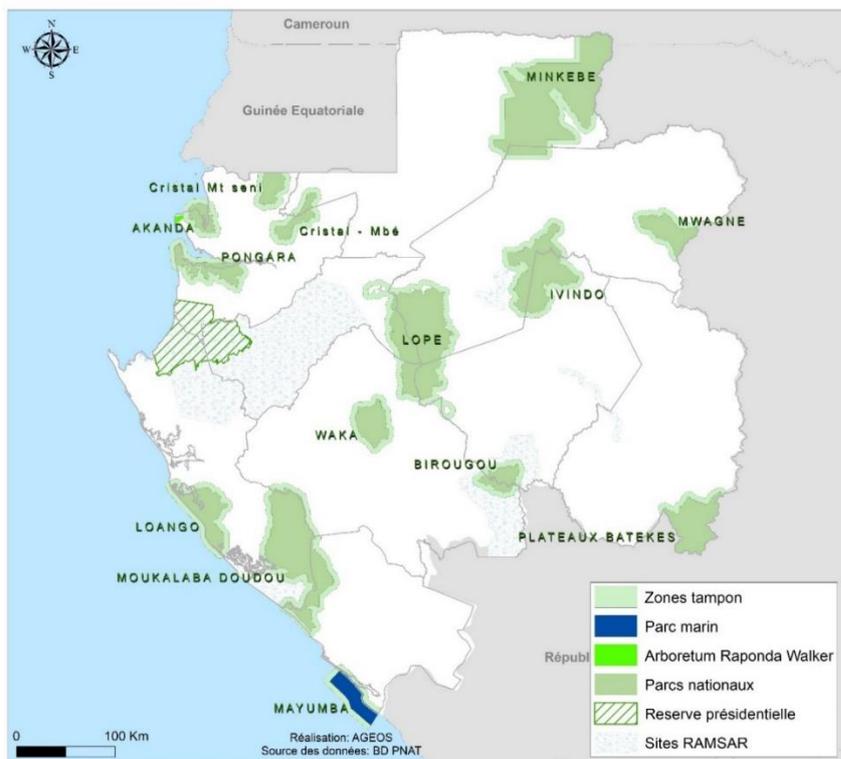
forestier en interdisant l'exportation de grumes du Gabon à partir de 2010. Cette interdiction vise à privilégier la transformation locale des essences forestières nationales et de créer davantage de postes de travail dans le pays (Cassagne et Follea, 2016).

Le président du Gabon, Son Excellence Ali BONGO ONDIMBA a pris la décision en septembre 2018 que toutes les concessions forestières du pays devront être certifiées par le Forest Stewardship Council (FSC) d'ici à 2022. À la suite de cette déclaration un accord entre le Ministre des Eaux, des Forêts, de la Mer, de l'Environnement et le Forest Stewardship Council a été signé en janvier 2020. Cette certification est un standard international de gestion durable et écologique de la forêt qui promeut une équité sociale et viabilité économique. Les concessions qui ne rempliront pas ces conditions se verront retirer leur permis d'exploitation (République Gabonaise & FSC, 2020).

Modification du Code forestier : Ordonnance N° 6/2002 du 22 août 2002. C'est lors du Sommet Mondial sur le Développement Durable que le Gabon présente son programme de création de parcs nationaux pour conserver la diversité biologique du pays. L'art 81 du code forestier est modifié pour permettre la création d'un Conseil National des Parcs Nationaux sous l'autorité du Président de la République. Ce nouveau Conseil a pour tâche de créer les parcs nationaux. Ceci est suivi par la création de 13 parcs Nationaux. Ces 13 parcs nationaux représentent 11% de la superficie nationale (République Gabonaise, 2016). L'ordonnance est suivie de plusieurs décrets, un pour chaque parc national et est concrétisé en Loi en 2007 (République Gabonaise, 2002).

Parcs Nationaux : Loi N°03/2007 du 11 septembre 2007. La loi sur les parcs nationaux a pour but de promouvoir la conservation et la valorisation de ces parcs. Ce cadre institutionnel permet de définir les rôles des différentes institutions concernées, notamment du Haut Conseil des Parcs Nationaux, de l'Agence Nationale des Parcs Nationaux (ANPN) et du Comité scientifique des Parcs Nationaux (République Gabonaise, 2007).

Figure 1: Affectation des sites de conservations (République Gabonaise, 2015)



Pour l'heure, le pays est fortement dépendant des importations. Le secteur agricole au Gabon est peu développé et ne permet pas produire suffisamment de denrées pour nourrir la totalité de la population. Le gouvernement travaille depuis plusieurs années sur le développement et la mécanisation de ce secteur afin de garantir la sécurité alimentaire. Le pays a un code agricole ainsi qu'une loi sur l'agriculture durable et a mis en place un plan opérationnel pour développer ce secteur.

Code Agricole : Loi N°022/2008 du 10 décembre 2008. Le Code Agricole promeut le développement de ce secteur en proposant différentes aides à l'investissement. Le but de cette loi est d'améliorer les conditions de travail dans l'agriculture et la vie dans les zones rurales ainsi que le développement de la sylviculture et de l'agriculture biologique (République Gabonaise, 2014a).

Politique de Développement Agricole Durable : Loi N°023/2008. La loi sur le développement agricole durable donne un cadre institutionnel aux bonnes pratiques et techniques agricoles pour une agriculture respectueuse de l'environnement et des populations locales. Le but de cette loi est de redynamiser le secteur, d'équilibrer la démographie sur le territoire, de diversifier les exportations et d'assurer l'autosuffisance alimentaire. La mise en pratique de cette loi est reprise dans le Plan Opérationnel du Gabon Vert (République Gabonaise, 2014b).

Plans nationaux pour le secteur forêt :

Plan d'action national de lutte contre l'exploitation forestière illégale 2013 : Mise en œuvre par le ministre des Eaux et Forêt, ce plan vise à doter le pays d'un système efficace de lutte contre l'exploitation illégale des forêts. Le plan d'action a été jugé indispensable après l'observation d'une augmentation de l'exploitation illégale qui a suivi la modification de la loi forestière, interdisant l'exportation de bois brute au profit des transformations locales (République Gabonaise, 2013).

Planification nationale de l'affectation des terres et surveillance forestière pour promouvoir des stratégies de développement durable : Par ce programme, financé par l'Initiative pour la forêt de l'Afrique centrale (CAFI), le Gabon prévoit de mettre en place un plan d'affectation du territoire (PNAT) et un système d'observation des ressources naturelles et des forêts (SNORNF). Ces deux activités seront gérées par un groupe d'institutions dont le Conseil National Climat (CNC), l'Agence gabonaise d'étude et d'Observation spatiale (AGEOS), l'Agence nationale des Parcs nationaux (ANPN) et l'Autorité du développement durable (AD). Le financement d'un total de USD 18,4M sera réparti entre 2018 et 2022. Le but étant de réduire les émissions nettes du secteur d'utilisation des terres de 50% d'ici à 2015 par rapport à 2005. Le décret n°00212/MEPPDD du 21 juillet 2017 portant création et organisation de la Commission Nationale d'Affectation des Terres (PNAT) (République Gabonaise, 2015), permet de clarifier les droits fonciers et d'optimiser l'affectation du territoire en évitant la déforestation de forêt primaire à important stock de carbone. De son côté le SNORNF permettra un suivi du couvert forestier national et la mise en place d'un système d'alerte de déforestation (CAFI, 2018).

La gestion des déchets au Gabon est régie par une série de textes réglementaires, qui visent à protéger et à améliorer l'environnement. Nous avons ainsi :

Décret n°541/PR/MEFEPEPN du 15 juillet 2005, réglementant l'élimination des déchets ;

Décret n°542/PR/MEFEPEPN du 15 juillet 2005, réglementant le déversement de certains produits dans les eaux superficielles, souterraines et marines ;

Décret n°545/PR/MEFEPEPN du 15 juillet 2005, réglementant la récupération des huiles usagées;

Décret n°653/PR/MTEPN du 15 juillet 2005, relatif à la préparation et à la lutte contre les pollutions par les hydrocarbures et autres substances nuisibles.

La loi organique n°15/96 du 06 juillet 1996, modifiée par la loi n°001/2014 du 15 juin 2015 relative à la Décentralisation, confère aux collectivités locales la compétence en matière de gestion des déchets urbains et la propreté des villes.

Arrêté Municipal n° 431 / PE / CL / SG / DGAAJ / DR du 16 décembre 2005 réglementant l'élimination des déchets commerciaux et/ou industriels dans la Commune de Libreville.

❖ Programmes nationaux mis en place

Le Plan Stratégique Gabon Emergent (PSGE) de 2012 : Ce plan vise la mise en place d'une économie diversifiée et solide d'ici à 2025 qui respecte l'environnement notamment avec une gestion durable des forêts et une valorisation du potentiel agricole pour garantir la sécurité alimentaire. Ce plan stratégique vient renforcer la présente loi sur l'agriculture. Il est basé sur trois piliers de croissances ; le Gabon Vert, le Gabon Industriel et le Gabon des Services (se référer au Gabon Vert ci-dessous) (République Gabonaise, 2012).

Plan climat 2012 : Ce plan a été développé pour faciliter la mise en œuvre du PSGE sur la question du développement durable. Le Plan Climat apporte des stratégies sectorielles qui prennent en compte les émissions de GES et l'adaptation aux changements climatiques sur le territoire. Dans le secteur de la forêt, le Plan Climat prévoit de renforcer le dispositif institutionnel, l'appui au secteur privé et développer la formation professionnelle. Le Plan Climat prend également en considération les activités REDD+ qui visent à réduire les émissions liées à la déforestation. Pour l'agriculture, le Plan Climat prévoit de développer et aménager les terres agricoles et leurs infrastructures ainsi que d'accroître la sécurité alimentaire. Le Plan Climat touche également le secteur agroalimentaire avec un suivi des industries de palmier à huile, hévéa et café-cacao (Conseil National Climat, 2012).

Plan Opérationnel Gabon Vert 2015 : Il s'agit d'un des piliers de croissance du PSGE. Le Gabon Vert vise à augmenter la richesse nationale en limitant l'empreinte écologique à l'Horizon 2025. Le Plan Opérationnel du Gabon Vert cherche à valoriser les écosystèmes de manière durable et d'atteindre l'autosuffisance alimentaire d'ici à 2025. Ceci inclut le développement de l'agro-industrie du sucre, huile de palme et de caoutchouc. Dans le secteur de la forêt, le Plan Opérationnel prévoit de diversifier les essences de bois exploitées tout en diminuant la superficie de forêt exploitée et de doubler la production de bois coupé d'ici à 2025 (République Gabonaise, 2016).

2. Méthodologie générale

L'ensemble des données d'activité utilisées proviennent pour le secteur de l'Energie, des bilans énergétiques de 1994 à 2015 issues d'enquêtes énergétiques du Gabon, alors que pour les années 2016 et 2017, d'autres sources complémentaires de données ont été sollicitées, il s'agit des administrations, des institutions internationales telles que l'Agence Internationale de l'Energie, puis croisées avec les données agrégées collectées auprès de la Société Gabonaise d'Entreposage des Produits Pétroliers (SGEPP). Pour les PIUP, l'ensemble des données d'activité utilisées proviennent des tableaux de bord de l'économie gabonaise publiés par la Direction Générale de l'Économie pour la période 1994 à 2016, de la base de données de la Direction Générale des Douanes et du Bureau National Ozone et des données fournies par certaines entreprises.

Les données d'activités du sous-secteur Agriculture, ont été obtenues des rapports d'activités des principaux exploitants Agricoles (OLAM, SUCAF). Le Gabon n'a pour l'heure que peu de statistiques nationales disponibles et donc pour combler les manques, les données produites par

FAOSTAT ont été utilisées, notamment pour le nombre de têtes du bétail. Pour les engrais, des données nationales d'importation ont pu être récupérées auprès de la Direction Générale de Douane. Les données ne sont malheureusement pas disponibles pour toutes les années et des interpolations ont dû être appliquées pour obtenir une quantité annuelle. Pour la canne à sucre des informations provenant de SUCAF ont été utilisées pour estimer la superficie annuelle de culture de canne à sucre ainsi que le rendement. Toutes les équations pour le secteur agriculture ont été appliquées ici, sauf pour les émissions de méthanes dues à la riziculture. La production de riz au Gabon étant inexistante les émissions sont donc néant. Il a été considéré que les valeurs disponibles dans FAOSTAT ne sont pas représentatives de la réalité de terrain. Pour la période 1990-2018, les valeurs dans FAOSTAT sont des estimations faites par FAOSTAT et ne proviennent pas de données nationales réelles. Les informations sur les données d'activités pour la forêt et autres affectations des terres (FAT) proviennent d'une évaluation de l'utilisation et changement d'utilisation des terres entreprise par l'équipe de Système d'Information à Référence Spatiale (SIRS) suivant la méthode Sannier et al. 2014. Il s'agit d'une méthode d'échantillonnage semi-aléatoire. L'approche consiste à diviser la zone d'étude en blocs vectoriels de 20 km × 20 km, puis à sélectionner au hasard des unités primaires d'échantillonnage (UPE) de 2 km × 2 km dans chacun de ces blocs. Une approche d'échantillonnage en deux étapes a été mise en œuvre en sélectionnant des unités d'échantillonnage secondaires (UES) de 30 m × 30 m dans les UPE qui ont ensuite été comparées aux résultats des cartes produites par AGEOS pour 1990, 2000, 2010 et 2015 (SIRS, 2019). Au final, 665 UPE de 400 ha réparties à travers le pays ont été réparties sur l'ensemble du territoire gabonais. Pour l'extraction de bois rond, une étude de Forêt Ressources Management (FRM) 2020 a permis d'obtenir des volumes de bois annuels extraits des forêts gabonaises. Les forêts exploitées présentant une grande superficie à niveau nationale, l'étude de Michelle Lee 2020 sur les superficies administratives annuelles pour établir le changement des superficies des concessions forestières et des aires protégées a été utilisée pour raffiner les données obtenues par SIRS, 2019.

Enfin, pour le secteur des Déchets, les principales sources des données d'activités sont les rapports d'études et les audits sur la gestion des déchets et les bilans d'activités des entreprises du secteur obtenu auprès de la DGEPN, et le Ministère de l'économie en ce qui concerne le Recensement Général de la Population et du Logement 2013.

Tableau 2: gaz inclus et potentiel de réchauffement global

Categories	CO2	CH4	N2O	PFC	HFC	Non-GES2
1. Energie	x	x	x			x
2. PIUP	x				x	x
3. AFAT	x	x	x			x
4. Déchets	x	x	x			x
Potentiel de réchauffement 100 ans (SAR, 1995)	1	21	310	6500	R32 = 650 R125 = 2800 R134 = 1300 R143 = 3800	

2 Comprend les gaz non considérés comme GES ou gaz indirect tels que : NO_x, CO, COVNM, SO₂

Le niveau utilisé pour obtenir les émissions et absorptions de la section utilisation des terres et changement d'affectation va du niveau 1 au niveau 3. Le niveau 3 utilisé ici est considéré comme équivalent à la méthode du GIEC, mais jugée plus adaptée pour les circonstances du Gabon. Pour la catégorie de production de ciment des PIUP pour laquelle la méthodologie utilisée est le Niveau 2. Tous les facteurs, paramètres et coefficients utilisés ainsi que les incertitudes appliquées sont des éléments par défaut recommandés par les Lignes directrices 2006 du GIEC puisqu'il convient de relever que, le Gabon ne dispose pas de facteurs d'émission spécifiques au pays pour un certain nombre d'activités. Toutefois, les estimations indirectes ont été estimées à partir des directives du manuel « EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 » recommandé à cet effet.

Les catégories clés de cet inventaire sont classées en suivant l'approche 1 du GIEC : En 2017, lorsque le sous-secteur Forêt et Autres terres (FAT) est inclus, il y a quatre catégories de sources clés qui représentent le 95,3% des émissions/absorptions nettes du pays. Il s'agit des catégories du sous-secteur FAT, notamment des absorptions nettes des forêts restant forêt (86,7%) puis des terres converties à terres cultivées (6%) et terres converties à établissements (2%) et de la catégorie Activités de combustion de carburant des industries énergétiques du secteur Energie (1%). Toutes sont des émissions de CO₂ (pour plus de détail, voir section 8 de ce chapitre).

Tableau 3: extrait catégories clés Approche 1 (FAT inclus)

Secteur	Code Catégories GIEC	Catégorie GIEC	Gaz à effet de serre	Dernière année de l'inventaire Ex, (2017=t) en GgCO ₂ eq	Valeur Absolue de la dernière année Ex,t	Evaluation du niveau (EQ 4.1) ³	Total cumulé
AFAT	3.B.1.a	Forêt restant Forêt	CO ₂	-119493,43	119493,43	0,87	86,8%
AFAT	3.B.2.b	Terre convertie à Terre cultivée	CO ₂	8183,10	8183,10	0,06	92,7%
AFAT	3.B.5.b	Terre convertie à Etablissement	CO ₂	2409,90	2409,90	0,02	94,5%
Energie	1.A.1	Activités de combustion de carburant: Industries énergétiques	CO ₂	1219,72	1219,72	0,01	95,3%
TOTAL					$\Sigma E_{y,t} $	Doit = 1	95%
					137721,71	1	

Il y a 12 catégories qui représentent 95.5% des émissions nettes nationales lorsque le secteur FAT est exclu en 2017. Il s'agit d'émissions majoritairement de CO₂ puis de CH₄, N₂O et HFC qui proviennent des secteurs de l'Energie, Agriculture et PIUP. Pour le secteur Energie, les émissions sont des émissions de CO₂ et CH₄ provenant des activités de combustion de carburant pour les industries énergétiques (21%), du transport routier (14%), puis des émissions fugitives imputables

³ Il s'agit ici de l'équation 4.1 du GIEC 2006, Volume 1, chapitre 4

au pétrole CO₂ (8%) et CH₄ (4%) et au gaz naturel CH₄ (16 %) et CO₂ (6%) ainsi qu'aux autres secteurs (7%) et Industries manufacturières et construction (6%)

Le secteur AFAT, qui inclut ici seulement les émissions du sous-secteur Agriculture, provenant des émissions de N₂O (6%) et CH₄ (5%) dues au brûlage de la biomasse. Ainsi que la fermentation entérique qui représente 1% des émissions totales du pays.

Le secteur PIUP par son activité de Réfrigération et climatisation représente 1% d'émissions de HFC par rapport au total national.

Tableau 4: extraite catégories clés Approche 1 (FAT exclu)

Secteur	Code Catégories GIEC	Catégorie GIEC	Gaz à effet de serre	Dernière année de l'inventaire Ex, (2017=t) en GgCO ₂ eq	Valeur Absolue de la dernière année Ex,t	Evaluation du niveau (EQ 4.1) ⁴	Total cumulé
Energie	1.A.1	Activités de combustion de carburant: Industries énergétiques	CO ₂	1219,72	1219,72	0,21	21%
Energie	1.B.2.b	Émissions fugitives imputables aux combustibles: Gaz naturel	CH ₄	918,87	918,87	0,16	36,2%
Energie	1.A.3.b	Activités de combustion de carburant: Transport, Transport routier	CO ₂	838,06	838,06	0,14	50,4%
Energie	1.B.2.a	Émissions fugitives imputables aux combustibles: Pétrol	CO ₂	484,86	484,86	0,08	58,7%
Energie	1.A.4	Autres secteurs	CO ₂	431,13	431,13	0,07	66,0%
Energie	1.A.2	Activités de combustion de carburant: Industries manufacturières et construction	CO ₂	382,55	382,55	0,06	72,5%
AFAT	3.C.1.b	Brûlage de biomasse	N ₂ O	340,86	340,86	0,06	78,2%
Energie	1.B.2.b	Émissions fugitives imputables aux combustibles: Gaz naturel	CO ₂	328,04	328,04	0,06	83,8%
AFAT	3.C.1.a	Brûlage de biomasse	CH ₄	267,20	267,20	0,05	88,3%
Energie	1.B.2.a	Émissions fugitives imputables aux combustibles: Pétrol	CH ₄	260,96	260,96	0,04	92,7%

⁴ Il s'agit ici de l'équation 4.1 du GIEC 2006, Volume 1, chapitre 4

PIUP	2.F.1	Utilisations des produits comme substituts des substances appauvrissant la couche d'ozone: Réfrigération et climatisation	HFCs	88,11	88,11	0,01	94,2%
AFAT	3.A.1	Fermentation entérique	CH4	77,12	77,12	0,01	95,5%
TOTAL					$\Sigma E_{y,t} $	Doit = 1	95%
					5900,53	1	

L'analyse des catégories clés sur la tendance a également été faite et est détaillée dans la section 8 de ce chapitre.

Pour la mise en place de cet inventaire, les lignes directrices du GIEC 2006 ont été appliquées. Pour les secteurs Energie, PIUP et déchet, le logiciel du GIEC a été utilisé. Pour le secteur AFAT une feuille de calculs Excel a été créée pour permettre d'introduire des estimations propres au pays et de passé au niveau 2 et 3.

Les inventaires sont élaborés pour les années 1994, 2000, 2005 et pour la série temporelle 2010–2017. Sauf pour le cas du secteur AFAT qui a une série temporelle complète 1990 à 2018, comparable au NRF soumis à la convention en 2021.

❖ Quelques spécificités par secteur :

Energie : Pour les GES indirects, le guide méthodologique EMEP/EEA CORINAIR a été utilisé comme recommandé par les Lignes Directrices 2006 du GIEC. L'approche méthodologique utilisée est celle de Niveau 1 pour estimer les émissions de GES provenant des sources d'émissions reportées dans cet inventaire. Tous les facteurs utilisés et les paramètres d'incertitudes sont des valeurs par défaut recommandées par le GIEC.

AFAT : Conformément aux décisions lignes directrices du GIEC 2006. Dans le but de produire un inventaire le plus précis et complet possible, des facteurs d'émissions du raffinement 2019 des lignes directrices du GIEC 2006 (ensuite appelé raffinement 2019) ont également été utilisés dans ce rapport lorsque jugé plus approprié par rapport aux circonstances nationales ainsi que des valeurs du supplément GIEC des terres humides 2013.

Comme indiqué dans l'introduction, le raffinement 2019 du GIEC 2006 ne remplacent pas les lignes directrices 2006, mais apportent des mises à jour, informations supplémentaires ou combles certaines lacunes des directives 2006. Le raffinement 2019 doit être utilisées conjointement aux lignes 2006 et si appropriées au supplément des terres humides 2013 (GIEC raffinement 2019, V1, Ch1).

Les méthodes du niveau 1, 2 et 3 ont été appliquées dans cet inventaire selon la disponibilité de l'information.

Dans le secteur agricole, peu de données sont disponibles à ce jour et donc le niveau 1 a été préféré. Alors que dans le secteur forêt et Autres affectations des terres, les niveaux 2 et 3 ont pu être utilisés pour une grande partie de l'IGES (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ci-dessous). Plus de détails sont présentés dans la section 5 de ce rapport. Pour observer les changements d'affectation, les lignes directrices du GIEC proposent différentes Approches de mesures (voir GIEC 2006, V4, Ch3). Dans le cas de cet inventaire, l'approche 2 a été utilisée pour obtenir les superficies d'affectation et changement d'affectation des terres (voir section 6.4.2 pour le détail de la méthodologie appliquée).

Déchet : Le niveau méthodologique de calcul utilisé pour les inventaires de GES directs (CO₂, CH₄ et N₂O) dans le secteur déchets est le niveau 1 des lignes directrices 2006 du GIEC. Les données d'activités utilisées ont été collectées au niveau national alors que les facteurs d'émissions sont des valeurs par défaut des lignes Directrices 2006 du GIEC

.

Tableau 5: Récapitulatif des catégories et méthodes utilisées

Categories	CO2		CH4		N2O		PFC		SF6		HFCs		Non-GES1	
	Méthodes	FE	Méthodes	FE	Méthodes	FE	Méthodes	FE	Méthodes	FE	Méthodes	FE	Méthodes	FE
1. Energie														
1.A1 Industries énergétiques	N1	Par défaut	N1	Par défaut	N1	Par défaut							N1	Par défaut
1.A2 Industries manufacturières et construction	N1	Par défaut	N1	Par défaut	N1	Par défaut							N1	Par défaut
1.A3 Transport	N1	Par défaut	N1	Par défaut	N1	Par défaut							N1	Par défaut
1.A4 Autres secteurs	N1	Par défaut	N1	Par défaut	N1	Par défaut							N1	Par défaut
1.B1 Émissions fugitives imputables aux combustibles : Combustibles solides	Néant		Néant		Néant								Néant	
1.B2 Émissions fugitives imputables aux combustibles: Pétrole et gaz naturel	N1	Par défaut	N1	Par défaut	N1	Par défaut							N1	Par défaut
2. PIUP														
2.A Produits minéraux	N1	Par défaut												
2.B Industrie chimique	Néant		Néant									Néant		
2.C Production métallurgique	Néant		Néant											
2.D Produits Non Energétiques issus de l'utilisation de combustibles et de solvants	Néant													
2.E Industrie Electronique	Néant						Néant		Néant		Néant			

2.F Utilisations des produits comme substituts des substances appauvrissant la couche d'ozone							Néant					Niveau 1	par défaut	
3. AFAT														
3.A Bétail			Niveau 1	Par défaut	Niveau 1	Par défaut								
3.B Terres	N 1-2-3	National/régional/par défaut	NE	NE	NE	NE							NE	NE
3.C Emissions agrégée et non-CO2	N1	Par défaut	N1	Par défaut	N1	Par défaut							N1	par défaut
4. Déchets														
4.A Elimination de déchets solides			N1	Par défaut	N1	Par défaut							N1	Par défaut
4.B Traitement biologique des déchets solides			Néant		Néant								Néant	
4.C Incinération et brûlage à ciel ouvert des déchets	N1	Par défaut	N1	Par défaut	N1	Par défaut							N1	par défaut
4.D Traitement et rejet des eaux usées			N1	Par défaut	N1	Par défaut							Néant	

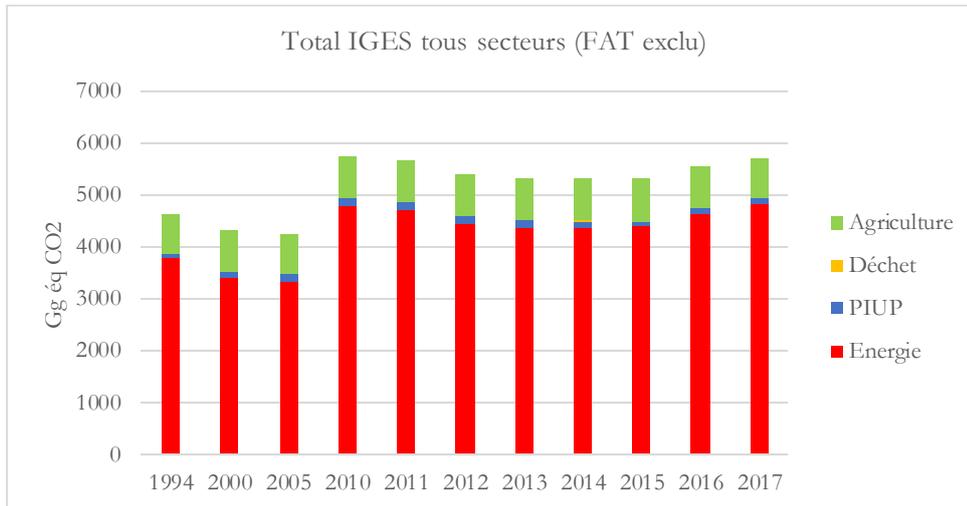
1 comprend les gaz non considérés comme GES ou gaz indirect tels que : NO_x, CO, COVNM, SO₂

Légende : IA= inclus ailleurs, NE = Non estimé, Néant = Non existant Source des données

3. Tendances des émissions de gaz à effet de serre

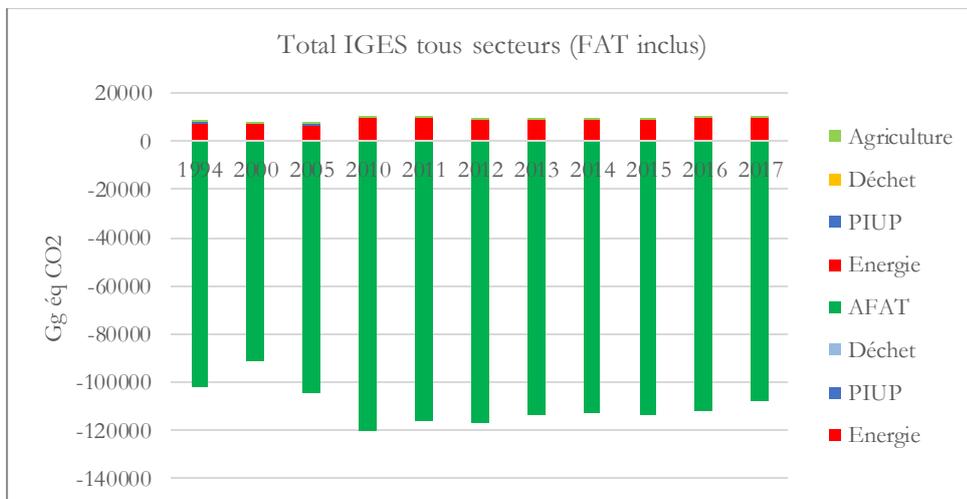
Entre 1994 et 2017, les émissions totales de GES (FAT exclu) sont respectivement de 4637,51 Gg eqCO_2 en 1994 à 5714,92 Gg eqCO_2 en 2017, soit une augmentation de près de 18% qui ne décolle réellement qu'après 2005 (4258,8 Gg eqCO_2).

Figure 1: Tendance des émissions totales (FAT exclu)



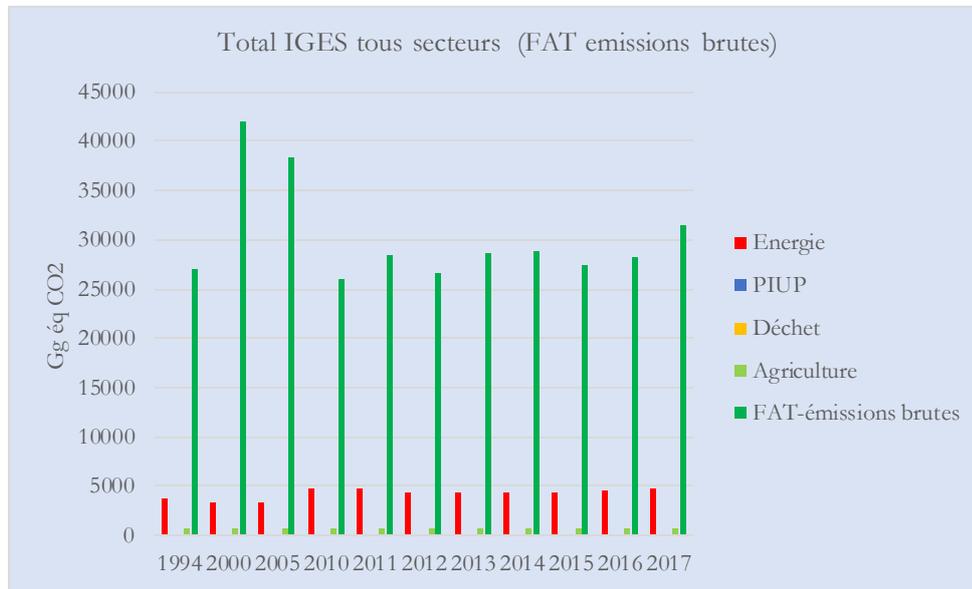
Le sous-secteur FAT étant un puit de carbone qui couvre toutes les émissions nationales. Lors que FAT est inclus dans le total les valeurs sont de -98437 Gg eqCO_2 en 1994, -100977 Gg eqCO_2 en 2005 et -103085 Gg eqCO_2 en 2017. Soit un potentiel d'absorption à la hausse 2 % entre 2005 et 2017. 2005 étant l'année clé pour la mise en place de mesure de protection de la forêt et de son potentiel de puit carbone.

Figure 2: absorptions et émissions totales nettes (FAT inclus)



Lorsque l'on sépare les émissions brutes des absorptions brutes du secteur FAT, les émissions brutes sont les plus importantes et occupent la première place des émissions nationales tous secteurs confondus. Elles sont passées de 27 068 Gg éq CO₂ en 1994 à 31 591 Gg éq CO₂ en 2017 soit une augmentation d'environ 14% sur toute la série temporelle et proviennent principalement de l'exploitation forestière (détail des résultats présenté dans la section 7).

Figure 3: Tendence des émissions incluant les émissions brutes FAT



Pour le secteur FAT, il est important de souligner l'année 2005 qui a vu apparaître plusieurs mesures nationales pour limiter les émissions provenant de la forêt⁵ et l'utilisation des terres (voir secteur Agriculture, Forêt Autres Affectations et le détail du cadre législatif mise en place autour du secteur FAT). En 2005 les absorptions nettes pour le secteur FAT sont -105 236 Gg CO₂ ce qui représente 3,3% d'absorptions nettes en moins par rapport à 2017. Ceci est dû au fait que les émissions brutes entre 2005 et 2017 ont diminué de 21% passant de 38 377 Gg CO₂ 2005 à 31 591 Gg CO₂ en 2017.

Le secteur Agricole est le troisième secteur émetteur après le secteur FAT et l'énergie et représente 6 % des émissions totales du pays en 2017. Les émissions comprennent la fermentation entérique et la gestion du fumier des différents bétails présents dans le pays ainsi que les sources agrégées et émissions non-CO₂ des sols gérés. Les émissions totales sont passablement stables dans le temps passant de 783 Gg éq CO₂ en 1994 à 797 Gg éq CO₂ en 2017, soit une augmentation 1,7%. La source principale provient du brûlage de biomasse dans les prairies/savanes et des résidus agricoles (608 Gg CO₂ éq en 2017) soit 76 % des émissions provenant de l'agriculture, puis vient les émissions de la fermentation entérique (77Gg CO₂ éq en 2017) soit 10%.

⁵ Pour obtenir plus d'information sur les politiques nationales mises en place au Gabon pour limiter les émissions provenant du secteur forêt, se référer à au Niveau de référence sur les forêts soumis à la CCNUCC en 2021. <https://redd.unfccc.int/submissions.html?country=gab>

Dans l'ensemble, le secteur AFAT (agriculture, forêt et affectation des terres) est un puit net de carbone qui a augmenté de 5,3% environ entre 1994 à 2017 (-102 292 Gg de CO₂eq à -108 004 GgCO₂eq). Ceci inclus des émissions brutes 27 851 Gg éq CO₂ en 1994 atteignant 39177 Gg éq CO₂ en 2005 puis diminuant à 32 387 Gg éq CO₂ en 2017. Bien qu'en valeur absolue, les émissions du secteur AFAT soient très importantes, les absorptions provenant de ce même secteur couvrent largement les émissions nettes de tous les secteurs. Cette tendance est en grande partie due à la mise en place et au suivi des politiques de gestion durable des forêts au Gabon (Code forestier, la généralisation de l'aménagement des forêts, la protection de 10% du territoire national en parcs nationaux, la mesure d'interdiction de sorties de grumes ...), aux perspectives de diversification de l'économie (redynamisation et extension de l'agriculture) et aussi le fait que le pays soit principalement couvert de forêt.

Le secteur de l'énergie vient en deuxième position des gros émetteurs de GES passant ainsi de 3790 Gg éqCO₂ en 1994 à 4827 Gg C₂éqCO₂ en 2017 soit un accroissement de l'ordre de 21,5% en deux décennies. Ainsi, ces émissions se répartissent pour le secteur Energie : Industries énergétiques avec 1221 Gg éqCO₂ soit 25% des émissions, le Transport 977 Gg éqCO₂ soit 20%, les émissions fugitives avec 18007 Gg éqCO₂ soit 37% des émissions et dans une moindre mesure les Autres secteurs avec 437 Gg éqCO₂ soit 9%. Globalement, les émissions du secteur énergie sont à la hausse avec un taux moyen de progression de 21% et un pic en 2017 à 4827 Gg éqCO₂ contre 3790 Gg éqCO₂ en 1994. Celles-ci s'expliquent dans le cadre des activités pétrolières et gazières au démarrage non effectif du programme zéro torchère du ministère en charge des hydrocarbures et dans le transport par l'augmentation du parc automobile avec plus de 100 000 nouveaux véhicules achetés entre 2012 et 2017. Les activités de transport consommant en majorité du diesel (70% du parc) disposant d'un pouvoir polluant élevé associées à un parc de poids lourds vieillissant à près de 60%.

Le secteur PIUP est de très loin comparativement aux deux précédents, le troisième secteur émetteur de GES avec, des émissions totales qui varient de 64,09 Gg éq CO₂ en 1994 à 88,11 Gg éq CO₂ en 2017, soit une augmentation de 27,3%. Une large part de ces émissions comprises entre 50 et 100% provient de la catégorie clé 2.A.1 production du ciment entre 1994 et 2013 alors qu'au-delà de cette période, elle sera issue de la catégorie clé 2.F.1 réfrigération et air conditionnée (utilisation des F-gaz) comprise entre 50 et 100%, tandis que le pic des émissions de ce secteur sera atteint en 2013 avec 157,59 Gg éq CO₂. Pour les PIUP, de 1994 à 2017, les émissions augmentent de 64,088 Gg éq CO₂ à 89,664 Gg éq CO₂, soit une augmentation nette de 40% avec un pic de 157,587 Gg éq CO₂ atteint en 2013 qui s'explique par la forte production de ciment et l'utilisation en grande quantité des HFC dû à l'interdiction totale des importations des substances appauvrissant la couche d'ozone (SAO)

Pour le secteur des Déchets, les émissions totales de GES sont passées de 0,54 Gg éq CO₂ en 1994 à 3,232 Gg éq CO₂ en 2017 soit une variation d'environ 82%. Le secteur Déchets a émis 3,232 Gg éq CO₂ équivalent en 2017 dont 64% pour l'incinération et combustion à la mise à feu à l'air libre et 36% pour le traitement et rejet des eaux usées.

Pour les GES indirectes, les émissions totales ont progressé légèrement de 34,73 Gg en 1994 à 38,67 Gg en 2017. Le CO domine avec 26,56 Gg soit 68,67%, suivi par le SO₂ 9 Gg soit 23,28%. Pour les PIUP, la principale source d'émission des COVNM principaux gaz indirects est l'utilisation du bitume qui est passée de 2,076 Gg en 2000 à 56,872 Gg en 2010 pour rechuter à 1,431 Gg en 2017. Les émissions du secteur AFAT des gaz indirects pour l'année 2017 sont de 360,23 Gg CO et le NO_x 21,49 Gg. Classés dans la catégorie des émissions de gaz traces autre que le CO₂. Et pour les

Déchets, les émissions de COVNM issus de la mise en décharge des déchets sont très faibles, sous forme de trace par rapport aux émissions des autres sous-secteurs.

Les émissions issues de la mise à feu à l'air libre sont les plus importantes par rapport à l'incinération des déchets dangereux. Dans la mise à feu à l'air libre le monoxyde de carbone est le gaz le plus émis avec un ordre de grandeur de 10, 100 voire 1000 par rapport aux autres gaz. Les émissions de 2017 dans le sous-secteur de la mise à feu à l'air libre donnent le CO à 93% des émissions suivi du NOx à 5%, le NMVCs à 2% et le SO2 sous forme de trace. La mise à feu à l'air libre à la décharge de Mindoubé à Libreville et à la décharge de Ntchengué à Port-Gentil, pour ne citer que ceux-là, sont une source de pollution non négligeable.

Les émissions globales en 2017 de tous les secteurs (FAT exclu) sont de 5714,92 Gg éq CO2, et les émissions issues du secteur des déchets ne représentent que 0,07% des émissions. Dans les émissions globales de GES au Gabon, les incidences liées au traitement des déchets sont minimes et peuvent être maîtrisables à court et moyen terme si le Gabon se dote des infrastructures de traitement adéquates.

Tableau 6: Tendance des émissions/absorptions totales de GES par catégorie

	1994	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
unité: Gg éqCO2											
1 - Energy	3790	3415	3339	4771	4688	4441	4353	4374	4390	4636	4827
1A Fuel Combustion Activities	1223	1362	1542	2561	2580	2594	2523	2622	2653	2867	3020
1A 1 Energy Industries	395	516	507	917	1009	992	892	955	1019	1059	1221
1A 2 Manufacturing Industries and Construction (ISIC)	178	213	283	333	308	310	312	320	309	383	385
1A 3 Transport	391	394	447	890	886	899	918	950	930	987	977
1A 4 Other Sectors	259	239	305	421	377	393	401	397	395	438	437
1B Fugitive Emissions from Fuels	2567	2053	1797	2210	2108	1847	1830	1752	1737	1769	1807
2 - Industrial Processes	64	90	119	148	157	136	158	115	88	90	88
2A Mineral Products	64	90	103	116	104	66	80	29	0	0	0
2F Consumption of Halocarbons and Sulphur Hexafluoride	0	0	16	33	53	71	77	86	88	90	88
3 - Agriculture, Forest and Other Land Uses	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1022	9117	1044	1205	1161	1168	1138	1129	1138	1120	1080
	92	6	37	83	70	59	98	68	16	09	04
3.A Livestocks	85	89	87	90	91	93	95	96	97	96	96
3.A. 1 Enteric Fermentation	69	71	69	72	73	74	76	77	79	77	77
3.A. 2 Manure Managements	16	18	18	18	18	18	19	19	19	19	19
3.C Aggregated sources and non-CO2 emissions sources on land	698	709	712	710	714	717	721	724	720	704	701

3.C.1	Burning Biomass	633	636	635	635	640	639	639	639	638	614	608
3.C.2	Liming	2	2	2	1	1	1	1	4	1	1	3
3.C.3	Urea application	1	1	1	1	0	1	1	1	1	2	1
3.C.4	Direct emissions from managed soils	48	54	58	56	56	58	61	62	61	67	68
3.C.5	Indirect emissions from manage soils	12	14	14	14	14	14	15	16	15	17	17
3.C.6	Indirect emissions from manure management	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3.C.7	Rice	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
3.C.8	Other	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.B	Land	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		103075	91974	105236	121383	116975	117668	114714	113788	114633	112808	108800
-	Non-forest land	5575	5575	IA								
3.B.1	Forestland	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		109132	98063	111633	126762	128283	128976	126023	125099	125945	124326	120321
3.B.2	Cropland	475	508	4023	3674	8110	8109	8110	8113	8113	8739	8741
3.B.3	Grassland	7	7	329	426	475	475	475	475	475	289	289
3.B.4	Wetland	IA	SO	SO	SO	1378	1378	1378	1378	1378	20	20
3.B.5	Settlement	IA	SO	2045	1278	962	962	962	962	962	2410	2410
3.B.6	Other Land	IA	IA	SO	SO	384	384	384	384	384	60	60
4-Waste		0,54	1	1	2	2	2	3	4	5	5,86	3
4A	Solid Waste Disposal on Land	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4.C	Incineration and Open Burning of Waste	0,0	0,1	0,4	0,8	1,1	1,5	2,0	2,6	3,5	4,7	2,1
4.C.1	Waste Incineration	0,0	0,0	0,4	0,8	1,0	1,4	1,9	2,5	3,4	4,6	2,0
4.C.2	Open Burning of Waste	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
4.D	Wastewater Treatment and Discharge	0,5	0,6	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2
4.D.1	Domestic Wastewater Treatment and Discharge	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0
4.D.2	Industrial Wastewater	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2

	Treatment and Discharge												
Total Gg éqCO ₂ (avec FAT)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9843	8767	1009	1156	1113	1122	1093	1084	1093	1072	1030	85	85
Total Gg CO ₂ eq (sans FAT)	4637,7	4303,0	4258,77	5721,62	5652,23	5389,79	5329,85	5312,75	5300,33	5531,77	5714,85	92	92
Totaux particulier													
3B	FAT-Emissions brutes	2706	4211	3837	2594	2845	2659	2866	2878	2743	2834	3159	1
		8	1	7	3	2	6	9	5	2	1	1	1
3B	FAT-Absorptions brutes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1301	1340	1436	1473	1454	1442	1433	1425	1420	1411	1403	91
		43	85	13	26	27	64	84	73	65	49	91	91

NB : L'année 2005 est importante pour le secteur forêt qui a vu de nombreuses stratégies politiques mises en place à partir de cette date, il a été jugé important d'inclure cette information ici. Les informations n'étant pas disponibles pour l'année 2005 pour les secteurs PIUP et Déchet une moyenne entre l'année 2000 et 2010 a été appliqué ici en rouge pour obtenir une estimation.

Ci-dessous la présentation des émissions réparties par gaz.

Tableau 7: Tendence des émissions/absorption totales de GES par gaz (FAT inclus)

Gg CO ₂ eq	1994	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
CO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	100488	89484	102753	117653	113300	114112	111237	110284	111104	109068	104991
CH ₄	412	405	395	413	414	407	409	408	407	396	400
N ₂ O	428	439	442	441	444	446	449	450	450	444	441

NB : Les informations n'étant pas disponibles pour l'année 2005 pour les secteurs PIUP et Déchet une moyenne entre l'année 2000 et 2010 a été appliqué ici en rouge pour obtenir une estimation.

❖ Gaz fluorés

Les émissions de F-Gaz ne proviennent uniquement que du secteur de la climatisation et de la réfrigération. L'absence des émissions en 1994 et 2000 est due à l'utilisation des SAO (notamment les chlorofluorocarbures ou CFC et les hydrofluorocarbures ou HCFC) dans les systèmes de climatisation et de réfrigération. Le Protocole de Montréal relatif aux substances qui appauvrissent la couche d'ozone et ses différents amendements prévoit une réduction progressive jusqu'à l'élimination complète des SAO. L'année 2010 correspond à la date limite d'interdiction des CFC dont l'un des substituts est le HFC, ce qui explique son augmentation progressive de ce dernier au cours des années.

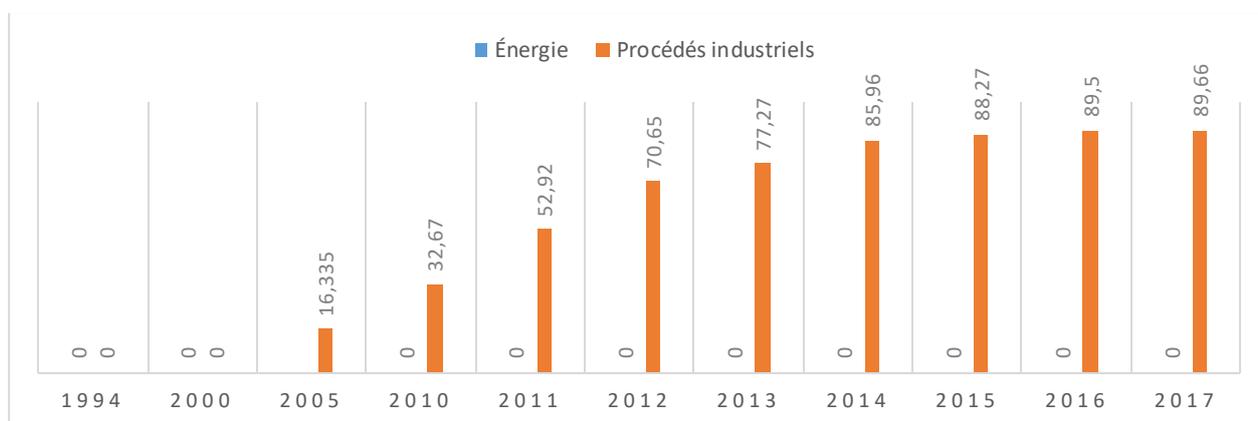
Les émissions potentielles totales des HFC (R32, R125a, R134a et R143a)(cf section1.3) en équivalent CO₂ augmentent de 2010 jusqu'en 2015, puis se stabilisent sensiblement jusqu'en 2017 dû à la diminution des importations au fil des années et à l'introduction progressive des gaz naturels dans les nouveaux systèmes de réfrigérations. Les HFC étant des GES, l'Amendement de Kigali de

2015 du Protocole de Montréal relatif aux substances qui appauvrissent la couche d'ozone prévoit un calendrier de réduction progressive de ses gaz et les gaz naturels commencent à être utilisés comme substitut des HFC.

Tableau 8: Total des émissions des gaz HFC par secteur

Secteurs	Total émissions par secteur pour les HFC (GgéqCO2)											Variation (%)
	1994	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	1994-2017
Energie	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	NA
Procédés industriels	0	0	16,335	32,67	52,92	70,65	77,27	85,96	88,27	89,5	89,66	174%

Figure 4: Distribution des émissions de HFC par secteur



Composés organiques volatils non méthaniques

La principale source d'émission des GES indirects (COVNM) est l'utilisation du bitume qui est passée de 2,076 Gg en 2000 à 56,872 Gg en 2010 soit une hausse de 2360 pourcent, reflétant les travaux d'aménagement des routes du Plan Stratégique Gabon Emergent.

Figure 5: Distribution des émissions des NMVOCs par secteur

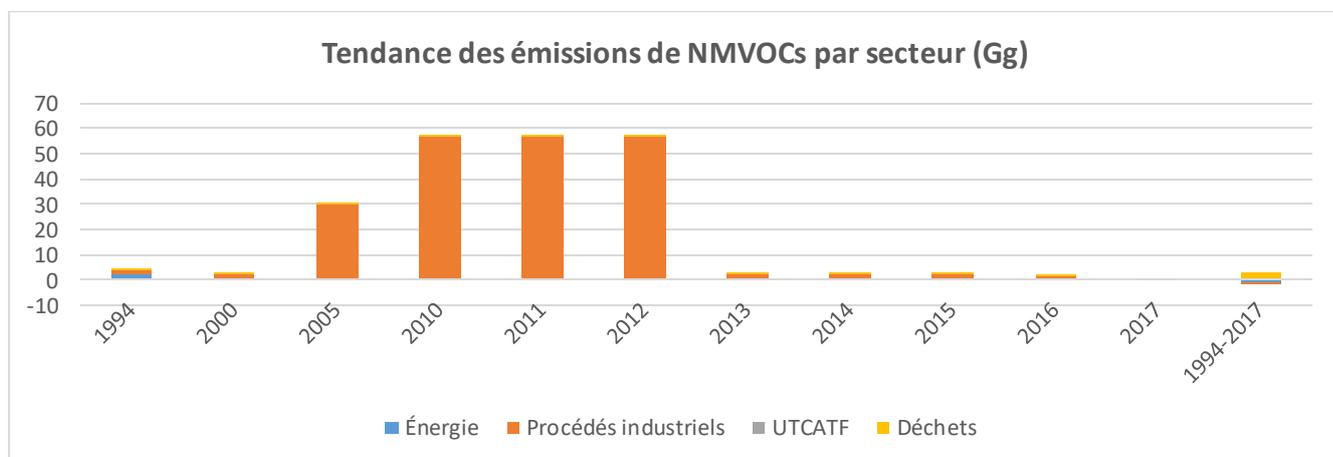


Tableau 9: Total des émissions des gaz NMVOCs par secteur

Secteur	Tendance des émissions de NMVOCs par secteur (Gg)											Variation (%)
	1994	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	1994-2017
Énergie	2,025	0,311	0,313	0,315	0,316	0,279	0,275	0,265	0,267	0,272	0,286	-86%
Procédés industriels	1,732	2,076	29,474	56,872	56,907	56,922	1,868	1,866	1,788	1,471	0	-100%
UTCATF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NA
Déchets	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,008	0,01	0,011	0,008	349%

❖ Oxydes de soufre

S'agissant de l'oxyde de soufre, l'observation des informations contenue dans la figure xx et le tableau yy nous permet de comprendre que le secteur de l'énergie demeure la première source d'émissions de ce GES.

De façon générale, comme le montre le tableau 19 ci-dessous, les émissions totales du SOx vont passer respectivement de 5,5 Gg en 1994 à 9,00 Gg en 2017, soit une progression d'environ 71% sur la période. En effet, il faut dire que les émissions indirectes de CO2 provoquées par les rejets atmosphériques SOx proviennent des émissions la grande part du transport. Cela se justifie le changement des habitudes des propriétaires de véhicules qui préfèrent acheter lors du renouvellement de leur automobile, des motorisations diesel à la place de l'essence, à cela s'ajoute à la mesure d'interdiction d'importation de véhicules de plus de six ans qui est effective depuis 2015.

Figure 6: Distribution des émissions de SOx par secteur

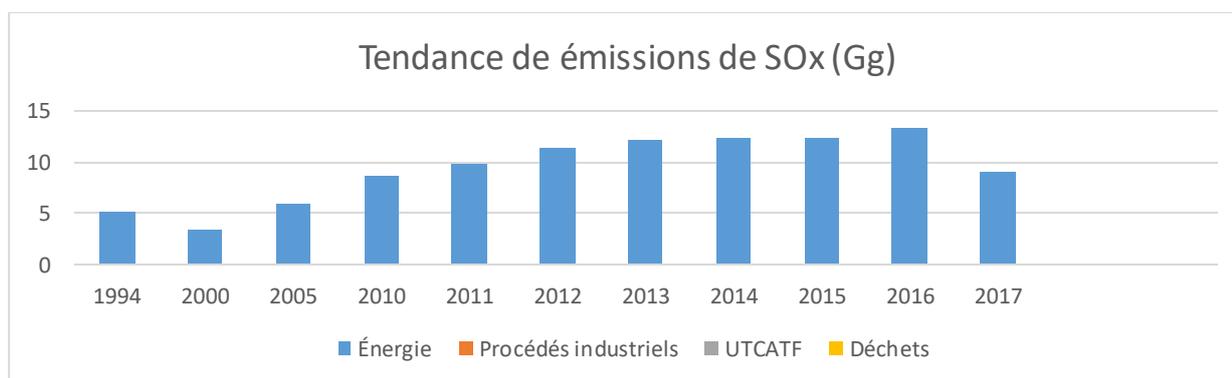


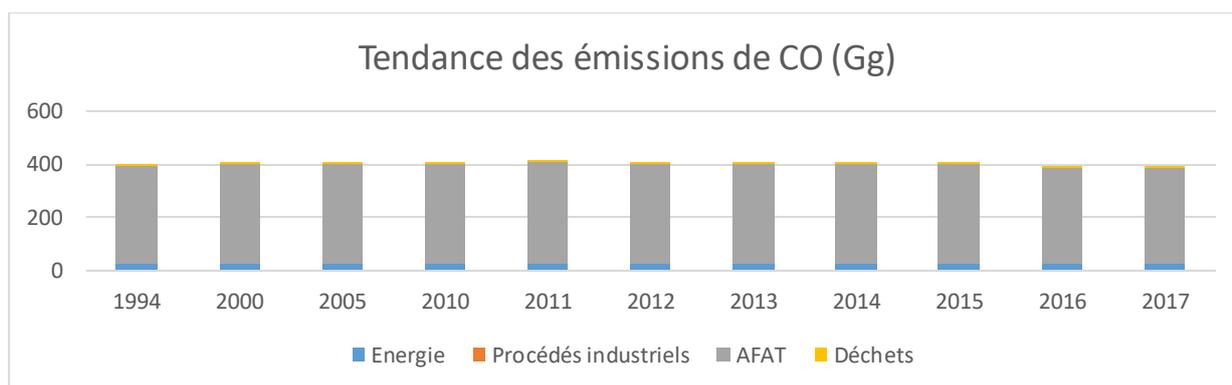
Tableau 10: Total des émissions de gaz SOx par secteur

Secteur	Tendance des émissions de SOx par secteur (Gg)								Variation (%)			
	1994	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	1994-2017
Énergie	5,26	3,33	5,985	8,64	9,92	11,34	12,27	12,28	12,28	13,4	9	71%
Procédés industriels	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NA
UTCATF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NA
Déchets	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	380%

❖ Monoxyde de carbone

De façon générale, comme le montre le tableau ci-dessous, toutes les émissions indirectes de GES vont progressivement à la baisse après une courte période de légère hausse entre 2000 et 2011. Entre 1994 et 2017, les émissions du CO sont passées de 397,24 Gg à 387,09 Gg, soit une baisse de 3%. En effet, il faut dire que les émissions de CO proviennent des émissions fugitives et du brûlage de la biomasse proviennent des résidus agricoles.

Figure 7: Distribution des émissions de CO par secteur



Après le secteur AFAT, celui de l'énergie est le deuxième plus gros émetteur de CO. Les émissions passent de 23,15 Gg en 1994 à 26,56 Gg en 2017 soit une tendance à la hausse de 15%. Les pics d'émissions sont observés en 2012 et 2013. Les fluctuations des émissions observées sont attribuées

En effet, il faut dire que les émissions de CO proviennent des émissions fugitives. Cela se justifie par la baisse persistante observée dans les activités pétrolières et gazières pour le CO et le changement des habitudes des propriétaires de véhicules qui préfèrent acheter lors du renouvellement de leur automobile, des motorisations diesel à la place de l'essence, à cela s'ajoute la mesure d'interdiction d'importation de véhicules de plus de six ans effective depuis 2015.

Tableau 11: Total des émissions de gaz CO par secteur

	Tendance des émissions de CO (Gg)											
	1994	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	1994-2017
Energie	23,15	27,9	28,405	28,91	28,98	25,6	25,23	24,51	24,37	24,84	26,56	15%
Procédés industriels	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NA
AFAT	374,01	376,21	376,05	375,89	378,74	378,14	378,18	378,16	377,8	363,54	360,23	4%
Déchets	0,08	0,14	0,175	0,21	0,22	0,24	0,26	0,27	0,28	0,3	0,3	287%
Total	397,24	404,25	404,63	405,01	407,94	403,98	403,67	402,94	402,45	388,68	387,09	3%

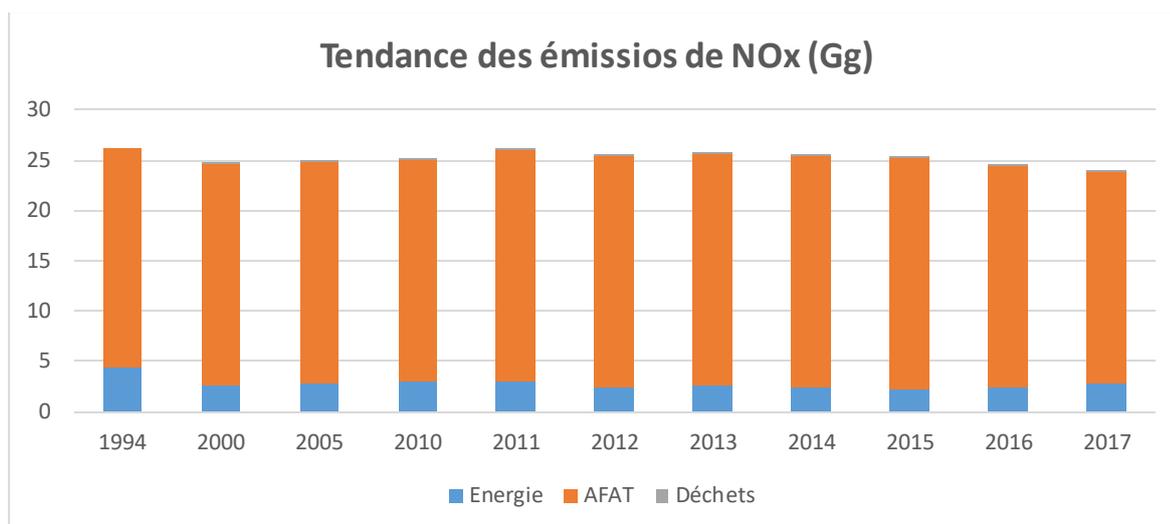
Les émissions indirectes issues du sous-secteur de mise de à feu à l'air libre sont les plus importantes dans le secteur des déchets, et le monoxyde de carbone est le gaz le plus émis avec un ordre de grandeur de 10, 100 voire 1000 par rapport aux autres gaz.

Ce gaz est émis lors de la mise à feu à l'air libre notamment dans les décharges à l'air libre de Mindoubé pour Libreville et de Ntchengué pour ce qui concerne Port-Gentil, et toutes les immondices qui sont régulièrement brûlés dans l'agglomération de Libreville, Owendo et de Ntoum (Pk5 – PK27). Ce gaz est aussi issu de la combustion du Maïs et de la canne à sucre. Ainsi, suivant la tendance du tableau xxx ci-dessus, les émissions du monoxyde de carbone provenant du secteur agriculture sont les plus élevées avec 53,82%.

❖ Oxydes d'azote

Dans l'examen de la figure xx ci-dessous, nous pouvons relever que parmi les gaz indirects, le NOx représente une bonne part de leurs émissions, ainsi entre les années 1994 et 2017 les volumes émis de NOx passe de 27 Gg à 24 Gg soit une baisse de près de 11%. Le secteur de AFAT a une baisse de 5% passant de 22 à 21 Gg NOx entre 1994 à 2017. Le deuxième secteur le plus émetteur de NOx, l'énergie, a baisse plus drastique passant de 4,3 à 2,83 Gg NOx soit 34% entre 1994-2017. Il faut dire que ces émissions qui sont générées essentiellement par les activités pétrolières suivent leur tendance baissière, du fait de la baisse de la production pétrolière qui sur la même période a connu une baisse d'environ 39% passant de 19,35 barils/an à 11,78 barils/an de pétrole brut.

Figure 8: Distribution des émissions de NOx par secteur



L'analyse du tableau 245 montre que le secteur de AFAT reste le premier émetteur de NOx représentant 88% des émissions de NOx, suivi par l'énergie 12% en 2017... Le pic d'émissions sont observés en 2010 et 2012.

Tableau 12: Total des émissions du gaz NOx par secteur

Secteurs	Tendance des émissions de NOx par secteur (Gg)											
	1994	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	1994-2017
Energie	4,3	2,66	2,84	3,02	3,01	2,5	2,58	2,39	2,17	2,35	2,83	-34%
AFAT	22	22	22	22	23	23	23	23	23	22	21	5%
Déchets	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	301%
Total	27	25	25,5	26	26	25	25	25	25	24	24	

Les fluctuations des émissions observées sont attribuées au brûlage de la biomasse dans les terres forestières.

Les plus fortes émissions de NOx du secteur des déchets sont issues du sous-secteur de la mise à feu à l'air libre, c'est-à-dire le brûlage des déchets dans les décharges, et représente 5% des émissions du sous-secteur.

Méthodologies appliquées pour l'inventaire GES et complétude :

Pour la mise en place de cet inventaire, les lignes directrices du GIEC 2006 ont été appliquées. Pour les secteurs Énergie, PIUP et déchet, le logiciel du GIEC a été utilisé. Pour le secteur AFAT une feuille de calculs Excel a été créée pour permettre d'introduire des estimations propres au pays et de passé au niveau 2 et 3.

Tableau 13: Tendence des émissions/absorption totales de GES par gaz (FAT exclu)

Gg CO2 eq	1994	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
CO2	2586	2490	2483	3730	3675	3556	3477	3504	3530	3740	3809
CH4	412	405	395	413	414	407	409	408	407	396	400
N2O	428	439	442	441	444	446	449	450	450	444	441

NB : Les informations n'étant pas disponibles pour l'année 2005 pour les secteurs PIUP et Déchet une moyenne entre l'année 2000 et 2010 a été appliquée ici en rouge pour obtenir une estimation.

Figure 9: Tendence des émissions totales par gaz principaux (FAT inclus)

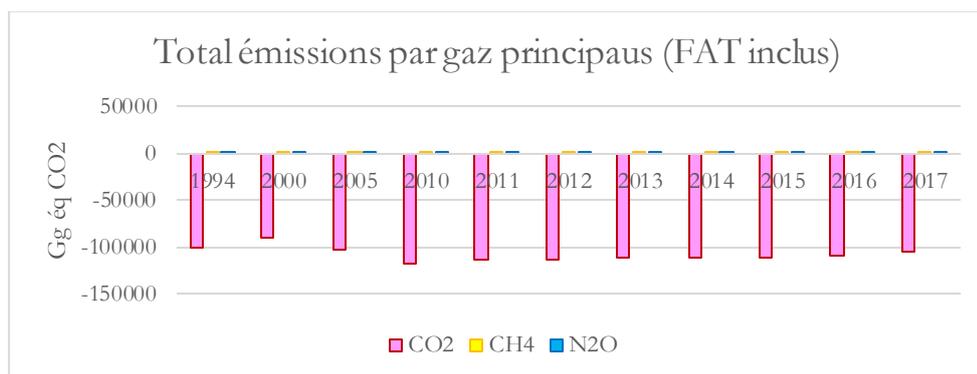
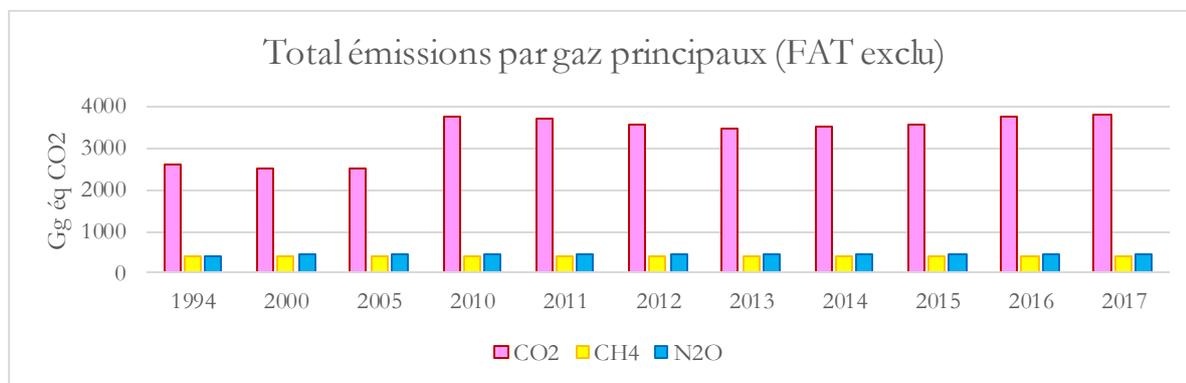
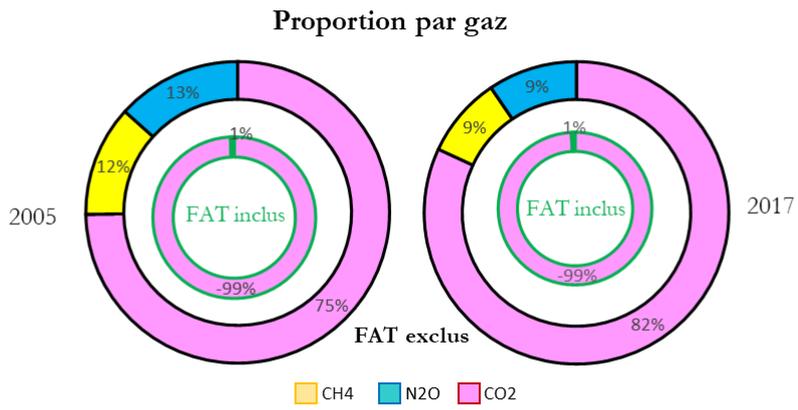


Figure 10 : Tendence des émissions totales par gaz principaux (FAT exclu)



Les principaux gaz émis sont CO2, N2O et CH4 : Le CO2 est largement majoritaire et représente 99% des émissions lorsque le sous-secteur FAT est inclus et environ 80 % des émissions en 2017 lors FAT est exclu.

Figure 11: Proportion des émissions par gaz



4. Secteur énergie

4.1 Aperçu du secteur énergie

Le Secteur de l'Énergie ou le SE, inclut toutes les activités générant des émissions de gaz à effet de serre résultant de la combustion pour la production d'électricité ou de chaleur et des rejets atmosphériques de combustibles liés aux activités d'exploration, de production, de transport, de transformation, de distribution et de consommation des hydrocarbures. Les émissions imputables aux utilisations non énergétiques de combustibles ne sont pas incluses ici mais rapportées dans le secteur Procédés industriels et utilisation des produits.

Pour ce secteur, trois types d'activités émettrices de gaz à effet de serre seront prises en compte, conformément aux Lignes Directrices du GIEC. Il s'agit des activités relatives à la combustion stationnaire de combustibles, de combustion mobile de combustibles (gaz naturel, kérosène, diesel, essence etc.) et les émissions fugitives relatives à la production de pétrole, à la production et aux torchères de gaz naturel.

Les processus qui conduisent aux émissions de GES sont essentiellement ceux liés aux sous-secteurs suivants :

Industries énergétiques, inclut les sites off-shore et onshore des producteurs de pétrole et de gaz naturel, leurs émissions sont dues aux combustibles brûlés par l'extraction du combustible ou des industries produisant de l'énergie ;

Raffinage du pétrole, comprend toutes les activités de combustion nécessaires pour soutenir le raffinage de produits pétroliers y compris la combustion sur site pour la production d'électricité et de chaleur pour un usage propre. N'inclut pas les émissions évaporatoires qui ont lieu à la raffinerie ;

Industries manufacturières et construction, comprend les industries de transformation de matières premières (cimenterie, brasseries, agro-alimentaire...), les émissions imputables à la combustion de carburant dans cette catégorie inclut également la combustion pour la production d'électricité et de chaleur pour une utilisation propre dans ces industries ;

Industries extractives, essentiellement composées de mines (manganèse, or, carrières...) à ciel ouvert (à l'exclusion de l'extraction de combustibles) ;

Transport, cette catégorie inclut le transport routier, ferroviaire, maritime/fluviaire et aérien ; les émissions imputables à la combustion et l'évaporation des carburants utilisés pour toutes les activités de transport (à l'exception du transport militaire) ;

Secteur commercial et institutionnel, les émissions sont imputables à la combustion de combustibles dans les bâtiments commerciaux et institutionnels ;

Secteur résidentiel, comprend toutes les émissions imputables à la combustion de combustibles dans les ménages ;

Agriculture/foresterie/pêche/pisciculture, leurs émissions sont imputables à la combustion de carburant dans l'agriculture, la foresterie, la pêche et les industries de la pêche telles que la pisciculture ;

Emissions fugitives de Pétrole et gaz naturel, comprend les émissions fugitives imputables à toutes les activités liées au pétrole et au gaz naturel. Les sources primaires de ces émissions peuvent inclure

des fuites fugitives d'équipement, des pertes par évaporation, la ventilation, le brûlage et les émissions accidentelles.

Par la suite et parce que nous allons mettre en évidence des catégories clés, les catégories Agriculture/foresterie/pêche/pisciculture, résidentiel/commercial et institutionnel seront regroupés pour former la catégorie Autres secteurs ou Autres catégories d'une part et, la catégorie industries manufacturières et construction sera associées à la catégorie industries extractives pour constituer la catégorie industries manufacturières et construction d'autre part.

Aussi, les émissions fugitives imputables à la production de pétrole et de gaz naturel et les catégories Industries énergétiques seront également traitées.

Ainsi, au regard des tendances sur la série temporelle 2005-2017, il ressort que les catégories clés ou activités fortement émettrices de GES en 2017 du secteur de l'Energie sont de trois types :

Industries énergétiques avec 1221,28 Gg équivalent de CO₂ soit 31,98% des émissions,

Transport 977 Gg équivalent de CO₂ soit 25%,

Emissions fugitives avec 1803 Gg équivalents de CO₂ soit 26 % des émissions.

Ces trois catégories sont responsables d'émissions de GES à hauteur de 80% en 2017 alors que les autres catégories ne sont responsables que de 21,34% des émissions de GES. Leur contribution au PIB national selon les projections du tableau de bord de l'économie 2017-2018 se répartit comme suit :

Autres secteurs 49% du PIB ;

Industries énergétiques, 29% du PIB

Industries manufacturières et construction 16% du PIB ;

Transport 6% du PIB.

Comme on peut le constater ici, il n'y a pas de lien direct entre le volume des émissions et la contribution au PIB national, mais ce lien existe bel et bien entre le niveau d'activité du secteur, les procédés mis en jeu et les émissions de GES.

Dans le cadre des missions du Ministère de l'Eau et de l'Energie du Gabon, la Direction Générale de l'Energie est l'entité technique en charge de l'élaboration des bilans énergétiques. Le processus de collecte de données se présente en quatre étapes :

Préparation de la campagne de collecte de données selon la catégorie concernée ;

Envoi d'une requête précisant dans un questionnaire dédié à chaque secteur d'activité, les données sollicitées, les années considérées...;

Réception des données par l'équipe en charge des questions de bilan énergétique et saisie ;

Traitement et présentation des données à la hiérarchie pour validation et publication du bilan.

Le tableau 1 ci-dessous présente la nature des données collectées, les sources et les principaux fournisseurs des données d'activités utilisées pour l'élaboration des inventaires de GES dans le secteur de l'énergie.

Tableau 14: Nature, sources et principaux fournisseurs de données utilisées pour l'inventaire de GES du secteur Energie

Liste des catégories de sources et de puits de GES du secteur énergie	Nature de données (distinguer données d'activité, facteurs d'émission et paramètres)	Sources de données (documents de références)	Principaux fournisseurs de données (institutions détentrices de la donnée)
Industries énergétiques	Energies, primaires, secondaires et consommations finales, Information sur les producteurs et auto producteurs	Bilans Energétiques du Ministère de l'Eau et de l'Energie de 1994 à 2014	Société Gabonaise de Raffinerie (SOGARA)
	Energies, primaires, secondaires et finales	BP Statistical Review of World Energy June 2017	Société d'énergie et d'eau du Gabon (SEEG)
	Energies, primaires, secondaires et finales	Tableau de Bord de l'Economie Gabonaise 2006 à 2016	Société Gabonaise d'Entreposage des Produits Pétroliers (SGEPP)
	Facteur d'émissions et paramètres (gaz reportés, les incertitudes appliqués, les coefficients, les unités d'entrée et de sortie)	Lignes Directrices du GIEC 2006 7-Manuel-on-energy-sector-fuel-combustion_fr Teneur en carbone	Ministère de l'Environnement, Chargé de la Protection de la Nature Groupe Consultatif D'experts Sur Les Communications Nationales Des Parties Non visées à l'annexe I de La CCNUCC
Industries Manufacturières et Construction	Consommation finales et informations sur le secteur	Tableau de Bord de l'Economie Gabonaise 2006 à 2016, Bilan Energétique du Gabon 1994-2016	Compagnies Industrielles
	Facteur d'émissions et paramètres (gaz reportés, les incertitudes appliqués, les coefficients, les unités d'entrée et de sortie)	Lignes Directrices du GIEC 2006	Ministère de l'Environnement, Chargé de la Protection de la Nature
		7-Manuel-on-energy-sector-fuel-combustion_fr Teneur en carbone	Groupe Consultatif D'experts Sur Les Communications Nationales Des Parties Non visées à l'annexe I de La CCNUCC
Transport	Consommation finales et informations sur le secteur	Tableau de Bord de l'Economie Gabonaise 2006 à 2016, Bilan Energétique du Gabon 1994-2016	Distributeurs de produits pétroliers
	Facteur d'émissions et paramètres (gaz reportés, les incertitudes appliqués, les coefficients, les unités d'entrée et de sortie)	Lignes Directrices du GIEC 2006	Ministère de l'Environnement, Chargé de la Protection de la Nature
		7-Manuel-on-energy-sector-fuel-combustion_fr Teneur en carbone	Groupe Consultatif D'experts Sur Les Communications Nationales Des Parties Non visées à l'annexe I de La CCNUCC
Autres catégories	Consommation finales et informations sur le secteur	Tableau de Bord de l'Economie Gabonaise 2006 à 2016, Bilan Energétique du Gabon 1994-2016	Ministères de l'Agriculture et des Eau et Forêts

	Facteur d'émissions et paramètres (gaz reportés, les incertitudes appliqués, les coefficients, les unités d'entrée et de sortie)	Lignes Directrices du GIEC 2006	Ministère de l'Environnement, Chargé de la Protection de la Nature
		7-Manuel-on-energy-sector-fuel-combustion_fr Teneur en carbone	Groupe Consultatif D'experts Sur Les Communications Nationales Des Parties Non visées à l'annexe I de La CCNUCC
Emissions fugitives	Facteur d'émissions et paramètres (gaz reportés, les incertitudes appliqués, les coefficients, les unités d'entrée et de sortie)	Tableau de Bord de l'Economie Gabonaise 2006 à 2016, Bilan Energétique du Gabon 1994-2016	SGEPP, SOGARA, Compagnies pétrolières
	Facteur d'émissions et paramètres (gaz reportés, les incertitudes appliqués, les coefficients, les unités d'entrée et de sortie)	Lignes Directrices du GIEC 2006	Ministère de l'Environnement, Chargé de la Protection de la Nature
		7-Manuel-on-energy-sector-fuel-combustion_fr Teneur en carbone	Ministère de l'Environnement, Chargé de la Protection de la Nature

4.2 Tendances des émissions totales par catégorie

Globalement, comme le montrent le tableau 11 et la figure 13 ci-après, la tendance des GES présente trois profils d'évolution : (i) une augmentation d'émissions d'environ 50% entre 2000 et 2010, (ii) un fléchissement des émissions entre 2010 et 2015, (iii) une tendance haussière à partir de 2016. Toutefois l'augmentation moyenne est de l'ordre de 13% sur la période 2010-2017. Ce qui signifie que globalement, nous allons vers une accentuation des émissions de GES du secteur Energie.

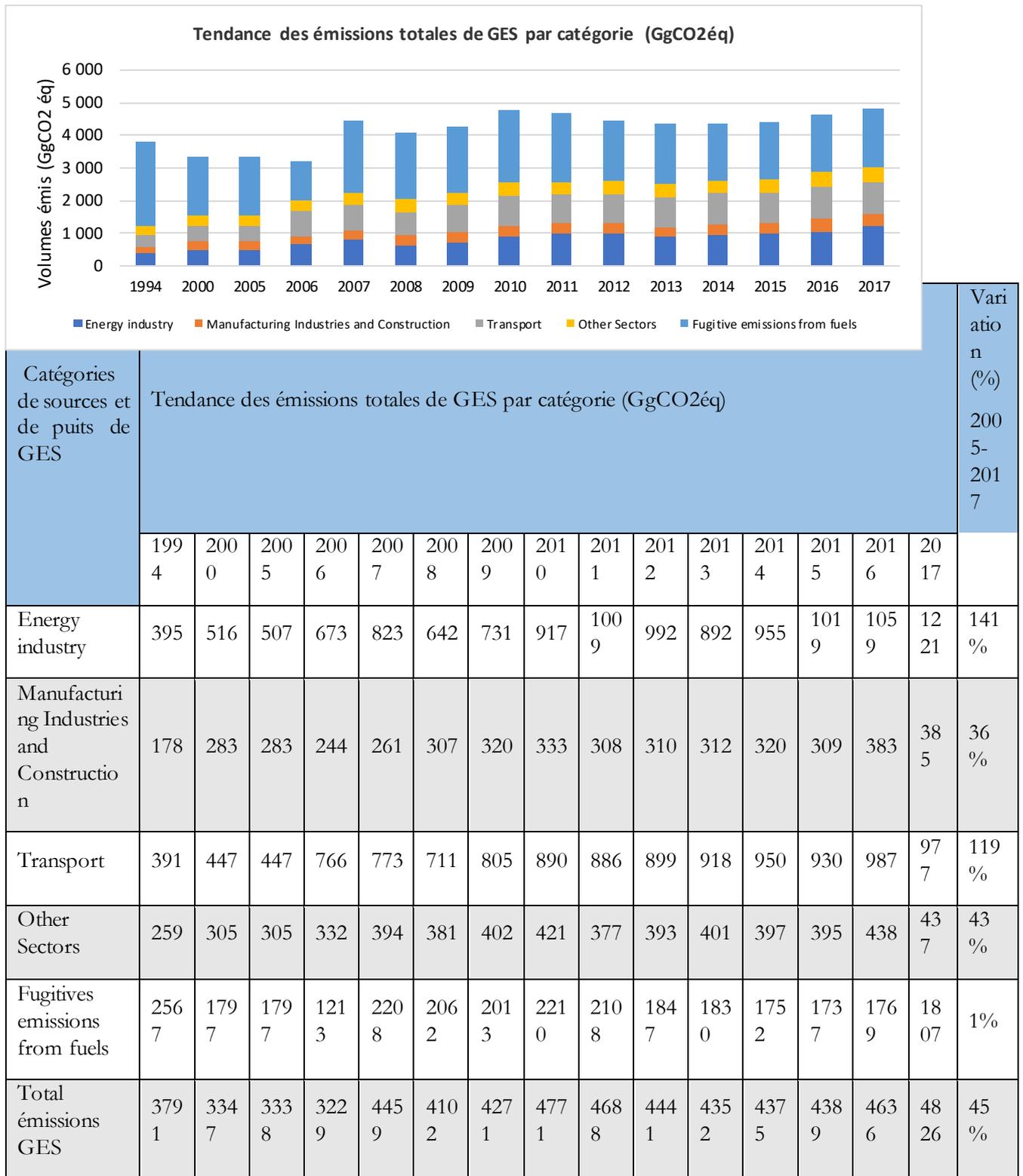
Le premier pic apparaissant en 2010 est un effet cumulatif de la tendance des années 2000 pour lesquelles les émissions totales passent de 2412,04 GgCO₂ équivalent en 2000 à 3625,74 GgCO₂ équivalent en 2010 essentiellement tractée par les industries énergétiques fortement dépendante de processus thermiques pour la génération d'électricité, de chaleur et le transport routier dominé par les véhicules de type diesel.

Il faut également noter qu'en 2009, la politique économique va radicalement changer avec l'élaboration du Plan Stratégique Gabon Emergent qui va, dès 2005 amorcer sa mise en œuvre avec une accélération des chantiers de l'émergence dans les infrastructures et du processus d'industrialisation avec la création de la zone économique spéciale de Nkok entre autres. D'où une augmentation des émissions liée à une forte croissance économique. Alors que le pays était en récession en 2009 avec un PIB à moins 1,4%, celui-ci culminait à 6,6% en 2005.

Entre 2005 et 2015, les émissions vont connaître un ralentissement sinon une légère baisse liée à la conjoncture économique, avec notamment la crise dans l'industrie pétrolière, l'abandon de certaines unités de production d'électricité à partir du fioul lourd (46 MW démantelés, Rapport SEEG 2015) et à l'entrée en service d'un nouveau barrage hydroélectrique de 160 MW en 2013 et d'une centrale thermique à gaz de 70 MW en 2015.

Tableau 15: Evolution des émissions de GES totales et par catégorie du secteur de l'énergie:

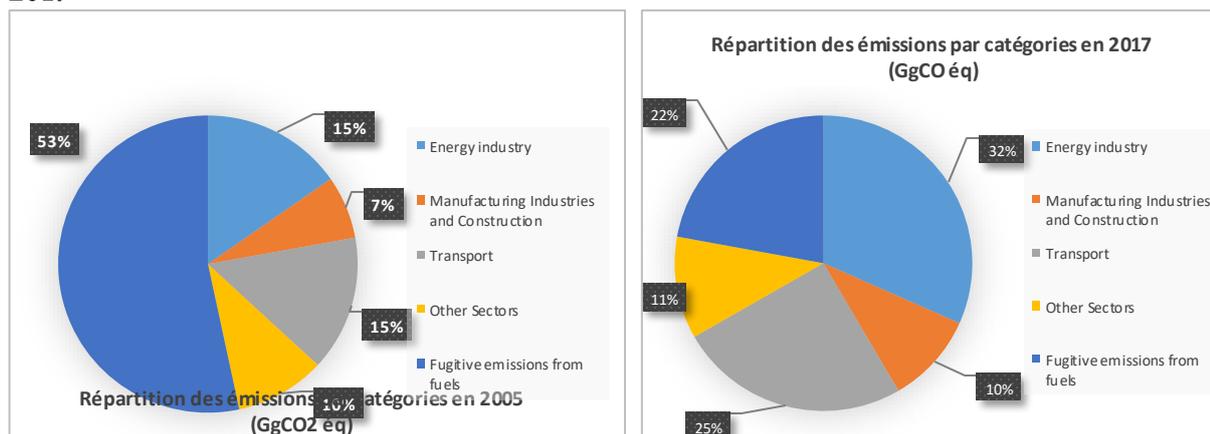
Figure 12: Tendance des émissions totales de GES par catégorie



Comme nous le remarquons dans le Tableau 11 ci-dessus, pour les années 1994 et 2000 et la série temporelle 2005-2017, la structure du profil des émissions de GES est restée la même. Les industries énergétiques, première catégorie émettrice de GES en 2017, vont présenter une augmentation soutenue d'émissions de GES avec une multiplication par un facteur moyen de 1,3 sur la série 2010-2017. Le transport vient en deuxième position des catégories grosses émettrices de GES en 2017 alors qu'il était en troisième position de 1994 à 2014. Ses émissions ont été multipliées par un facteur de 2,5 sur la période 1994-2017, passant de 391 Gg équivalent de CO₂ à 977 Gg équivalent de CO₂. Les émissions fugitives, alors qu'elles dominent en volume sur toute la période, elles connaissent une tendance baissière soutenue, passant de 1695 Gg CO₂ éq. en 1994 à 1803 Gg équivalent de CO₂ en 2017, soit une réduction d'un rapport de 1,6.

Pour les industries énergétiques, cette tendance s'explique essentiellement par l'augmentation de la consommation de combustibles fossiles pour la génération de l'électricité et pour les besoins des process industriels. Pour le transport, cette augmentation du volume des émissions se justifie par l'augmentation et le vieillissement du parc automobile (environ 100 000 nouvelles immatriculations, selon la DG Transport) alors que pour les émissions fugitives, la tendance baissière s'explique par la diminution importante de la production nationale de pétrole brut passant de 17,241 millions de tonnes à 10,53 millions de tonnes en 2017 soit une baisse de près de 40% selon les rapport du Ministère en charge de l'énergie.

Figure 13: 2a et 2b, Répartition comparative des émissions de GES par catégorie 2005 Vs 2017



En poussant l'analyse au niveau de chaque catégorie il ressort d'après la Figure 14 ci-dessus qu'en 2017, le volume des émissions de GES imputables à la catégorie industries énergétiques s'établit à 1221 GgCO₂ équivalent, soit près de 30% des émissions totales, vient ensuite le Transport avec 976 GgCO₂ équivalent, soit 25,08% des émissions. Le volume de GES des émissions fugitives a été estimé à 1046 soit 26%, suivies par Autres catégories 11,31% alors que la catégorie la moins polluante en 2017 demeure les Industries manufacturières et construction avec 10,03% des émissions.

4.3 Tendances des émissions totales par gaz

Tendance des émissions par gaz directs (Gg CO₂ équivalent)

Les sources concernées par les émissions directes de GES dans le cadre du secteur de l'énergie sont celles issues de la combustion stationnaire, mobile et des émissions fugitives (industrie énergétique,

industrie manufacturière, transport...), ces gaz directs sont : l'oxyde nitreux (N₂O), le dioxyde de carbone (CO₂) et le méthane (CH₄).

D'après le tableau 3 ci-dessous, la tendance est globalement haussière avec un pic autour de 3800 Gg CO₂ équivalent atteint en 2017 après un léger fléchissement entre 2012 et 2014.

Tableau 16: Evolution des émissions totales des GES directs

GES DIRECTS	Evolution des émissions totales de GES directs (Gg CO ₂ équivalent)												Variation (%)			
	1994	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	1994-2017
CO ₂	2520	2398	2481	2966	3256	2968	3169	3612	3568	3487	3392	3467	3524	3732	3803	53%
CH ₄	1254	1002	839	1155	1180	1112	1078	1134	1095	929	936	883	842	879	997	-19%
N ₂ O	17	16	18	22	23	21	24	26	25	25	24	24	23	24	26	46%
Total émissions directes	3791	3416	3338	4142	4459	4102	4271	4771	4688	4441	4352	4375	4389	4636	4826	46%

L'analyse de ces émissions par type de GES pour les années reportées 1994, 2000 et la série temporelle 2005-2017, montre que les émissions de CO₂ représentent entre 90 et 93% des émissions totales des GES, alors que le CH₄ représente entre 1 et 2% des émissions. Globalement, sur l'ensemble de la série temporelle 2010-2017 nous avons noté un taux de variation moyenne des émissions des GES de l'ordre de 0,7% d'une année à une autre.

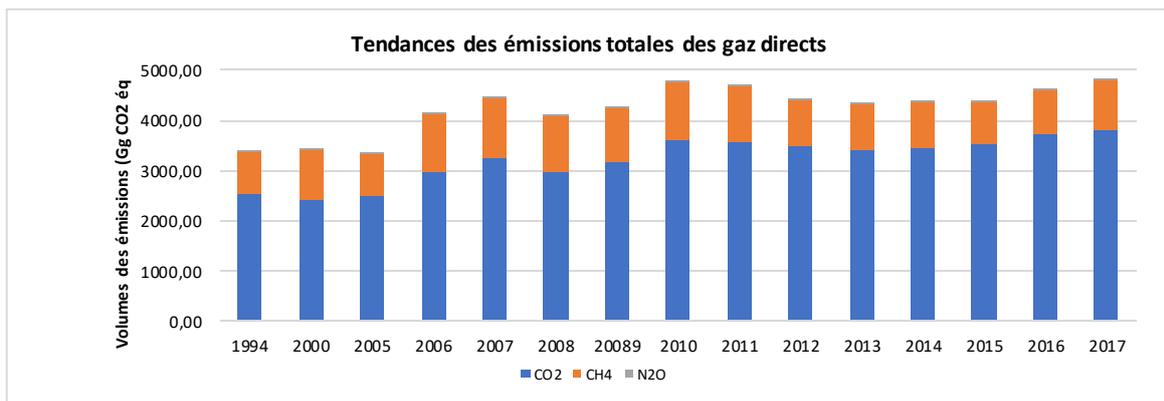
Comme il est à observer, les émissions de N₂O sont certes faibles, mais leur profil est semblable à celui des émissions globales de du secteur. Seul le CH₄ présente un profil différent compte tenu des raisons susmentionnées avec notamment une forte valeur en 1994.

De façon générale, comme le montrent le tableau 12 ci-dessus, après un léger fléchissement pour les années 1994 et 2000, les émissions de GES repartent à la hausse et sont dominées par le CO₂ dont la valeur minimale est atteinte en 2000 (2398 Gg) et la maximale en 2017 (3803) GgCO₂ éq, suivi par le CH₄ dont la valeur minimale est atteinte en 2000 (839 GgCO₂ éq) et la maximale en 1994 (1254 GgCO₂ éq). Cependant, les émissions de CH₄ affichent en moyenne une baisse légère mais progressive. Les émissions de N₂O restent quant à elles négligeables.

Les émissions de CH₄ sont à 90% imputables aux émissions fugitives qui dépendent elles-mêmes des activités d'exploitation et de production pétrolière et gazière. Or comme on peut le constater dans les données reportées issues des bilans énergétiques, la production pétrolière brute est passée de 520 486 TJ en 2010 à 449 709 TJ (voir annexe données sur le pétrole et le gaz naturel) en 2017 soit une baisse de plus de 13%, dans le même temps, on remarque sur la même période que les émissions de CH₄ sont passées de 14 Gg équivalent de CO₂ en 2010 à 11,28 Gg équivalent de CO₂ en 2017, soit une baisse de plus de 20%. Il y a donc une corrélation directe entre la baisse des émissions de CH₄ et la diminution de l'activité pétrolière.

Il faut relever également que depuis 2015, l'Etat a interdit l'importation des véhicules d'occasion de plus de six ans, mais d'un côté et que le parc des poids lourds est largement vieillissant de l'autre. On note aussi selon les chiffres du ministère des transports qu'entre 2012 et 2017 plus de 100 000 nouvelles immatriculations de véhicules automobiles dont 70% de diesel. D'un autre côté, plus de 30 000 véhicules ont subi un changement de propriétaire. Donc globalement on assiste à une utilisation prolongée des véhicules accentuant ce vieillissement qui est un des facteurs augmentant les émissions de GES.

Figure 14: Tendance des émissions totales de GES directs par type de gaz



Alors, ce que nous pouvons déduire de ces tendances haussières est que, les émissions du secteur énergie ont un taux moyen de progression de 13% avec trois pics (2010, 2011 et 2017) correspondant respectivement à 4771 Gg CO2 équivalent, 4688 Gg équivalent CO2 et 4803 GgCO2 équivalent. Le pic 2010 coïncide avec le lancement de la mise en œuvre du PSGE (avec une forte accélération de l'activité économique), après un fléchissement dû la conjoncture économique entre 2012 et 2015. Les deuxièmes pics suivants correspondent aussi un des mesures de relance de l'économie qui vont s'appuyer sur la diversification notamment des filières bois et agro-industries. D'un autre côté ces tendances sont imputables aux activités pétrolières et gazière liées au démarrage non effectif du programme zéro torchère d'une part et dans le transport par l'augmentation du parc automobile avec plus de 100 000 nouveaux véhicules achetés entre 2012 et 2017. Les activités de transport consommant en majorité du diesel (70% du parc).

❖ **Tendance des émissions totales par gaz indirects (Gg)**

De façon générale, comme le montre le tableau 13 ci-dessus, toutes les émissions indirectes de GES vont progressivement à la baisse après une courte période de légère hausse entre 2000 et 2009, avant de repartir à la hausse à partir de 2010. Entre 1994 et 2017, les émissions du CO sont passées de 135 Gg à 273 Gg, soit une hausse de 102%, celles du NOx passeront de 26 Gg à 32 Gg soit une hausse de 23%. Seul le SO2 a enregistré une légère hausse en valeur entre 1994 et 2017. Les émissions de COVNM restent toutefois négligeables pour le secteur énergie.

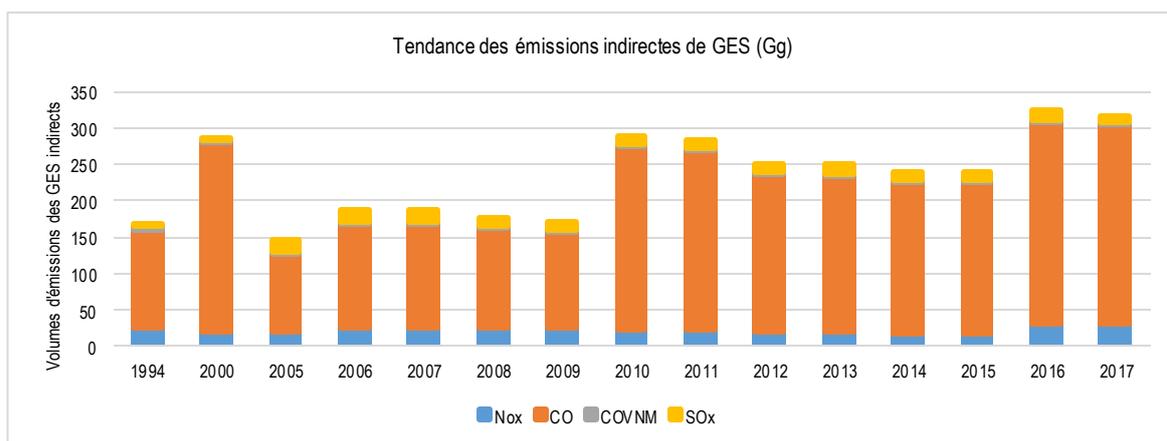
Tableau 17: Evolution des émissions totales des GES indirects

Evolution des émissions totales des GES indirects (Gg)	Variation (%)
--	---------------

GES INDIRECTS															2005-2017	
	1994	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
NOx	25,789	20,285	19,975	26,624	26,530	25,378	24,496	24,317	23,851	19,452	20,031	18,534	18,530	30,065	31,614	-28%
CO	135,289	276,026	107,079	142,125	142,114	136,330	131,550	251,799	246,587	218,166	215,092	207,076	206,920	277,855	272,704	53%
COVNM	3,105	2,831	2,847	2,643	2,765	2,570	2,523	2,577	2,523	2,231	2,200	2,116	2,115	2,843	2,789	-32%
SOx	5,240	0,033	16,293	14,660	15,178	12,296	11,802	8,657	9,943	11,355	12,293	12,303	12,298	13,421	9,020	135%
Total émissions	169,42	299,18	146,19	186,05	186,59	176,57	170,37	287,35	282,90	251,20	249,62	240,03	239,86	324,18	316,13	42%

En effet, il faut dire que les émissions indirectes de CO2 provoquées par les rejets atmosphériques du CO proviennent majoritairement des émissions fugitives alors que celles du SO2 proviennent pour la grande part du transport. Cela se justifie par d'un côté la baisse persistante observée dans les activités pétrolières et gazière pour le CO et le changement des habitudes des propriétaires de véhicules préfèrent acheter lors du renouvellement de leur automobile des motorisations diesel à la place de l'essence, à cela s'ajoute la mesure d'interdiction d'importation de véhicules de plus de six ans est effective depuis 2015.

Figure 15: Tendence des émissions totales des GES indirects



❖ Emissions de CO2 selon l'approche de référence

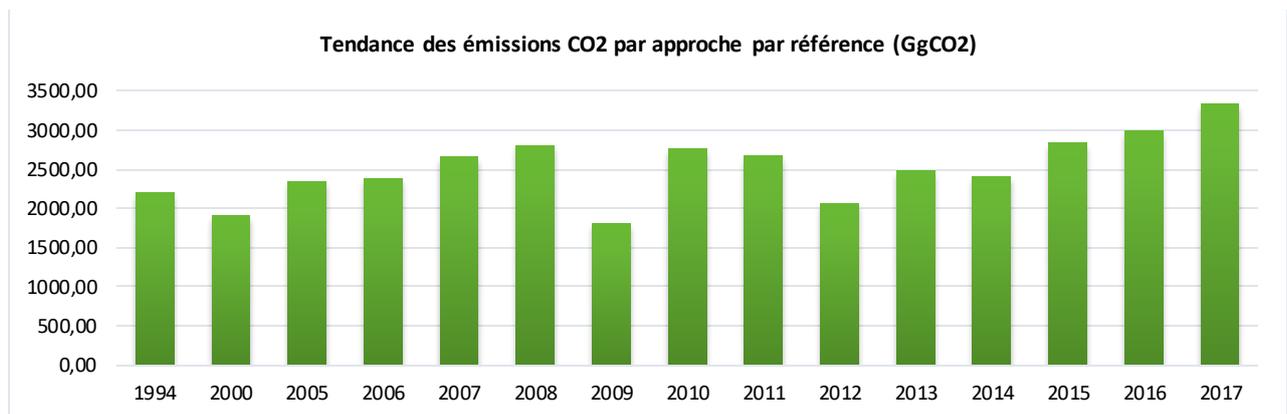
Tableau 18: Evolution des émissions de CO2 selon l'approche par référence

Evolutions des émissions CO2 selon l'approche par référence (Gg CO2)	Variation (%)
--	---------------

GES Approche référence	1994	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2005- 2017
CO2	2520	2397	2481	2965	3256	2968	3168	3612	3568	3487	3391	3467	3524	3732	3803	53%
Emissions totales	2520	2397	2481	2965	3256	2968	3168	3612	3568	3487	3391	3467	3524	3732	3803	53%

D'après la figure 17, en moyenne nous observons une tendance à la hausse des émissions de CO2 selon l'approche par référence entre 1994 et 2017. Le volume des émissions le plus bas est atteint en 2000 avec 2397 Gg de CO2 et le volume le plus haut en 2017 avec 3803 Gg de CO2. Aussi, l'analyse des écarts entre l'approche sectorielle et celle par référence présente des valeurs d'écarts statistiques acceptables excepté pour les années 1994 et 2000 avec respectivement -12,6% et 7,18%. Lors de la recherche des causes, nous avons constaté que cet état était en partie dégradé pour les routes maritimes internationales consommant du diesel et du fioul lourd. Nous pensons que les valeurs de ces carburants contenus dans le bilan énergétique sont erronées. Des analyses approfondies sur ces combustibles sont à prévoir.

Figure 16: Tendance des émissions de CO2 selon l'approche par référence



❖ Emissions de CO2 imputables à la combustion de la biomasse

La biomasse reportée dans le cadre de cet inventaire est des deux types : la biomasse moderne (stéarine, rafles, coques de noix de palmes, bagasse, résidus de la transformation de bois) et la biomasse traditionnelle (bois de chauffage, charbon de bois).

Pour la biomasse moderne, la stéarine, les coques et les rafles sont utilisées dans l'industrie agroalimentaire qui résulte de la transformation de la noix de palme et sont utilisées comme combustibles des chaudières pour la production de vapeur nécessaire à l'entraînement des turbines pour générer de l'électricité. Cette biomasse est directement collectée sur les sites de transformation et de raffinage de l'huile de palme par de SIAT Gabon devenu depuis 2015 OLAM qui tient des statistiques annuelles. Les résidus de bois servent aussi de combustible à chaudières dans les industries de transformation du bois pour la génération de la vapeur pour les sécheurs ou la production d'électricité, ces données sont collectées auprès des industrielles, mais elles peuvent aussi être estimées à partir des volumes de bois transformés (environ 40% des pertes).

Pour la biomasse traditionnelle composée de charbon de bois et de bois de chauffages, les principaux utilisateurs sont les restaurants et les ménages, ces données ont été estimées à partir des statistiques issues du recensement général de la population 2013 qui renseigne sur la part des ménages et des

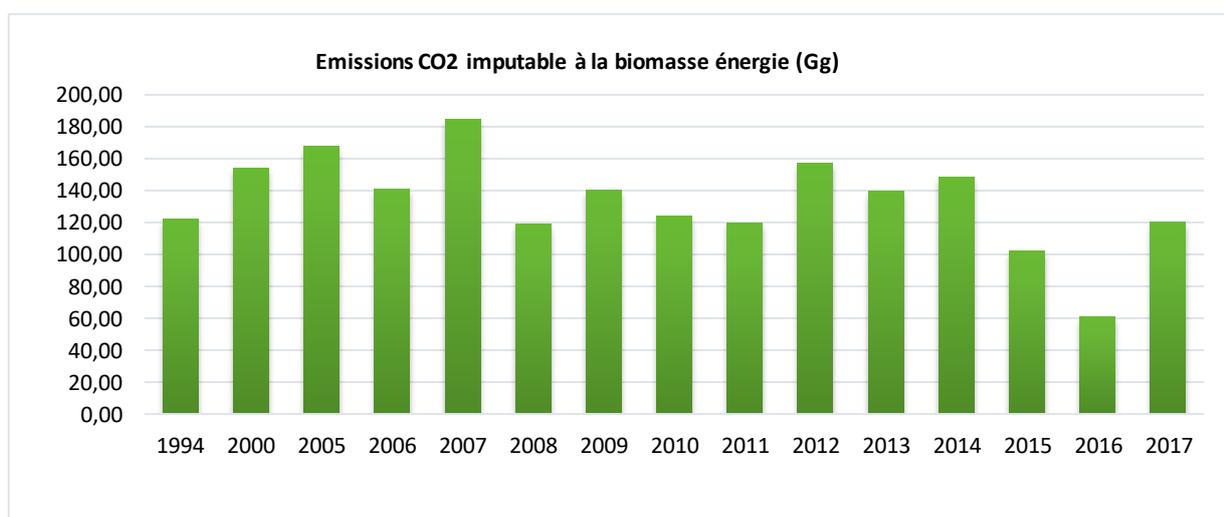
restaurants consommant ces combustibles. Donc à partir de la consommation moyenne par ménages et par restaurant, le nombre de ménages et de restaurants on détermine la consommation nationale de biomasse traditionnelle.

Tableau 19: Evolution des émissions de GES de la biomasse

GES Biomasse	Evolution des émissions CO2 imputable à la biomasse énergie (GgCO2)												Var (%) 2005-2017			
	1994	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
	122,39	154,32	167,72	141,06	181,15	119,08	141,14	124,10	120,09	157,40	139,97	148,50	102,88	60,98	12,02	-16%

Les émissions de CO2 issues de la biomasse présentent une tendance aléatoire avec un volume d'émissions au plus bas en 2016. Ce phénomène est de notre point de vue imputable au manque d'exhaustivité et de fiabilité des données sur la biomasse. Il devient de ce fait difficile de se prononcer sur les tendances au-delà de 2017.

Figure 17: Tendance des émissions de GES imputable à la biomasse



❖ **Emissions de GES dues aux soutes internationales**

Les soutes internationales désignent à la fois le transport aérien international et le transport maritime international. Celles-ci n'incluent pas la consommation militaire et les opérations multilatérales car certaines données sont classées confidentielles. Pour transport maritime, il s'agit des navires, des cargos etc. Ce mode de transport consomme essentiellement du fioul lourd et du gasoil. Les données sur les consommations des navires sont collectées directement auprès de la Société d'entreposage

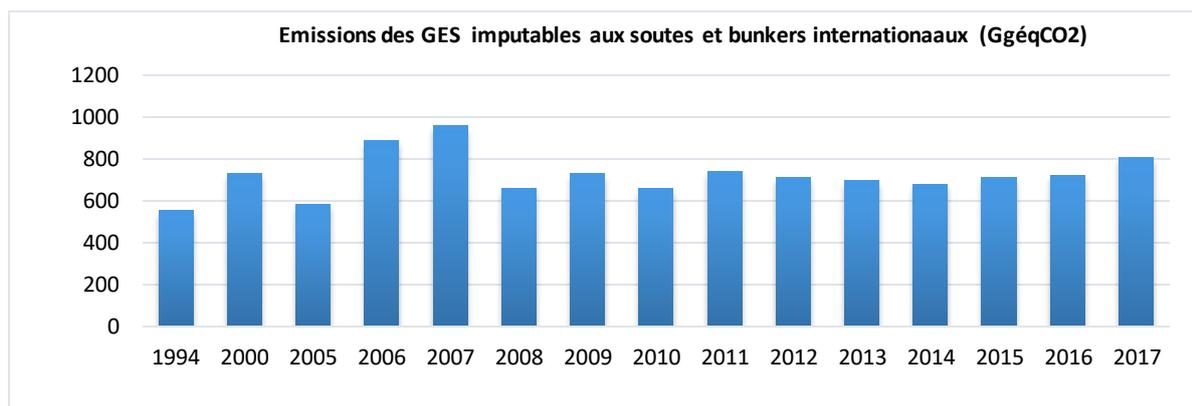
des produits pétroliers qui est l'unique importateur et exportateur de ces produits au Gabon. Pour le transport aérien, les données sont collectées directement auprès des exploitants des services aéroportuaire ADL, il s'agit essentiellement du kérosène.

Tableau 20: Evolution des émissions de GES des soutes et bunkers internationaux

Emissions GES (Gg _{éq} CO ₂)	Emissions CO ₂ imputable à la navigation/soutes internationale (Gg _{éq} CO ₂)															Variation (%) 2005-2017
	1994	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Aérienne	113	112	89	79	73	88	86	96	92	87	101	85	93	98	120	35%
Maritimes	438	617	494	807	883	571	641	561	648	621	594	594	618	623	685	39%
Total	551	729	583	886	956	659	727	657	740	708	694	678	710	721	805	38%

Pour les soutes et les bunkers, il est à noter que les émissions de GES ici aussi ont tendance à se stabiliser autour de 700 GgCO₂. Entre 2010 et 2016 après un premier bon entre 1994 et 2000. Toutefois, une hausse légère des GES est observée en 2017. Cela peut s'expliquer par d'une part les difficultés qu'ont connu les compagnies nationales de navigations intérieures (carence de bateaux) entre 2011 et 2015 avant la reprise des activités et d'autre part aux difficultés que connaissent les compagnies aériennes nationales pour lesquelles dont 03 sur les 11 qui existaient sont opérationnelles. La tendance à la hausse des émissions serait imputable à la reprise des activités des compagnies de navigation intérieures.

Figure 18: Tendence des émissions de GES imputables aux bunkers/soutes internationales



4.4 Présentation des catégories du secteur Energie

4.4.1 Industries énergétiques

❖ Description de la catégorie

Les industries énergétiques regroupent les activités des sites off-shore et onshore, les infrastructures de transport, de transformation et de distribution des producteurs de pétrole et de gaz naturel ainsi que de prestations des services pétroliers. Les émissions sont dues aux combustibles brûlés par l'extraction du combustible, les torchères, la ventilation et à celles produites par la génération d'électricité et de chaleur. Les activités qui caractérisent les Industries énergétiques sont : extraction, production et traitement du pétrole et du gaz naturel, production d'électricité pour le service public et raffinage du pétrole et leur distribution.

L'essentiel du marché national est approvisionné par la Société Gabonaise de Raffinerie (SOGARA), mais d'après les données collectées auprès de la SGEPP, on note l'existence de flux en importations/exportation de produits pétroliers. La production de brut a atteint 449 708,92 TJ en 2017, celle du gaz naturel 102 086 TJ et pour les besoins de génération d'électricité, 18 824,43TJ de combustibles fossiles ont été consommés. Mais 80% du brut est exporté alors que pour le GN une partie du gaz traité est consommée par le marché local pour la génération d'électricité et une autre partie du gaz mêlé est soit brûlée à la torchère soit consommé comme gaz lift pour l'extraction du brut et comme combustible pour l'industrie énergétique.

Tableau 21: Evolution de la production nationale de pétrole brut et de gaz naturel

Production Nationale	Evolution de la production nationale de pétrole brut et de gaz															Var (%)
	1994	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2005-2017
Pétrole brut (Mt)	17	16	18	18	12	13	12	12	12	12	12	11	11	12	17	-10%
Gaz naturel (Mm3)	3 397	2 723	2 663	3 565	3 565	3 412	3 292	3 274	3 211	3	2 692	2 488	2 256	2 432	3 397	104%

Sources : Bilan énergétique MEE 1994-2000, Tableau de Bord de l'Economie Gabonaise 2006-2016

Comme nous le remarquons sur ce Tableau 8, pour les années 1994 et 2000 et la série temporelle 2005-2017, la production nationale de pétrole brut baisse continuellement pour atteindre presque moins 39% en 2017 tout comme la production de gaz naturel passant de 3396,88 Mm3 en 1994 à 3397 Mm3. La baisse du brut et du GN s'explique principalement par l'assèchement des puits de

pétrole et de gaz naturel. Les industries énergétiques demeurent la première catégorie émettrice de GES sur l'ensemble de la série temporelle. Ses émissions vont présenter une augmentation soutenue avec une multiplication par un facteur moyen de 1,3 fois sur la série 2010-2017 portées essentiellement par la génération d'électricité et l'industrie pétrolière.

❖ Méthodologie

La méthodologie utilisée pour estimer les GES imputables à l'industrie énergétique est celle des Lignes directrices du GIEC 2006 pour les inventaires nationaux de GES. L'approche de Niveau I est donc celle retenue.

Celle-ci tient compte des données sur la quantité de combustible brûlé dans la catégorie et du FE par défaut recommandé par le GIEC si le pays ne dispose pas de ses propres FE. Ces émissions de la combustion stationnaire produisent du CO₂, CH₄, N₂O et aussi CO, NO_x, COVNM.

Elle est traduite par l'équation générale suivante :

Équation 1: émission de GES imputable à la combustion stationnaire

ÉQUATION 2.1	
ÉMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE IMPUTABLES A LA COMBUSTION STATIONNAIRE	
$Emissions_{GES,comb.} = Consommation_{combustible_{comb.}} \cdot Facteur\ d'\acute{e}mission_{GES,comb.}$	

Où :

Émissions _{GES,comb.}	= émissions d'un gaz à effet de serre donné par type de combustible (kg GES)
Consommation combustible _{comb.}	= quantité de combustible brûlé (TJ)
Facteur d'émission _{GES,comb.}	= facteur d'émission par défaut d'un GES donné par type de combustible (kg gaz/TJ). Pour le CO ₂ , il inclut le facteur d'oxydation du carbone, estimé être 1.

Pour le CO₂, le FE inclut le facteur d'oxydation qui est 1. La consommation de combustible provient de plusieurs sources nationales comme le bilan énergétique national et complétée au besoin par des données du bilan énergétique du pays préparé par des organisations internationales telles que l'AIE, le FAO et l'AFREC.

Les données d'activités sur les industries énergétiques sont directement collectées chez les producteurs en lien avec des sous-catégories concernées soit par des enquêtes soit par le rapport annuel d'activités. Mais les données sur le gaz et le pétrole sont obtenues indirectement à partir des tableaux de bord de l'économie gabonaise principalement.

Pour les gaz précurseurs, ou les GES indirects tels que CO, COVNM, SO₂, les particules et NO_x, le Guide EMEP/Corinair a été utilisé. Les équations suivantes ont été appliquées pour estimer les émissions indirectes :

A partir du CH₄ : Entrées CO₂ = Émissions CH₄ • 44/16 ;

A partir du CO : Entrées CO₂ = Émissions CO • 44/28 ;

Pour les COVNM : Entrées CO₂ = Émissions COVNM • C • 44/12 où C'est la fraction de carbone dans les COVNM par masse (défaut = 0,6) ;

Pour le NO_x : Entrée CO₂ = EmissionNO_x•FENO_x•44/28 ;

Où, Emission NO_x = NO₂•14/46 et FE est le Facteur d'émission.

Tableau 22: Evolution des émissions de GES directs des Industries énergétiques

Industries énergétiques	Evolution des émissions totales de GES (Gg CO ₂ équivalent)														Variation (%) 2005-2017	
	1994	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016		2017
CO ₂	395	515	506	672	821	640	729	916	1007	990	891	954	1018	1057	1220	141%
CH ₄	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	72%
N ₂ O	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	28%
Emissions totales	395	516	507	673	823	642	731	917	1009	992	892	955	1019	1059	1221	141%

Le tableau 9 ci-dessus montre que pour les années 1994 et 2000 et pour la série 2010-2017 99,99% des émissions sont du CO₂, moins de 1% provient des autres gaz en tête desquels on trouve le CH₄.

Globalement, les émissions liées aux activités des industries énergétiques sont à la hausse avec un taux moyen de progression de 13% et un pic en 2017 à 1221 GgCO₂ équivalents contre 507 Gg CO₂ équivalent en 1994. Celles-ci s'expliquent dans le cadre des activités pétrolières et gazière au démarrage non effectif du programme zéro torchère.

Figure 19: Tendence des émissions de GES directs des industries énergétiques



Dans la catégorie des émissions directes de GES en 2017, le CO₂ reste dominant avec 1221 Gg CO₂ suivies par le CH₄ mais avec des volumes très infimes.

Dans la catégorie des émissions indirectes de GES, les volumes de GES liés au gaz précurseurs restent toutefois presque nuls entre 2005 et 2017, le NO_x domine certes mais avec des volumes très faibles.

Tableau 23: Evolution des émissions de GES indirects des Industries énergétiques

Industries énergétiques	Evolution des émissions de GES indirects (Gg)															Variation (%)
	1994	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	1994-2017
NOx	0,0298	0,036	0,043	0,0454	0,0489	0,0573	0,0297	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	-95%
CO	0,0098	0,011	0,017	0,0180	0,0171	0,0195	0,0096	0,002	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-95%
CONMV _s	0,0000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-96%
SO ₂	0,0024	0,001	0,003	0,0037	0,0039	0,0046	0,0024	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-99%
Emissions totales	0,042	0,048	0,064	0,067	0,070	0,081	0,042	0,004	0,005	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	-95%

Parmi les gaz autres que les CO₂, pour les années de 1994 à 2009, les émissions sont dominées par le NOx à plus de 60%. Les émissions de GES indirects pour l'année 1994 ont été estimées à près de 0,042 Gg alors que celles-ci vont continuellement baisser pour atteindre 0,001 Gg en 2017. Il faut dire que ces émissions qui sont générées essentiellement par les activités pétrolières suivent leur tendance comme expliqué plus haut.

Figure 20: Tendance des émissions de GES indirects industries énergétiques

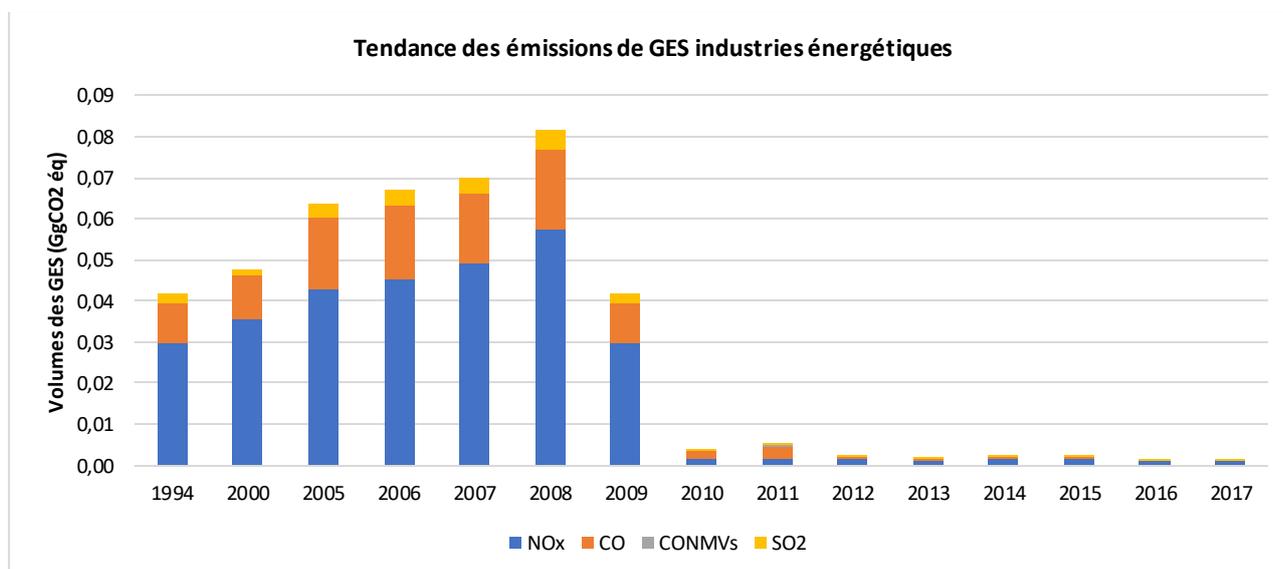


Figure 21:10a-10b, Répartition comparative des émissions de GES indirects industries énergétiques (IE)

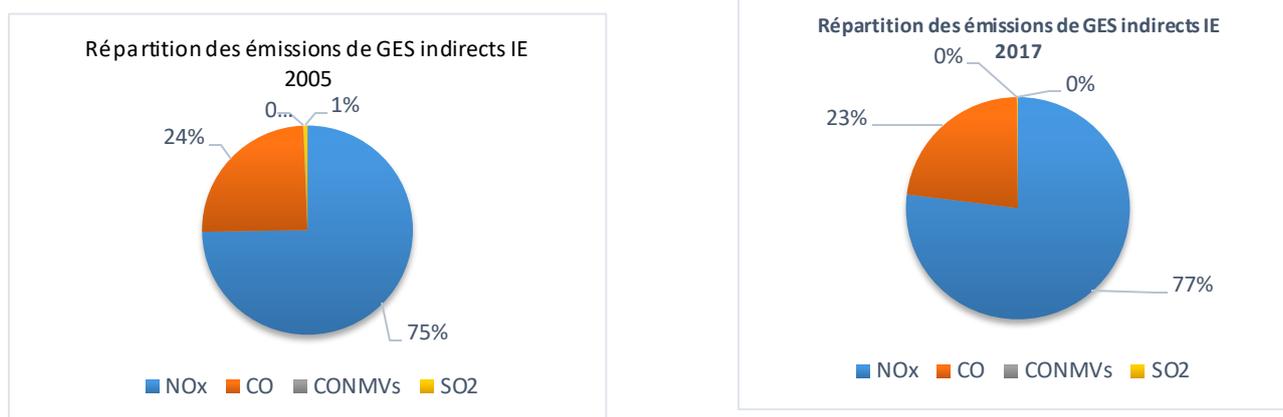


Tableau 24: Facteurs d'émission par défaut appliqués à industries énergétiques

FACTEURS D'EMISSION PAR DEFAUT POUR LA COMBUSTION STATIONNAIRE DANS LES INDUSTRIES ENERGETIQUES (kg de gaz à effet de serre par TJ sur une base calorifique nette)			
COMBUSTIBLE	CO2	CH4	N2O
	Valeur par défaut		
Pétrole brut	73 300	3	0,6
Gaz naturel	64 200	3	0,6
Essence	69 300	3	0,6
Kérosène	71 500	3	0,6
Autre kérosène	71 900	3	0,6
Diesel	74 100	3	0,6
Fioul lourd	77 400	3.8E-04 à 2.3E-03/ 3.8E-04 à 2.3E-03	2.1E-08/ NA
GPL	631 000	1	0,1
Bitume	80 700	3	0,6
Emissions fugitives pétrole ventilation/torchère	0,0001125/ 4.1E-02	0,000855/ 2,95E-05	NA / 7,6E-07
Emissions fugitive gaz ventilation / Torchère	0,1065/ 0,00425	0,000182/ 2,85E-06	NA / 6,4E-08

Source : Lignes Directrices du GIEC 2006

Améliorations prévues dans la catégorie industries énergétiques

Les améliorations attendues et souhaitées dans la catégorie industries énergétique concernent plus la nécessité de collaboration des producteurs de pétrole et de gaz naturels et une plus grande

transparence sur les volumes de gaz vendus et de leurs différents clients, l'objectif étant d'avoir accès à ces données en temps et en heures. En matière de paramètre (facteurs d'émission, type de la technologie, rendements...) le Gabon devrait commencer à envisager de réaliser ces propres études en vue de se constituer un référentiel national en matière de calcul des émissions notamment pour les catégories clés. Cette étude devra couvrir l'ensemble de la chaîne de valeur des produits énergétique (exploration, production, transformation et consommation). Tout en définissant clairement les processus mis en jeu tout au long du cycle des activités.

4.4.2 Industries manufacturières et de construction

Description de la catégorie

La catégorie 'industrie manufacturière' comprend les industries de transformation de matières premières (cimenterie, brasseries, agro-alimentaire, industrie du bois, le BTP...). Les émissions imputables à la combustion de combustible dans cette catégorie incluent également la combustion pour la production d'électricité et de chaleur pour une utilisation propre des industriels.

Celle-ci tient compte des données sur la quantité de combustible brûlé dans la catégorie et d'un FE par défaut recommandé par le GIEC si le pays ne dispose pas de ses propre FE. Cette catégorie est dominée par l'agroalimentaire à hauteur de 18%, la Construction et les BTP 15% en 2017.

Elles sont estimées par l'équation générale suivante :

Équation 2: Emission de GES imputable à la combustion stationnaire

ÉQUATION 2.1	
ÉMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE IMPUTABLES A LA COMBUSTION STATIONNAIRE	
$Emissions_{GES,comb} = Consommation_{combustible,comb} \cdot Facteur\ d'\acute{e}mission_{GES,comb}$	

Où :

Émissions _{GES,comb.}	=	émissions d'un gaz à effet de serre donné par type de combustible (kg GES)
Consommation combustible _{comb.}	=	quantité de combustible brûlé (TJ)
Facteur d'émission _{GES,comb.}	=	facteur d'émission par défaut d'un GES donné par type de combustible (kg gaz/TJ). Pour le CO ₂ , il inclut le facteur d'oxydation du carbone, estimé être 1.

Pour le CO₂, le FE inclut le facteur d'oxydation qui est 1. La consommation de combustible provient de plusieurs sources nationales comme le bilan énergétique national et complétée au besoin par des données du bilan énergétique du pays préparé par des organisations internationales.

Cette méthode est celle recommandée par les lignes directrices du GIEC 2006 pour des données n'étant assez désagrégées.

Pour les activités de la sous-catégorie industrie manufacturière et construction (IMC), les émissions de CO₂ vont connaître une augmentation légère entre 1994 et 2000 avec un premier pic en 2010 avant de redescendre et de se stabiliser jusqu'en 2015 puis de reprendre en 2016 et 2017. Les volumes

d'émissions variant de 210 à 383 Gg de CO₂ représentant encore presque 99,98% des émissions. Ici encore il faut dire que cet accroissement des émissions de GES corrobore avec la stratégie de diversification de l'économie impulsée par le PSGE depuis 2010.

La tendance au maintien du niveau des émissions à la hausse se justifie d'autre part par l'absence de programme d'efficacité énergétique qui devait normalement accompagner cette stratégie pour permettre au Gabon d'atténuer ces émissions conformément à ses engagements internationaux.

Tableau 25: Evolution des émissions de GES directs imputables aux Industries manufacturières-construction (IMC)

Industries manufacturières et construction	Tendance des émissions totales de GES directs (Gg CO ₂ équivalent)															Variation (%) 2005-2017	
	1994	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
CO ₂	177	211	280	241	258	304	317	331	306	307	309	317	307	381	383	37%	
CH ₄	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-3%	
N ₂ O	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	3%	
Total émissions	178	213	283	244	261	307	320	333	308	310	312	320	309	383	385	36%	

D'après le tableau 21 ci-dessus, les émissions de GES directs des IMC pour l'année 2005 ont été estimées à près de 283 Gg équivalent CO₂ alors que celles-ci vont atteindre 385 Gg équivalent de CO₂ en 2017. On note donc une augmentation de près de 116,60%.

Dans la catégorie des émissions directes de GES en 2017, le CO₂ reste dominant avec 383 Gg CO₂ suivies par le NO₂ qui même-si ses émissions sont en baisse, reste le second GES avec certes des volumes très infimes de l'ordre de 2 GgCO₂ éq en moyenne.

Figure 22: Tendance des émissions de GES directs des Industries manufacturières-construction

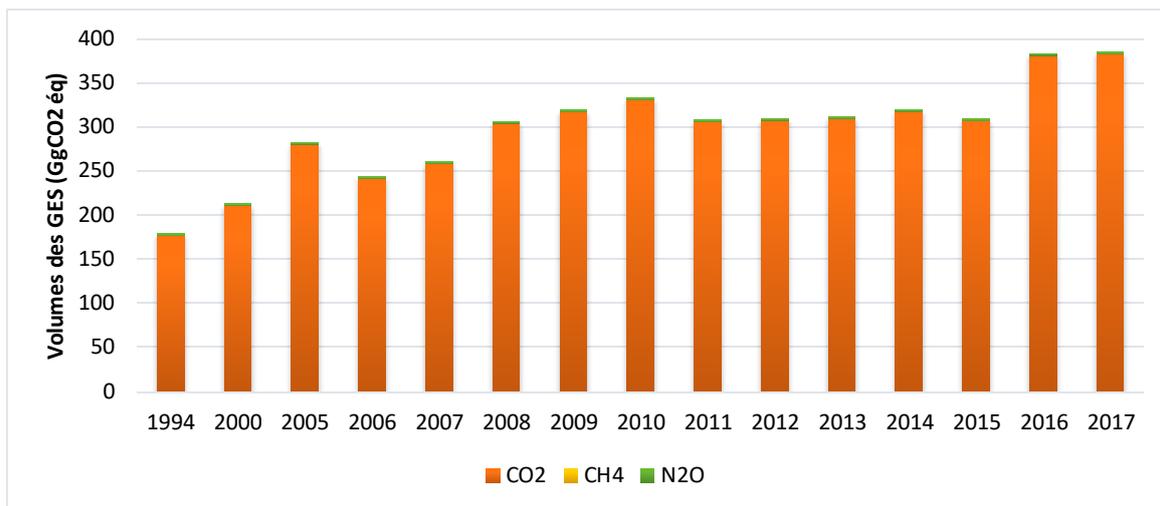


Tableau 26: Evolution des émissions de GES indirects imputables aux Industries manufacturières-construction (IMC)

Industries manufacturières et constructions	Evolution des émissions de GES indirects (Gg)														Variation (%) 2005-2017		
	1994	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
NO _x	0,0015	0,0018	0,0021	0,0021	0,0023	0,0026	0,0028	0,0030	0,0023	0,0024	0,0027	0,0028	0,0027	0,0066	0,0046	113	%
CO	0,0230	0,0281	0,0328	0,0328	0,0352	0,0394	0,0432	0,0383	0,0359	0,0370	0,0406	0,0436	0,0421	0,0302	0,0401	114	%
CONMV _s	0,0003	0,0004	0,0004	0,0004	0,0005	0,0005	0,0006	0,0001	0,0005	0,0005	0,0006	0,0006	0,0006	0,0014	0,0010	114	%
SO ₂	0,0016	0,0021	0,0022	0,0022	0,0024	0,0027	0,0029	0,0006	0,0024	0,0025	0,0028	0,0030	0,0029	0,0069	0,0048	114	%
Emissions totales	0,026	0,032	0,038	0,038	0,040	0,045	0,050	0,039	0,041	0,042	0,047	0,050	0,048	0,045	0,050	114	%

Dans la catégorie des émissions indirectes de GES comme le montre le tableau 13 ci-dessous, le CO₂ émis à partir des rejets atmosphériques du CO reste majoritaire et suivent globalement une tendance haussière passant de 0,023 Gg en 1994 à 0,0401 Gg en 2017 soit près de 114%%. Suivi celles des CONMV en 2017 mais ici aussi, les volumes restent très faibles.

Enfin, d'un autre côté, le volet industrialisation du PSGE a contribué à accélérer l'activité économique du pays dès 2010 avec le développement de plusieurs bassins économiques dans le Sud avec des usines de transformation et de raffinage du palmier à huile, dans l'Est avec la transformation du manganèse et l'industrialisation accrue de la filière obligeant une transformation de niveau 1, 2 et

3 dans certains cas avec par exemple l'entrée en activité de la zone spéciale économique de Nkok et bien d'autres.

Figure 23: Tendence des émissions de GES indirects Industries manufacturières-construction

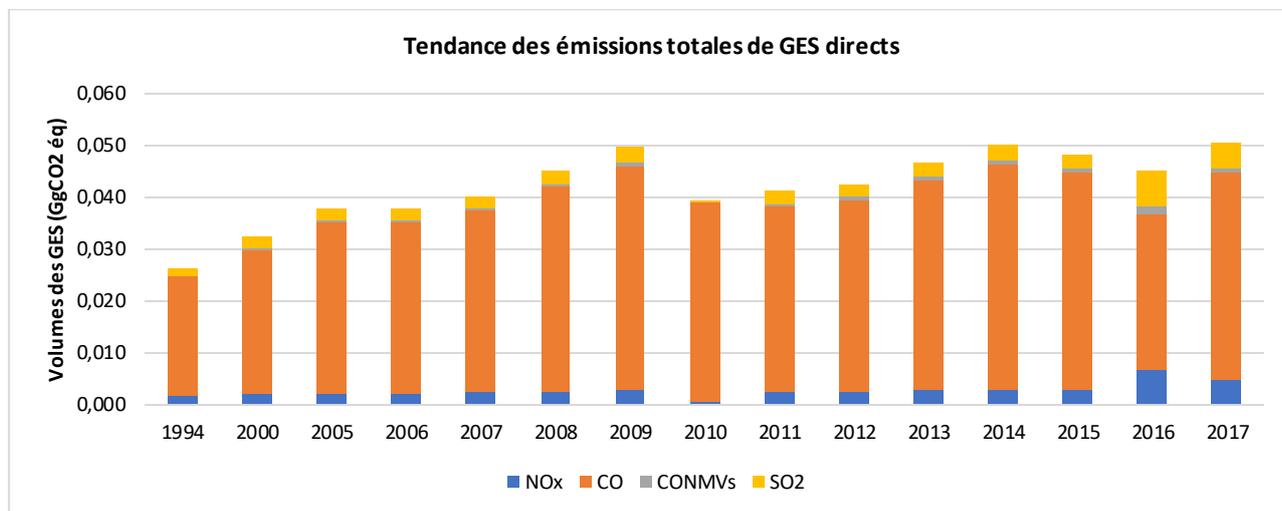


Figure 24:13a-13b, Répartition comparative des émissions de GES indirects des IMC

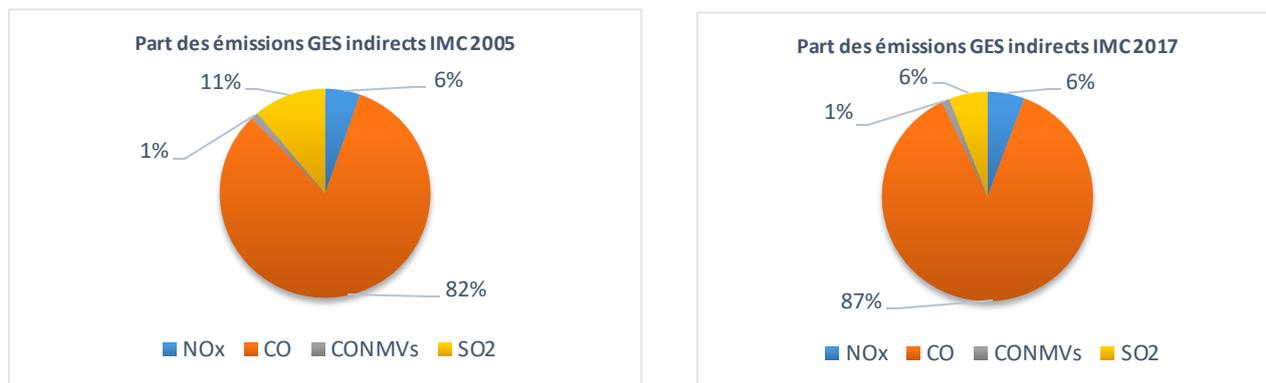


Tableau 27: Facteurs d'émission par défaut appliqués à industries manufacturières et construction

FACTEURS D'EMISSION PAR DEFAUT POUR LA COMBUSTION STATIONNAIRE DANS LES INDUSTRIES ENERGETIQUES (kg de gaz à effet de serre par TJ sur une base calorifique nette)			
COMBUSTIBLES	Valeur par défaut		
	CO2	CH4	N2O
Pétrole brut	73 300	3	0,6
Liquide de Gaz naturel	64 200	3	0,6
Essence	69 300	3	0,6
Kérosène	71 500	3	0,6
Autre kérosène	71 900	3	0,6
Diesel	74 100	3	0,6
Fioul lourd	77 400	3	0,6

GPL	63 100	1	0,1
Bitume	80 700	3	0,6

Méthodologie

L'approche méthodologique utilisée pour estimer les GES imputables à Industries manufacturières et construction est celle recommandée par les Lignes directrices du GIEC 2006 pour les inventaires nationaux de GES. Pour un pays comme le Gabon qui ne dispose pas de données suffisamment désagrégées, l'approche de Niveau1 est donc celle retenue pour l'estimation des émissions des GES.

Améliorations prévues dans les industries manufacturières et construction

Les améliorations attendues et souhaitées dans la catégorie industries manufacturières et construction concernent plus la nécessité de collaboration des manufacturiers qui sont souvent retissant à communiquer leurs données ou font dans de le dilatoire. Le besoin de mener une enquête nationale en vue de disposer d'un référentiel en matière de technologie et de process mis en jeu dans cette catégorie pour une meilleure estimation des émissions. Ce référentiel devra faire l'objet d'une mise à jour périodique au regard de l'évolution des techniques et des procédés industriels.

4.4.3 Transport

Description de la catégorie

Cette catégorie de source inclut tous les modes de transport (routier, aérien, maritime, ferroviaire et le fret) depuis les embarcations de plaisance jusqu'aux grands navires de haute mer qui sont le plus souvent équipés de gros moteurs diesel marins, à vitesse moyenne et lente, et quelquefois de turbine à gaz ou à fioul lourd, depuis les véhicules à deux roues jusqu'au camions, depuis les avions légers aux gros avions de ligne et de tous types de trains.

Une distinction a été faite entre la navigation nationale (domestique) et internationale (soutes internationales) hors consommation militaire et les opérations multilatérales car, certaines données sont classées confidentielles. Les types de véhicules à l'origine de ces émissions sont : pour le transport routier, les poids lourds et véhicules personnels à dominance 4x4, des taxis (50% de la flotte) les bus de transport en commun et de voyageurs. Pour le ferroviaire, il s'agit de locatives diesel de type BB ou CC affectées au fret ou au transport de voyageurs. Pour la navigation intérieure, il s'agit notamment des barges, des navettes de tourisme, des pirogues et bateaux voyageurs et fret.

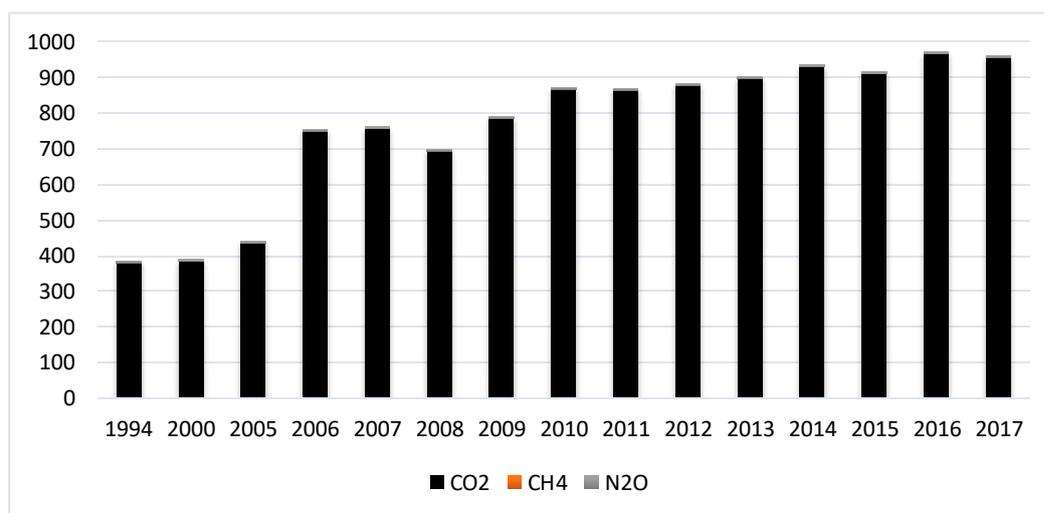
Tableau 28: Evolution des émissions de GES directs du Transport

Transport	Evolution des émissions de GES directs (GgCO2 éq)															Var (%)	
	1994	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		

																2005-2017
CO2	380	384	435	750	756	694	786	868	865	879	898	930	910	967	957	120%
CH4	1	1	1	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	3	1	-23%
N2O	9	9	10	15	15	15	17	18	18	17	17	17	17	18	19	85%
Emissions totales	391	393	447	766	773	711	805	890	886	899	918	950	930	987	977	120%

Comme le montre les données ci-dessous, on observe une tendance à une augmentation progressive modérée du volume d'émission de CO2 dues aux activités du Transport. Ce phénomène devrait s'expliquer à partir de deux faits, l'un conjoncturel liée à la baisse de l'activité économique du pays due à la crise des matières premières que traverse le Gabon depuis 2014 et l'autre à la mesure d'interdiction d'importation des véhicules d'occasion au Gabon de plus de 5 ans.

Figure 25: Tendance des émissions des GES directs du Transport



Comme il apparaît sur ce graphique ci-dessus, les émissions directes de CH4 et de N2O sont très faibles sur toutes les années d'inventaires, à l'opposé celles des émanant des gaz indirects (CO, NOx, CONMV et SO2) qui vont connaître une augmentation progressive mais modérée entre 2010 et 2016, mais en 2017, une tendance baissière est observée notamment pour le SO2 qui représente près de 99% des émissions.

Tableau 29: Evolution des émissions de GES indirects du Transport

Evolution des émissions de GES indirects (Gg)	Var (%)
---	---------

Transport	1994	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2005-2017
NOx	0,0027	0,0027	0,0050	0,0050	0,0051	0,0047	0,0048	0,0060	0,0055	0,0055	0,0066	0,0066	0,0066	0,0066	0,0064	55%
CO	0,5390	0,5390	0,6053	0,6053	0,6030	0,9730	0,9203	1,035	1,080	1,253	1,096	1,403	1,250	1,233	1,338	148%
CON MVs	0,0024	0,0024	0,0030	0,0030	0,0030	0,0045	0,0042	0,0050	0,0055	0,0066	0,0065	0,0066	0,0066	0,0066	0,0066	147%
SO2	3,3222	3,3222	11,1986	11,1993	11,3651	8,8669	8,3714	8,632	9,917	11,330	12,269	12,278	12,274	13,391	8,995	171%
Emissions totales	3,866	3,866	11,812	11,813	11,976	9,849	9,301	9,678	11,007	12,594	13,375	13,694	13,535	14,636	10,343	168%

Il faut dire que les émissions imputables à cette catégorie sont dominées par le transport routier et ferroviaire qui à eux seuls représentent 90% des combustibles brûlés dont 70% pour le diesel en 2017. La hausse légère des émissions due aux activités du transport s'explique par l'augmentation du parc automobile avec plus de 100 000 nouveaux véhicules achetés entre 2012 et 2017 en plus du fait d'avoir un parc de poids lourds vieillissants.

Figure 26: Tendence des émissions de GES indirects du Transport

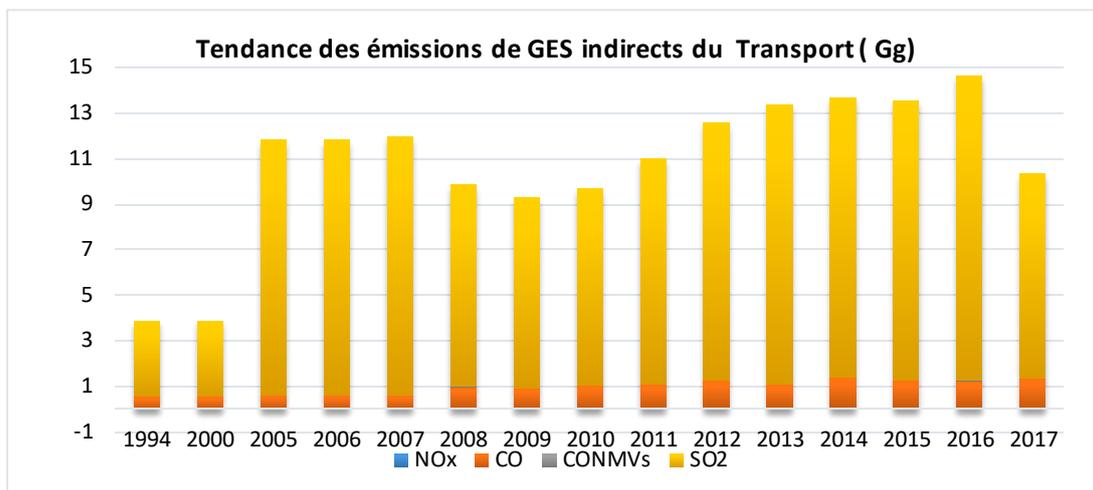


Figure 2728;16a-16b ,Répartition comparative des émissions de GES indirects du Transport

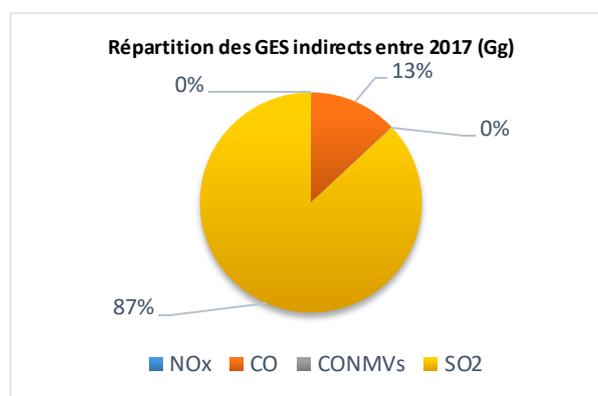
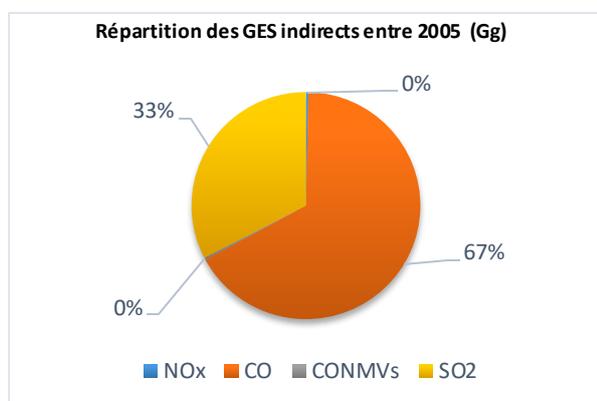


Tableau 30: Facteurs d'émission par défaut appliqués au Transport

FACTEURS D'EMISSION PAR DEFAUT POUR LA COMBUSTION STATIONNAIRE DANS LES INDUSTRIES ENERGETIQUES (kg de gaz à effet de serre par TJ sur une base calorifique nette)			
COMBUSTIBLES/Routier	Valeur par défaut		
	CO2	CH4	N2O
Essence	69 300	33	3,2
Diesel	74 100	3,9	3,9
COMBUSTIBLES/Aérien			
Kérosène	71 500	0,5	2
COMBUSTIBLES/Navigation			
Diesel	74 100	7	2
Fioul lourd	77 400	7	2
COMBUSTIBLES/Ferroviaire			
Diesel	74 100	4,15	28,6

Méthodologie

L'approche méthodologique utilisée pour estimer les GES imputables au transport routier, aux véhicules de chemin de fer et de la navigation, au du transport aérien domestique est basée sur Les Lignes directrices 2006 du GIEC, l'approche de Niveau1 est donc celle retenue pour l'estimation des émissions des GES.

Deux types de données indépendantes ont été utilisés pour estimer les émissions :

Les sorties/entrées des entrepôts nationaux à savoir trois, dont Libreville, Ndjolé et Moanda par quantité et type ;

Valider les statistiques sur les combustibles et les données et corrections si nécessaire par croisement ou comparaison ;

Estimer les émissions de CO2

Estimer les émissions de CH4 et N2O

Ces données sur la consommation de combustible par type de transport sont directement collectées auprès des distributeurs de produits pétroliers avant d'être croisés à celles des dépôts nationaux.

Ces émissions sont régies par une équation du type suivant :

Équation 3: Emission de GES imputable au transport routier

L'approche de Niveau 1 calcule les émissions de CO₂ en multipliant la quantité estimée de carburant vendu par un facteur d'émission par défaut du CO₂. Cette approche est représentée par l'Équation 3.2.1.

ÉQUATION 3.2.1
CO₂ IMPUTABLE AU TRANSPORT ROUTIER

$$Emission = \sum_a [Carburant_a \cdot EF_a]$$

Où :

Émission Émissions de CO₂ (kg)

Carburant_a = carburants vendus (TJ)

FE_a = facteur d'émission (kg/TJ). Il est égal à la teneur en carbone du carburant multipliée par 44/12.

a = type de carburant (par exemple, essence, diesel, gaz naturel, LPG, etc.)

Le facteur d'émission du CO₂ prend en compte tout le carbone du carburant y compris celui émis comme CO₂, CH₄, CO, COVNM et particules². Tout carbone dans le carburant obtenu de la biomasse devrait être rapporté

Pour les gaz précurseurs, ou les GES indirects tels que CO, COVNM, SO₂, les particules et NO_x, le Guide EMEP/Corinair a été utilisé. Les équations suivantes ont été appliquées pour estimer les émissions indirectes :

A partir du CH₄ : EntréesCO₂ = Émissions CH₄ • 44/16 ;

A partir du CO : EntréesCO₂ = Emissions CO • 44/28 ;

Pour les COVNM : EntréesCO₂ = ÉmissionsCOVNM • C • 44/12 où C'est la fraction de carbone dans les COVNM par masse (défaut = 0,6) ;

Pour le Nox : EntréeCO₂ = EmissionNO_x•FENO_x•44/28 ;

Où, $Emission_{Nox} = NO_2 \cdot 14/46$ et FE est le Facteur d'émission.

Améliorations prévues dans la catégorie transport

Les améliorations attendues et souhaitées dans la catégorie transport concernent une plus grande connaissance du secteur des transports en effectuant des enquêtes afin de maîtriser un certain nombre de paramètres tels que les modes de transport et les motorisations utilisées, le nombre de tracteurs, de véhicules particuliers de poids, de bus, les sources d'énergie utilisées etc. ainsi que les rendements thermiques de ces modes de transport. Il faut dire aussi que les services des immatriculations ne disposent pas à ce jour de fichiers des immatriculations à jour. Une disposition réglementaire devrait obliger les propriétaires d'engins et véhicules immatriculés de déclarer les mises à la casse de ces moyens roulants. Ici aussi un référentiel national devra être mis en place à la suite d'une enquête exhaustive.

4.4.4 Autres secteurs

Description de la catégorie

La catégorie Autres secteurs inclut, l'Agriculture/foresterie/pêche, secteur résidentiel, secteur commercial et institutionnel conformément aux Lignes Directrices 2006 du GIEC.

Les émissions de GES proviennent essentiellement de la combustion de combustible pour l'autoproduction d'électricité sur sites isolés et de la production de chaleur pour ces processus industriels et la cuisson. L'industrie agroalimentaire est dominée par la production sucrière et la production d'huile de palme. Une autre partie concerne la production de caoutchouc but à partir des champs d'hévéa. La biomasse (déchets de cannes et de palmiers à huile ou résidus de raffinerie la stéarine) sert à produire de l'électricité avec des niveaux de valorisation à des fins énergétiques de l'ordre de 100%. Par ailleurs, une part importante des GES dans la foresterie provient de l'outillage et des machines forestières consommant du diesel utilisé pour les besoins d'exploration forestière.

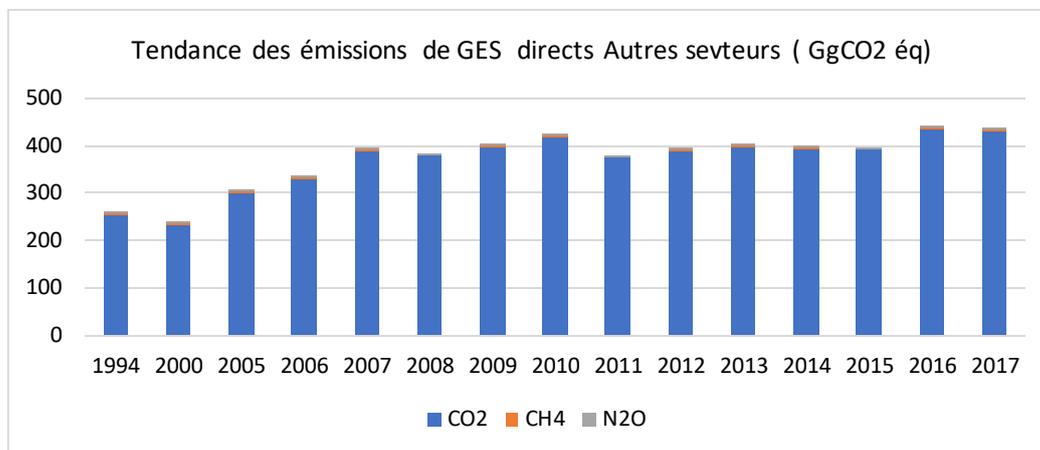
Tableau 31: Evolution des émissions de GES directs Autres secteurs

Autres catégories	Evolution des émissions totales de GES directs (Gg CO ₂ équivalent)															Var (%) 2005-2017
	1994	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
CO ₂	251,2	233,5	297,8	327,5	386,0	377,2	396,7	417,3	373,4	388,1	395,9	391,8	390,1	432,1	431,1	45%
CH ₄	6,4	4,3	5,3	3,6	6,4	2,3	3,5	2,9	2,7	3,9	3,5	3,8	3,6	4,4	4,0	-25%
N ₂ O	1,7	1,2	1,5	1,2	1,9	1,1	1,3	1,2	1,1	1,4	1,3	1,3	1,3	1,5	1,4	-5%
Emissions totales	259,2	239,1	304,6	332,4	394,3	380,6	401,5	421,5	377,2	393,4	400,6	396,9	395,0	438,0	436,5	43%

Comme le montre les données ci-dessus, on observe une augmentation progressive et soutenue du niveau d'émission de GES. Deux raisons expliquent ce fait, l'augmentation de l'exploitation

forestière et des activités de transformation, avec 75% d'obligation de transformation locale, passant de 600 407 m³ de grumes en 2010 à 1 680 000 m³ en 2017. Alors que la production d'huile rouge est passée de 6 798 tonnes en 2010 à 7 407 de tonnes en 2017.

Figure 28: Tendence des émissions de GES directs Autres secteurs



Dans ces catégories où l'on retrouve les ménages, les institutions et les autres services consommant essentiellement des combustibles fossiles pour des besoins de production de chaleur, après une tendance baissière légère des volumes des émissions de CO₂ en 1994 et 2000, nous constatons à partir de 2010 que ces émissions sont reparties à la hausse avant presque se stabiliser entre 2010 et 2015. Toutefois, depuis 2016 le volume des émissions de CO₂ a amorcé à nouveau une augmentation légère. Donc globalement nous pouvons évoquer une tendance à la stagnation.

Cela s'explique notamment par la baisse des activités commerciales entre 2014 et 2016 évaluée à 10% par le Ministère en charge de l'économie, ce qui se répercute sur le pouvoir d'achat et la consommation des ménages.

Pour les émissions de gaz directs autres que le CO₂, les émissions de CH₄ dominent avec près de 60 à 70 % des volumes émis. Il faut dire que l'essentiel du CH₄ provient des ménages, des services d'hôtellerie et des centres de santé (cuisson et électricité) qui ont recours au gaz et au groupes électrogènes pour les besoins en électricité dus aux délestages récurrents depuis 2010 où la tendance à l'autoproduction d'électricité s'est beaucoup répandue car il faut préciser qu'en zone urbaine, 12% de la population n'a toujours pas accès à l'électricité courante.

Tableau 32: Evolution des émissions de GES indirects Autres secteurs

Autres secteurs	Evolution des émissions de GES indirects (Gg)															Var (%)
	1994	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2005-2017
NOx	0,046	0,043	0,070	0,081	0,081	0,071	0,098	0,067	0,064	0,067	0,077	0,071	0,067	0,079	0,082	92%
CO	0,011	0,010	0,026	0,027	0,029	0,027	0,034	0,016	0,015	0,016	0,018	0,017	0,016	0,019	0,019	92%
CONMV _s	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	92%
SO ₂	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	#DIV/0!
Emissions totales	0,057	0,053	0,096	0,109	0,111	0,098	0,132	0,083	0,079	0,083	0,096	0,088	0,083	0,098	0,101	92%

Pour les émissions de gaz indirects, les émissions de NO_x constituent la principale source GES avec près de 70 à 80 % des volumes émis pour cette catégorie. Il faut dire que l'essentiel du NO_x provient aussi des ménages, des services d'hôtellerie et des centres de santé (processus thermiques) dont les causes ont été évoquées au paragraphe ci-dessus.

Figure 29: Tendence des émissions de GES indirects Autres secteurs

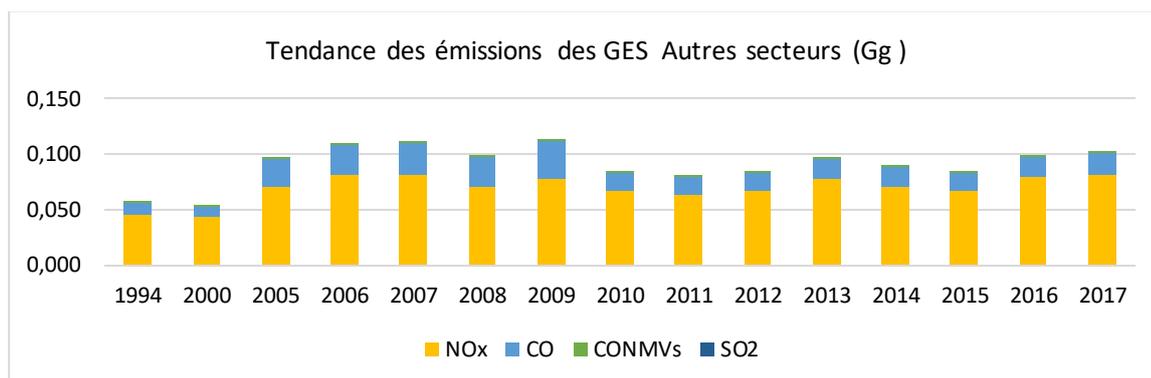


Figure 30: 19a-19b , Répartition comparative des émissions de GES indirects Autres secteurs

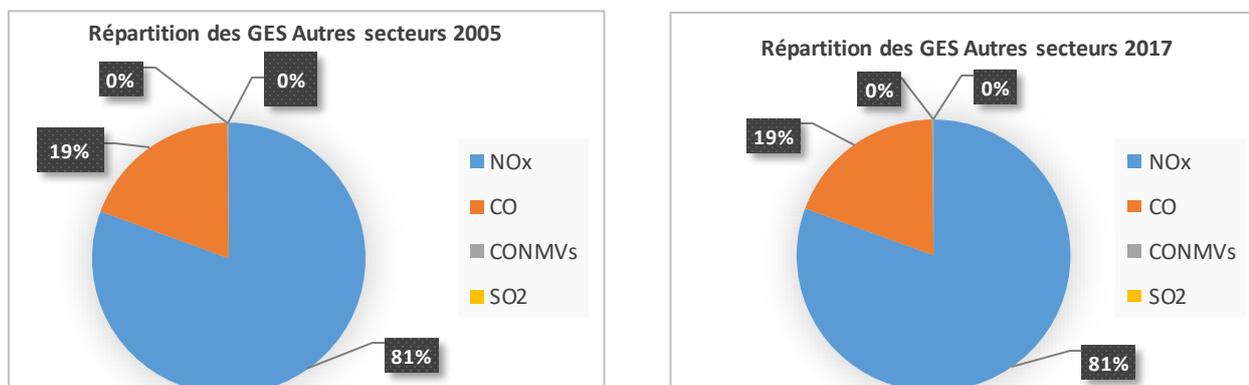


Tableau 33: Facteurs d'émission par défaut appliqués à Autres secteurs

FACTEURS D'EMISSION PAR DEFAUT POUR LA COMBUSTION STATIONNAIRE DANS LES INDUSTRIES ENERGETIQUES (kg de gaz à effet de serre par TJ sur une base calorifique nette)			
COMBUSTIBLES/Institution et Résidentiel	Valeur par défaut		
	CO2	CH4	N2O
GPL	69 300	33	3,2
Biomasse	74 100	3,9	3,9
Autres kérosène	79100	10	0,6
COMBUSTIBLES/Agro/Foresterie/Pêche			
GPL	63100	5	0,6
Diesel	74100	10	
Biomasse	100000	300	4
Autres kérosène	79100	10	0.6

Méthodologie

L'approche méthodologique utilisée pour estimer les GES imputables à Autres secteurs est celle recommandée par les Lignes directrices du GIEC 2006 pour les inventaires nationaux de GES. Pour un pays comme le Gabon qui ne dispose pas de données suffisamment désagrégées, l'approche de Niveau1 est donc celle retenue pour l'estimation des émissions des GES.

Les données sur la consommation de combustible par la catégorie Autres secteurs, sont directement issues des bilans énergétiques nationaux, dont les données proviennent soit des campagnes annuelles de collectes auprès des données auprès des administrations et des opérateurs économiques, soit elles proviennent des enquêtes menées par la Direction Générale des Statistiques du ministère de l'économie.

Pour les gaz précurseurs, ou les GES indirects tels que CO, COVNM, SO2, les particules et NOx, le Guide EMEP/Corinair a été utilisé. Les équations suivantes ont été appliquées pour estimer les émissions indirectes :

A partir du CH4 : EntréesCO2 = Émissions CH4 • 44/16 ;

A partir du CO : EntréesCO2 = ÉmissionsCO • 44/28 ;

Pour les COVNM : EntréesCO2 = ÉmissionsCOVNM • C • 44/12 où C'est la fraction de carbone dans les COVNM par masse (défaut = 0,6) ;

Pour le Nox : EntréeCO2 = EmissionNOx•FENOx•44/28 ;

Où, EmissionNox = NO2•14/46 et FE est le Facteur d'émission.

Améliorations prévues dans les Autres catégories

L'amélioration attendues et souhaitées dans autres (résidentiel, institutions, agriculture, foresterie, pêche, services) catégorie concernent plus la nécessité d'avoir une meilleure connaissance des volumes de production du bois de chauffage et du charbon de bois encore appelés biomasse traditionnelle consommée notamment par les ménages et les restaurants. Un catalogue par classe d'activités des intervenants dans cette catégorie ainsi que des processus mis en jeu par eux est impératif. Plusieurs parmi eux sont détenteur de groupes électrogènes dont les caractéristiques ne sont pas bien connues. Nous recommandons ici également une enquête dans ces secteurs d'activités aux fins d'une meilleure estimation des émissions sur la base des paramètres qui vont être ainsi déterminés ou identifiés.

4.5 Emissions fugitives

Description de la catégorie

Les émissions fugitives regroupent les activités des sites off-shore et onshore, les infrastructures de transport, de transformation et de distribution des producteurs de pétrole et de gaz naturel ainsi que de prestations des services pétroliers. Les émissions sont essentiellement dues aux phénomènes de ventilation et de torchères accompagnant l'exploitation des gisements de pétrole brut et de gaz naturel.

L'essentiel du marché national est approvisionné par la Société Gabonaise de Raffinerie (SOGARA), mais d'après les données collectées auprès de la SGEPP, on note l'existence de flux en importations/exportation de produits pétroliers. La production de brut a atteint 449 708,92 TJ en 2017, celle du gaz naturel 102 086 TJ et pour les besoins de génération d'électricité, 18 824,43TJ de combustibles fossiles ont été consommés. Mais 80% du brut est exporté alors que pour le GN une partie du gaz traité est consommée par le marché local pour la génération d'électricité et une autre partie du gaz mêlé est soit brûlée à la torchère soit consommé comme gaz lift pour l'extraction du brut et comme combustible pour l'industrie énergétique.

Tableau 34: Evolution de la production nationale de pétrole brut et de gaz naturel

Production Nationale	Evolution de la production nationale de pétrole brut et de gaz															Var (%)
	1994	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2005-2017
Pétrole brut (Mt)	17	16	18	18	12	13	12	12	12	12	12	11	11	12	17	-10%
Gaz naturel (Mm3)	3 397	2 723	2 663	3 565	3 565	3 412	3 292	3 274	3 211	2 613	2 692	2 488	2 256	2 432	3 397	104%

Sources : Bilan énergétique MEE 1994-2000, Tableau de Bord de l'Economie Gabonaise 2006-2016

Comme nous le remarquons sur ce Tableau 29, pour les années 1994 et 2000 et la série temporelle 2010-2017, la production nationale de pétrole brut va continuellement à baisser pour atteindre presque moins 40% en 2017 et, de l'autre côté la production de gaz naturel va continuer de baisser pour atteindre moins 13% en 2017. La baisse du brut s'explique principalement par l'assèchement des puits de pétrole alors que l'augmentation de la quantité de GN s'explique par à l'entrée en production des nouveaux gisements de gaz et de gros producteur comme PERENCO. Les industries énergétiques demeurent la première catégorie émettrice de GES sur l'ensemble de la série temporelle. Ses émissions vont présenter une augmentation soutenue avec une multiplication par un facteur moyen de 1,3 fois sur la série 2010-2017 portées essentiellement par la génération d'électricité et l'industrie pétrolière.

Méthodologie

Les méthodologies utilisées pour estimer les GES imputables aux émissions fugitives sont celles des Lignes directrices du GIEC 2006 pour les inventaires nationaux de GES. La méthode de Niveau1 est donc celle retenue.

Celle-ci tient compte des données sur la quantité de combustible brûlé dans la catégorie et du FE par défaut recommandé par le GIEC si le pays ne dispose pas de ses propres FE. Ces émissions de la combustion stationnaire produit du CO₂, CH₄, N₂O et aussi CO, NO_x, COVNM.

Elle est traduite par l'équation générale suivante :

Équation 4: Emission de Ges imputable à la combustion stationnaire

ÉQUATION 2.1	
ÉMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE IMPUTABLES A LA COMBUSTION STATIONNAIRE	
$Emissions_{GES,comb.} = Consommation_{combustible_{comb.}} \cdot Facteur\ d'\acute{e}mission_{GES,comb.}$	

Où :

Émissions _{GES,comb.}	=	émissions d'un gaz à effet de serre donné par type de combustible (kg GES)
Consommation combustible _{comb.}	=	quantité de combustible brûlé (TJ)
Facteur d'émission _{GES,comb.}	=	facteur d'émission par défaut d'un GES donné par type de combustible (kg gaz/TJ). Pour le CO ₂ , il inclut le facteur d'oxydation du carbone, estimé être 1.

Pour le CO₂, le FE inclut le facteur d'oxydation qui est 1. La consommation de combustible provient de plusieurs sources nationales comme le bilan énergétique national et complétée au besoin par des données du bilan énergétique du pays préparé par des organisations internationales telles que l'AIE ou l'AFREC.

Les données sur les émissions fugitives sont directement collectées chez les producteurs des sous-catégories concernées soit par des enquêtes soit par le rapport annuel d'activités. Mais les données sur le gaz et le pétrole sont obtenues indirectement à partir des tableaux de bord de l'économie.

Pour les gaz précurseurs, ou les GES indirects tels que CO, COVNM, SO₂, les particules et NO_x, le Guide EMEP/Corinair a été utilisé. Les équations suivantes ont été appliquées pour estimer les émissions indirectes :

A partir du CH₄ : Entrées CO₂ = Émissions CH₄ • 44/16 ;

A partir du CO : Entrées CO₂ = Émissions CO • 44/28 ;

Pour les COVNM : Entrées CO₂ = Émissions COVNM • C • 44/12 où C'est la fraction de carbone dans les COVNM par masse (défaut = 0,6) ;

Pour le NO_x : Entrée CO₂ = EmissionNO_x•FENO_x•44/28 ;

Où, Emission NO_x = NO₂•14/46 et FE est le Facteur d'émission.

Tableau 35: Evolution des émissions de GES directs des émissions fugitives

Emissions fugitives	Evolution des émissions de GES (Gg CO2 équivalent)															Variation (%)
	1994	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	1994-2017
CO2	1317	1054	962	975	1034	952	940	1080	1017	922	898	873	899	895	813	-16%
CH4	1246	995	831	1148	1171	1106	1071	1126	1087	921	929	875	834	871	991	19%
N2O	5	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	-20%
Emissions totales	2568	2053	1796	2126	2208	2061	2013	2209	2107	1847	1829	1752	1736	1769	1807	1%

Le tableau 30 ci-dessus montre que pour les années 1994 et 2000 et pour la série 2010-2017, 45 à 52% des émissions sont du CO2, entre 55 et 48% proviennent des autres gaz en tête desquels on trouve le CH4.

Globalement, les émissions liées aux émissions fugitives présentent une tendance baissière avec un taux moyen de régression de moins 5% pour volume d'émissions au plus bas atteint en 2017 à 1736 GgCO2 équivalent contre 2568 Gg CO2 équivalent en 1994, soit une diminution de près de 30%. Celles-ci s'expliquent en partie dans le cadre des activités pétrolières et gazière à la baisse simultanée des volumes de production de pétrole brut et de gaz naturel respectivement de 30% et 13%.

Figure 31: Tendance des émissions de GES directs des émissions fugitives

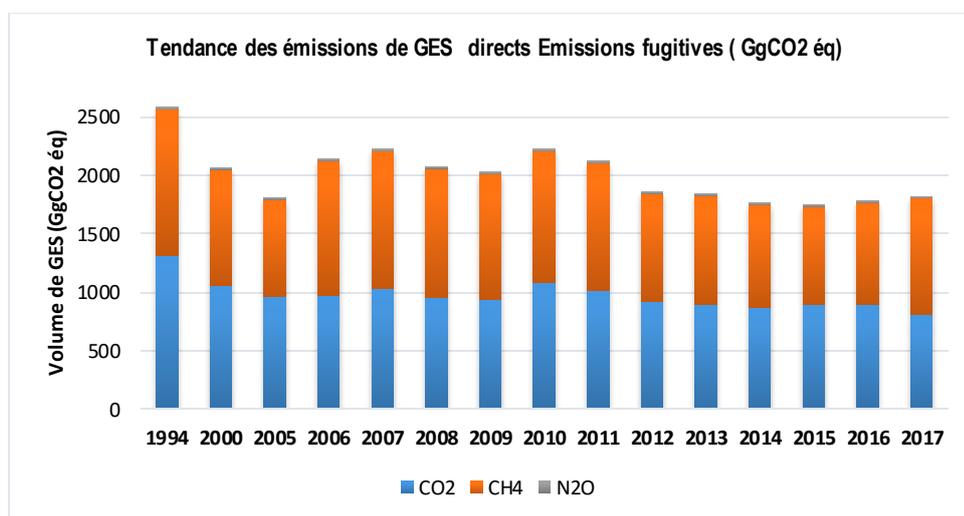


Tableau 36: Facteurs d'émission par défaut appliqués aux industries énergétique/émissions fugitives

(kg de gaz à effet de serre par TJ sur une base calorifique nette)			
COMBUSTIBLE	CO2	CH4	N2O
	Valeur par défaut		
Pétrole brut	73 300	3	0,6
Gaz naturel	64 200	3	0,6
Essence	69 300	3	0,6
Kérosène	71 500	3	0,6
Autre kérosène	71 900	3	0,6
Diesel	74 100	3	0,6
Fioul lourd	77 400	3.8E-04 à 2.3E-03/ 3.8E-04 à 2.3E-03	2.1E-08/ NA
GPL	631 000	1	0,1
Bitume	80 700	3	0,6
Emissions fugitives pétrole ventilation/torchère	0,0001125/ 4.1E-02	0,000855/ 2,95E-05	NA / 7,6E-07
Emissions fugitive gaz ventilation / Torchère	0,1065/ 0,00425	0,000182/ 2,85E-06	NA / 6,4E-08

Améliorations prévues dans la catégorie industries énergétiques

Les améliorations attendues et souhaitées dans la catégorie industries énergétique concernent plus la nécessité de collaboration des producteurs de pétrole et de gaz naturels et une plus grande transparence sur les volumes de gaz vendus et de leurs différents clients, l'objectif étant d'avoir accès à ces données en temps et en heures. En matière de paramètre (facteurs d'émission, type de technologies, rendements...) le Gabon devrait commencer à envisager de réaliser ces propres études en vue de se constituer un référentiel national en matière de calcul des émissions notamment pour les catégories clés. Cette étude devra couvrir l'ensemble de la chaîne de valeur des produits énergétique (exploration, production, transformation et consommation). Tout en définissant clairement les processus mis en jeu tout au long du cycle des activités.

4.6 Contrôle qualité/assurance qualité

Pour effectuer le contrôle qualité des données utilisées dans le cadre de cet inventaire, nous-nous sommes appuyés sur les recommandations des Lignes Directrices 2006 du GIEC pour l'ensemble des données d'activité et des facteurs d'émissions.

Ainsi, pour la combustion stationnaire des combustibles nous avons suivi les procédures AQ/CQ spécifiques permettant d'optimiser la qualité des estimations des émissions imputables à la combustion stationnaire qui sont présentées au Tableau 2.17 Volume 2. S'agissant de la combustion mobile des combustibles, nous avons suivi les procédures AQ/CQ spécifiques permettant d'optimiser la qualité des estimations des émissions imputables à la combustion mobile qui sont présentées aux chapitres 4 et 6 du Volume 1 des Lignes Directrice 2006 du GIEC.

Pour l'examen des facteurs d'émissions, le calcul des émissions, la comparaison des estimations des émissions et la vérification des données dans les deux cas, nous-nous sommes assurés :

Que toutes les données utilisées proviennent des bilans énergétiques du MEE ;

De documenter les sources des données et la méthode de collecte et tenant compte de l'exhaustivité des données collectées ;

Que les facteurs d'émissions et les incertitudes appliquées soient ceux recommandés par les Lignes Directrices 2006 du GIEC car, le Gabon ne dispose pas de ses facteurs spécifiques ;

Que pour la saisie des données dans l'approche sectorielle, l'ensemble des 7 sections de la feuille de travail soient renseignées ;

Que nous avons procédé à un benchmark régional en matière de distance moyenne et des consommations moyennes par transport modal et par type de véhicule en tenant compte du nombre moyen des passagers transportés et des tonnages.

L'inventaire des GES dans le secteur de l'énergie, au Gabon, a couvert les catégories suivantes des Lignes Directrices 2006 du GIEC : industries énergétiques, énergies manufacturières et construction, transport, autres secteurs (commercial et institutionnel, résidentiel, agriculture/foresterie/pêche), émissions fugitives. Les gaz reportés sont : CO₂, CH₄, N₂O en utilisant les Lignes Directrices 2006 du GIEC et CO, NO_x, COVNM, SO₂ en utilisant le guide EMEP CORINAIR.

Le secteur de l'énergie a émis en 2017, 3813,987 Gg CO₂ équivalent alors qu'en 1994 il avait émis 2579,58 Gg CO₂ équivalent, soit une augmentation 47,85 % par rapport au niveau de 1994. En 2017, la contribution de chaque catégorie aux émissions totales se présente comme suit : industries énergétiques 31,98 %, industries manufacturières et construction 10,03 %, transport 25,08 %, autres secteurs (commercial et institutionnel, résidentiel, agriculture/foresterie/pêche) 11,31 % et émissions fugitives 21,59 %.

La contribution de chaque gaz est comme suit : CO₂ (99,7 %), CH₄ (0.03 %) et N₂O(0 %).

Le CO₂ est le gaz le plus émis en 2017, soit 3802,625 Gg alors qu'en 1994 le CO₂ émis était de 2519,974 Gg, cela représente une augmentation de près de 50,90 % par rapport au niveau de 1994. Cette augmentation des émissions de CO₂ est en grande partie dues :

Aux industries énergétiques qui ont vu leurs émissions multipliées par un facteur 3, passant de 394,58 Gg en 1994 à 1219,74 Gg en 2017 ;

Au secteurs du transport qui a vu ses émissions être multipliées par un facteur 2,5 passant de 380,26 Gg en 1994 à 956,61 Gg en 2017.

Les données d'activité utilisées dans le cadre de cet inventaire sont pour la plupart des données nationales alors que les facteurs d'émission et paramètres sont des données par défaut des Lignes

Directrices 2006 du GIEC (pour les GES directs) et de EMEP CORINAIR (pour les précurseurs de GES).

Les domaines d'amélioration majeurs identifiés lors de l'élaboration de l'inventaire concernent prioritairement trois catégories et sont liés notamment aux Industries énergétiques, Transport et Emissions fugitives et plus spécifiquement ces améliorations porteront sur les actions mentionnées au paragraphe ci-dessus.

5. Secteur Procédés Industriels

5.1 Aperçu du secteur Procédés industriels et utilisation des produits

Les procédés industriels sont les moyens techniques par lesquels les matériaux subissent une transformation physique ou chimique pour obtenir un nouveau produit. Au cours de cette transformation, différents gaz à effet de serre comprenant le CO₂, CH₄, N₂O, COVNM et les PFC peuvent être émis.

Conformément au canevas du rapport national de l'inventaire des GES, les industries de transformation de matières minérales existantes au Gabon et répondant à la définition ci-dessus, se présentent ainsi qu'il suit :

Industrie minérale : fabrication des ciments (Société des Ciments du Gabon) ;

Industrie chimique (absence d'industrie) ;

Industrie métallurgique (absence d'industrie) ;

Industrie des produits non énergétique (absence d'industrie) ;

Industries électroniques (absence d'industrie) ;

Industrie des produits de réfrigération, extincteur et solvants (absence d'industrie) ;

Industries agro-alimentaires : Société des Brasseries du Gabon (SOBRAGA), Société Meunière du Gabon (SMAG), Sucrerie d'Afrique (SUCAF), Société Gabonaise De Torréfaction, (SIAT GABON production huile de cuisine).

Le secteur des PIUP gabonais est constitué d'une seule entreprise de transformation de calcaire en ciment et de moyennes entreprises alimentaires. Les activités de ce secteur représentent en 2014, 1,7 % du PIB.

Utilisation des produits

Concernant l'utilisation des produits, il s'agit des hydrofluorocarbones (HFC) et à un degré beaucoup plus limité, des hydrocarbures perfluorés (PFC), qui servent d'alternatives aux substances appauvrissant l'ozone (SAO) dans le cadre de l'élimination des SAO, conformément au Protocole

de Montréal. Les domaines d'application actuels et prévus des HFC et PFC incluent (GIEC/TEAP, 2005) :

La réfrigération et la climatisation ;

Les extincteurs et équipements de protection contre les explosions ;

Les aérosols ;

Les solvants ;

Les mousses injectées ;

D'autres application

Sources des données pour l'inventaire des GES

Les données collectées sont consignées dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 37: Sources des données d'inventaires

Liste des catégories de sources et de puits de GES du secteur (lister ci-dessous les catégories de votre secteur et remplir le tableau)	Nature de données (distinguer données d'activité, facteurs d'émission et paramètres)	Sources de données (documents de références)	Principaux fournisseurs de données (institutions détentrices de la donnée)
Industries Minérale et autres industries : Aliments et boissons	Facteur Émission, données d'activité	Lignes Directrices GIEC 2006, Tableau de bord	The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2006, Ministère de l'Économie
Substitut des SAO (HFCs)	Facteur Émission, données d'activité	Lignes Directrices GIEC 2006, Base de données	The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Direction Générale des Douanes

5.2 Tendances des émissions totales par catégorie

Les résultats observés ci-dessous montrent que la période de 2010 à 2012 pour les industries minérales et industries alimentaires ont connu une forte croissance d'émission de CO₂ et de CO₂VM dû au plan Stratégique Gabon Emergent.

Tableau 38: Emissions de GES (Gg CO2 équivalent).

Catégories de sources et de puits de GES (lister ci-dessous les catégories de votre secteur et remplir le tableau)	Emissions de GES (Gg CO2 équivalent)										Variation (%)
	1994	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	1994-2017
Industrie minérale	64,08	90,05	115,818	104,178	65,776	80,316	29,2379	0,00	0,00	0,00	
autres industries : Aliments et boissons	1,732	2,076	56,872	56,907	56,922	1,868	1,866	1,788	1,471	1,431	
Substitut des SAO (HFCs)			24,9596	45,2929	63,1017	69,7944	78,5561	80,942	82,2468	82,4813	

Figure 32: Histogramme sur les émissions de CO2 (Gg) de l'industrie du ciment

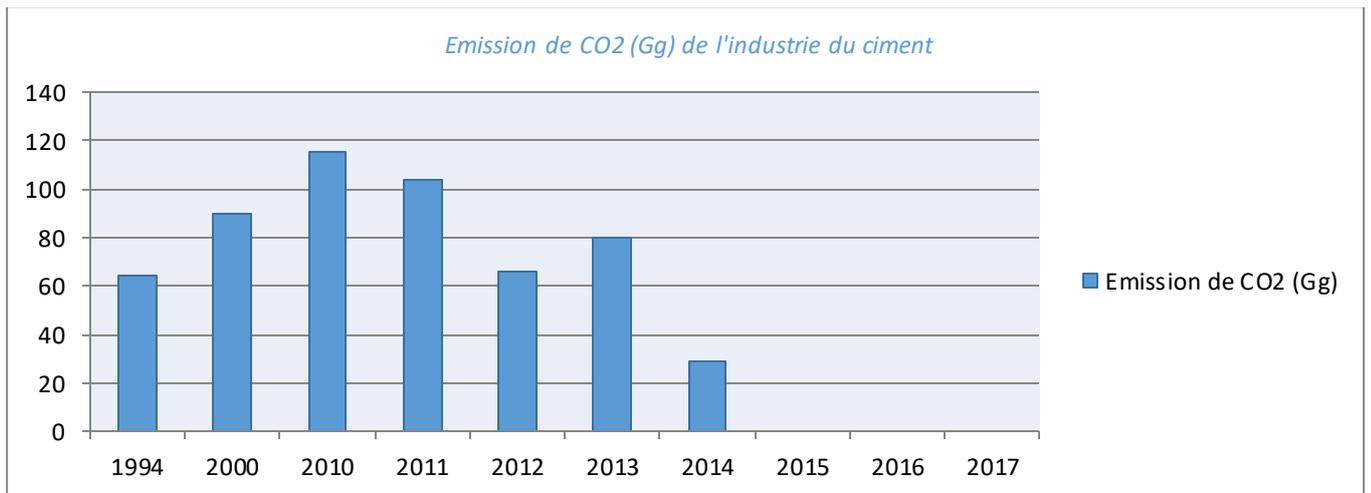


Figure 33: Histogramme sur les émissions de COVNM en Gg

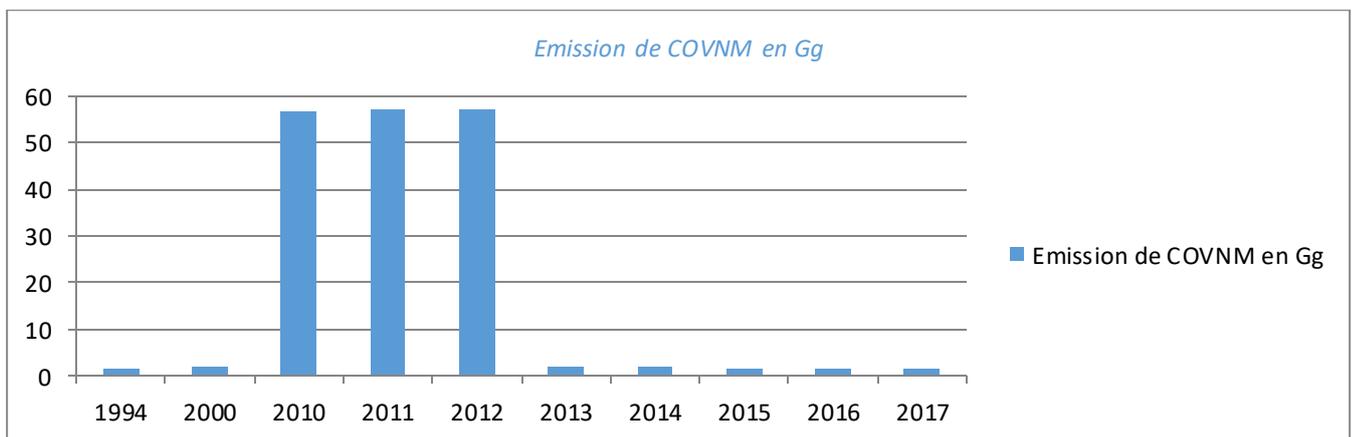
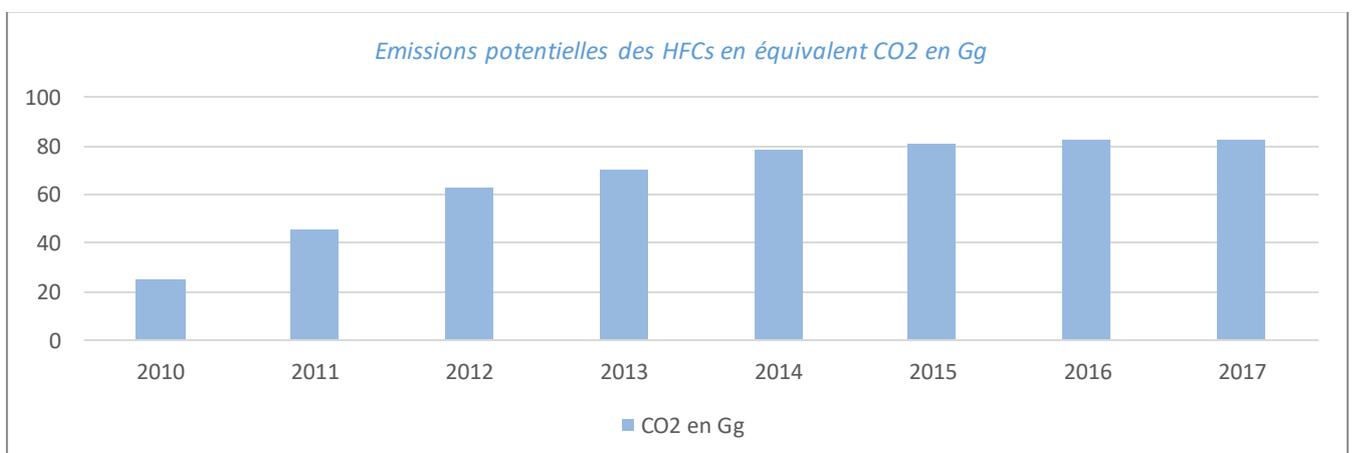


Figure 34: Histogramme sur les émissions potentielles des HFCs en équivalent CO2 en Gg



Les émissions potentielles totales des Hfc en équivalent CO2 augmentent de 2010 jusqu'en 2015, puis se stabilisent sensiblement jusqu'en 2017 dû à la diminution des importations au fil des années et à l'introduction progressive des gaz naturels dans les nouveaux systèmes de réfrigérations.

Tendance des émissions totales par gaz

5.3 Tendance des émissions par gaz directs

Tableau 39: Émissions de GES (Gg CO2 équivalent) par gaz directs

GES directs	Émissions de GES (Gg CO2 équivalent)										Variation (%) 1994-2017
	1994	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
CO2	64,08	90,05	115,818	104,178	65,776	80,316	29,2379	0,00	0,00	0,00	

Histogramme sur les émissions de CO2 en Gg de l'industrie du ciment (Cf. figure 35)

Tendance des émissions par gaz indirects

Tableau 40: Émissions de GES (Gg CO2 équivalent) par gaz indirects

GES indirects	Émissions de GES (Gg)										Variation (%) 1994-2017
	1994	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
CONVM	1,732	2,076	56,872	56,907	56,922	1,868	1,866	1,788	1,471	1,431	

Histogramme sur les émissions de COVNM en Gg (Cf. figure 36).

5.4 Présentation des catégories du secteur Procédés industriels et utilisation des produits

Description

Les procédés industriels sont les moyens techniques par lesquels les matériaux subissent une transformation physique ou chimique pour obtenir un nouveau produit. Différents gaz à effet de serre comprenant le CO2, CH4, N2O, COVNM sont émis au cours de cette transformation. En ce qui concerne le Gabon, nous verrons les émissions de CO2 et des COVNM qui sont les principales émissions dans le cadre des procédés industriels.

Méthodologie de collecte des données concernant les procédés industriels

La collecte des données concernant les procédés industriels s'est élaborée par la consultation des tableaux de bord de l'économie gabonaise publiés par la Direction Générale de l'Economie pour la

période 1994 à 2016 puis la rencontre des responsables des administrations et/ou des entreprises susceptibles de fournir les informations sur les productions nationales.

Pour le secteur Procédés industriels, deux niveaux méthodologiques ont été considérés, la méthodologie de Niveau 2 a été utilisée pour l'industrie minérale dû à la disponibilité des données sur la production réelle de clinker auquel le facteur d'émission et le pourcentage de perte des poussières du four par défaut du GIEC 2006 ont été appliqués.

L'équation 2.2 des lignes directrices de GIEG 2006 du volume sur l'industrie minérale pour la sous-catégorie 2A1 Production de ciment, utilisée est la suivante :

$$\text{Emissions CO}_2 = M_{ci} * FE_{cl} * CF_{ckd}$$

Émissions CO₂ = émissions de CO₂ provenant de la production de ciment (en tonnes)

M_{ci} = poids (masse) de mâchefer produit de type i (en tonnes)

FE_{cl} = facteur d'émissions de mâchefer, tonnes CO₂/tonne mâchefer (Cf. discussion dans la section 2.2.1.2, Choix des facteurs d'émission, pour les niveaux 1 et 2 ci-dessous.) Ce facteur d'émission (FE_{cl}) n'est pas corrigé pour la poussière de four de ciment.

CF_{ckd} = facteur de correction d'émissions pour la poussière de four de ciment, illimité

Utilisation des Produits

La réfrigération et le conditionnement d'air sont basés sur le même mécanisme : un fluide, généralement de l'eau ou de l'air, est refroidi par l'évaporation d'un autre fluide. Le circuit réfrigérant, le dispositif comprenant un compresseur, l'évaporateur, le condenseur et l'expansion, fait partie intégrante de deux systèmes. Néanmoins, il existe des différences substantielles entre les systèmes de réfrigération et de climatisation, par exemple en ce qui concerne les composants, les méthodes de conception, les structures commerciales ou industrielles où ils sont installés et leur fonctionnement, de nature à justifier l'existence de deux secteurs de marché distincts.

La réfrigération est le procédé impliquant une réduction de la température du corps ou des fluides en général. Plus précisément, il est utilisé pour le stockage temporaire des marchandises périssables, à des températures jusqu'à -60 ° C.

La climatisation de l'air, est le processus qui permet de créer et de conserver des conditions de température, d'humidité relative et de pureté de l'air déterminées dans les environnements fermés. Ce processus permet donc généralement de maintenir le bien-être des personnes.

La demande en air conditionné explose dans le monde sous l'effet de l'élévation des températures. Mais paradoxalement le recours à la climatisation renforce les changements climatiques. Si les climatiseurs permettent de moins souffrir des effets du réchauffement climatique, ils contribuent aussi à le renforcer! Principalement en cause, les fluides réfrigérants (HFCs) utilisés dans ces installations, qui émettent des gaz à effet de serre. Après des années de discussion, l'inclusion des HFC dans le protocole de Montréal sur les substances appauvrissant la couche d'ozone, et donc leur élimination progressive a été décidée en octobre 2016 au Rwanda.

Le Gabon est un pays consommateur des équipements d'air conditionné et de réfrigération. Ce qui laisse entendre que la contribution à l'économie nationale est nulle.

Les émissions potentielles totales des Hfc en équivalent CO2 augmentent de 2010 jusqu'en 2015, puis se stabilisent sensiblement jusqu'en 2017 dû à la diminution des importations au fil des années et à l'introduction progressive des gaz naturels dans les nouveaux systèmes de réfrigérations.

Les émissions du seul HFC pur R134a étudié en équivalent CO2 sont de 3,29 Gg en 2010, 14 Gg en 2015 et 14,93 Gg en 2017.

Les émissions les plus importantes proviennent du R125 qui n'est pas un HFC pur. En 2010 elles sont de l'ordre de 13, 31 Gg, puis elles augmentent pour atteindre 40, 46 Gg en 2015 et 40, 66 Gg en 2017.

Figure 35: a1 et a2 Histogramme sur les émissions

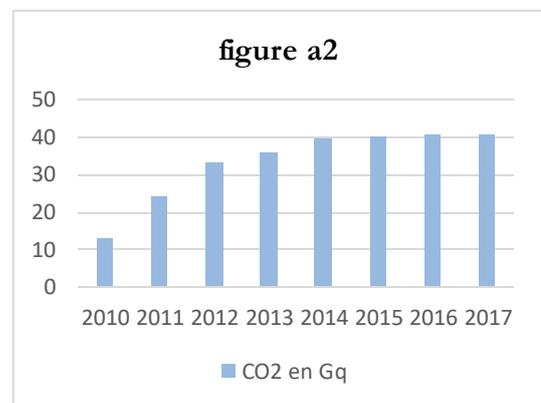
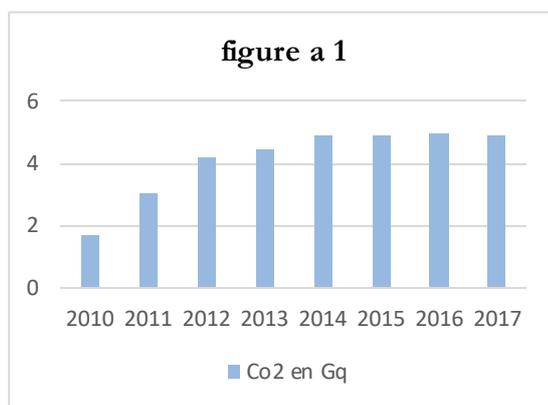


Figure 37: Histogramme sur les émissions

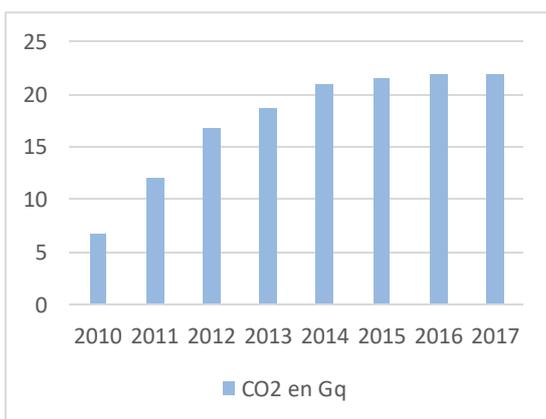
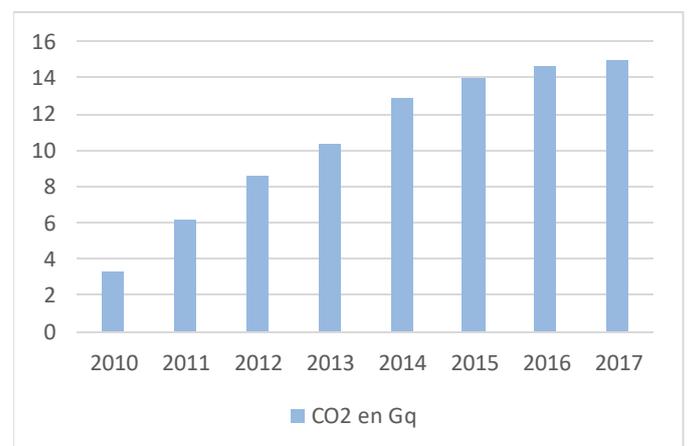


Figure 36: Histogramme sur les émissions potentielles



Méthodologie de collecte de données sur les HFC

La collecte de données sur les HFC s'est effectuée en prenant en compte des estimations de substances contenues dans les équipements auxquelles on additionne les substances importées en vrac dans des bombones. Ces derniers sont sous forme de substances pures ou d'éléments constitutifs d'un mélange.

La première étape consistait à rentrer en contact avec les sociétés identifiées comme importatrices des fluides frigorigènes en bombone. Ce processus nous a emmené à travailler avec certaines sociétés à savoir Sogafric-Services, la Gabonaise de Chimie et Air liquide. Ces dernières sont pressenties être les principaux importateurs déclarés de fluides frigorigènes dans le pays.

La deuxième étape a consisté à obtenir de la Direction Générale des Douanes, le nombre d'équipements importés afin d'estimer les quantités d'HFC qu'ils contiennent.

Les HFC utilisés pour cet inventaire sont : R32, R125a, R134a et R143a. Les quantités de ces gaz sont déduites à partir des mélanges de HFC 404a, 407C et 410a qui sont présentes sur l'ensemble du territoire. Seul le R134a est présent directement dans des bombones et les équipements à l'état pur sans mélange.

Enfin après l'estimation des quantités de HFC contenues dans les équipements et la déduction des proportions de fluides contenus dans les mélanges, les données obtenues sont introduites dans le logiciel du GIEC.

Pour l'utilisation des produits, le Niveau 1 a été utilisé pour l'estimation des émissions pour la catégorie clé 2F1 réfrigération et air conditionné avec la prise en compte de la durée de vie des équipements et des données de la banque. Les années 2005 et 2010 sont repérées comme étant les années d'introduction respective du R134A et des autres HFCs. La proportion de gaz détruit en fin de vie est estimée à 20 % (jugement d'expert). Concernant les autres paramètres (annexe 1), les taux de croissances des fluides furent calculés à partir des données des années précédentes et le reste des paramètres sont tirés du rapport du GIEC. Les émissions en équivalent CO₂ des années 2016 à 2017 proviennent des prévisions générées par le logiciel du GIEC (Annexe 4).

Les équations 7.1 et 7.2B, pour la sous-catégorie 2F1a Réfrigération et air conditionnée stationnaire, des lignes directrices de GIEG 2006 du volume sur les substituts des Substances appauvrissant la couche d'Ozone furent utilisées.

Equation 7.1 : Consommation nette d'un agent chimique dans une application spécifique

Consommation nette = Production + Importation – Exportation – Destruction

Equation 7.2 B : Emissions d'un agent chimique à partir d'une application avec des banques

Emissions annuelles = Consommation Nette * FEFY composite + Total du produit chimique en banque * FEB composite

Où :

Consommation nette = consommation nette pour l'application

FEFY composite = facteur d'émission composite pour l'application de la première année

Total du produit chimique en banque = banque de l'agent chimique pour l'application

FEB composite = facteur d'émission composite pour l'application pour la banque

Le facteur d'émission composite fait référence à un taux d'émission qui résume les taux d'émissions des différents types d'équipements, de produits ou plus généralement de sous applications à l'intérieur d'un domaine d'application SAO.

Les banques sont les quantités de produits chimiques qui ont été accumulés durant le cycle de vie soit dans les chaînes d'approvisionnement, les produits, l'équipement, soit dans les filières de déchets mais qui, à la fin de l'année la plus récente, n'ont pas été émis.

Concernant les autres paramètres (tableau 10), les taux de croissances des fluides furent calculés à partir des données des années précédentes et le reste des paramètres sont tirés du rapport du GIEC (tableau 9).

Les données provenant des procédés industriels sont répertoriées dans le tableau ci-dessous

Le facteur d'émission par défaut du GIEC utilisé est de 0,582.

Tableau 41: quantités de clinker produites de 1994 à 2017 (source : Cf. tableau3 Page8)

Année	Quantité en tonne
1994	110117,69
2000	154725,1
2010	199000
2011	179000
2012	113000
2013	138000
2014	20237
2015	0
2016	0
2017	0
Total	914079,79

Les données d'activités concernant les HFCs (Fgaz), sont indiquées dans le tableau ci-après :

Tableau 42: quantités alternatives importées en vrac et dans les équipements de 2010 à 2017.

Année	HFC (en tonne)			
	R134a	R143a	R32	R125
2010	230,016753	149,469074	248,819979	380,273735
2011	202,069021	123,54745	200,409173	309,076381
2012	171,764634	108,514692	182,602213	277,786312
2013	135,793516	46,7870728	44,1910025	85,4570991
2014	182,931054	51,7153952	69,378306	116,127864
2015	74,5796816	20,2810608	11,439775	28,8845226
2016	22,199256	6,710912	5,76413	11,639214
2017	11,87568	3,1174	5,85137	8,57055
Total des importations	1031,229595	510,1430563	768,4559482	1217,815678

Tableau 43: paramètres des équipements de froid (Source : volume 3 des Lignes directrices du GIEC 2006

ESTIMATIONS ¹ DE LA CHARGE, DE LA DUREE DE VIE ET DES FACTEURS D'EMISSION POUR LES SYSTEMES DE REFRIGERATION ET DE CLIMATISATION						
Sous-application	Charge (kg)	Durées de vie (années) ²	Facteurs d'émission (% de la charge initiale/an) ³		Fin de vie Émission (%)	
Facteur dans l'équation	(M)	(d)	(k)	(x)	($\eta_{rec,d}$)	(p)
			Émission initiale	Émission de fonctionnement	Efficacité de récupération ⁴	Charge initiale restante
Réfrigération domestique	$0,05 \leq M \leq 0,5$	$12 \leq d \leq 20$	$0,2 \leq k \leq 1$	$0,1 \leq x \leq 0,5$	$0 < \eta_{rec,d} < 70$	$0 < p < 80$
Applications commerciales indépendantes	$0,2 \leq M \leq 6$	$10 \leq d \leq 15$	$0,5 \leq k \leq 3$	$1 \leq x \leq 15$	$0 < \eta_{rec,d} < 70$	$0 < p < 80$
Réfrigération commerciale moyenne et grande	$50 \leq M \leq 2000$	$7 \leq d \leq 15$	$0,5 \leq k \leq 3$	$10 \leq x \leq 35$	$0 < \eta_{rec,d} < 70$	$50 < p < 100$
Fluide frigorigène de transport	$3 \leq M \leq 8$	$6 \leq d \leq 9$	$0,2 \leq k \leq 1$	$15 \leq x \leq 50$	$0 < \eta_{rec,d} < 70$	$0 < p < 50$
Réfrigération industrielle comprenant la transformation des aliments et la conservation par le froid	$10 \leq M \leq 10000$	$15 \leq d \leq 30$	$0,5 \leq k \leq 3$	$7 \leq x \leq 25$	$0 < \eta_{rec,d} < 90$	$50 < p < 100$
Refroidisseurs	$10 \leq M \leq 2000$	$15 \leq d \leq 30$	$0,2 \leq k \leq 1$	$2 \leq x \leq 15$	$0 < \eta_{rec,d} < 95$	$80 < p < 100$
Climatisation commerciale et résidentielle comprenant les pompes à chaleur	$0,5 \leq M \leq 100$	$10 \leq d \leq 20$	$0,2 \leq k \leq 1$	$1 \leq x \leq 10$	$0 < \eta_{rec,d} < 80$	$0 < p < 80$
Climatisation mobile	$0,5 \leq M \leq 1,5$	$9 \leq d \leq 16$	$0,2 \leq k \leq 0,5$	$10 \leq x \leq 20^5$	$0 < \eta_{rec,d} < 50$	$0 < p < 50$

¹ Basé sur des informations contenues dans les rapports PNUE COTM (PNUE-COTM, 1999; PNUE-COTM, 2003)

^{2,3} Les valeurs les plus basses correspondant à la situation des pays développés et les plus hautes des pays en développement.

⁴ Le seuil le plus bas (0%) souligne le fait qu'il n'y a pas de récupération dans certains pays.

⁵ Schwarz et Hamisch (2003) ont estimé les taux de fuite de 5,3% et 10,6% ; ces taux s'appliquent seulement à la seconde génération de climatiseurs mobiles installés dans des modèles européens en 1996 et après.

Tableau 44: paramètres des équipements utilisés de 2010 à 2017 (jugement d'expert).

HFC	Durée de vie de l'équipement (année)	Taux de croissance des équipements (%)	Pourcentage de gaz détruit en fin de vie	Facteur d'émission de base par défaut
R134a	20	1,82	20	1
R143a	20	0	20	1
R32	20	0	30	1
R125	20	0	30	1

Améliorations prévues dans la catégorie

Il s'agira d'améliorer les statistiques, en renforçant les capacités des parties prenantes impliquées dans l'inventaire des GES de la catégorie. Un accent sera mis sur les cibles, et les résultats spécifiques, mesurables et réalistes dans le but ultime d'établir un inventaire complet, transparent, exact, cohérent et comparable dans la catégorie. Cela passe par la mise à jour du système de code de tarif douanier, la formation des douaniers sur les réglementations relatives aux SAO et HFC, et l'équipement du Centre de Référence, de Gestion et de Valorisation des Fluides Frigorigènes.

5.5 Contrôle qualité/Assurance qualité

Les lignes Directrices du GIEC 2006 ont permis l'établissement des inventaires nationaux des gaz à effet de serre pour le secteur des procédés industriels, notamment en ce qui concerne les facteurs d'émissions dont la qualité est aisément évaluée.

Les quantités nationales annuelles de HFCs déclarées par les importateurs et les distributeurs de fluides frigorigènes n'étant pas connues ainsi que les quantités de fluides rechargées dans les nouveaux équipements qui sont généralement effectués par les artisans du froid ne permettent pas de réaliser des calculs de vérifications et de contrôles fiables.

Pour le secteur des PIUP, l'analyse des émissions relève que pour les années reportées 1994, 2000 et la série temporelle 2010-2017, les émissions de CO₂ varient de 64,088 Gg_{éq}CO₂ à 89,664 Gg_{éq}CO₂ soit une augmentation de 40%. Comme l'indique le figure 19, seules les années allant de 2010 à 2014 cumulent les données des deux (2) catégories clés du secteur des PIUP, raison pour laquelle ces cinq (5) années indiquent les valeurs des émissions les plus élevées du secteur. Ainsi, le pique des émissions du secteur est enregistré en 2011 et s'élève à 157,1003 Gg_{éq}CO₂.

Les catégories clés qui participent aux émissions sont le 2A Industrie minérale (sous-catégorie 2A1 Production de ciment) et le 2F1 Réfrigération et air conditionnée (sous-catégorie 2F1a Réfrigération et air conditionnée).

Pour la sous-catégorie 2A1 Production de ciment, les années reportées incluent 1994 et 2000 et la série temporelle 2010-2015 car de 2015 à 2017, la matière première (le clinker) nécessaire à la production de ciment n'est plus produite au Gabon, mais importée.

Les résultats des calculs montrent que, le secteur industriel gabonais contribue faiblement à l'émission des gaz à effet de serre. Les émissions du CO₂ dues à la production du clinker sont passées de 115,818 Gg en 2010 à zéro Gg en 2015. La baisse des émissions de CO₂ constatée entre 2008 et

2014 est liée à la dégradation de la performance du four à clinker et à la substitution de la production locale par le ciment d'importation chinois.

La principale source d'émission des COVNM est l'utilisation du bitume qui est passée de 2,076 Gg en 2000 à 56,872 Gg en 2010 soit une hausse de 2360 pourcent, reflétant les travaux d'aménagement des routes du Plan Stratégique Gabon Emergent.

L'industrie gabonaise qui est à son stade embryonnaire est constituée essentiellement, aujourd'hui, par l'industrie agro-alimentaire.

Pour la sous-catégorie 2F1a Réfrigération et air conditionnée les années reportées n'incluent pas 1994 et 2000, seule la série temporelle 2010-2017 est prise en compte car l'année 2010 est considérée comme étant l'année d'introduction des HFCs au Gabon. En effet, parmi les substances pris en compte par le Protocole de Montréal sur les substances appauvrissant la couche, seuls les HFCs sont des gaz à effet de serre. Leur contribution au réchauffement climatique est importante car ils sont 14 000) que le CO₂ (et jusqu'à 23 000 fois pour certains.

Les émissions potentielles de chaque Hfc en équivalent CO₂ augmentent de 2010 jusqu'en 2015, puis se stabilisent sensiblement jusqu'en 2017 dû à la diminution des importations au fil des années et à l'introduction progressive des gaz naturels dans les nouveaux systèmes de réfrigérations.

6. Secteur Agriculture, Forêt et Autres Affectations des Terres

Ce chapitre présente de manière transparente et complète les démarches entreprises pour estimer les émissions et absorptions de gaz à effet des serres du secteur AFAT en suivant les lignes directrices du GIEC 2006 et le raffinement du GIEC 2019, lorsque jugé plus adapté pour les circonstances nationales, comme le recommandent les décisions de la CCNUCC.

Réservoirs de carbone inclus

Pour le secteur de la forêt et autres affectations des terres et dans le but de présenter un IGES le plus complet possible, les réservoirs de biomasse aérienne et souterraine, matière organique morte (MOM) et sols ont été estimés. Des valeurs nationales n'étaient pas disponibles pour tous les réservoirs et/ou catégories d'affectation des terres, pour combler ce manque des valeurs par défaut ont été utilisées. Les mêmes valeurs et hypothèses qui ont été présentées dans le Niveau de référence sur les forêts (NRF) qui a été présenté à la CCNUCC par le Gabon le 8 février 2021⁶ puis modifié en juin 2021 ont été reprise dans cet IGES. Lorsque l'IGES ajoute des informations non prises en compte dans le NRF, pour répondre aux exigences de la CCNUCC, une explication est introduite dans les sections suivantes.

Pour le secteur agriculture, les réservoirs de carbone considérés ce trouve dans le brûlage de la biomasse, qui est inclus ici dans le feu de savanes et des résidus agricoles. Le carbone présent dans les sols organiques drainés est également inclus ici pour les savanes et les terres cultivées. Les autres composants de l'agriculture ne sont pas des réservoirs de carbone.

⁶ <https://redd.unfccc.int/submissions.html?country=gab>

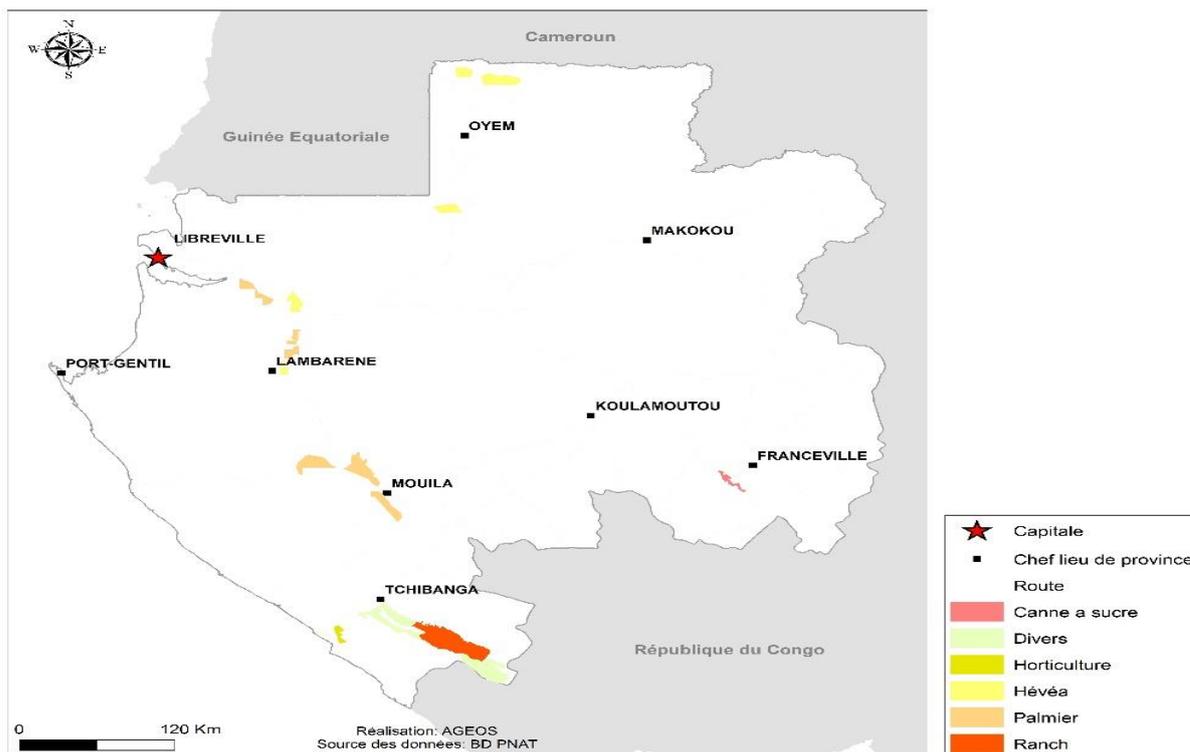
Tableau 45: Réservoirs de carbone du secteur AFAT

Réservoirs de carbone	Considéré dans l'iGES	Commentaire	Cohérence avec NRF
Agriculture			
Brûlage de biomasse	Inclus	Sur Savanes et Terres cultivées	NA
Sols organiques (N20)	Inclus	Sur Savanes et Terres cultivées	NA
Terres			
Biomasse	Inclus	Biomasse aérienne et souterraine	Mêmes valeurs et estimations pour ce qui concerne la forêt et les conversions de forêt à autres affectations et conversions à forêt
Matière organique morte	Inclus	Bois mort et litière	Mêmes valeurs et estimations pour ce qui concerne la forêt et les conversions de et à forêt
Sol	Inclus sol organique (CO2) Inclus sol minéral	Estimation d'émissions provenant des sols organiques drainés dans les terres cultivées et prairies, ainsi que le carbone organique des sols minéraux lors de conversions	Non inclus dans les estimations du NRF car non-significatif (voir analyse catégories clés du NRF)

6.1 Sous-secteur Agriculture

L'agriculture est un secteur encore peu développé au Gabon. Selon le Plan National d'Affectation des Terres, l'agriculture gabonaise représente 4,9% du PIB du pays en 2009. Mais le secteur est en train de voir une augmentation de la production grâce à la stratégie nationale d'autosuffisance. En 2008, le pays ne produisait encore que 40% de la demande nationale, le rendant très dépendant des importations. En 2013, il est estimé que 3974km² sont occupés par des affectations agricoles passant par les concessions agricoles, les sites d'élevage et des séries agricoles à l'intérieur de concessions forestières. Ceci exclut les cultures traditionnelles, individuelles ou familiales (République Gabonaise, 2015)

Figure 38: Affectations du secteur agricole en 2015 (République Gabonaise, 2015)



La contribution de l'élevage est encore plus insignifiante (0,5% du PIB). En raison de la faiblesse du système de collecte de statistiques agricoles, il s'avère impossible de donner une meilleure estimation de la valeur additionnelle de l'élevage. Pays essentiellement forestier, le Gabon n'a pas une longue tradition d'élevage. Les races animales d'élevage typiquement locales ou considérées comme telles au regard de leur degré d'adaptation n'ont pas connu un développement intéressant. Les expériences d'élevage à grands troupeaux sont relativement récentes dans le pays et se sont limitées au système 'FENCING' de bovins sur des pâturages naturels à faible niveau d'intrants et d'interventions anthropiques. En dehors donc des races porcines importées d'Europe (large White surtout), des métisses issues des croisements entre les souches de poules (pondeuses et poulets de chair) et les races locales qui sont élevées surtout autour de Libreville dans les exploitations à niveau moyen d'intrants, les systèmes de production dans leur grande partie restent à faible niveau d'intrants. Le mouton, la chèvre et la poule traditionnelle sont élevés pour l'essentiel en milieu rural autour des cases sans couverture sanitaire ni suivi zootechnique. Actuellement, le système le plus spécialisé sur le plan national est assuré par la SMAG (Société Meunière et Avicole du Gabon), société privée de production d'œufs en batteries où toutes les opérations à chaque étape sont minutieusement contrôlées.

Depuis 2009, le secteur agricole a accru quelque peu sa contribution au PIB après le lancement du plan d'urgence pour la sécurité alimentaire axé sur la promotion des produits agropastoraux (manioc, banane, riz, légumes, volaille et porc), et des programmes de développement dans l'arboriculture fruitière. L'État a développé une réflexion stratégique dans le cadre du Plan Stratégique Gabon Emergent (PSGE), dont un des piliers est le plan « Gabon vert ». Les différents partenaires financiers ont permis le développement timide ces dernières années de certains pans d'activité agricole. L'arrivée d'investisseurs asiatiques sur des créneaux comme l'huile de palme ou l'hévéa a permis de dynamiser le secteur (République Gabonaise, 2015).

Après des expériences réussies de la culture du riz au sud du Gabon dans les années 60, on n'a plus vu cette culture jusqu'à présent. Aujourd'hui, malgré une relance annoncée de la filière avec des prévisions allant de 30 000 tonnes en 2018, à 109 000 tonnes en 2020, nous ne pouvons prendre en compte la riziculture dans le présent rapport pour des raisons de productions insignifiantes de riz estimées actuellement à environ 15 tonnes.

Les agro-industries de sucre et d'huile de palme sont présentes au Gabon. OLAM gère environ 144'000 ha dont 64'000ha sont de la palmeraie en 2020. L'entreprise vise la certification Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO) de la totalité de ces concessions d'ici à 2021. De son côté, l'entreprise SUCAF, filiale de SOMDIAA, gère un peu moins de 8000ha (en 2017) de culture de canne à sucre. Les activités de ces agro-industries nécessitent l'utilisation de la chaux comme amendement calcique des sols, la dolomie pour corriger l'acidité des sols tout en améliorant sa structure, l'application d'urée comme fertilisant pour les plantes, etc.

6.1.1 Facteurs d'émission sous-secteur Agriculture

La méthodologie pour estimer les émissions du secteur de l'agriculture est extraite des lignes directrices du GEIC 2006 au niveau 1. Cela signifie que les facteurs d'émissions par défaut fournis par le GIEC ont été utilisés pour obtenir des estimations des émissions provenant du secteur agricole. Comme décrit précédemment, le raffinement du GIEC 2019 doivent être appliquées de manière conjointe aux lignes directrices 2006, ceci afin de permettre aux pays Partie d'utiliser les facteurs d'émissions mise à jour dans ces nouvelles directives (GIEC 2019, Vol 1, Ch1). Par ce fait, le Gabon a utilisé certains facteurs d'émissions provenant du raffinement 2019 ajusté lorsque cette valeur était considérée comme plus appropriée pour représenter les circonstances nationales.

6.1.2 Données d'activité sous-secteur Agriculture

Le Gabon n'a pour l'heure que peu de statistiques nationales disponibles et donc pour combler les manques, les données produites par FAOSTAT ont été utilisées, notamment pour le nombre de têtes du bétail.

Pour les engrais, des données nationales d'importation ont pu être récupérées auprès de la Direction Générale de Douane. Les données ne sont malheureusement pas disponibles pour toutes les années et des interpolations ont dû être appliquées pour obtenir une quantité annuelle.

Pour la canne à sucre des informations provenant de SUCAF ont été utilisées pour estimer la superficie annuelle de culture de canne à sucre ainsi que le rendement.

Toutes les équations pour le secteur agriculture ont été appliquées ici, sauf pour les émissions de méthanes dues à la riziculture. La production de riz au Gabon étant inexistante les émissions sont donc néant. Il a été considéré que les valeurs disponibles dans FAOSTAT ne sont pas représentatives de la réalité de terrain. Pour la période 1990-2018, les valeurs dans FAOSTAT sont des estimations faites par FAOSTAT et ne proviennent pas de données nationales réelles.

Le tableau ci-dessous résume les différents données et facteurs d'émissions utilisés qui sont ensuite détaillés en section 6.4.

Tableau 46: récapitulatif données utilisées

Catégorie	Nature des données	Fournisseurs de données ⁷ (DA/FE)
3A1 Fermentation entérique	Effectif du cheptel	FAO (2019a) / raffinement GIEC 2019
3A2 Gestion du fumier	Effectif du cheptel	FAO (2019a) / raffinement GIEC 2019
3C2 Chaulage	-Chaux vive -Dolomie	Direction Générale des Douanes (2018) / GIEC 2006
3C3 Application d'urée	Produits chimiques azotés	Direction Générale des Douanes (2018) / GIEC 2006
3.C.1.b Brûlage de la biomasse des résidus agricoles	Superficie Canne à sucre	SUCAF (2019) / raffinement GIEC 2019
3C4 – 3C5 GES directs et indirects de N ₂ O de gestion de sols	Engrais synthétiques d'azote	Direction Générale des Douanes (2018) / raffinement GIEC 2019
	Engrais organiques	Direction Générale des Douanes (2018) et FAO (2019a) / raffinement GIEC 2019
	Résidus agricoles	FAO (2019c) et SUCAF (2019)/ raffinement GIEC 2019
	Sols minéraux convertis	NE
	Sols organiques drainés	FAO (2019d) / GIEC Supplément Terres humides 2013
3C6 GES indirects de N ₂ O de gestion du fumier	Le bétail	FAO (2019a) / raffinement GIEC 2019

⁷ Les données d'activités sont présentées en Annexe 1

6.1.3 Tendances des émissions sous-secteur agriculture

Cette section présente les émissions pour le sous-secteur de l'agriculture.

Tous les résultats sont présentés en Gigagramme de CO₂ équivalent. Les valeurs du potentiel de réchauffement planétaire (PRP) à 100 ans présentés dans le second rapport d'évaluation du GIEC ont été inclus dans cet iGES, soit :

Tableau 47: Potentiel de réchauffement planétaire à 100 ans

Gaz	PRG	Source
CO ₂	1	IPCC SAR
CH ₄	21 Gg CO ₂ -eq/ Gg CH ₄	IPCC SAR
N ₂ O	310 Gg CO ₂ -eq / Gg N ₂ O	IPCC SAR

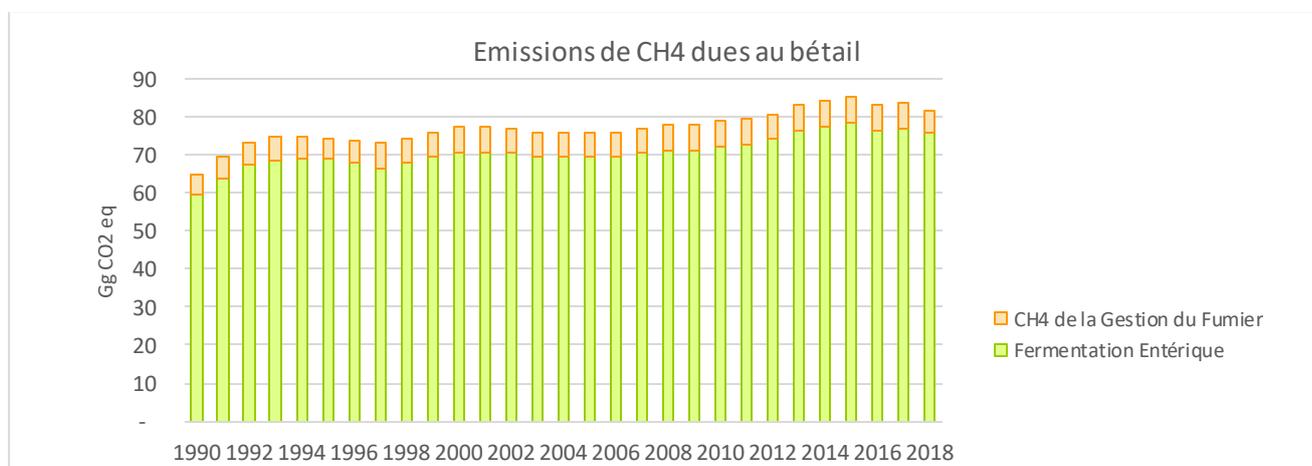
Le secteur agriculture au Gabon représente 1% des émissions du secteur AFAT. Le niveau 1 proposé par les lignes directrices du GIEC a été utilisé pour ce secteur et les facteurs d'émission par défaut proposé dans le GIEC 2006 et 2019 ont été choisis pour obtenir les émissions du secteur agricole. Pour plus de détails sur les différentes valeurs choisies se référer à la section 6.4

Les émissions se répartissent de la manière suivante :

Emissions de méthane

Les émissions de méthane proviennent principalement de la fermentation entérique du cheptel tel que bovins, moutons ou encore suidés. La tendance est à la hausse bien que la pente reste faible. La production de cheptel au Gabon n'est que très peu développée. Le Plan stratégie du Gabon Emergent prévoit de développer ce secteur d'ici à 2025, une tendance à la hausse est donc attendu.

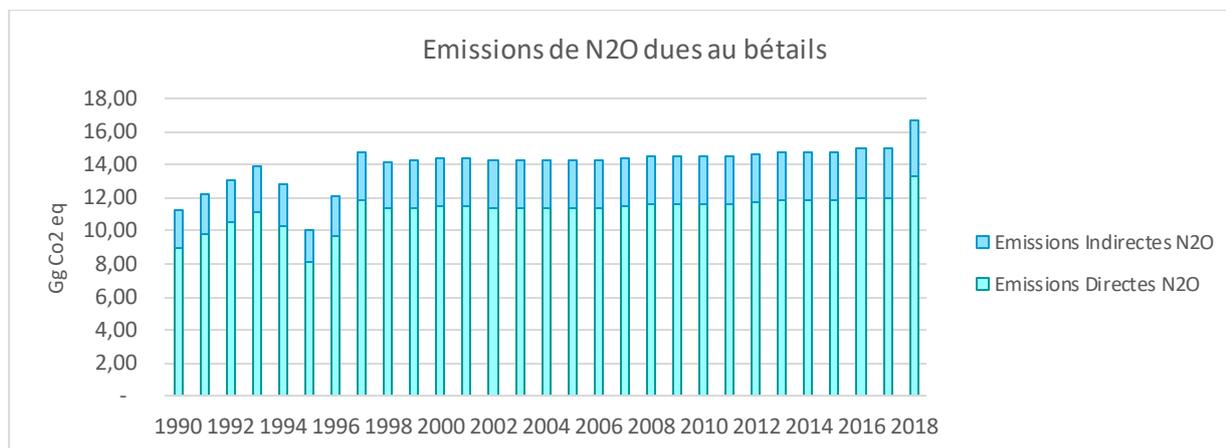
Figure 39: Emissions de méthane dues au bétail



Emissions de N2O dues à la gestion du fumier

Les émissions dues à la gestion du fumier ne concernent ici que le fumier dit « géré ». Comme détaillé dans la section 6.4, seulement une partie de la population de porcs et de volaille se trouvent dans un système géré au Gabon. La figure ci-dessous souligne que les émissions sont relativement stables avec une proportion majoritaire des émissions directes de N2O par rapport aux émissions indirectes.

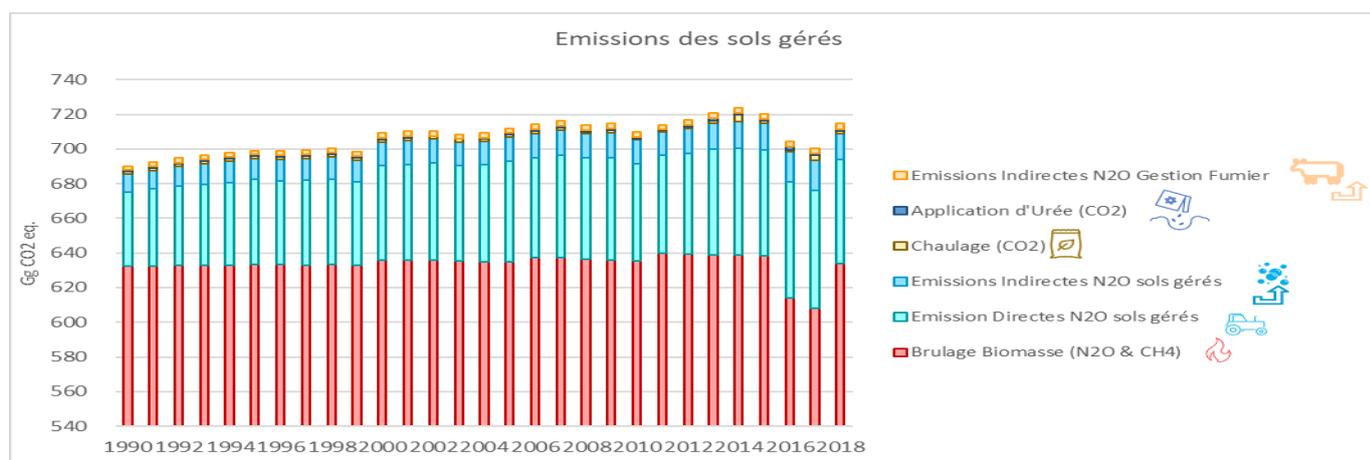
Figure 40: Emissions de N2O dues au bétail



Sources agrégées et sources d'émissions Non-CO2 des terres

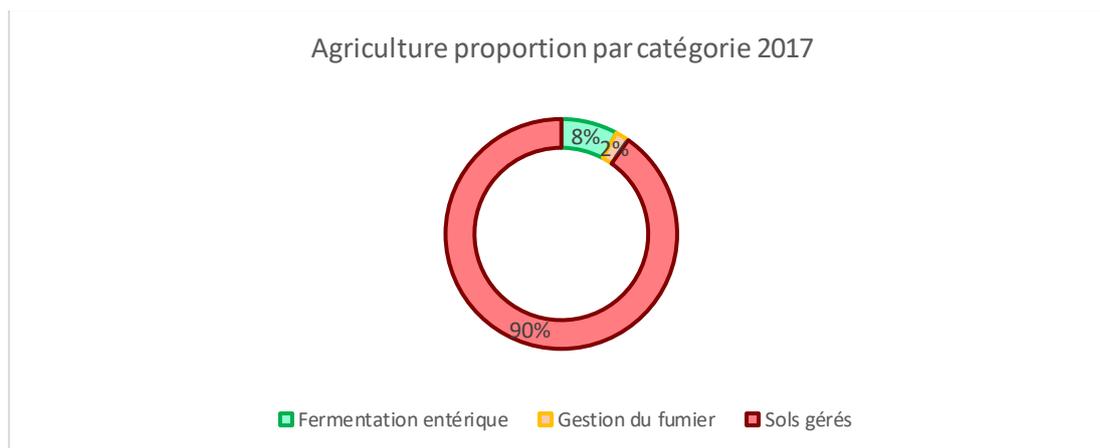
Les sources principales d'émissions qui proviennent des sols gérés sont ici dues au brûlage de provenant des savanes et de terres cultivées, suivit par les émissions directes et indirectes de N2O.

Figure 41: Emissions des sols gérés



Pour le secteur agricole en générale en 2017 les émissions proviennent à 90% des sols gérés, suivie de 8% par la fermentation entérique et enfin 2% de la gestion du fumier.

Figure 42: proportion en 2017



Emissions par gaz pour le secteur agricole

Dans le secteur agricole, les émissions de méthanes sont les principales sources d'émissions. En 2000 les émissions de méthanes représentent le 57% des émissions provenant de l'agriculture. En 2017, le méthane est toujours en première place mais avec une proportion réduite à 56%. La source est le brûlage de biomasse puis la fermentation entérique du bétail.

Figure 43: Emissions par gaz

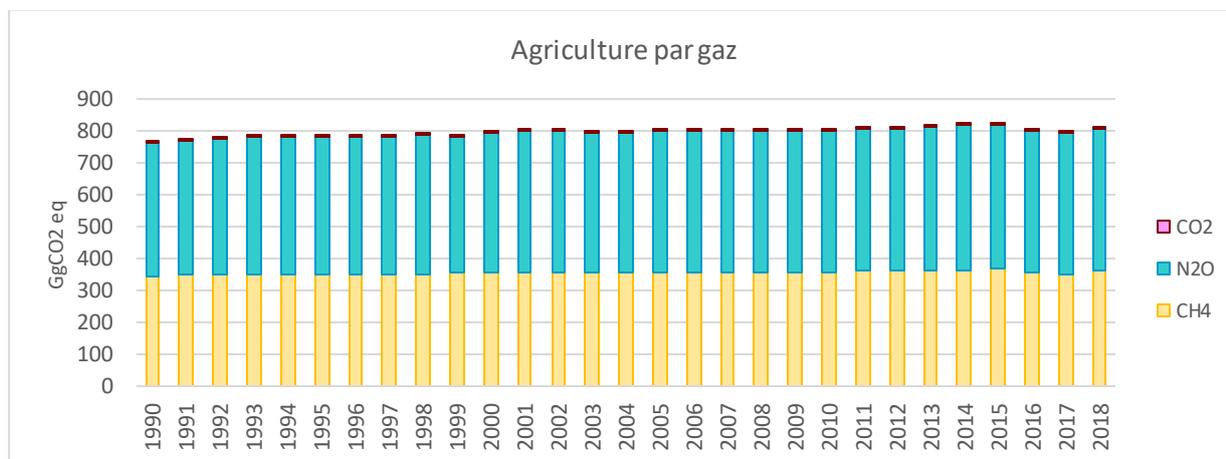


Figure 44: Proportions entre 1994, 2005 et 2017

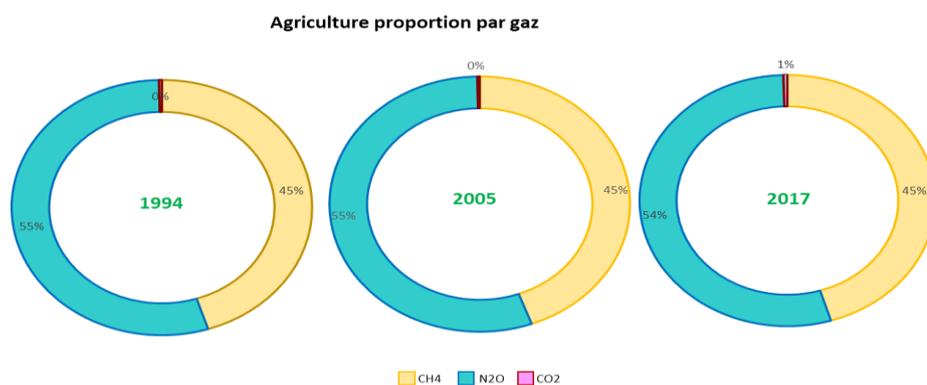


Tableau 48: Emissions pour le sous-secteur Agriculture

Code Source Source Categori e	Source Catégorie	Source Sous- catégori e	Gaz	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
				Gg éq CO2													
		TOTAL	CO2 , CH4 & N2 O	764	772	779	783	783	781	782	785	786	786	798	799	799	796
3.A	Bétaïls		CH4 & N2 O	74	79	84	86	85	82	84	85	86	87	89	89	88	87
3.A.1	Fermentatio n Entérique		CH4	60	64	67	69	69	69	68	67	68	69	71	71	70	69
3.A.2	Gestion du Fumier		CH4 & N2 O	14	15	16	17	16	13	15	18	18	18	18	18	18	18
3.C	Sources agrégées et sources d'émissions non-CO2 des terres		CO2 , CH4 & N2 O	690	693	695	697	698	699	699	700	701	699	709	710	710	709
3.C.1	Emissions dues au Brûlage de biomasse		CH4 & N2 O	632	633	633	633	633	633	633	633	633	633	636	636	636	636
3.C.2	Chaulage		CO2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3.C.3	Application d'urée		CO2	0,9	0,9	0,9	0,9	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	0,9	0,3	0,1

Tableau 49: Emissions pour le sous-secteur Agriculture

Code Source Source Categori e	Source Catégorie	Source Sous- catégori e	Gaz	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
				Gg éq CO2														
3	Agriculture	TOTAL	CO 2, CH4 & N2 O	797	799	802	805	803	804	800	805	809	816	820	817	800	797	810
3.A	Bétails		CH4 & N2 O	87	87	87	89	90	90	90	91	93	95	96	97	96	96	95
3.A.1	Fermentati on Entérique		CH4	69	69	69	71	71	71	72	73	74	76	77	79	77	77	76
3.A.2	Gestion du Fumier		CH4 & N2 O	18	18	18	18	18	18	18	18	18	19	19	19	19	19	19
3.C	Sources agrégées et sources d'émissions non-CO2 des terres		CO 2, CH4 & N2 O	709	712	714	716	714	715	710	714	717	721	724	720	704	701	715
3.C.1	Emissions dues au Brûlage de biomasse		CH4 & N2 O	635	635	638	637	636	636	635	640	639	639	639	638	614	608	634
3.C.2	Chaulage		CO 2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	4	1	1	3	2

6.2 Sous-secteur Forêt et autre affectation des terres

La forêt gabonaise couvre presque la totalité du territoire national. Selon les données les plus récentes produites par l'Agence Gabonaise d'Études et d'observatoire spatial (AGEOS), elle couvre actuellement 23,59 millions d'hectares soit 88,79% du couvert végétal national. Les taux de déforestation présentés dans le Niveau de référence pour février 2008 sont de 0,03% entre 1990-2000, 0,04% entre 2000-2005, 0,03% entre 2005-2010 et 0,07% entre 20010-2015 et 2015-2018. Ces faibles taux seraient attribués à l'expansion des principales activités économiques du pays, notamment à l'exploitation du pétrole en offshore et à une agriculture peu développée. Aussi, l'activité d'agriculture sur brûlis est peu rependue dû à la faible population rurale. La population habite essentiellement dans les grands centres urbains (République Gabonaise, 2021).

Depuis le changement de politique en 2009, avec le lancement du Gabon émergent et la diversification des activités économiques du pays, des implications sont attendues notamment au niveau de l'utilisation de terres. L'une des nouvelles activités économiques étant la mécanisation de l'agriculture et la production de palmier à huile à grande échelle (République Gabonaise, 2012).

Le secteur forêt est dominé par les activités d'exploitation forestière et de transformation du bois. Dans l'économie nationale, le secteur pétrolier domine avec une contribution de 50 % au PIB alors que le secteur forêt est le 2e pourvoyeur d'emplois avec un PIB d'environ 8 % (TBE, 2010 ; 2016). L'ambition du Gabon d'ici 2025 est de faire en sorte que le secteur forestier contribue à hauteur de 22 % à la création de la richesse brute.

La forêt gabonaise représente 15% de la forêt tropicale du bassin du Congo. La biodiversité répertoriée est très riche avec la moitié de la population des éléphants des forêts d'Afrique habitent sur ce territoire accompagné de différents groupes de primates, 70 espèces de reptiles et 705 espèces d'oiseaux. Alors qu'en matière de flore, le pays compte environ 7000 espèces de plantes vasculaires dont 11% sont endémiques. On y trouve également la plus grande richesse spécifique du continent africain concernant les forêts tropicales de basse altitude. Les botanistes estiment à 5200 le nombre d'espèces connues au Gabon, avec de façon régulière, l'enregistrement de nouvelles espèces soit pour le pays, soit pour la science. La création des aires protégées en 2002 (voir ordonnance N° 6/2002 ci-dessous) qui couvrent 11% du territoire national permet de limiter les pressions anthropiques sur la faune et la flore. (République Gabonaise, 2016, p.18).

En termes d'espèce d'arbres, la forêt gabonaise contient environ 400 différentes essences de bois dont seulement 60 sont exploitées commercialement (République Gabonaise, 2016, p.30). L'arbre d'okoumé est le plus commercialisé avant l'acajou, azobe et le padouk. L'exploitation du bois est la deuxième activité économique du pays derrière l'extraction de pétrole. Le potentiel du Gabon en bois d'œuvre exploitable est évalué à environ 400 millions de m³ (FRA, 2010; 2014). Depuis 2001 et la création du nouveau Code forestier, la gestion des forêts est devenue plus stricte avec des cycles de rotations définit entre 20 et 30 ans (République Gabonaise, 2001). À partir de 2010, l'exportation de bois brute est interdite au profit de la transformation locale (Cassagne et Follea, 2016) et depuis 2018 la certification des produits forestiers par le Forest Stewardship Council (FSC) oblige les concessions nationales à respecter des règles strictes de gestion durable et d'exploitation

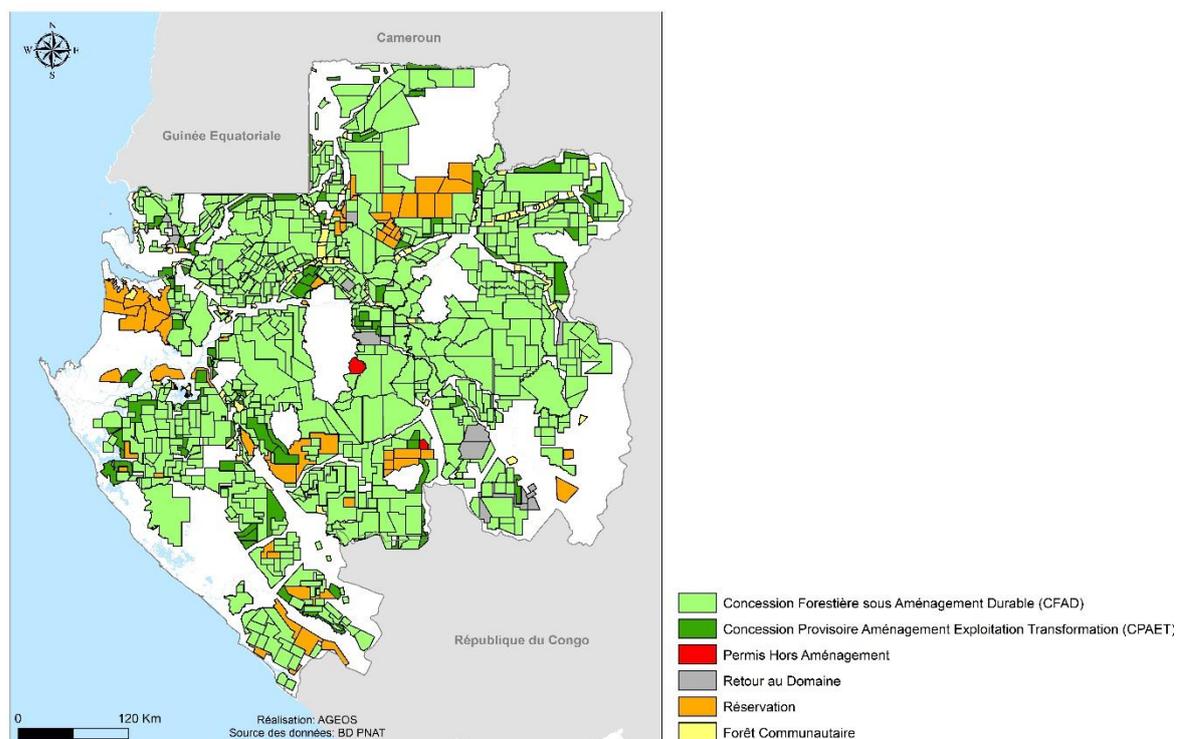
à faible impact (République Gabonaise & FSC, 2020). Les ambitions nationales visent à augmenter la production de bois en diversifiant les essences exploitées tout en réduisant les superficies forestières d'extractions. Dans cette optique le pays prévoit de doubler la production et de réduire de 15% les surfaces exploitées d'ici à 2025 (République Gabonaise, 2015). En mars 2020, environ 15.5 millions d'hectares sont occupés par des concessions forestières (Lee, 2020). L'extraction annuelle est estimée à 1.7 million m³ par an (FRM Ingénierie, 2020).

L'exploitation illégale de bois est encore l'une des principales causes de la dégradation de la forêt dans le pays. Le Gouvernement lutte contre le commerce illégal. Malgré tout le commerce de bois illégal reste une proportion non négligeable de l'activité forestière (Environnemental Investigation Agency, 2019).

6.2.1 Facteurs d'émissions sous-secteur FAT

Les facteurs d'émissions pour les stocks de carbones de différentes utilisations des terres proviennent de plusieurs études de recherches nationales et régionales ainsi que de la littérature scientifique et des lignes directrices du GIEC 2006 et 2019. Les réservoirs de carbone inclus sont la biomasse aérienne et la biomasse souterraine, la matière organique morte et les sols.

Figure 45: Affectations du secteur forêt 2015 (République Gabonaise, 2015)



6.2.2 Données d'activités sous-secteur FAT

Les informations sur les données d'activités pour la forêt et autres affectations des terres proviennent d'une évaluation de l'utilisation et changement d'utilisation des terres entreprise par l'équipe de Système d'Information à Référence Spatiale (SIRS) suivant la méthode Sannier et al. 2014. Il s'agit d'une méthode d'échantillonnage semi-aléatoire. L'approche consiste à diviser la zone d'étude en blocs vectoriels de 20 km × 20 km, puis à sélectionner au hasard des unités primaires d'échantillonnage (UPE) de 2 km × 2 km dans chacun de ces blocs. Une approche d'échantillonnage en deux étapes a été mise en œuvre en sélectionnant des unités d'échantillonnage secondaires (UES) de 30 m × 30 m dans les UPE qui ont ensuite été comparées aux résultats des cartes produites par AGEOS pour 1990, 2000, 2010 et 2015 (SIRS, 2019). Au final, 665 UPE de 400 ha réparties à travers le pays ont été réparties sur l'ensemble du territoire gabonais.

Pour l'extraction de bois rond, une étude de Forêt Ressources Management (FRM) 2020 a permis d'obtenir des volumes de bois annuels extraits des forêts gabonaises.

Les forêts exploitées présentant une grande superficie à niveau nationale, l'étude de Michelle Lee sur les superficies administratives annuelles pour établir le changement des superficies des concessions forestières et des aires protégées a été utilisée pour raffiner les données obtenues par SIRS.

Le détail de la méthodologie et des estimations est présenté plus bas.

Tableau 50: Données d'activités Terres

Données	Source	Note
Matrices d'affectation	SIRS 2020	Données obtenues par télédétection par classe d'affectation à niveau 3 pour terre restant et terre convertie à une nouvelle affectation pour les années 1990/2000/2005/2010/2015/2018
Changements administratifs historiques	Lee 2020	Superficies administratives annuelles pour les différents types de concessions forestières et aires protégées. Cette information est utilisée pour extrapoler et ajuster les superficies obtenues par la télédétection.
Extraction de bois	FRM Ingénierie 2020	Volume de bois extrait et exporté chaque année. Cette étude a analysé différentes sources nationales pour obtenir un volume représentatif qui a été validé à niveau national.
Bois de chauffe	FAOSTAT 2021	Volume de bois de chauffe extrait de forêt pour production d'énergie pour la cuisson, etc.

Cohérence avec Niveau de référence sur les forêts

En juin 2021, la République du Gabon a présenté un niveau de référence sur les forêts (NRF) modifié à la CCNUCC. Suivant la décision 12/CP.17 paragraphe 8, le niveau de référence sur les forêts utilise les mêmes méthodologies et hypothèses que celles utilisées dans cet inventaire GES FAT. Les données d'activités proviennent de la même source tout comme les facteurs d'émissions.

Le NRF présente des données historiques de 1990 à 2018 ; le niveau de référence est calculé pour la période 2000-2009, et appliqué aux années de résultats 2010-2018. L'IGES FAT contenant plus

d'information que le NRF, certains éléments supplémentaires sont pris en compte dans l'iGES qui ne sont pas inclus dans le NRF. Ces quelques différences peuvent être résumées comme suit :

Suivant la décision 12/CP.17 para 10, le NRF suit une approche par étape et permet d'améliorer les informations dans les soumissions suivantes et d'ajouter de nouveaux réservoirs de carbone. Suivant cette décision le NRF a inclus les réservoirs et gaz significatifs dans sa soumission et justifié l'exclusion de certains réservoirs, notamment celui de sols, car les données actuellement disponibles ont été jugées limitées et d'incertitude élevée. Même justification a été donnée pour le bois de chauffe. Contrairement au NRF, l'iGES essaye d'apporter une vision la plus complète possible, sur les sources d'émissions/absorptions du pays. Pour répondre à cette décision, les données sur les sols et bois de chauffe bien que contenant une incertitude élevée ont été intégrées dans l'iGES. Un plan d'amélioration de ces données est présenté dans cet IGES, qui permettra de raffiner les estimations pour ces réservoirs dans l'iGES et de les inclure dans l'un des prochains NRF que le Gabon présentera à la CCNUCC.

En plus des émissions/absorptions provenant du secteur forêt et conversion provenant de ou allant vers la forêt, le secteur FAT de l'iGES contient les émissions/absorptions des autres affectations des sols (ex : Prairie convertie à Terre cultivée). Ces émissions/absorptions ne sont pas prises en compte dans le NRF, car elles ne concernent pas la forêt, mais sont incluses dans l'iGES FAT pour présenter toutes les émissions/absorptions provenant des affectations et changement d'affectations des terres, comme le présente le GIEC 2006.

Les sections suivantes qui détaillent les estimations appliquées contiennent un paragraphe qui indique la cohérence ou différence avec le NRF pour faciliter le suivi et la transparence du document. Des tableaux comparatifs entre les informations incluses dans le NRF et l'iGES FAT sont inclus en annexe. Le document « intégration du NRF dans l'iGES » démontre comment les informations utilisées dans le NRF sont cohérentes avec celles introduites dans l'iGES.

6.2.3 Tendances des émissions/absorption sous-secteur FAT

Données d'activités

Pour obtenir les superficies des différentes classes d'affectation, le Gabon a utilisé les résultats des activités de SIRS (2020), FRM Ingénierie 2020 et Michelle Lee (2020).

Les classes d'affectations des terres, les réservoirs de carbone et les gaz suivants ont été considérés dans cet IGES :

Tableau 51: catégories, réservoirs et gaz inclus

Catégories d'utilisation du sol, réservoir carbone & gaz				
Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Réservoirs de carbone	Gaz
Domaine Rural	Forêt	Forêt dense	Biomasse aérienne, souterraine, MOM, COS	CO2
		Forêt secondaire	Biomasse aérienne, souterraine, MOM, COS	CO2
		Forêt inondée	Biomasse aérienne, souterraine, MOM, COS	CO2
		Mangrove	Biomasse aérienne, souterraine, MOM, COS	CO2
	Terre cultivée	Terre cultivée	Biomasse aérienne, souterraine, sol organique, COS	CO2
	Prairie	Savane	Biomasse aérienne, souterraine, sol organique, COS	CO2
	Etablissement	Etablissement	Biomasse aérienne, souterraine	CO2
		Route	Biomasse aérienne, souterraine	CO2
	Autre terre	Sol nu	Biomasse aérienne, souterraine	CO2
Concessions forestières	Forêt	Forêt dense	Biomasse aérienne, souterraine, MOM, COS	CO2
		Forêt secondaire	Biomasse aérienne, souterraine, MOM, COS	CO2
		Forêt inondée	Biomasse aérienne, souterraine, MOM, COS	CO2
		Mangrove	Biomasse aérienne, souterraine, MOM, COS	CO2
	Terre cultivée	Terre cultivée	Biomasse aérienne, souterraine, sol organique, COS	CO2
	Prairie	Savane	Biomasse aérienne, souterraine, sol organique, COS	CO2
	Etablissement	Etablissement	Biomasse aérienne, souterraine	CO2
		Route	Biomasse aérienne, souterraine	CO2
	Autre terre	Sol nu	Biomasse aérienne, souterraine	CO2
Aires protégées	Forêt	Forêt dense	Biomasse aérienne, souterraine, MOM, COS	CO2

Catégories d'utilisation du sol, réservoir carbone & gaz					
Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Réservoirs de carbone	Gaz	
		Forêt secondaire	Biomasse aérienne, souterraine, MOM, COS	CO2	
		Forêt inondée	Biomasse aérienne, souterraine, MOM, COS	CO2	
		Mangrove	Biomasse aérienne, souterraine, MOM, COS	CO2	
	Terre cultivée	Terre cultivée	Biomasse aérienne, souterraine, sol organique, COS	CO2	
	Prairie	Savane	Biomasse aérienne, souterraine, sol organique, COS	CO2	
	Etablissement	Etablissement	Biomasse aérienne, souterraine,	CO2	
		Route	Biomasse aérienne, souterraine,	CO2	
	Autre terre	Sol nu	Biomasse aérienne, souterraine	CO2	
	Non-attribuées	Forêt	Forêt dense	Biomasse aérienne, souterraine, MOM, COS	CO2
			Forêt secondaire	Biomasse aérienne, souterraine, MOM, COS	CO2
Forêt inondée			Biomasse aérienne, souterraine, MOM, COS	CO2	
Mangrove			Biomasse aérienne, souterraine, MOM, COS	CO2	
Terre cultivée		Terre cultivée	Biomasse aérienne, souterraine, sol organique, COS	CO2	
Prairie		Savane	Biomasse aérienne, souterraine, sol organique, COS	CO2	
Etablissement		Etablissement	Biomasse aérienne, souterraine	CO2	
		Route	Biomasse aérienne, souterraine	CO2	
Autre terre		Sol nu	Biomasse aérienne, souterraine	CO2	

6.3 Emissions et absorption par affectation des Terres

Entre les catégories d'affectation des terres, la forêt est la classe principale qui représente en proportion 95% des émissions nettes en 1994 et 2005 et 91% en 2017.

Entre 1990-2000 la classe Terre non-forêt représente toutes les classes Terre cultivées, Prairies, Terres humides, Etablissements et Autres terres. Ceci est dû au manque de données disponibles pour la première période qui ne sont pas aussi détaillée que pour les années suivantes (le détail sur la méthodologie utilisée est décrit dans section 0). Après 2000, les Terres cultivées et les Etablissement sont les catégories d'utilisation des terres qui produisent le plus d'émissions nettes, soient 7% et 2% respectivement en 2017. Les émissions provenant des classes non-forestières ont une tendance vers la hausse à partir de 2011.

Figure 46: Emissions/absorptions par catégorie d'affectation des terres

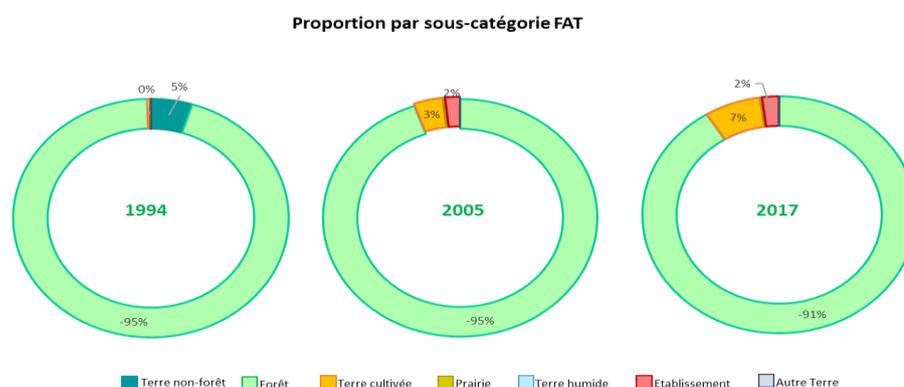
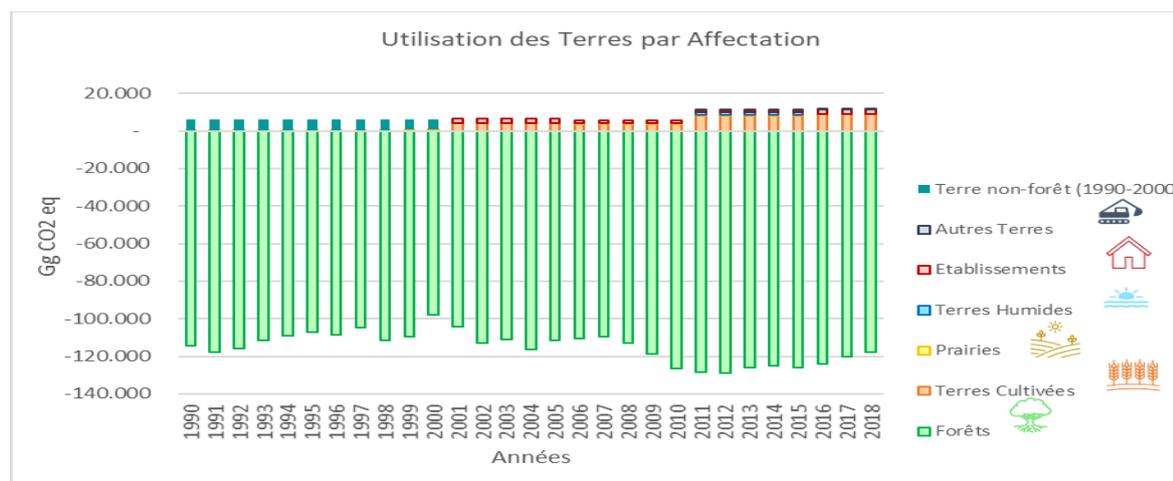


Figure 47: Proportion entre les catégories d'affectation des terres



Emission et absorption par Gaz

100% des émissions/absorptions estimé dans la catégorie FAT pour les réservoirs biomasse aérienne et souterraine, MOM et sol, est CO2.

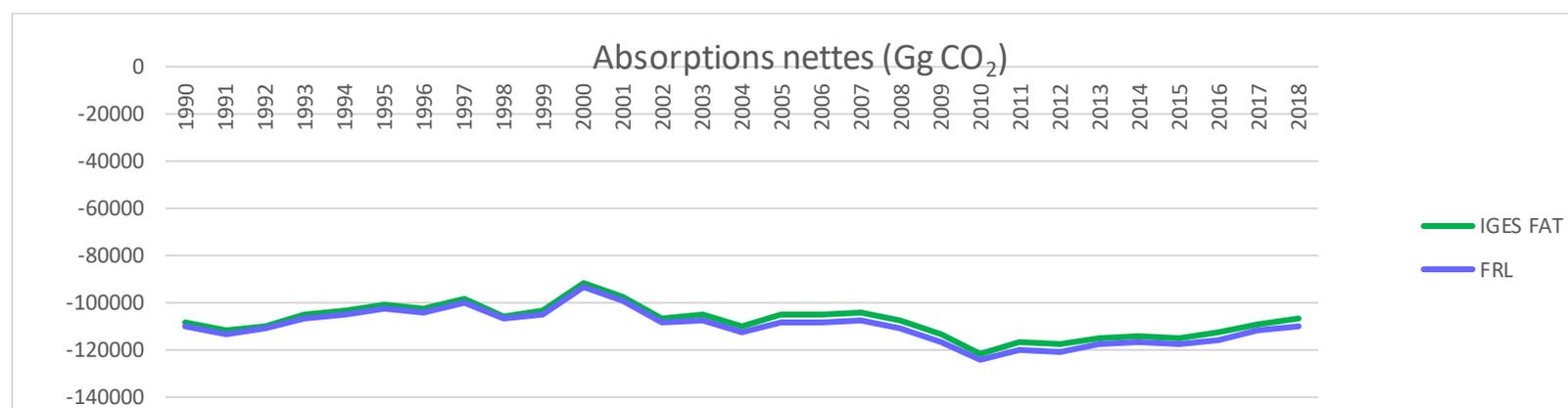
Tableau 52: Emissions/absorptions sous-secteur FAT et comparaison avec NRF

Affectation des terres			1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
			Gg éq CO2													
3.B	Terres	Total Terres	-108.328	-111.526	-109.701	-105.393	-103.075	-101.081	-102.745	-98.708	-105.468	-103.676	-91.974	-97.804	-106.380	-104.697
	NRF	Total net	-109855	-112963	-111160	-106857	-104587	-102603	-104273	-100245	-107010	-105254	-93565	-99434	-108021	-107425

Affectation des terres			2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
			Gg éq CO2														
3.B	Terr	Total Terr	-110.117	-105.236	-105.289	-104.338	-107.761	-113.604	-121.383	-116.975	-117.668	-114.714	-113.788	-114.633	-112.808	-108.800	-106.415
	NR	Total net	-112860	-107980	-108187	-107237	-110659	-116500	-124276	-120069	-120762	-117809	-116885	-117730	-116058	-112053	-109675

Dans le tableau ci-dessus, il est possible d'observer les estimations finales obtenues dans le secteur FAT et celles introduites dans le NRF 2021. La figure ci-dessous démontre que la tendance est la même, bien que les résultats FAT ont une absorption nette quelque peu réduite du au fait que plus d'émissions sont enregistrées comparé au NRF, notamment par l'introduction du bois de chauffage (non inclus dans le NRF, car non significatif), les émissions provenant du sol (non inclus dans NRF, car non significatif) et les émissions provenant des affectations non-forêt converties à une autre affectation non-forêt (ne concerne pas le NRF).

Figure 48: Comparaison des tendances entre IGES FAT et NRF



Emissions et absorptions du secteur AFAT

Le secteur AFAT est un secteur puit, avec une absorption moyenne nette de -106 931 Gg éq CO₂/an sur la période 1990-2018. Le tableau ci-dessous présente les résultats par catégorie en Gg CO₂ équivalent par année.

Figure 49: Emissions/absorptions nettes du secteur AFAT 1990-2018

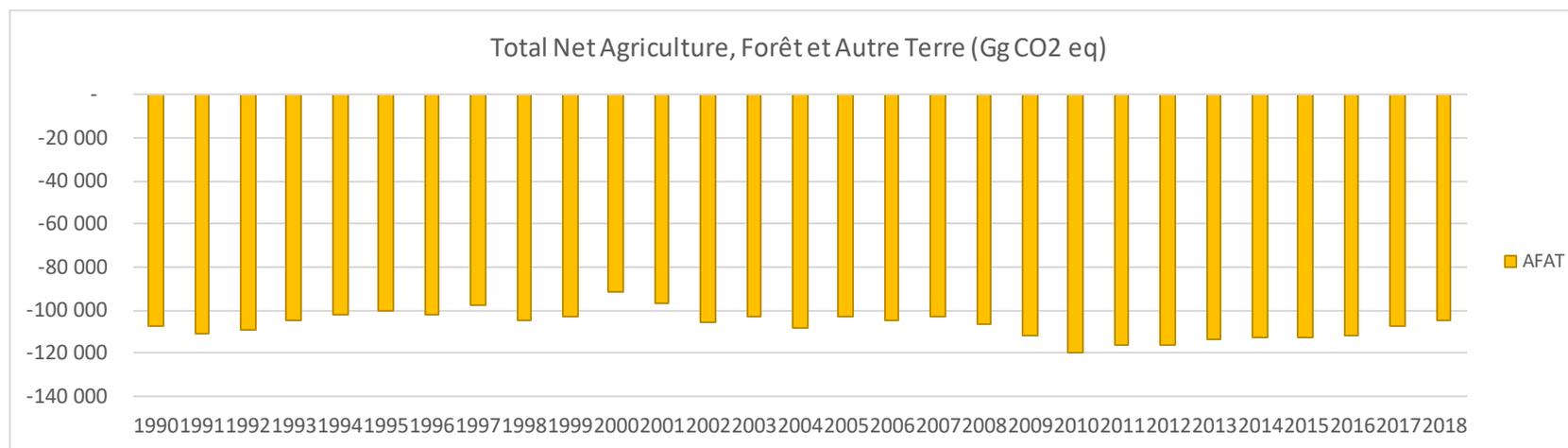


Tableau 53: Emissions/absorption du secteur AFAT

Code Source Catégorie	Source Catégorie	Source Sous-catégorie	Gaz	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
				Gg éq CO2													
3	Agriculture, Forêt et Autres Affectations Terres	TOTAL	CO2, CH4 & N2O	-107.563	-110.754	-108.923	-104.610	-102.292	-100.300	-101.962	-97.923	-104.682	-102.890	-91.176	-97.005	-105.582	-103.901
3.A	Bétails		CH4 & N2O	74	79	84	86	85	82	84	85	86	87	89	89	88	87

3.A.1	Fermentation Entérique		CH4	60	64	67	69	69	69	68	67	68	69	71	71	70	69
3.A.2	Gestion du Fumier		CH4 & N2O	14	15	16	17	16	13	15	18	18	18	18	18	18	18
3.C	Sources agrégées et sources d'émissions non-CO2 des terres		CO2, CH4 & N2O	690	693	695	697	698	699	699	700	701	699	709	710	710	709
3.C.1	Emissions dues au Brûlage de biomasse		CH4 & N2O	632	633	633	633	633	633	633	633	633	633	636	636	636	636
3.C.2	Chaulage		CO2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3.C.3	Application d'urée		CO2	0,9	0,9	0,9	0,9	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	0,9	0,3	0,1
3.C.4	Emissions directes N2O des sols gérés		N2O	43	44	46	47	48	49	48	49	49	48	54	55	56	55
3.C.5	Emissions indirectes N2O		N2O	10	11	11	12	12	12	12	12	13	12	14	14	14	13

3.D.1	Produits ligneux récoltés		CO2	NE														
3.D.2	Autre		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

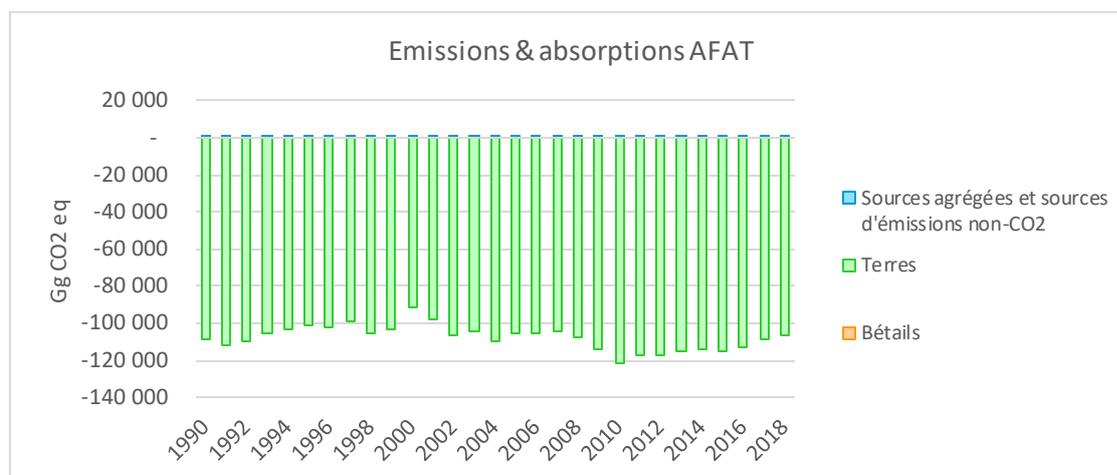
Code Source	Source Catégorie	Source Sous-catégorie	Gaz	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
				Gg éq CO2														
3	Agriculture, Forêt et Autres Affectations Terres	TOTAL	CO2, CH4 & N2O	- 109.320	- 104.437	- 104.487	- 103.534	- 106.958	- 112.800	- 120.583	- 116.170	- 116.859	- 113.898	- 112.968	- 113.816	- 112.009	- 108.004	- 105.606
3.A	Bétaïls		CH4 & N2O	87	87	87	89	90	90	90	91	93	95	96	97	96	96	95
3.A.1	Fermentation Entérique		CH4	69	69	69	71	71	71	72	73	74	76	77	79	77	77	76
3.A.2	Gestion du Fumier		CH4 & N2O	18	18	18	18	18	18	18	18	18	19	19	19	19	19	19
3.C	Sources agrégées et sources		CO2, CH4	709	712	714	716	714	715	710	714	717	721	724	720	704	701	715

Tableau 54: Emissions non-CO2

Source Catégorie		Gaz	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
			Gg (non-éq CO2)													
3.C.1	Emissions dues au Brûlage de biomasse	CO	373	373	374	374	374	374	374	374	374	374	376	376	376	376
3.C.1	Emissions dues au Brûlage de biomasse	NO _x	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22

Source Catégorie		Gaz	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
			Gg (non-éq CO2)														
3.C.1	Emissions dues au Brûlage de biomasse	CO	376	376	377	377	377	376	376	379	378	378	378	378	364	360	375
3.C.1	Emissions dues au Brûlage de biomasse	NO _x	22	22	23	23	22	22	22	23	23	23	23	23	22	21	22

Figure 50: Emissions et absorption pour le secteur AFAT par catégorie principales



Répartition des émissions/absorption du secteur AFAT par gaz

Le dioxyde de carbone est le gaz dominant dans le secteur AFAT. Ceci prend principalement en considération l'absorption par les espèces ligneuses de stock de carbone. Le N2O vient en deuxième position représentant entre 0,4% des émissions nettes du secteur AFAT. Le dioxyde de carbone représente 99% des émissions sur toute la série temporelle.

Figure 51: Emissions/absorptions annuelles du secteur AFAT par gaz

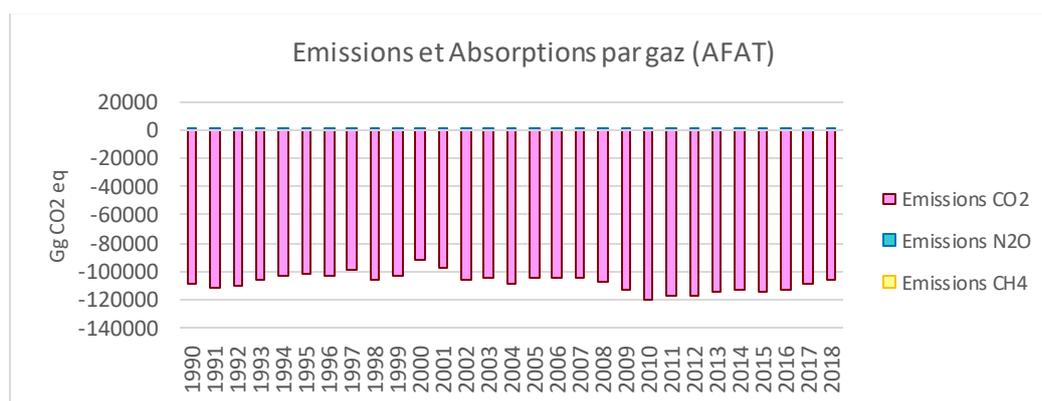
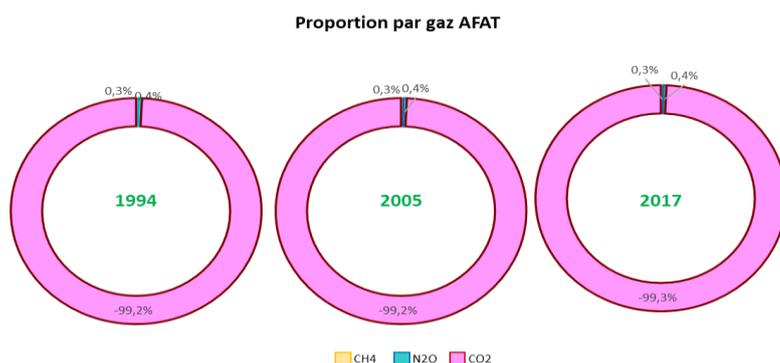


Figure 52: Proportion par gaz des émissions/absorption secteur AFAT



6.4 Méthodologies pour les émissions/absorptions du secteur AFAT

6.4.1 Méthodologies pour les émissions dues à l'agriculture

Bétails

Le secteur de l'élevage est encore peu développé au Gabon, mais les émissions dues au bétail ont déjà un certain impact sur les émissions finales et la tendance montre une augmentation régulière de ce secteur. Le Gabon n'a pour l'heure aucune statistique nationale fiable du nombre de têtes de bétail par type de bétail. C'est la raison pour laquelle, les informations produites par FAOSTAT sont utilisées pour cet inventaire. Un plan d'amélioration a été mis en place pour remédier à ce manque. Les principaux types de bétail présent au Gabon sont listés dans le tableau 42 ci-dessous.

Équation 5: Population annuelle moyenne (GIEC 2006, Vol 4, Ch10, Eq. 10.1)

$$N_T = \text{Jours_vivants} \cdot \left(\frac{\text{NAPA}}{365} \right)$$

Où :

$N(T)$ = population annuelle moyenne

NAPA = nombre d'animaux produits annuellement

Tableau 55: Catégorie de bétail présent au Gabon

Catégorie de bétail			
Catégorie GIEC	Sous-catégorie	Bétail présent au Gabon	Source / Note
Bovins	Bovins laitiers	NE	Le Gabon ne produit pas de lait. Il a été considéré par les experts nationaux que la proportion de vaches laitières est insignifiante dans le pays jusqu'à ce jour.
	Bovins non laitiers	Oui	FAO (2019a) série temporelle 1990-2018
Buffle		Néant	Non existant au Gabon
Moutons		Oui	FAO (2019a) série temporelle 1990-2018
Chèvres		Oui	FAO (2019a) série temporelle 1990-2018
Chameaux		Néant	Non existant au Gabon
Chevaux		Néant	Non existant au Gabon
Mules et Ânes		Néant	Non existant au Gabon
Pors	Pors de marché	Oui	FAO (2019a) série temporelle 1990-2018
	Truie de gestation	Oui	FAO (2019a) série temporelle 1990-2018
Volaille		Oui	FAO (2019a) série temporelle 1990-2018
Lapins		NE	Information non disponible pour le moment. La quantité de lapins est estimée comme faible jusqu'à ce jour par les experts nationaux.

Légende : NE=Non Estimé ; Néant=Non Existant

Tableau 56: Facteurs par catégorie de bétail

Jours vivants (jours) & Température moyenne (°C)				
Bétail	Sous-catégorie	Valeurs	Température	Source / Note
Bovins	Bovins non laitier	365	27	[opinions 1&3] Jugement d'expert (Janvier Ndong, avril 2020)
Moutons		365	27	[opinions 1&3] Jugement d'expert (Janvier Ndong, avril 2020)
Chèvres		365	27	[opinions 1&3] Jugement d'expert (Janvier Ndong, avril 2020)
Pors	Pors de marché	212,916	27	[opinions 2&3] Jugement d'expert (Janvier Ndong, avril 2020)
	Truie de gestation	365	27	[opinions 1&3] Jugement d'expert (Janvier Ndong, avril 2020)
Volaille		60	27	GIEC 2019, V4, CH10, p.1 3 "Les poulets de chair sont généralement élevés environ 60 jours avant l'abattage " [opinion 3] Jugement d'expert (Janvier Ndong, avril 2020)

Détail sur l'opinion d'expert : dans la feuille de calculs AFAT

8 Les nombres [font référence à la liste de référence en annexe 2

Note de Clarification

Les valeurs obtenues de FAOSTAT ne donnent que le nombre de porcs, sous-catégorie confondue. En suivant la même hypothèse des lignes directrices du GIEC, le nombre de têtes de porcs disponibles sur FAOSTAT est réparti de la manière suivante : 10% de truies de gestation et 90% de porcs de marché (GIEC 2006, Vol.4, Ch10, note de bas de tableau 10.19, p.10.69). Ceci permet d'attribuer des facteurs d'émissions différencier selon la sous-catégorie. Aucun rapport officiel ne donne le nombre de jours en vie des différentes catégories de cheptel au Gabon. Pour ceci un jugement d'expert est pris, soit toutes les catégories vivent une année ou plus sauf les porcs de marché qui ne vivent que sept (7) mois et la volaille qui provient d'une estimation du GIEC. Le nombre de têtes de bétail par catégorie se trouve dans le tableau ci-après

Tableau 57: Population de bétail annuelle moyenne

N(I)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
	Unité : tête													
Bovins non laitiers	30877	34296	36824	37288	37500	38000	36000	33000	34000	35000	36000	36000	36000	35000
Moutons	160818	164130	168028	171389	175000	179000	183000	187000	191000	195000	198000	198000	195000	195000
Chèvres	80123	81565	82727	84300	85000	86000	87000	88000	89000	90000	91000	90000	90000	90000
Procins de marché	150384	163016	175371	185893	171000	135000	162000	198000	189900	190800	191700	191700	190800	190800
Truie de gestation	16709	18113	19486	20655	19000	15000	18000	22000	21100	21200	21300	21300	21200	21200
Volaille	361644	378082	394521	410959	427397	443836	460274	476712	493151	509589	526027	526027	509589	509589

N(I)	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
	Unité : tête														
Bovins non laitiers	35000	35000	35000	36000	36500	36500	37000	37500	38000	38000	38500	38989	37711	37836	38145
Moutons	195000	195000	195000	196000	196000	196000	197000	198000	200000	210000	215000	221379	215584	217509	218782
Chèvres	90000	90000	90000	91000	92000	92000	95000	96000	100000	110000	110000	110497	109198	111226	111650
Procins de marché	190800	190800	190800	191700	193500	193500	193500	193500	196200	198000	198000	198098	200606	199798	200372

Truie de gestation	21200	21200	21200	21300	21500	21500	21500	21500	21800	22000	22000	22011	22290	22200	22264
Volaille	509589	509589	509589	509589	509589	509589	509589	509589	509589	526027	526027	529151	521260	522247	3185000

Source : FAO (2019a)

Fermentation entérique

Le bétail ruminant peut générer des émissions de CH₄ grâce au processus de fermentation entérique. Au cours des processus digestifs, le CH₄ est produit par fermentation microbienne des substrats digérés à partir des aliments. Une partie de ce CH₄ est perdue par éructations ou flatulences entraînant des émissions de CH₄. La fermentation peut également se produire dans les systèmes digestifs du bétail non ruminant et monogastrique, mais se traduit généralement par une production de CH₄ significativement inférieure à celle du bétail ruminant. L'importance des émissions de CH₄ de la fermentation entérique dépend de l'apport alimentaire, de la qualité des aliments, du système digestif de la race, de l'âge des animaux et du poids des animaux (GIEC 2006).

Pour estimer les émissions de la fermentation entérique, le niveau 1 du GIEC est appliqué (voir équation ci-dessous). Les données d'activité sont détaillées dans le tableau ci-dessus et les facteurs d'émissions par défaut ci-après.

Équation 6: Émissions fermentation entérique par catégorie de bétail (Niveau 1) (GIEC 2006, Vol 4 CH10, Eq 10.19 & 10.20)

$$Emissions = \sum_p FE_{T,p} \cdot \left(\frac{N_{(T),P}}{10^6} \right)$$

Où :

Émissions = émissions annuelles de méthane dues à la fermentation entérique, Gg CH₄ an⁻¹

FE(T) = facteur d'émissions de la catégorie de bétail définie, kg CH₄ tête⁻¹ an⁻¹

N(T) = nombre de têtes de l'espèce de bétail/catégorie T dans le pays

T = espèce/catégorie de bétail

Équation 7 Émissions fermentation entérique par catégorie de bétail (Niveau 1) (GIEC 2006, Vol 4 CH10, Eq 10.19 & 10.20)

$$Total CH_{4Enteric} = \sum_{i,p} E_{i,p}$$

Où :

Total CH₄Entérique = émissions totales de méthane dues à la fermentation entérique, Gg CH₄ an⁻¹

E_i = émissions de la catégorie et sous-catégorie i de bétail

Tableau 58: Facteurs d'émissions de la fermentation entérique

FE : Facteurs d'émissions de la fermentation entérique, Kg CH4 tête-1 an -1				
Bétail	Sous-catégorie	Valeur	Erreur	source
Bovins	Bovins non laitiers	48	±30-50%	GIEC 2019 ajusté, V4, Ch10, tableau 10.11 (mis à jour)
Moutons		5	±30-50%	GIEC 2019 ajusté, V4, Ch10, tableau 10.10 (mis à jour)
Chèvres		5	±30-50%	GIEC 2019 ajusté, V4, Ch10, tableau 10.10 (mis à jour)
Porcs	Porcs de marché	1	±30-50%	GIEC 2019 ajusté, V4, Ch10, tableau 10.10 (mis à jour)
	Truie de gestation	1	±30-50%	GIEC 2019 ajusté, V4, Ch10, tableau 10.10 (mis à jour)
Volaille		Néant		-

Légende : Néant= Non-existant

Gestion du fumier

Le fumier stocké ou traité et/ou appliqué sur les pâturages produit des émissions de méthane (CH₄) et d'oxyde nitreux (N₂O). Le fumier dans ce contexte représente les urines et fèces produites par le cheptel (GIEC 2006, V4, Ch10, section 10.4). Dans le contexte de Gabon, pour les estimations des émissions de méthane, le niveau 1 est appliqué (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Le nombre de cheptels est décrit ci-dessus et les facteurs d'émissions par défaut sont listés dans le Tableau 46 pour l'estimation du méthane.

Pour les émissions de N₂O, le GIEC recommande d'estimer les émissions directes et les émissions indirectes qui proviennent des différents systèmes de gestion du fumier existant dans le pays. Le fumier déposé directement sur les pâturages, les parcelles et parcours par le bétail est estimé au niveau des sols gérés (section 0) étant donné qu'il est considéré que les émissions proviendront directement du sol. Les émissions directes de N₂O sont dues à la nitrification combinée à la dénitrification de l'azote du fumier. Les émissions dépendent donc du temps de stockage, de la teneur en azote et du type de traitement (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Les émissions indirectes, elles sont dues à la perte d'azote volatil comme l'ammoniac (NO_x) et des écoulements et de la lixiviation dans les sols du stockage solide de fumier (détaillé respectivement dans

et **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) (GIEC 2006, V4, Ch10, section 10.5).

Dans le cas du Gabon, les systèmes de gestion du fumier sont très limités étant donné le faible développement du secteur de l'élevage. Il est considéré par jugement d'expert que la majeure proportion du cheptel se trouve en semi-liberté dans les champs, soit un système de pâturage, parcelle et parcours. Les porcs sont les seuls qui sont estimés comme ayant une majorité des animaux dans un système de parc d'élevage et la volaille qui se trouve dans un système d'épandage quotidien. Cela signifie que les émissions de N₂O de la gestion du fumier au Gabon proviennent exclusivement des porcs.

Équation 8: Émissions de CH₄ dues à la gestion du fumier (GIEC 2006, Vol 4, Ch10, eq. 10.22)

$$CH_4(\text{fumier}) = \left[\sum_T (N_T \cdot FE_{CH_4\text{fumier}}) / 10^6 \right]$$

Où :

CH₄fumier = émissions de CH₄ dues à la gestion du fumier, pour une population définie, Gg CH₄ an-1

FE(T) = facteur d'émissions de la catégorie de bétail définie, kg CH₄ tête-1 an-1

N(T) = nombre de têtes de l'espèce de bétail/catégorie T dans le pays

T = espèce/catégorie de bétail

Tableau 59: Facteurs d'émissions de méthane produit par la gestion du fumier

EFCH ₄ fumier : Facteurs d'émissions de CH ₄ du fumier kg CH ₄ tête-1 an-1			
Bétail	Sous-catégorie	Valeur	Source
Bovins	Bovins non laitiers	1	GIEC 2006, V4, Ch10, tableau 10.14, Climat chaud 27°C
Moutons		0,2	GIEC 2006, V4, Ch10, tableau 10.16, Pays en développement Climat chaud
Chèvres		0,22	GIEC 2006, V4, Ch10, tableau 10.16, Pays en développement Climat chaud
Porcs	Porcs de marché	1	GIEC 2006, V4, Ch10, tableau 10.14, Climat chaud 27°C
	Truie de gestation	1	GIEC 2006, V4, Ch10, tableau 10.14, Climat chaud 27°C
Volaille		0,02	GIEC 2006, V4, Ch10, tableau 10.16, Pays en développement Climat chaud

Équation 9: Émissions directes de N2O dues à la gestion du fumier (Niveau 1, GIEC 2006, Vol 4, Ch10, eq. 10.25)

$$N2O_{D(gf)} = \left[\sum_S \left[\sum_T \left((N_T \cdot Nex_T) \cdot GF_{T,S} \right) \cdot FE_{N2O(S)} \right] \right] \cdot \frac{44}{28}$$

Où :

N2OD(gf) = émissions directes de N2O dues à la gestion du fumier dans le pays, kg N2O an-1

N(T) = nombre de têtes de l'espèce de bétail/catégorie T dans le pays

Nex(T) = excréments annuels moyennes de N par tête de l'espèce/catégorie T dans le pays, kg N animal-1 an-1

GF(T,S) = fraction d'azote annuel total excrété par l'espèce/catégorie de bétail T gérée dans le système de gestion du fumier S dans le pays, non dimensionnel

FEN2O(S) = facteur d'émissions des émissions directes de N2O du système de gestion du fumier S dans le pays, kg N2O-N/kg N dans le système de gestion du fumier S

S = système de gestion du fumier

T = espèce/catégorie de bétail

44/28 = conversion des émissions de (N2O-N) (gf) en émissions de N2O(gf)

Tableau 60: Proportion du bétail qui se retrouve dans les différents systèmes de Gestion du fumier

GF: Proportion de bétail par gestion de fumier, %				
Bétail	Sous-catégorie	Valeurs	GF	source
Bovins	Bovins laitiers non	100	Pâturage/Parcours/parcelles	[opinion 4] Jugement d'expert (Janvier Ndong, avril 2020)
Moutons		100	Pâturage/Parcours/parcelles	
Chèvres		100	Pâturage/Parcours/parcelles	
Porcs	Porcs de marché et truies de gestation	30	Pâturage/Parcours/parcelles	
		70	Parc d'élevage	
Volaille		70	Pâturage/Parcours/parcelles	
		30	Épandage quotidien	

Tableau 61: Facteurs d'émissions pour chaque système de gestion du fumier

EFN2OGF: Facteurs d'émission par système de gestion du fumier, kg N2O-N / kg N			
GF	Valeurs	Erreur	source
Pâturage, Parcelles, Parcours	0	Facteur de 2	GIEC 2019 ajusté, V4, Ch10, tableau 10.21 (mis à jour)
Épandage quotidien	0	Facteur de 2	
Parc d'élevage	0,02	Facteur de 2	

Note de Clarification : Seulement les systèmes de gestion du fumier présent au Gabon sont listés dans le tableau ci-dessus. Les émissions de N2O produit par le fumier laissé sur les pâturages /parcelles/parcours sont estimées dans la catégorie de sols gérés.

Équation 10: Taux annuels d'excrétion de N (GIEC 2006, Vol 4, Ch10, Eq. 10.30)

$$N_{exT} = N_{\text{taux}(T)} \cdot \frac{MAT_T}{1000} \cdot 365$$

Où :

$N_{ex}(T)$ = excrétion annuelle de N de la catégorie de bétail T, kg N animal-1 an-1

$N_{\text{taux}}(T)$ = taux d'excrétion de N par défaut, kg N (1 000 kg masse animale)-1 jour-1 (voir tableau 10.19. GIEC 2006, vol 4, Ch 10)

$MAT(T)$ = masse animale type pour la catégorie de bétail T, kg animal-1

Tableau 62: Taux d'excrétion annuels

Ntaux: taux d'excrétion par défaut, kg N (1000 kg masse animal)-1 jour-1				
Bétail	Sous-catégorie	Valeur	Erreur	source
Bovins	Bovins non laitiers	0,45		GIEC 2019 ajusté, V4, Ch10, Tableau 10.19 (mis à jour), Afrique basse productivité
Moutons		0,32		
Chèvres		0,34		
Porcs	Porcs de marchés	0,54		
	Truies de reproduction	0,35		
Volaille		1,44		

Équation 11: Émissions indirectes de N₂O dues à la volatilisation de N lors de la gestion du fumier (GIEC 2006, Vol 4, Ch10, Eq. 10.26 & 10.27)

$$N_{\text{volatilisation-SGF}} = \sum_S \left[\sum_T \left[\left((N_T \cdot Nex_T) \cdot GF_{T,S} \right) \cdot \left(\frac{Frac_{GASGF(T,S)}}{100} \right) \right] \right]$$

Où :

$N_{\text{volatilisation-SGF}}$ = quantité d'azote de fumier perdue en raison de la volatilisation du NH₃ et du NO_x, kg N an-1

$N(T)$ = nombre de têtes de l'espèce de bétail/catégorie T dans le pays

$Nex(T)$ = excréments annuels moyennes de N par tête de l'espèce/catégorie T dans le pays, kg N animal-1 an-1

$GF(T,S)$ = fraction d'azote annuel total excrété par l'espèce/catégorie de bétail T gérée dans le système de gestion du fumier S dans le pays, non dimensionnel

$FracGazGF$ = pourcentage d'azote de fumier géré pour la catégorie de bétail T qui se volatilise en tant que NH₃ et NO_x dans le système de gestion du fumier S, %

Équation 12: Émissions indirectes de N₂O dues à la volatilisation de N lors de la gestion du fumier (GIEC 2006, Vol 4, Ch10, Eq. 10.26 & 10.27)

$$N2O_{G(gf)} = (N_{\text{volatilisation-SGF}} \cdot FE_{iN2Ovol}) \cdot \frac{44}{28}$$

Où :

$N2O_{G(gf)}$ = émissions indirectes de N₂O dues à la volatilisation du N lors de la gestion du fumier dans le pays, kg N₂O an-1

$FE_{iN2Ovol}$ = facteur d'émissions pour les émissions de N₂O dues au dépôt atmosphérique d'azote sur les sols et des surfaces aquatiques, kg N₂O -N (kg NH₃-N + NO_x-N volatilisé)⁻¹ ; la valeur par défaut est de 0,01 kg N₂O -N (kg NH₃-N + NO_x-N volatilisé)⁻¹, donnée au tableau 11.3 du chapitre 11 du GIEC 2006 vol 4.

Tableau 63: Fraction de N qui se volatilise par catégorie de bétail et gestion de fumier

Frac GasGF en %				
Bétail	Sous-catégorie	Valeur	GF	source
Bovins	Bovins non laitiers	SO	Pâturage/Parcours/parcelles	GIEC 2019, V4, Ch10, Tableau 10.22 (mis à jour)
Moutons		SO	Pâturage/Parcours/parcelles	
Chèvres		SO	Pâturage/Parcours/parcelles	
Porcs	Porcs de marché et truies de gestation	SO	Pâturage/Parcours/parcelles	
		45	Parc d'élevage	
Volaille		SO	Pâturage/Parcours/parcelles	
		7	Épandage quotidien	

Légende : SO = sans objet ; Néant = non existant

Tableau 64: Facteur d'émission pour les émissions de N₂O lors du dépôt atmosphérique sur sols et eau

FEiN ₂ O _{vol} : kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilisé)--1			
Bétail	Valeur	Erreur	source
Tous	0,01	0,02-0,018	GIEC 2019 ajusté, V4, Ch11, tableau 11.13, agrégé (mis à jour)

Équation 13: Émissions indirectes de N₂O dues à la lixiviation lors de la gestion du fumier (GIEC 2006, Vol 4, Ch10, Eq. 10.28 & 10.29)

$$N_{\text{Lixiviation-SGF}} = \sum_S \left[\sum_T \left[\left((N_T \cdot Nex_T \cdot GF_{T,S}) \right) \cdot \left(\frac{Frac_{LixiGF(T,S)}}{100} \right) \right] \right]$$

Où :

N_{lixiviation-SGF} = quantité d'azote de fumier lessivé des systèmes de gestion du fumier, kg N an⁻¹

N(T) = nombre de têtes de l'espèce de bétail/catégorie T dans le pays

N_{ex}(T) = excréments annuelles moyennes de N par tête de l'espèce/catégorie T dans le pays, kg N animal⁻¹ an⁻¹

GF(T,S) = fraction d'azote annuel total excrété par l'espèce/catégorie de bétail T gérée dans le système de gestion du fumier S dans le pays, non dimensionnel

FraclixiGF = pourcentage de pertes d'azote du fumier géré de la catégorie de bétail T du aux écoulements et à la lixiviation dans les stockages liquides et solides de fumier (plage type 1 -20 %)

Équation 14: Émissions indirectes de N2O dues à la lixiviation lors de la gestion du fumier (GIEC 2006, Vol 4, Ch10, Eq. 10.28 & 10.29

$$N2O_{P(GF)} = (N_{lixiviation-SGF} \cdot FE_5) \cdot \frac{44}{28}$$

Où :

N2OP(gf) = émissions indirectes de N2O dues à la lixiviation et aux écoulements lors de la gestion du fumier dans le pays, kg N2O an-1

FE5 = facteur d'émissions des émissions de N2O de l'azote de lixiviation et écoulements, kgN2O-N/kg N lessivé et écoulé (valeur par défaut 0,0075 kg N2O-N (kg N lessivé/écoulé)-1, donnée au tableau 11.3 du chapitre 11 GIEC 2006, vol 4.

Tableau 65: Fraction de N qui est lixivié dans les systèmes de Gestion du Fumier

Frac LixiGF en %				
Bétail	Sous-Catégorie	Valeur	GF	Source
Bovins	Bovins non laitiers	SO	Pâturage/Parcours/parcelles	GIEC 2019, V4, Ch10, Tableau 10.22 (mis à jour)
Moutons		SO	Pâturage/Parcours/parcelles	
Chèvres		SO	Pâturage/Parcours/parcelles	
Porcs	Porcs de marché et truies de gestation	SO	Pâturage/Parcours/parcelles	
		3.5	Parc d'élevage	
Volaille		SO	Pâturage/Parcours/parcelles	
		0	Epannage quotidien	

Légende : SO = sans objet ; Néant = non existant

Tableau 66: Facteur d'émission pour les émissions de N₂O dues à l'azote lixivié ou perdu par ruissellement

FE5 en kg N yr-1			
Bétail	Valeur	Erreur	Source
Tous	0,011	0-0,02	GIEC 2019 ajusté, V4, Ch11, tableau 11.13, agrégé (mis à jour)

Emissions de méthane dues au riz

Non existant au Gabon. Il est jugé que la culture de riz est inexistante, pour plusieurs années au Gabon.

Émissions des sols gérés

Les sols gérés représentent tous les sols qui sont dits gérés dans le pays, y compris dans la forêt. Les émissions sont réparties entre les émissions de N₂O directes et indirectes et les émissions de CO₂ qui proviennent de l'application d'urée et de chaux (GIEC 2006, Vol 4, Ch11).

Au Gabon, les émissions des sols gérés proviennent de l'apport de fumier ainsi que les fèces et urines laissées par le bétail dans les pâturages. Dans les cultures plus intensives, l'apport d'engrais synthétiques et de chaux est égal une source d'émissions.

Émissions directes de N₂O dues aux sols gérés

Les émissions de N₂O se produisent de manière naturelle dans les sols. Ces processus s'appellent :

1. la nitrification, soit l'oxydation microbienne aérobie d'ammonium en nitrate et,
2. la dénitrification, opération inverse avec une réduction microbienne anaérobie de nitrate en gaz azoté.

Ces deux processus vont dépendre de la quantité de N inorganiques qui sont présents dans le sol. L'azote présent dans les sols peut provenir d'ajout d'engrais synthétiques et/ou organiques, du dépôt de fumier ou résidus agricoles ou encore de boue d'égout va directement. La présence d'azote est également influencée par la minéralisation de N dans la matière organique des sols lors d'un drainage et le changement d'affectation de la terre.

Au Gabon, les informations disponibles sont encore limitées pour considérer les émissions de N₂O des sols gérés. Les données proviennent de différentes sources nationales et internationales :

Les engrais synthétiques ainsi que la chaux proviennent des quantités importées de la Direction Générale des Douanes (2018). Il est estimé que le Gabon ne produit aucun engrais synthétique ou de chaulage et il est estimé que tout ce qui importé est utilisé dans la même année.

Dans le cas des engrais organiques, le fumier produit par le cheptel est estimé (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) étant donné qu'aucune information nationale n'est disponible sur la quantité de boue d'égout appliqué sur les sols. Des valeurs de fumier/compost sont disponibles par la Direction Générale des Douanes (2018), mais ne pouvant pas faire la différence entre fumier et compost et afin d'éviter tout double comptage ces valeurs ne sont pas considérées ici. Il est estimé que cette quantité reste limitée et donc n'influencera que de manière limitée les émissions finales.

Les urines et fèces déposées sur les pâturages, les parcoures et les parcelles sont estimées en se basant sur la quantité de cheptels qui se trouvent dans ce système de gestion du fumier **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et en appliquant l'

.

La superficie de sols organiques drainés provient de FAOSTAT (2019d) étant donné qu'aucune information n'est pour l'heure disponible au Gabon

La riziculture étant estimée comme non existante au Gabon, la quantité totale de N est ajoutée aux sols gérés.

Équation 15: Émissions directes de N₂O dues aux sols gérés [Niveau 1] (GIEC 2006, Vol 4, Ch11, Eq. 11.1)

$$N_{2O_{Directes}} - N = N_{2O} - N_{N_{Entrées}} + N_{2O} - N_{SO} + N_{2O} - N_{PPP}$$

Où :

$N_{2O_{Directes}} - N$ = émissions annuelles directes de N₂O–N imputables aux sols gérés, kg N₂O–N an-1

$N_{2O} - N_{N_{Entrées}}$ = émissions annuelles directes de N₂O–N imputables aux entrées de N sur les sols gérés, kg N₂O–N an-1

$N_{2O} - N_{SO}$ = émissions annuelles directes de N₂O–N imputables aux sols organiques gérés, kg N₂O–N an-1

$N_{2O} - N_{PPP}$ = émissions annuelles directes de N₂O–N imputables aux entrées d'urine et de fèces sur les sols de paissance, kg N₂O–N an-1

Note de clarification : Cette équation est suivie de 3 équations pour chaque élément, qui sont détaillées ci-dessous (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et

)

Entrée sur les sols

Équation 16: Émissions directes de N₂O dues aux entrées (GIEC 2006, Vol 4, Ch 11, Equation 11.1(a))

$$N_{2O} - N_{N \text{ Entrées}} = [(F_{SN} + F_{ON} + F_{RR} + F_{MOS}) \cdot FE_1] + [(F_{SN} + F_{ON} + F_{RR} + F_{MOS})_{RI} \cdot FE_{1RI}]$$

Où :

N₂O–N_N Entrées = émissions annuelles directes de N₂O–N imputables aux entrées de N sur les sols gérés, kg N₂O–N an-1

F_{SN} = quantité annuelle de N d'engrais synthétique appliqué aux sols, kg N an-1

F_{ON} = quantité annuelle de fumier animal, compost, boues d'égouts et autres ajouts de N organiques appliquée aux sols (Note : Si les boues d'égouts sont incluses, contre-vérifier avec le secteur Déchets afin de ne pas compter deux fois les émissions de N₂O dues au N des boues d'égout), kg N an-1

F_{RR} = quantité annuelle de N retourné aux sols dans les résidus de récoltes (aériens et souterrains), y compris les cultures fixatrices d'azote et dues au renouvellement des fourrages/pâturages, kg N an-1

F_{MOS} = quantité annuelle de N minéralisé dans les sols minéraux associée aux pertes de C des sols de la matière organique des sols en raison de changements d'affectation des terres ou de gestion, kg N an-1

FE₁ = facteur d'émissions des émissions de N₂O dues aux entrées de N, kg N₂O –N (kg entrées de N)-1

FE_{1RI} représente le facteur d'émissions des émissions de N₂O dues aux entrées de N sur le riz inondé, kg N₂O –N (kg entrées de N)-1

Tableau 67: Catégories incluses dans les entrées N sur les sols gérés

F en kg N an-1			
Catégorie	Sous-catégorie	Estimé	source
FSN: N d'engrais synthétique appliqué	Sols	Oui	Direction Générale des Douanes (2018)
	Riz	Néant	La riziculture est considérée comme non existante (voir section « Données d'activités sous-secteur Agriculture »)
FON: fumier animal, compost, boues d'égouts et autres ajouts de N organiques appliquée aux sols	Engrais organiques	NE	Information non disponible pour le moment.
	Compost	NE	La douane estime la quantité pour fumier/compost. Ne pouvant pas faire la différence entre la proportion de composte et celle fumier, cette valeur n'a pas été estimée pour éviter un double comptage.
	Boues d'égout	Néant	Il est considéré que cette pratique est non-existante au Gabon -
	Fumier animal	Oui	Voir
FRR: N retourné aux sols dans les résidus de récoltes		Oui	SUCAF (2020) Voir : Erreur ! Source du renvoi introuvable. &
FMOS: N minéralisé dans les sols minéraux		NE	Les informations sur les sols minéraux n'ont pas été prises en compte dans cet iGES pour manque d'information
FSO: N sols organiques drainés/gérés (ha)	Terre cultivée et savane	Oui	Données de FAO (2019d) Voir Erreur ! Source du renvoi introuvable.
FPPP: N d'urine et de fèces déposées par les animaux paissant sur des pâturages, parcours et parcelles	Bovins, porcs, volaille	Oui	Données de FAO (2019a) Voir
	Moutons et autres animaux	Oui	

Légende : NE = Non estimé, Néant = Non-existant

Tableau 68: Facteurs d'émissions pour les entrées dans sols gérés

FE en kg N ₂ O –N (kg N entrée) -1				
Catégorie	Sous-catégorie	Valeur	Erreur	source
FE1	Autres sols	0,01	0,001-0,018	GIEC 2019 ajusté, Vol4, Ch11, tableau 11.1 (mis à jour), valeur agrégée
FE1_RI	Riz	0,004	0-0,029	GIEC 2019 ajusté, Vol4, Ch11, tableau 11.1 (mis à jour)
FE2	Terre cultivée et Prairie Tropicale	5	2,3-7,7	Supplément du GIEC 2013 des Terres humides, Ch2, Tableau 2.5
	Forêt Tropicale	2,4	1,3-3,5	Supplément du GIEC 2013 des Terres humides, Ch2, Tableau 2.5
FE3	Bovins, Porcs et volaille	0,004	0-0,014	GIEC 2019 ajusté, Vol4, Ch11, tableau 11.1 (mis à jour), valeur agrégée
	Moutons et autres animaux	0,003	0-0,010	GIEC 2019 ajusté, Vol4, Ch11, tableau 11.1 (mis à jour)

Engrais synthétiques

Comme expliqué dans le **Erreur! Source du renvoi introuvable.**, la quantité d'engrais synthétique utilisée par année au Gabon provient de la Direction Générale des Douanes (2018). Afin d'appliquer l'équation du GIEC correctement ces valeurs sont converties en kg/an et multiplié par le pourcentage d'azote par type d'engrais afin d'obtenir la kg N/an par type d'engrais. La quantité d'engrais importés et utilisés au Gabon se trouve dans le **Erreur! Source du renvoi introuvable.**

Type d'engrais	% d'azote (FAOSTAT)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	moyenne
		Unité tonnes /an														
Uree,meme en solution aqueuse	46	736	1192	1254	1119,2	1129,4	1252,84	249,8	1504,35	1951,09	1717,15	1475	2820	1432,62	1197	1197
Sulfate d'ammonium	21	2412	2412	2412	2412	2412	5,15	1086,06	2412	1070,21	1263	2666,03	4035,52	6760,85	2412	2412
Sels doubles et melanges de sulfate et nitrate d'ammonium	33,5	3	3	3	3	3	3	3	3	0,02	3	3	3	6,04	3	3
Nitrate d'ammonium,meme en solution aqueuse	33,5	412	416	421	180	367	336	717	523	630	795	262	370	259	467	444
nitrate de sodium (plus de 16,3)	16,4	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0	0,08
nitrate de sodium (moins ou égale 16,3)	16,3	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0	0,03
Sel doubles et melanges de nitrates de calcium et d'ammonium	26	29	29	29	29	29	29	24	29	29	24	49,65	24	24,02	29	29
Solutions aqueuses ou amoniacales d'uree et nitrate d'ammonium en melange	32	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
Engrais min.ouchim.azotes,ycmelang.nonspécif.autres	20	91	91	91	91	0,1	37,01	8,57	1,47	593,06	91	0,08	0,03	91	91	91

Source : quantité proviennent Direction Générale des Douanes (2019), proportion d'azote proviennent de FAOSTAT sauf pour Nitrate de sodium qui provient directement de la Douane

Engrais organiques (fumier, boues, composte)

Les engrais organiques sont composés de fumier, de boue d'égout et de compost.

Équation 17: N dû à l'ajout de N organique appliqué aux sols (NIVEAU 1) (GIEC 2006, Vol4, Ch11, Eq. 11.3)

$$F_{ON} = F_{FA} + F_{Boues} + F_{COMP} + F_{AAO}$$

Où :

FON = quantité totale annuelle d'engrais au N organique appliqué aux sols autrement que par les animaux paissant, kg N an-1

FFA = quantité annuelle de N de fumier animal appliqué aux sols, kg N an-1

FBOUES = quantité annuelle totale de N des boues d'égouts appliqué aux sols (se coordonner avec le secteur Déchets pour s'assurer que le N des boues d'égouts n'est pas double compté), kg N an-1

FCOMP = quantité annuelle totale de N de compost appliqué aux sols (veiller à ne pas compter deux fois le N du fumier du compost), kg N an-1

FAAO = quantité annuelle d'autres amendements organiques utilisés comme engrais (par exemple, les déchets d'équarrissage, le guano, les déchets de brasseries, etc.), kg N an-1

Note de Clarification : La quantité de compost appliquée aux sols gérés est disponible dans le registre de la Direction Générale des Douanes. Aucune information n'est actuellement disponible pour les boues d'égout et autre amendement appliqué. les quantités sont présentées dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Pour obtenir la quantité de N de fumier disponible pour les sols gérés (FFA), il faut appliquer les équations du GIEC ci-dessous :

Équation 18: N du au fumier animal appliqué aux sols (Niveau 1) (GIEC 2006, Vol4, Ch11, Eq. 11.4)

$$F_{FA} = N_{SGF-Disp} [1 - (Frac_{Alim} + Frac_{Combust} + Frac_{CNST})]$$

Où :

FFA = quantité annuelle de N de fumier animal appliqué aux sols, kg N an-1

NSGF_Disposition = quantité de N de fumier géré disponible à l'application aux sols, l'alimentation ou la construction, kg N an-1

FracALIM = fraction de fumier géré utilisée pour l'alimentation

FracCOMBUS = fraction de fumier géré utilisée comme combustible

FracCNST = fraction de fumier géré utilisée pour la construction

Note de Clarification : Étant donné qu'aucune information n'est disponible sur la quantité de NSGF-Disp qui est utilisé pour l'alimentation, combustible ou construction, il est estimé que tout le fumier disponible est appliqué sur les sols (suivant les recommandations du GIEC 2006, Vol4, Ch11, p.11-14).

Équation 19: N des fumiers gérés disponibles pour application sur sols gérés (GIEC 2006, Vol 4, Ch10, Eq. 10.34)

$$N_{SGF-Disp} = \sum_s \left\{ \sum_{(T)} \left[\left[(N_{(T)} \cdot N_{ex(T)} \cdot GF_{(T,S)}) \cdot \left(1 - \frac{Frac_{pertesGF}}{100} \right) \right] + [N_{(T)} \cdot GF_{(T,S)} \cdot N_{litièreGF}] \right] \right\}$$

Où :

NSGF_disp = quantité d'azote du fumier géré disponible pour l'application à des sols gérés, l'alimentation, le combustible ou la construction, kg N an-1

N(T) = nombre de têtes de l'espèce de bétail/catégorie T dans le pays

Nex(T) = excréments annuelles moyennes de N par tête de l'espèce/catégorie T dans le pays, kg N animal-1 an-1 (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

GF(T,S) = fraction d'azote annuel total excrété par l'espèce/catégorie de bétail T gérée dans le système de gestion du fumier S dans le pays, non dimensionnel

FracPertesGF = quantité d'azote de fumier géré pour la catégorie de bétail T perdue dans le système de gestion du fumier S, %

NlitièreGF = quantité d'azote de la litière (à appliquer pour les SGF de stockage solide et de litière accumulée s'ils utilisent des litières organiques), kg N animal-1 an-1

S = système de gestion du fumier

T = espèce/catégorie de bétail

Tableau 70: Quantité d'azote de fumier géré perdue dans le système de gestion

FracpertesGF en %				
Bétail	Sous-Catégorie	Valeur	GF	source
Bovins	Bovins non laitiers	SO	Pâturage/Parcours/parcelles	FracGrazGF + FracLixGF (Erreur! Source du renvoi introuvable.)
Moutons		SO	Pâturage/Parcours/parcelles	
Chèvres		SO	Pâturage/Parcours/parcelles	
Porcs	Porcs de marché et truies de gestation	SO	Pâturage/Parcours/parcelles	
		48,5	Parc d'élevage	
Volaille		SO	Pâturage/Parcours/parcelles	
		7	Épandage quotidien	

Légende : SO = sans objet

Tableau 71: Quantité d'azote de la litière

NlitièreGF en kg N animal-1 an-1			
Bétail	Valeur	Erreur	source
Tous	SO		Ne s'applique pas dans le cas du Gabon, car aucune catégorie du bétail ne se trouve dans la gestion du fumier dit « Stockage solide » ou « litière accumulée »

Légende : SO = sans obje

Tableau 72: Quantité d'engrais organiques ajoutée aux sols gérés

Type d'engrais	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
	Unité Kg N /an													
FCOMP	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
FFA	501175	539458	577000	609639	574309	482532	559239	660016	642854	649760	656667	656667	649760	649760
FBOUES	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
FAAO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Type d'engrais	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	Unité Kg N /an													
FCOMP	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
FFA	649760	649760	649760	652167	656981	656981	656981	656981	664202	673515	673515	674633	679178	677289
FBOUES	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
FAAO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Source :basé sur les têtes de bétails FAO 2019a et la gestion du fumier

Légende : NA = Non applicable, NE = non estimé

Résidus Agricoles

L'estimation de la quantité d'azote contenu dans les résidus agricoles prend en compte la biomasse aérienne et souterraine y compris les cultures fixatrices d'azote et résidus retournés aux sols. Le GIEC permet d'estimer ceci, en utilisant les statistiques de rendement agricole et les facteurs par défaut des rapports de résidus aériens et souterrains/rendement et la teneur en N des résidus. Si certains résidus ou cultures sont brûlés, ceci est également pris en compte ici (GIEC 2006, Vol.4, Ch11, p.11.15)

Pour le Gabon, la quantité de N est estimée pour la culture de canne à sucre. Seule cette culture est, pour le moment, incluse dans cette section due au manque d'information disponible sur la superficie des différentes cultures annuelles présentes au Gabon. Les données de canne à sucre proviennent de l'entreprise SUCAF productrice de canne à sucre dans le pays. Les informations disponibles dans la base de données de FAOSTAT ne sont pas utilisées ici, car les valeurs disponibles ne sont pas cohérentes avec les superficies de terres cultivées produites par l'analyse de télédétection de SIRS (voir section FAT) et le jugement d'expert qui dit que 30% des terres cultivées sont utilisées pour les cultures annuelles (voir jugement d'expert [opinion 5]). L'estimation de quantité d'azote contenue dans les résidus agricoles est ici jugée comme une première information et des travaux de collecte de données vont être mis en place pour améliorer la précision sur les autres types de cultures dans les années futures. Voir le

pour les superficies et les rendements de la canne à sucre.

Équation 20: N des résidus agricole (GIEC 2019 ajusté, vol 4, Ch11, Eq 11.6 & 11.7 mises à jour)

$$F_{RR} = \sum_T \left\{ \left[\text{Résidus}_{AE(T)} \cdot N_{AE(T)} \cdot \left(1 - \text{Frac}_{\text{Extraction}(T)} - (\text{Frac}_{\text{Brûle}(T)} \cdot C_f) \right) \right] + \left[\text{Résidus}_{ST(T)} \cdot N_{ST(T)} \right] \right\}$$
$$\text{Résidus}_{AE(T)} = MS_{AE(T)} \cdot \text{Superficie}_{(T)} \cdot \text{Frac}_{\text{Renouv}(T)}$$
$$\text{Résidus}_{ST(T)} = (\text{Récolte}_{(T)} + MS_{ST(T)}) \cdot RS_{(T)} \cdot \text{Superficie}_{(T)} \cdot \text{Frac}_{\text{Renouv}(T)}$$
$$MS_{AE(T)} = \text{Récolte}_{(T)} \cdot R_{AE(T)}$$
$$\text{Récolte}_{(T)} = \text{Rendement}_{\text{Frais}} \cdot \text{Sèche}_{(T)}$$

Où:

FRR = quantité annuelle de N retourné aux sols depuis les résidus de récoltes (aériens et souterrains), y compris les cultures fixatrices d'azote, et due au renouvellement des fourrages/pâturages, kg N an⁻¹

RésidusAE(T) = Quantité totale annuelle de résidus aériens de culture pour la culture T, kg m.s. an⁻¹.

NAE(T) = Teneur en N des résidus aériens pour les cultures T, kg N (kg m.s.)⁻¹

FracExtraction(T) = fraction de résidus aériens de la récolte T extraite annuellement pour l'alimentation, la litière et la construction, kg N (kg récoltes-N)⁻¹. Pour ces données, il faudra consulter les experts du pays. Si les données de FracExtraction ne sont pas disponibles, supposer qu'il n'y a pas d'extraction.

FracBrûlée(T) = fraction de la superficie annuelle récoltée de la culture T brûlée, non dimensionnel

Cf = facteur de combustion non dimensionnel

RésidusST(T) = Quantité totale annuelle des résidus souterrains par culture T, kg m.s. an⁻¹

NST(T) = Teneur en N des résidus souterrains pour les cultures T, kg N (kg m.s.)⁻¹

MSAE(T) = Matière Sèche des résidus aériens de la culture T, kg m.s. ha⁻¹

Récolte(T) = rendement en matière sèche récoltée annuellement pour la culture T, kg m.s. ha⁻¹

RAE(T) = rapport entre la matière sèche des résidus aériens (AEMS(T)) et le rendement de la récolte T (Récolte(T)), kg m.s. (kg m.s.)⁻¹,

Superficie(T) = superficie totale annuelle récoltée pour la culture T, ha an⁻¹

FracRenouv(T) = fraction de superficie totale de culture T renouvelée annuellement¹⁵. Dans les pays où les pâturages sont renouvelés en moyenne toutes les X années, FracRenouv = 1/X. Pour les cultures annuelles, FracRenouv = 1

RS(T) = rapport entre les résidus souterrains et le rendement de récolte de la culture T, kg m.s. (kg m.s.)⁻¹.

T = type de culture ou fourrage

RendementFrais = rendement frais récolté pour la culture T, kg poids à l'état frais ha⁻¹

Sèche(T) = fraction de matière sèche de la culture récoltée T, kg m.s. (kg poids à l'état frais)⁻¹

Note Clarification : Les superficies pour la Canne à sucre proviennent de l'entreprise SUCAF qui produit à niveau national. Les données disponibles par SUCAF couvrent les années 1994 à 2019. Une extrapolation Polynomiale d'ordre 2 est appliquée pour obtenir des superficies pour les années 1990 à 1993 (

). Les autres données ; superficies pour autres cultures et rendement frais sont extraits de la base de données FAOSTAT, car le pays n'a pas encore de statistique fiable. Les facteurs d'émissions sont tous des facteurs par défaut extrait du GIEC 2019.

Tableau 73: Facteurs d'émissions pour estimer le N provenant des résidus agricoles

Kg m.s ha-1 (kg m.s. ha-1)-1					Kg N (kg m.s.)-1				kg m.s / kg poids frais		Culture nationale incluse	source
Catégorie	RAE(T)		RS(T)		NAE(T)		NST(T)		Sèche (T)			
	Valeur	Erreur	Valeur	Erreur	Valeur	Erreur	Valeur	Erreur	Valeur	Erreur		
Perennial Grass	0,3	SO	0,8	±50%	0,015	±75%	0,012	±75%	0,9	SO	Canne à sucre	GIEC 2019 Ajusté, V4, Ch11, Tableau 11.1A (nouveau)

Légende : SO= Sans objet

Tableau 74: Superficies et rendement de canne à sucre

Canne à sucre	199 0	199 1	199 2	199 3	199 4	199 5	199 6	199 7	199 8	199 9	200 0	200 1	200 2	200 3
Superficie (ha)	1751	1967	2175	2375	2633	2876	3098	3241	2941	2184	3547	3773	4380	4446
Rendement (kg/ha)	63.992	63.992	63.992	63.992	64.790	69.310	59.725	56.062	65.070	69.620	66.669	64.258	62.574	60.360

Canne à sucre	200 4	200 5	200 6	200 7	200 8	200 9	201 0	201 1	201 2	201 3	201 4	201 5	201 6	201 7	201 8
Superficie (ha)	4126	4057	4000	4302	4319	4336	4400	4432	4390	4382	4530	4794	4591	4608	4900
Rendement (t/ha)	59.711	68.616	63.774	64.854	63.598	65.209	63.164	63.699	57.678	63.878	66.400	61.135	68.986	71.877	54.296

Source : SUCAF (2020)

N Minéralisé des sols minéraux

Le carbone organique des sols minéraux n'est pas estimé dans cet inventaire pour manque d'information nécessaire pour estimer les changements de stocks dans les différents sols du pays. Ceci fait partie de plan d'amélioration et des informations supplémentaires sont en cours de collecte pour répondre à ce manque.

Sols organiques drainés

Les sols organiques drainés/gérés émettent des émissions non seulement de CO₂, mais également de N₂O et de CH₄. Cette section détaille les émissions de N₂O dues aux sols organiques drainés. Les superficies de sols organiques sont les mêmes que celles introduites dans la section 0et concernent les terres cultivées et les prairies/savanes.

Équation 21: Sols organiques drainés (GIEC 2006, Vol 4, Ch 11, Eq. 11.1 (b))

$$N_{2O} - N_{SO} = \left[(F_{SO,CP,Temp} \cdot FE_{2CP,Temp}) + (F_{SO,CP,Trop} \cdot FE_{2CP,Trop}) \right. \\ \left. + (F_{SO,F,Temp,RN} \cdot FE_{2F,Temp,RN}) + (F_{SO,F,Temp,PN} \cdot FE_{2F,Temp,PN}) \right. \\ \left. + (F_{SO,F,Trop} \cdot FE_{2F,Trop}) \right]$$

Où :

N₂O–N_{SO} = émissions annuelles directes de N₂O –N imputables aux sols organiques gérés, kg N₂O–N an⁻¹

F_{SO} = superficie annuelle de sols organiques drainés/gérés, ha (Note : les indices inférieurs CP, F, Temp, Trop, RN et PN se réfèrent à terres cultivées et prairies, terres forestières, tempérée, tropicale, riche en nutriments et pauvre en nutriments, respectivement)

FE₂ = facteur d'émissions des émissions de N₂O dues sols organiques drainés/gérés, kg N₂O – N ha⁻¹ an⁻¹ (Note : les indices inférieurs CP, F, Temp, Trop, RN et PN se réfèrent à terres cultivées et prairies, terres forestières, tempérée, tropicale, riche en nutriments et pauvre en nutriments, respectivement)

Tableau 75: Facteurs d'émissions des émissions de N₂O dues au sols organiques drainés/gérés

FE en kg N ₂ O –N ha ⁻¹ an ⁻¹				
Catégorie	Sous-catégorie	Valeur	Incertitude	source
FE2_CP,Trop	Terres cultivées et Prairies tropicales	16	5-48	GIEC 2019 ajusté, Vol4, Ch11, tableau 11.1 (mis é jour)
FE2_F,Trop	Forêts tropicales	8	0-24	GIEC 2019 ajusté, Vol4, Ch11, tableau 11.1 (mis é jour)

Note de Clarificationn : Les superficies de sols organiques drainés pour les terres cultivées et les savanes sont présentées dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Urines et fèces appliquées aux sols

Dans le chapitre sur le bétail, les émissions liées au fumier se concentrent sur le fumier qui se trouve dans un système géré. En revanche, de nombreux animaux sont laissés dans les champs et aucune gestion n'est faite du fumier produit par ces animaux. Notamment au Gabon, les bovins,

les moutons, les chèvres et une partie des porcs et de la volaille se trouvent dans les pâturages/parcours/parcelles. Cette section regarde la quantité de N qui est déposée sur les sols des pâturages, parcourus et parcelles par les animaux paissant.

Équation 22: Émissions directes de N₂O imputables aux entrées d'urine et de fèces sur pâturage (GIEC 2006, Vol 4, Ch 11, Eq. 11.1 (c))

$$N_{2O} - N_{PPP} = \left[(F_{PPP,BVS} \cdot FE_{3PPP,BVS}) + (F_{PPP,MA} \cdot FE_{3PPP,MA}) \right]$$

Où :

N₂O–N_{PPP} = émissions annuelles directes de N₂O –N imputables aux entrées d'urine et de fèces sur les sols de paissance, kg N₂O –N an-1

F_{PPP} = quantité annuelle de N d'urine et de fèces déposée par les animaux paissant sur des pâturages, parcours et parcelles, kg N an-1 (Note : les indices inférieurs BVS et MA se réfèrent aux bovins, volaille et suidés, et moutons et autres animaux, respectivement)

FE_{3PPP} = facteur d'émissions des émissions de N₂O dues au N de l'urine et des fèces déposées sur les pâturages, parcours et parcelles par les animaux paissant, kg N₂O–N (kg entrées de N)-1 ; (Note : les indices inférieurs BVS et MA se réfèrent aux bovins, volaille et suidés, et moutons et autres animaux, respectivement)

Tableau 76: Facteurs d'émissions de N₂O dues aux urines et fèces appliquées aux sols

FE en kg N ₂ O –N (kg entrées de N)-1				
Catégorie	Sous-catégorie	Valeur	Incertitude	source
FE3_PPP,BVS	Bovins, porcs, et volaille	0,02	0,007-0,06	GIEC 2019 ajusté, Vol4, Ch11, tableau 11.1 (mis é jour)
FE3_PPP,MA	Moutons et autres animaux	0,01	0,003-0,03	GIEC 2019 ajusté, Vol4, Ch11, tableau 11.1 (mis é jour)

Équation 23: N dans l'urine et les fèces déposées par les animaux paissant sur pâturages, parcours et parcelles (NIVEAU 1) (GIEC 2006, Vol 4, Ch11, Eq. 11.5)

$$F_{PPP} = \sum_T [(N_T \cdot Nex_T) \cdot GF_{T,PPP}]$$

Où :

FPPP = quantité annuelle de N d'urine et de fèces déposée par des animaux paissant sur des pâturages, parcours et parcelles, kg N an-1

N(T) = nombre de têtes de l'espèce de bétail/catégorie T dans le pays

Nex(T) = excréments annuels moyennes de N par tête de l'espèce/catégorie T dans le pays, kg N animal-1 an-1 (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

GF(T,PPP) = fraction d'excréments annuels totales de N par espèce/catégorie de bétail T déposées sur les pâturages, parcours et parcelles

**Tableau 77: Proportion du bétail qui se retrouve dans le système de gestion du fumier
Pâturage, Parcours et parcelles**

SGF en %				
Bétail	Sous-catégorie	Valeur	SGF	source
Bovins	Bovins non laitiers	100	Pâturage, Parcours et Parcelles	[opinion 4] Jugement d'expert, Janvier Ndong (Avril 2020)
Moutons		100	Pâturage, Parcours et Parcelles	
Chèvres		100	Pâturage, Parcours et Parcelles	
Porcs	Marché et de gestation	30	Pâturage, Parcours et Parcelles	
Volaille		30	Pâturage, Parcours et Parcelles	

Emission indirectes de N₂O dues aux sols gérés

Comme souligné plus haut, l'ajout de N ou le changement dans l'affectation de la terre vont avoir une influence directe en termes d'émission de N₂O mais également indirecte avec la volatilisation de NH₃ et de NO_x de sols gérés ou encore lors de lixiviation et d'écoulements de N sous forme de NO₃⁻. Les données d'activités restent les mêmes que celles détaillées dans la section Emissions directes de N₂O.

Équation 24: N₂O du au dépôt atmosphérique de N volatilisé depuis des sols gérés (NIVEAU 1) (GIEC 2006, Vol 4, Ch 11, Eq. 11.9)

$$N_{2O(DAT)} - N = \left[(F_{SN} \cdot \text{Frac}_{Gaze}) + ((F_{ON} + F_{PPP}) \cdot \text{Frac}_{GAZM}) \right] \cdot FE_4$$

Où :

N₂O(DAT)-N = quantité annuelle de N₂O -N produite par le dépôt atmosphérique de N volatilisé depuis des sols gérés, kg N₂O-N an-1

FSN = quantité annuelle de N d'engrais synthétique appliqué aux sols, kg N an-1 (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

FracGAZE = fraction de N d'engrais synthétique volatilisé sous forme de NH₃ et de NO_x, kg N volatilisé (kg de N appliqué) -1

FON = quantité annuelle de fumier animal géré, compost, boues d'épandage et autres ajouts de N organiques appliqués aux sols, kg N an-1 (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

FPPP = quantité annuelle de N d'urine et de fèces déposée par des animaux paissant sur des pâturages, parcours et parcelles, kg N an-1 (voir

)

FracGAZM = fraction de matériaux d'engrais au N organiques appliqués (FON) et de N d'urine et de fèces déposées par les animaux paissant (FPPP) volatilisés sous forme de NH₃ et de NO_x, kg N volatilisé (kg de N appliqué ou déposé) -1

FE4 = facteur d'émissions des émissions de N₂O dues au dépôt atmosphérique de N sur les sols et les surfaces aquatiques, [kg N- N₂O (kg NH₃-N + NO_x-N volatilisé) -1]

Note de clarification : Les fractions de gaz volatilisé et le facteur d'émissions sont des valeurs par défaut extraite du GIEC 2019.

Équation 25: N₂O dû à la lixiviation/écoulements de N de sols gérés dans les régions où existent la lixiviation et les écoulements (NIVEAU 1) (GIEC 2006, Vol 4, Ch11, Eq. 11.10)

$$N_{2O(L)} - N = (F_{SN} + F_{ON} + F_{PPP} + F_{RR} + F_{MOS}) \cdot \text{Frac}_{\text{Lixi-(H)}} \cdot FE_5$$

Où :

N_{2O(L)}-N = quantité annuelle de N₂O-N produit par la lixiviation et les écoulements après ajouts de N aux sols gérés dans les régions où existent la lixiviation et les écoulements, kg N₂O - N an-1

FSN = quantité annuelle de N d'engrais synthétique appliqué aux sols dans les régions où existent la lixiviation et les écoulements, kg N an-1 (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

FON = quantité annuelle de fumier animal géré, compost, boues d'épandage et autres ajouts de N organiques appliqués aux sols dans les régions où existent la lixiviation et les écoulements, kg N an-1 (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

FPPP = quantité annuelle de N d'urine et de fèces déposée par des animaux paissant dans les régions où existent la lixiviation et les écoulements, kg N an-1 (voir

)

FRR = quantité annuelle de N retourné aux sols dans les résidus de récoltes (aériens et souterrains), y compris les cultures fixatrices d'azote, et dû au renouvellement des fourrages/pâturages, dans les régions où existent la lixiviation et les écoulements, kg N an-1 (Voir :**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

FMOS = quantité annuelle de N minéralisé dans les sols minéraux, associé aux pertes de C des sols de la matière organique des sols en raison de changements d'affectation des terres ou de gestion dans les régions où existent la lixiviation et les écoulements, kg N an-1 (Non estimé dans cet IGES)

FracLIXI-(H) = fraction de tout le N minéralisé/ajouté aux sols gérés dans les régions où existent la lixiviation et les écoulements, et perdue par la lixiviation et les écoulements, kg N (kg d'ajouts de N) -1

FE5 = facteur d'émissions des émissions de N2O dues à la lixiviation et aux écoulements de N, kg N2O –N (kg de N lessivé et écoulé) -1

Tableau 78: Valeurs pour estimer les émissions indirectes de N2O

Catégorie	Valeur	Incertitude	source
FracGaze	0,11	0,02-0,33	GIEC 2019 ajusté, Vol4, Ch11, tableau 11.3 (mis à jour) valeurs agrégées
Frac_Gazm	0,21	0-0,31	GIEC 2019 ajusté, Vol4, Ch11, tableau 11.3 (mis à jour)
Frac_lixi	0,24	0,01-0,73	GIEC 2019 ajusté, Vol4, Ch11, tableau 11.3 (mis à jour)
FE4	0,01	0,002-0,018	GIEC 2019 ajusté, Vol4, Ch11, tableau 11.3 (mis à jour) valeur agrégées
FE5	0,011	0-0,02	GIEC 2019 ajusté, Vol4, Ch11, tableau 11.3 (mis à jour) valeur agrégée

Emissions de CO2 dues au chaulage

Afin de réguler l'acidité des sols et renforcer la croissance des plantes, de la chaux (soit calcaire calcique, ou dolomie) est ajoutée aux sols gérés. La chaux apportée aux sols produit des émissions de CO2 par le processus de dissolution du carbonate présent dans la chaux ou par émissions de bicarbonate qui ensuite se transforme en CO2 et H2O (GIEC 2006, Vol.4, Ch11, p.11.30).

Équation 26: Émissions annuelles de CO2 dues à l'application de chaux (GIEC 2006, Vol4, Ch11, Eq. 11.12)

$$CO_2 - C \text{ Emissions} = (M_{\text{Calcaire}} \cdot FE_{\text{Calcaire}}) + (M_{\text{Dolomie}} \cdot FE_{\text{Dolomie}})$$

Où :

Émissions de CO2–C= émissions annuelles de C dues à l'application de chaux, tonnes C an-1

M = quantité annuelle de calcaire calcique (CaCO₃) ou dolomie (CaMg(CO₃)₂), tonnes an-1

FE = facteur d'émissions, tonnes de C (tonne de calcaire ou de dolomie) -1

Note de clarification : Les données de chaux sont des statistiques de la Direction Générale des Douanes. Les facteurs d'émissions sont les valeurs par défaut donné par le GIEC. La quantité de chaux utilisées au Gabon est disponible dans le tableau ci-dessous).

Tableau 79: Facteurs d'émissions dus au chaulage

Catégorie	Valeur	Incertitude	source
FE Calcaire	0,12	±50%	GIEC 2006, Vol4, Ch11, p.33
FE Dolomie	0,13	±50%	GIEC 2006, Vol4, Ch11, p.33

Tableau 80: Quantité de chaux ajoutée aux sols gérés

Type de chaux	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	unité : tonnes an-1														
Dolomie "crue"	1156	1156	1156	1156	1156	1156	1156	1156	1156	1156	1156	1156	1156	1156	1156
Dolomie calcinée	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126
Chaux vive	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100

Type de chaux	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	moyenne
	unité : tonnes an-1														
Dolomie "crue"	1156	1156	1156	5	1156	4	6	1	125	5120	51	27	5064	1156	1156
Dolomie calcinée	126	126	126	21			648	2		183	0	15	12	126	126
Chaux vive	2100	2100	2100	2099	2375	1597	1216	1230	3123	2561	2611	2267	1918	2100	2100

Source : Direction Générale des Douanes (2018)

Emissions de CO2 dues à l'urée

L'urée introduite sur les sols gérés produit des émissions de N2O (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) mais également de CO2 lors des processus de production industrielle. La quantité d'urée utilisée au Gabon est une statistique disponible à la Direction Générale des Douanes (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Équation 27: Émissions annuelles de CO2 dues à l'application d'urée (GIEC 2006, Vol 4, Ch11, Eq. 11.13)

$$CO_2 - C \text{ Emission} = M \cdot FE$$

Où :

Émissions de CO₂-C = émissions annuelles de C dues à l'application d'urée, tonnes C an-1

M = quantité annuelle d'engrais à l'urée, tonnes d'urée an-1 (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

FE = facteur d'émissions, tonnes de C (tonne d'urée) -1

Tableau 81: Facteurs d'émissions dus à l'urée appliquée aux sols

Catégorie	Valeur	Incertitude	source
FE_urée	0,2	±50%	GIEC 2006, Vol4, Ch11, p.11.32

6.4.2 Forêt et Autres Affectation des terres (FAT)

Représentation des terres

Durant les années 2019-2020, sous les travaux de préparation du Niveau de référence et l'amélioration de l'inventaire GES pour le secteur AFAT, le Gabon a organisé des consultations internes pour récupérer toutes les informations disponibles sur l'affectation des terres. Dans ce but et afin de remédier au manque de données annuelles cohérentes sur toute la période considérée, le Gabon a reçu le soutien des consultants du Système d'Information à Référence Spatiale (SIRS) pour collecter et affiner les données d'affectation des terres. Les informations collectées ont pour fonction de répondre aux besoins de l'inventaire GES pour le secteur AFAT et pour le Niveau de Référence sur les forêts. De ce fait et afin de répondre à la décision 12/CP.17 para 8, les informations reportées cet inventaire GES sont les mêmes que celles introduites dans le rapport du Niveau de Référence sur les forêts.

Définition de la forêt

Dans ces rapports à la CCNUCC, le Gabon utilise la définition suivante : « Formation d'arbres couvrant au moins 30% du sol sur plus de 1 ha et plus de 20 m de large avec des arbres d'au moins 5 mètres de haut, mais ne faisant l'objet d'aucune pratique agricole. Il n'inclut pas les terres qui sont principalement affectées à l'agriculture ou à l'urbanisation ».

Toutes les forêts du Gabon sont considérées comme des forêts aménagées, selon le Code forestier gabonais de 2001 (République Gabonaise, 2001).

Cette définition est la même que celle utilisée dans le Niveau de référence sur les forêts présenté la CCNUCC par le Gabon en 2021. Cette définition n'est pas cohérente avec celle que le Gabon a utilisé jusqu'alors pour rapporter sous les activités FAO/Forest Resources Assessment (FRA)⁹. Le Gabon considère que la définition utilisée ici et pour le NRF national est plus adaptée à la méthodologie de télédétection qui a permis d'obtenir les données actuelles. La cohérence entre les rapports soumis à la CCNUCC et ceux présentés sous la FAO seront retravaillés pour obtenir une meilleure cohérence dans le futur.

Identification des classes d'occupation des terres

Afin de maintenir une cohérence avec le niveau de référence sur les forêts (NRF), la présentation des classes et sous-classes est la même que celle utilisée dans le NRF.

Catégories foncières (ensuite appelées superficies administratives, classes du PNAT)

Les terres au Gabon sont subdivisées en l'un des six classes foncières, qui sont utilisées dans le plan national d'aménagement du territoire (PNAT) ainsi que pour les activités REDD + sous laquelle les émissions et les absorptions sont déclarées dans le Niveau de Référence sur les forêts. Celles-ci sont :

Concessions forestières : concessions attribuées pour les permis industriels de récolte sélective du bois (zones de production).

Aires protégées : zones qui ont un statut de protection national et qui ne chevauchent pas les zones de production actives. Cela comprend : les parcs nationaux, les réserves naturelles intégrales, les réserves présidentielles, les réserves fauniques, les domaines de chasse, les zones d'exploitation faunique gérées, les arboretums, les zones culturelles/historiques.

Domaines ruraux : zones dans un rayon de 3 km autour des villages à l'exclusion des cinq autres classes foncières.

Zones agricoles : concessions agricoles industrielles, ranchs et zones de jachère agricole dans les concessions forestières.

⁹ La définition de forêt du Gabon dans FAO FRA : Ensemble des périmètres comportant une couverture végétale capable de fournir du bois ou des produits végétaux autres qu'agricole, d'abriter la faune sauvage et d'exercer un effet direct ou indirect sur le sol, le climat ou le régime des eaux

(<http://www.fao.org/3/cb0132fr/cb0132fr.pdf>)

Forêts communautaires : forêts attribuées à une communauté villageoise en vue de mener des activités durables dans le cadre d'un plan de gestion. Le Gabon a récemment lancé un processus de promotion et de reconnaissance de la foresterie communautaire.

Zones de jachère de conservation : il s'agit de zones de jachère de conservation et de protection à l'intérieur des concessions agricoles et forestières.

Toute terre qui n'est pas considérée comme l'une de ces six classes foncières est considérée comme une classe Autres Attributions. Par ailleurs, si les concessions de développement durable font partie du PNAT du Gabon, elles ne sont pas encore opérationnelles au moment de la soumission de ce rapport et donc non inclus. Pour raison du choix de la méthodologie utilisée, les Zones Agricoles et les Zones de Jachère de Conservation sont regroupées dans la classe Autres Attributions et les forêts Communautaires sont rattachées aux Concessions Forestières.

Catégories d'utilisation du sol

Trois niveaux de détails sont pris en compte dans cet inventaire GES. Le Niveau 1 est basé sur les classes foncières présentées dans la section précédente, nommées superficies administratives PNAT. Le Niveau 2 représente les six catégories d'affectation des terres du GIEC à savoir la forêt, les terres cultivées, les prairies, les terres humides, les établissements et les autres terres. Le Niveau 3 représente les sous-catégories nationales d'affectation des terres, soit 4 classes de forêts. Les tableaux ci-dessous détaillent la répartition de ces classes et les définitions de chaque catégorie.

Tableau 82: Présentation des niveaux pour la classification des affectations des terres au Gabon

Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Superficie administrative PNAT	Catégorie du GIEC	Classe nationale	Superficie administrative PNAT	Catégorie du GIEC	Classe nationale
Domaine Rural	Forêts	Forêt dense	Aire protégée	Forêts	Forêt dense
		Forêt secondaire			Forêt secondaire
		Forêt inondée			Forêt inondée
		Mangrove			Mangrove
	Terres cultivées	Terre cultivée		Terres cultivées	Terre cultivée
	Prairies	Savane		Prairies	Savane
	Terres humides	Eau		Terres humides	Eau
Zone marécageuse		Zone marécageuse			
Etablissements	Etablissement (sans route)	Etablissements	Etablissement (sans route)		
	Route		Route		
Autres terres	Sol nu	Autres terres	Sol nu		
Concession forestière	Forêts	Forêt dense	Autre attribution	Forêts	Forêt dense
		Forêt secondaire			Forêt secondaire
		Forêt inondée			Forêt inondée
		Mangrove			Mangrove
	Terres cultivées	Terre cultivée		Terres cultivées	Terre cultivée
	Prairies	Savane		Prairies	Savane
	Terres humides	Eau		Terres humides	Eau
Zone marécageuse		Zone marécageuse			
Etablissements	Etablissement (sans route)	Etablissements	Etablissement (sans route)		
	Route		Route		
Autres terres	Sol nu	Autres terres	Sol nu		

Niveau 1 :

Tableau 83: Définitions par niveau

Superficie administrative PNAT	Définition
Domaine Rural	zones dans un rayon de 3 km autour des villages à l'exclusion des zones protégées;
Concession forestière	Les concessions attribuées pour les permis industriels de récolte sélective du bois (zones de production); Forêts communautaires sont incluses dans les concessions forestières : forêts allouées à une communauté villageoise en vue de mener des activités durables dans le cadre d'un plan de gestion Le Gabon a récemment lancé un processus de promotion et de reconnaissance de la foresterie communautaire
Aires protégées	Les zones qui ont un statut de protection nationale et qui ne sont pas des zones de production. Contient les types d'aires protégées suivant: <ul style="list-style-type: none">- Parcs nationaux- Réserves naturelles intégrales- Réserves présidentielles- Réserves fauniques- Domaines de chasse- Zones d'exploitation faunique gérées- Arboretums- Zones culturelles / historiques
Autres attributions	Contient les catégories suivantes : <ul style="list-style-type: none">- Aires d'agriculture : Concessions agricoles industrielles, ranchs, zones de jachère agricole dans les concessions forestières- Zones de conservation mises en réserve : Zones de conservation à l'intérieur des concessions agricoles et des concessions forestières

Source : extrait du Niveau de référence, p.22 chapitre 3.2

Niveaux 2 & 3:

Catégorie du GIEC (N2)	Définition	Classes nationales (N3)	Définition
Forêt	«La définition de la forêt adoptée pour cet exercice est celle adoptée pour la cartographie du couvert forestier du Gabon avec (i) une hauteur du couvert arboré pouvant atteindre 5m à maturité, (ii) un taux de couvert arboré supérieur à 30% et (iv) une surface minimale de 1ha.	Forêt dense	Formation forestière fermée où les arbres se touchent, d'où un recouvrement élevé. Elle est constituée de plusieurs strates avec une canopée dense et des houppiers qui s'imbriquent.
		Forêt secondaire	Peuplement ouvert avec des arbres de petite et moyenne taille dont les cimes sont plus ou moins jointives, l'ensemble du couvert laissant largement filtrer la lumière.
		Forêt inondée	Formations fermées de forêt dense qui accompagnent les cours d'eau dans les régions de formations ouvertes à la faveur de l'humidité qu'ils entretiennent (De Sousa et al., 2020)
		Mangrove	Zones de forêt poussant le long des littoraux, dans des eaux calmes, saumâtres et peu oxygénées.
Terre cultivée	Toutes les cultures, y compris les rizicultures et les systèmes agroforestiers dont les structures de végétation sont en deçà des seuils utilisés dans la définition de la classe « forêt ».	Terre cultivée	Terrain couvert de culture et de produits animaux destinés à l'alimentation pour la vente, l'autoconsommation ou des usages industriels.
Prairie	Les pâturages et les prairies non considérés comme des cultures. Cela induit aussi les systèmes composés de végétation ligneuse qui sont en dessous des valeurs seuils utilisées dans la catégorie « forêt ». Induit également toutes les prairies des territoires sauvages aux secteurs de loisirs aussi bien que les systèmes agricoles et sylvo-pastoraux, en accord avec les définitions nationales.	Savane	Formation végétale caractérisée par la présence d'une strate herbacée continue et parsemée de plantes ligneuses essentiellement constituées d'arbustes.
Terre humide	Secteurs d'extraction de tourbe et territoires recouverts ou saturés par l'eau pour tout ou une partie de l'année et qui ne tombent pas dans les catégories « forêt », « culture », « prairie » et « infrastructure ». Cela induit les réservoirs comme une subdivision gérée et les rivières naturelles et les lacs comme des subdivisions non gérées.	Eau	Terrains recouverts d'eau en permanence. Ces zones regroupent les surfaces immergées (terrains couverts d'eau douce, salées ou saumâtres).
		Zone marécageuse	Formation herbeuse se développant sur un support édaphique recouvert d'une façon durable obligatoirement permanent, par une couche d'eau libre, de profondeur variable dans l'espace et dans le temps.

Catégorie du GIEC (N2)	Définition	Classes nationales (N3)	Définition
Etablissement	Toute terre développée, y compris l'infrastructure de transport et les aménagements humains de n'importe quelle taille, à moins qu'ils ne soient déjà indus dans d'autres catégories.	Etablissement (sans route)	Zone recouverte de bâtiments ou d'autres types de construction.
		Route	Toute zone d'infrastructure s'apparentant à une route.
Autre terre	Sols nus, roche, glace et tous les secteurs qui ne correspondent pas aux autres catégories. Cela induit que la somme totale des surfaces identifiées corresponde à la surface nationale	Sol nu	Terrains naturels à sol nu. Cette classe regroupe les sols couverts de sable, de rochers, surfaces pierreuses ou tout autre matériau minéral.

Source : Extrait de Hugé, 2019

Méthodologie appliquée pour les superficies d'utilisation du sol

Les données d'activité pour tous les changements du couvert forestier - à l'exception des activités d'exploitation forestière (voir section 0) - ont été dérivées des produits de télédétection générés par le SIRS dans ces méthodes. La méthode d'échantillonnage semi-aléatoire décrite par (Sannier et al. 2014) a été utilisée. Cette approche est considérée comme avantageuse en ce qu'elle :

Fournit un moyen de collecte des données de base fiables pour évaluer la précision des cartes de wall to wall (tels que ceux produits par AGEOS) ;

Peut être utilisé indépendamment des cartes du couvert forestier pour produire des estimations nationales du couvert forestier en utilisant la méthode de l'expansion directe ;

Peut produire des estimations de la superficie forestière nationale rapide et efficace ;

Peut être utilisé pour produire des matrices nationales d'utilisation des terres et de changement d'affectation.

Au départ, la méthode d'échantillonnage semi-aléatoire est utilisée pour évaluer l'exactitude et l'incertitude du couvert forestier wall to wall et des cartes de changement produites par AGEOS pour les années 1990, 2000, 2010 et 2015 (SIRS, 2019). Dans le contexte du NRF et de l'IGES, des statistiques supplémentaires sur la superficie et le changement de couvert forestier, y compris les classes nationales d'affectation des terres et de changement d'affectation décrites dans le

Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Superficie administrative PNAT	Catégorie du GIEC	Classe nationale	Superficie administrative PNAT	Catégorie du GIEC	Classe nationale
Domaine Rural	Forêts	Forêt dense	Aire protégée	Forêts	Forêt dense
		Forêt secondaire			Forêt secondaire
		Forêt inondée			Forêt inondée
		Mangrove			Mangrove
	Terres cultivées	Terre cultivée		Terres cultivées	Terre cultivée
	Prairies	Savane		Prairies	Savane
	Terres humides	Eau		Terres humides	Eau
	Zone marécageuse		Zone marécageuse		
Etablissements	Etablissement (sans route)	Etablissements	Etablissement (sans route)		
	Route		Route		
Autres terres	Sol nu	Autres terres	Sol nu		
Concession forestière	Forêts	Forêt dense	Autre attribution	Forêts	Forêt dense
		Forêt secondaire			Forêt secondaire
		Forêt inondée			Forêt inondée
		Mangrove			Mangrove
	Terres cultivées	Terre cultivée		Terres cultivées	Terre cultivée
	Prairies	Savane		Prairies	Savane
	Terres humides	Eau		Terres humides	Eau
	Zone marécageuse		Zone marécageuse		
Etablissements	Etablissement (sans route)	Etablissements	Etablissement (sans route)		
	Route		Route		
Autres terres	Sol nu	Autres terres	Sol nu		

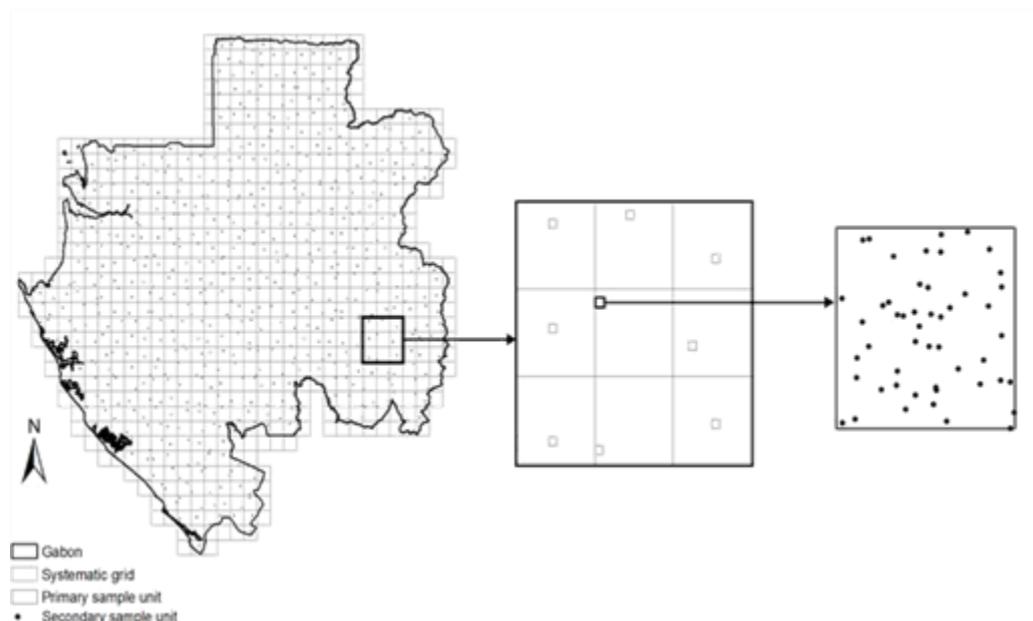
, sont ensuite spécifiquement produites pour les années intermédiaires 2005 et 2018. Les données de 1990 sont ajoutées directement à partir des résultats de Sannier et Al. (2014) sans nouvelle

analyse, donc les différences entre l'évaluation pour la période 1990-2000 et les autres périodes existent.

Certaines années d'évaluation (1990, 2000, 2010, 2015 et 2018) ont déjà été abordées dans des études antérieures (SIRS, 2019, 2013). Cependant, pour 1990, 2000 et 2010, seules 2 classes (forestières et non forestières) ont été identifiées. Pour 2015-2018, l'ensemble complet des classes d'utilisation des terres du GIEC avait été identifié : ces données ont été légèrement mises à jour afin d'assurer une cohérence complète avec les autres années d'évaluation (c'est-à-dire que 2000, 2010, 2015 et 2018 ont été mis à jour pour refléter les catégories d'affectation des terres du GIEC, 1990 n'a pas été mises à jour en raison d'un manque d'images satellitaires).

L'approche consiste à diviser la zone d'étude en blocs vectoriels de $20 \text{ km} \times 20 \text{ km}$, puis à sélectionner au hasard des unités primaires d'échantillonnage (UPE) de polygones de $2 \text{ km} \times 2 \text{ km}$ dans chacun de ces blocs (**Erreur! Source du renvoi introuvable.**). Cette approche d'échantillonnage a été adoptée car elle représente le meilleur compromis entre la facilité de collecte des données et une bonne répartition géographique. Les tailles respectives des UPE et des blocs ont été ajustées pour correspondre à l'intensité d'échantillonnage souhaitée. Au total, 665 UPE de 400 ha ont été réparties à travers le pays. L'approche d'échantillonnage en deux étapes présentée dans (Sannier et al., 2014) utilisant des unités secondaire d'échantillonnage (USE) de $30 \text{ m} \times 30 \text{ m}$ dans les UPE comme moyen de réduire l'effort pour évaluer chaque UPE, n'a pas été utilisée car la réduction de l'effort a été pas considéré comme substantiel.

Figure 53: Approche d'échantillonnage utilisant une grille systématique, des unités d'échantillonnage primaires et secondaires (SIRS, 2013)



Les estimations sont basées sur la méthode d'expansion directe (Sannier et al., 2014) qui produit des estimations du couvert forestier et du changement du couvert forestier basés sur des échantillons uniquement. Les estimations de superficie peuvent être dérivées directement des données de l'échantillon uniquement en utilisant la méthode dite d'expansion directe, à condition

que les données aient été collectées sur la base d'un échantillon probabiliste. L'estimation de la proportion (y) de la classe (c) et sa variance sont données par l'équation ci-dessous :

Équation 28: Estimation de la proportion (y) de la classe (c) et sa variance

$$\bar{y}_c = \frac{1}{n} \sum_i y_i$$

$$var(\bar{y}_c) = \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_c)^2$$

Où :

y_i = est la proportion du segment i couvert par la classe c ,

N = est le nombre total de segments dans la région,

n = est le nombre de segments de l'échantillon.

c = est la proportion moyenne de couverture forestière

La proportion de la région d'étude échantillonnée (n / N) est la fraction de l'échantillon.

L'estimation de la zone de classe (Z) et de la variance dans la zone d'étude (D) est la suivante :

Équation 29: Estimation de la zone de classe (Z) et de la variance dans la zone d'étude (D)

$$\hat{Z}_c = D * \bar{y}_c$$

$$var(\hat{Z}_c) = D^2 * var(\bar{y}_c)$$

Où

D = est la superficie de la région.

Les analyses se sont d'abord concentrées au niveau national sur la détection de :

Perte de couvert forestier selon la définition nationale de la forêt,

Perte partielle du couvert forestier détectée sur une surface minimale de 1 ha avec un couvert arboré égal ou supérieur à 30% (exemple : exploitation sélective pouvant apparaître comme une dégradation),

Régénération forestière,

Utilisation des terres et les changements d'affectation des terres

Des images Landsat TM 4 / TM 5 (1990) et Landsat 7/8 (2000 à 2015), SPOT7 (2015) et Sentinel2 (2015 à 2019) disponibles gratuitement sont utilisées pour les analyses : cependant, l'analyse de l'imagerie optique par satellite est particulièrement difficile au Gabon étant donné que c'est l'un des pays les plus nuageux du monde (<http://www.acgeospatial.co.uk/the-cloudiest-place/>). Pour faciliter la tâche, un ensemble d'outils gratuits de surveillance environnementale en ligne est utilisé (Open Foris: <http://www.openforis.org/home.html>).

Cela a permis de visualiser les segments et le Landsat 7/8 et Sentinel 2 directement sans avoir à les télécharger, puis de numériser l'occupation/affectation des terres dans les UPE et enfin de générer des statistiques permettant de générer les matrices de changement de l'occupation et d'affectation des terres (détails complets dans (SIRS, 2019)). L'objectif principal de l'utilisation de Collect Earth était d'accéder facilement à la visualisation des images de très haute résolution et haute résolution disponibles, de détecter tout changement entre les périodes et de collecter l'identité de l'imagerie pour analyser chaque UPE dans un logiciel SIG. Par conséquent, les UPE n'ont pas été classées dans Collect Earth. L'Encadré 1 fournit plus d'informations sur la manière dont l'interprétation de l'imagerie satellitaire a pris en compte la définition de la forêt gabonaise.

À l'aide du logiciel SIG (QGIS), l'affectation/occupation des terres ont été numérisées dans chacune des UPE selon les classes d'utilisation des terres du GIEC et les sous-catégories nationales. En comparant les changements dans d'affectation/occupation des terres pour les différentes années au sein de chaque UPE, les changements dans l'affectation et occupation des terres ont été déterminés pour chaque période d'évaluation. Le shapefile contenant les 665 UPE a été mis à jour avec les analyses pour chaque année d'évaluation. Un champ attributaire a été ajouté pour chacune de ces années afin qu'un seul champ attributaire final par année soit créé contenant le code l'occupation et de l'affectation des terres correspondants.

Encadré 1 : Interprétation des images satellitaires dans le contexte de la définition nationale de la forêt gabonaise

La définition de la forêt gabonaise est la suivante : « Formation arborée couvrant au moins 30 % du sol sur plus de 1 ha et plus de 20 m de large avec des arbres d'au moins 5 m de haut à maturité, mais ne faisant l'objet d'aucune pratique agricole ». A noter que la largeur minimale de 20 m a été un critère ajouté par le Gabon à sa définition nationale de la forêt lors de la création par l'AGEOS de la carte wall to wall 2015 du Gabon. Pour assurer la cohérence, chaque fois que des images Landsat (30 m) ont été utilisées et dans la mesure du possible, les segments ont été calibrés par rapport à des images à très haute résolution. Bien que la hauteur minimale des arbres de 5 m n'ait pas été mesurée directement, il existe une corrélation directe entre le couvert arboré, la hauteur et la densité des arbres, qui a été mesurée par AGEOS lors de la vérification au sol de la carte wall to wall de 2015 (AGEOS, comm. pers.). Le critère pris en compte, pour le traitement des images, n'est pas la largeur de la forêt mais plutôt la superficie minimale de 30% de couverture sur 1 ha. Compte tenu de cette superficie minimale, des forêts, selon la définition du Gabon, peuvent être observées sur les images Landsat. De plus, en raison de la croissance

rapide des arbres au Gabon, une hauteur d'arbre de 5 m peut être atteinte très rapidement (c'est-à-dire en quelques années).

Il est important de noter que pour la période d'évaluation la plus récente (2015-2018), les images Sentinel 2 et Landsat ont été comparées pour s'assurer qu'il y a une cohérence dans l'analyse avant et après la disponibilité des données Sentinel 2. Une double évaluation a donc été réalisée entre Landsat et Sentinel 2 pour assurer la cohérence (en utilisant les images Collect Earth et Google Earth Engine). A terme, les données Sentinel 2 seront de plus en plus utilisées en termes de résolution spatiale et temporelle.

Identification de l'affectation des terres

Pour assurer une cohérence totale avec les autres processus nationaux, les classes d'affectation des terres décrites dans le

Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Superficie administrative PNAT	Catégorie du GIEC	Classe nationale	Superficie administrative PNAT	Catégorie du GIEC	Classe nationale
Domaine Rural	Forêts	Forêt dense	Aire protégée	Forêts	Forêt dense
		Forêt secondaire			Forêt secondaire
		Forêt inondée			Forêt inondée
		Mangrove			Mangrove
	Terres cultivées	Terre cultivée		Terres cultivées	Terre cultivée
	Prairies	Savane		Prairies	Savane
	Terres humides	Eau		Terres humides	Eau
	Zone marécageuse		Zone marécageuse		
Etablissements	Etablissement (sans route)	Etablissements	Etablissement (sans route)		
	Route		Route		
Autres terres	Sol nu	Autres terres	Sol nu		
Concession forestière	Forêts	Forêt dense	Autre attribution	Forêts	Forêt dense
		Forêt secondaire			Forêt secondaire
		Forêt inondée			Forêt inondée
		Mangrove			Mangrove
	Terres cultivées	Terre cultivée		Terres cultivées	Terre cultivée
	Prairies	Savane		Prairies	Savane
	Terres humides	Eau		Terres humides	Eau
	Zone marécageuse		Zone marécageuse		
Etablissements	Etablissement (sans route)	Etablissements	Etablissement (sans route)		
	Route		Route		
Autres terres	Sol nu	Autres terres	Sol nu		

sont utilisées. Les étapes suivantes sont effectuées pour distinguer les différentes catégories et sous-catégories d'affectation des terres du GIEC.

Premièrement, la validation que le SIRS a menée en 2020 sur la carte nationale d'affectation des terres et de couverture des terres produite par AGEOS pour l'année 2015 (SIRS, 2020a) est utilisée pour attribuer différentes utilisations des terres (par exemple, terres cultivées, prairies, etc.) et codes d'occupation du sol aux 665 UPE pour l'année 2015.

Deuxièmement, afin de distinguer les différents types de catégories d'affectation des terres et d'occupation des sols, les règles d'interprétation suivantes sont utilisées (en particulier pour les images Landsat 7/8), étayées par les séries chronologiques et les shapefiles produits par (Lee, 2020) :

lorsqu'une zone est considérée comme «sol nu» pendant plusieurs années consécutives, et spécialement autour d'une route, elle est la plupart du temps considérée comme la catégorie d'utilisation des terres du GIEC des «établissements»;

lorsqu'une zone est considérée comme «sol nu» pendant un an, est de forme rectangulaire et change d'aspect au fil des années, elle est classée comme «agriculture itinérante» et donc dégradation des forêts (terres forestières restantes terres forestières);

Lorsqu'une zone est considérée comme «sol nu» pendant un an et à proximité il y a un village ou une route, cela est considéré comme une zone agricole et donc généralement classée dans la catégorie d'utilisation des terres du GIEC des «terres cultivées»;

Lorsqu'une zone a une faible couverture végétale (texture plus lisse) et qu'aucune activité humaine n'est observée, elle est généralement classée dans la catégorie d'affectation des terres du GIEC des «prairies» (cela inclut également les savanes).

Règles pour distinguer les classes stables et les classes converties

Une fois la numérisation terminée, des règles permettant de distinguer la conversion d'une classe d'affectation à une autre ou les classes restantes dans la même catégorie sont définies. Des périodes d'évaluation de cinq ans sont utilisées : 2000-2005; 2005-2010; 2010-2015, avec une période d'évaluation de trois ans pour 2015-2018 (en utilisant 2019 comme année d'étalonnage). Pour la période 1990-2000, les différentes catégories d'utilisation des terres n'est pas disponibles, car l'année 1990 n'a pas été spécifiquement réanalysée en raison d'un manque d'images satellitaires appropriées. Par conséquent, la distinction est basée sur les catégories disponibles (forestières et non forestières) en utilisant les mêmes règles décrites ci-dessous utilisées pour les autres périodes.

Pour toutes les périodes, les règles suivantes sont appliquées :

Changement permanent d'affectation : un polygone est codé comme forêt pour l'année d'évaluation et non-forestier pour les deux années d'évaluation consécutives (année + 5, année + 10). Le changement couverture/affectation des terres, qui est observé pendant au moins 10 ans, a été considéré comme permanent.

Changement temporaire d'affectation : un polygone est codé comme forêt pour l'année d'évaluation, non-forêt pour l'année d'évaluation suivante (année + 5) et forêt pour l'année d'évaluation suivante (y + 10). Le changement couverture/affectation des terres n'est pas considéré comme permanent et le changement d'affectation des terres a été qualifié de « dégradation ». Pour l'inventaire GES et dans le NRF 2021, les classes qui tombent dans une conversion dite «

temporaire » sont comptabilisées comme une conversion, car il est estimé que la biomasse est grandement affectée, même si pour une période de temps courts et que l'affectation du sol change pour quelques années.

Dégradation (perte de biomasse sans conversion) : est identifié lorsqu'un polygone a été codé comme forêt dense pour l'année d'évaluation «y» et forêt secondaire pour l'année d'évaluation (année + 5) (c.-à-d. forêt dégradée dans les terres forestières restantes des terres forestières).

Régénération (gains de biomasse) : un polygone est codé comme non-forestier pour l'année d'évaluation et comme forêt pour l'année d'évaluation suivante (année + 5). Par défaut, celle-ci est classée comme forêt secondaire selon la méthodologie de télédétection. (Notez que pour l'inventaire GES ici et le NRF 2021, une étape supplémentaire est prise, une fois cette analyse terminée, pour distinguer la forêt secondaire résultant de la régénération forestière suite à une perturbation humaine (par exemple, les terres cultivées deviennent forêt) de la forêt colonisatrice résultant de l'empiètement de la forêt naturelle sur savanes (par exemple, les prairies deviennent des terres forestières).

Stable : un polygone où la catégorie d'affectation reste la même entre les années d'évaluation.

Tableau 84: Exemples de règles appliquées pour distinguer les différents événements de changement du couvert forestier et les changements d'utilisation des terres dans l'analyse par télédétection

Année 0	Année + 5	Année + 10	Interprétation
Forêt Dense	Forêt secondaire	Forêt secondaire	Dégradation à Année + 5, ensuite stable.
Forêt Dense	Non-Forêt	Forêt secondaire	Conversion à Année + 5, régénération à Année + 10
Forêt Dense	Non-Forêt	Non-Forêt	Conversion à Année + 5, Stable à Année + 10
Forêt Dense	Forêt Dense	Non-Forêt	Stable à Année + 5, conversion à Année + 10 selon le statut à Année + 15. Pour la période 2015-2019, considérée comme une dégradation, sauf si dans une zone agricole considérée comme une déforestation 10
Non-Forêt	Forêt secondaire	Forêt secondaire	Régénération à Année + 5, ensuite Stable

L'attribution des superficies de chaque type couverture/affectation des terres et le changement entre les années d'évaluation sont compilés dans des matrices, ce qui a permis de regrouper les différents types de statistiques sur les changements et l'affectation des terres à un niveau national. Toutes les données sont d'abord classées dans l'une des six catégories d'affectation des terres du GIEC, puis dans l'une des 11 sous-catégories nationales (niveau 3). L'exception était 1990, qui n'a pas été réanalysée. Par conséquent, l'analyse de 1990-2000 distingue uniquement les forêts et les non-forêts.

10 Notez que bien que certaines UPE se situent dans des zones agricoles, il n'y en avait pas assez pour générer une matrice distincte pour ce type de changement de couvert forestier.

Superficies administratives

La deuxième phase du travail a consisté à croiser les UPE avec les données nationales fournies par le MINEF, enrichies des données historiques de la littérature (Lee, 2020). À partir de ces ensembles de données, des shapefiles pour les années d'évaluation par télédétection couvrant les deux périodes de référence historiques ont été générés pour les six classes distinctes de régime foncier national identifiées dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** (conformément au PNAT). Il s'agit des concessions forestières, des aires protégées, des zones rurales, des zones agricoles, des forêts communautaires et des zones de mise en jachère de conservation

Cependant, en raison de leur faible superficie, la conception de l'étude et le placement des UPE n'ont pas permis de détecter les changements d'affectation/occupation des terres pour développer des matrices individuelles pour les zones agricoles, les forêts communautaires et les zones de jachère de conservation. Au lieu de cela, les zones agricoles et les zones de mise en jachère de conservation ont été combinées avec toutes les terres non attribuées qui se trouvaient en dehors des limites des autres catégories de superficies administratives nationales dans une catégorie « Autres Attributions ». Les forêts communautaires ont été combinées avec des concessions d'exploitation forestière. Les superficies de chacune de ces classes foncières nationales sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 85: Superficie en hectares des quatre différentes superficies administratives retenues dans l'analyse de télédétection

Année	Domaine rural	Concession forestière	Aires protégées	Autres Attributions	Total
1990	2 248 022	6 671 269	920 158	16 927 250	26 766 700
2000	2 226 577	12 485 068	1 804 024	10 251 032	26 766 700
2005	2 409 083	14 383 136	1 924 292	8 050 190	26 766 700
2010	2 383 918	13 478 967	3 710 728	7 193 087	26 766 700
2015	2 038 646	14 447 663	3 818 044	6 462 348	26 766 700
2018	1 771 902	15 752 606	3 817 903	5 424 289	26 766 700

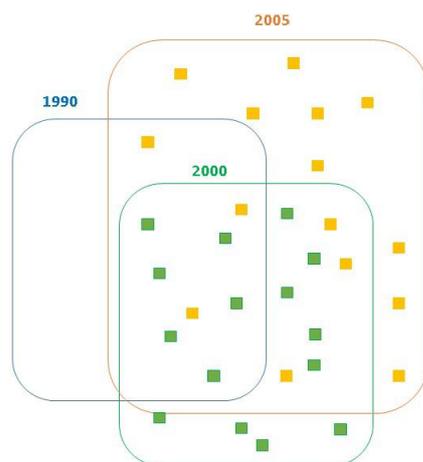
À partir de cette analyse, des matrices sont générées par superficie administrative PNAT pour permettre de quantifier les changements d'affectation des terres qui est ensuite additionner pour représenter le territoire national.

Ecarts entre années « de début » et « de fin » pour chaque période d'évaluation

Pour générer des matrices de changement d'affectation des terres pour chaque classe nationale des superficies administratives, une méthode est nécessaire pour permettre une vérification croisée

entre les UPE et les shapefiles des superficies administratives, dont la taille et la forme changent entre le début et la fin de chaque période d'évaluation en raison des changements administratifs historiques dans le régime foncier national. Ainsi, le nombre d'UPE sélectionnées pour l'analyse du changement d'affectation des terres est basé sur la taille et la forme des shapefiles à la fin de chaque période d'évaluation. Cela signifie le nombre d'UPE conservées dans un shapefile d'une classe de superficies administrative au début de chaque période d'évaluation diffère du nombre à la fin de la période d'évaluation précédente, car elles sont toutes sélectionnées sur la base du shapefile à la fin de chaque période d'évaluation (et il n'y a pas de chevauchement complet entre elles) voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ci-dessous. Cette différence signifie que les superficies estimées au sein de chaque classe administrative du PNAT diffèrent entre la fin et le début de chaque période d'évaluation. Cet écart n'a aucune incidence sur les données d'activité dérivées des changements d'affectation des terres, puisque les calculs des changements d'affectation des terres prennent en compte le changement annuel moyen de la superficie tel que détecté entre chaque période d'évaluation. Cependant, cet écart affecte les données d'activité pour les terres restantes dans la même catégorie, car l'interpolation de la superficie des catégories d'affectation estimée est effectuée entre années d'évaluation, de sorte que l'état d'une catégorie restant dans la même affectation au début et à la fin de chaque période d'évaluation devait être pris en compte. Cette question sera abordée dans le cadre du plan d'amélioration

Figure 54: Exemple de différence de placement des UPE dans les shapefiles nationaux des superficies administratives au «début» et «à la fin» des périodes d'évaluation.



Ici, le polygone bleu représente un shapefile de superficie administrative au début de la période d'évaluation 1990-2000. Les UPE pour l'analyse du changement d'affectation des terres (carrés verts) sont sélectionnées en fonction de la zone du shapefile en 2000 (polygone vert). Pour l'analyse 2000-2005, les UPE (carrés jaunes) sont sélectionnées en fonction de la zone du shapefile en 2005 (polygone jaune). Par conséquent, pour l'année 2000, à la «fin» de la période 1990-2000 et au «début» de la période 2000-2005, l'effort d'échantillonnage au sein du shapefile (placement des UPE) est différent.

Données d'extraction de bois

L'obtention de données d'activité précises pour consigner les pertes de biomasse dues à l'extraction de bois est notoirement difficile. Trois sources différentes de données d'activité ont été évaluées

pour estimer l'exploitation forestière, la méthode basée sur le volume est finalement retenue. Celles-ci sont discutées ci-dessous.

Données basées sur la superficie : Pour sa Contribution Déterminée Prévues à niveau National (CPDN), le Gabon a dérivé des données d'activité par zone en estimant la superficie de forêt exploitée à partir de plans de gestion, de documents administratifs et de données historiques. Cette méthode est réexaminée en détail au cours de la phase de développement du Niveau de référence, cependant, l'approche n'est pas retenue, car il est décidé qu'elle court le risque d'appliquer des hypothèses généralisées qui peuvent surestimer ou sous-estimer la zone exploitée réelle, par ex. en ignorant les concessions inactives ou l'exploitation forestière illégale.

Données de télédétection : La section 0 décrit la méthode de télédétection utilisée pour dériver les superficies d'affectation et changement d'utilisation des terres, à partir de laquelle la superficie de perte de couvert forestier est mesurée dans la classe PNAT des Concessions Forestières. Cependant, la méthode de télédétection ne peut détecter les changements forestiers que lorsque la perturbation du couvert forestier est visible. Étant donné que l'exploitation sélective laisse une grande partie du couvert forestier intacte, il est décidé que cette méthode risque de sous-estimer considérablement l'étendue des dommages causés par l'exploitation forestière. La superficie de perte de couvert forestier détectée par la méthode de télédétection dans les concessions forestières n'est donc pas considérée.

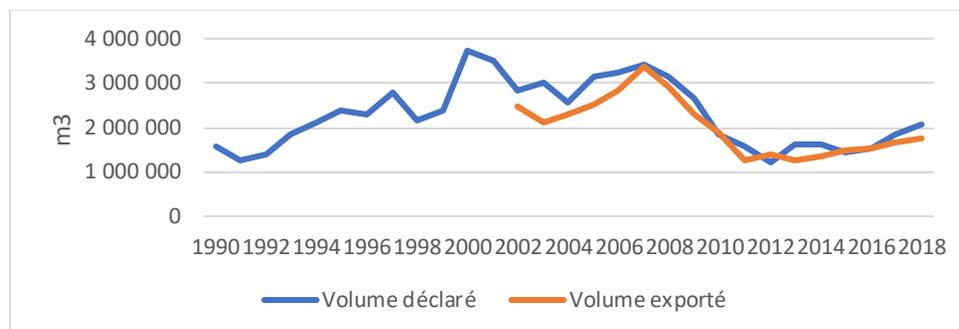
Données de production bois : Les volumes de production nationale de bois sont une source plus directe de données d'activité : cependant, les données présentent des niveaux d'incertitude inconnus. Par exemple, une incertitude peut survenir en raison d'erreurs administratives ou de bois non déclaré. L'exploitation forestière illégale est connue pour être un problème dans le pays, mais le Gabon travaille dur pour y faire face, comme le montre par exemple l'enquête «Commerce toxique» menée par l'Agence d'enquête environnementale (Environmental Investigation Agency, 2019) avec le Ministère de l'Environnement. Après mûre réflexion, le Gabon décide d'adopter les données basées sur le volume pour estimer les émissions forestières, sur la base de l'analyse et du traitement des données décrites dans la section suivante.

Plusieurs sources de données sur le volume de production de bois déclaré sont disponibles au Gabon, mais elles diffèrent toutes à des degrés divers, pour des raisons inconnues. Pour y remédier, une étude est menée dans le but de : (a) analyser toutes les données de volume de production de bois déclaré existantes provenant de différentes sources pour produire une seule série chronologique composée des données les plus fiables, et (b) comparer les volumes de production déclarés aux volumes exportés (FRM Ingénierie, 2020) pour examiner les écarts de données et potentiellement identifier tout bois non enregistré ou non déclaré dans les données de volume de production. À partir de cette étude, un ajustement est appliqué pour corriger les écarts identifiés.

Premièrement, les données sur le volume de production déclaré sont compilées à partir de toutes les sources connues. Sur la base d'une connaissance approfondie du pays et des sources, les données sont nettoyées et filtrées pour produire un ensemble de données unique (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et FRM Ingénierie, 2020). Les données sur le poids du bois exporté à partir du jeu de données national officiel (Tableau de Bord de l'Économie - TBE) sont utilisées pour valider les données de production de bois. Les volumes d'exportation équivalents (VX) sont

calculés à partir de cet ensemble de données et comparés aux données sur le volume de production déclaré (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) (FRM Ingenierie, 2020).

Figure 55: Comparaison du volume de production enregistré (VD, ligne bleue) et du volume exporté (VX, ligne rouge).



Afin d'assurer une approche prudente, une série chronologique du volume de production ajusté (VAD) est générée en prenant la valeur la plus élevée des deux ensembles de données pour chaque année (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Il est important de souligner que le volume de production (volume déclaré) est plus élevé pour la majorité de la période. Le volume exporté dépasse le volume déclaré pendant trois années seulement (2010,2012,2015) et la différence est très faible (environ 6% de plus en moyenne).

Figure 56: Données de volume de production ajustées et prudentes (ligne rouge continue), conservées comme données d'activité, 1990-2018.



Cet ensemble de données final est validé au niveau national (Conseil National Climat, 2020). Le volume de bois extrait est présenté dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**. L'estimation des émissions dues à l'extraction de bois est détaillée dans la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** de ce chapitre.

Exclusion des conversions de forêt à non-forêt dans les Concessions forestières

Afin de rester cohérent avec les hypothèses appliquées dans le Niveau de référence sur les forêts la décision suivante est appliquée :

Les données sur de pertes de biomasse des forêts convertie à une autre affectation et les forêts restant forêt avec perte de biomasse sont exclues des calculs des émissions pour la classe PNAT des Concessions Forestières, car il est considéré que la grande majorité de ces données est probablement liée aux activités forestières, telles que la création de routes de transport et de parcs à grumes, qui sont déjà inclus dans les facteurs d'émission pour l'exploitation forestière. Entre 2000 et 2018, 72% de la déforestation détectée dans les concessions forestières est attribuée à la création de routes et d'Etablissements, dont la plupart sont probablement des routes de transport et des grumes. Le reste est attribué à la création de terres cultivées et de prairies, dont une partie peut inclure une agriculture itinérante, mais peut également inclure d'autres zones défrichées où des herbes se sont établies par la suite. S'il est reconnu que l'exclusion de toute déforestation de l'intérieur des concessions forestières peut entraîner l'exclusion de certaines données d'activité non liées à la récolte sélective du bois (par exemple, l'agriculture itinérante), il est également reconnu que toute exploitation illégale détectée en dehors des concessions forestières comme la déforestation ou la dégradation est presque certainement comptée deux fois en raison du fait que les données sur les activités d'exploitation des émissions comprennent le bois récolté illégalement.

Bien qu'une analyse plus détaillée soit nécessaire pour démêler l'ampleur réelle de ces facteurs, il est considéré comme une approximation raisonnable de supposer que l'inclusion de toutes les données sur la déforestation en dehors des Concessions Forestières (comptant ainsi en double l'exploitation forestière illégale) compense l'exclusion de toutes les données sur la déforestation à l'intérieur de Concessions Forestières (excluant ainsi certaines cultures itinérantes).

Méthodologie pour obtenir une série chronologique des superficies d'utilisation des Terres

Pour obtenir une série chronologique des superficies d'utilisation des terres, plusieurs sources de données sont utilisées comme présentées dans le tableau ci-dessous.

Les informations obtenues par télédétection comme présentée dans la section précédente 0 donnent les données d'activités de base pour les estimations. Afin de raffiner ces données, d'autres études de terrains sont intégrées et permettent d'ajuster les superficies des matrices obtenues par SIRS. Les sections suivantes expliquent pas à pas comment ceci a été intégré.

Tableau 86: Exemple de l'interpolation annuelle

Affectation au départ	Affectation à la fin	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2005	2005
Forêt									2005 période suivante

Forêt dense	Forêt dense	1.363.982	1.363.982+(1.453.388-1.363.982)= 1.381.863	1.399.745	1.417.626	1.435.507	1.453.388	1.288.115
Forêt secondaire	Forêt secondaire	291.665	296.608	301.552	306.496	311.439	316.383	291.016
Forêt inondée	Forêt inondée	130.104	130.104	130.104	130.104	130.104	130.104	132.769
Mangrove	Mangrove	-					-	-

Tableau 87: Données d'activités Terres

Données	Source	Note
Matrices d'affectation	SIRS 2020	Données obtenues par télédétection par classe d'affectation à niveau 3 pour terre restant et terre convertie à une nouvelle affectation pour les années 1990/2000/2005/2010/2015/2018, voir détail dans la section précédente 0
Changements administratifs historiques	Lee 2020	Superficies administratives annuelles pour les différents types de concessions forestières. Cette information est utilisée pour extrapoler et ajuster les superficies obtenues par la télédétection. Ainsi que les forêts exploitées converties à aires protégées.
Extraction de bois	FRM Ingénierie 2020	Volume de bois extrait et exporté chaque année. Cette étude a analysé différentes sources nationales pour obtenir un volume représentatif qui a été validé à niveau national. Se référer à section 0
Bois de chauffe	FAOSTAT 2021	Volume de bois de chauffe extrait de forêt pour production d'énergie pour la cuisson, etc.

Étape 1 : Interpolation des superficies Terre restant dans la même affectation

Pour obtenir la superficie annuelle d'une Terre restant dans la même affectation, un changement progressif est appliqué en prenant en compte la superficie en début de période et en fin de période pour chaque matrice. Les données sont prises à la fois au début et à la fin de chaque période d'évaluation. Cela est nécessaire, en raison de la nature de la méthode de télédétection (l'approche d'échantillonnage des UPE combinée à des changements dans la taille et la forme des classes nationales PNAT entre les années d'évaluation), le total des superficies forestières au sein de chaque classe de régime foncier à la fin de chaque période d'évaluation ne correspond pas exactement aux zones au début de la période suivante. Pour les terres restantes dans la même affectation, la superficie à la fin de chaque période d'évaluation diffère de la superficie au début de la période suivante (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Forêt dense dégradée à forêt secondaire : Étant donné qu'il ne s'agit pas d'une conversion d'affectation, la même règle que pour les terres restant dans la même affectation est appliquée

Terre convertie à une nouvelle affectation : Pour obtenir une superficie annuelle de terre convertie à une nouvelle affectation, une superficie moyenne convertie est estimée. Exemple : entre 2000-2005 il y a 13988 ha de Terres cultivées qui sont converties en Forêts secondaires dans la classe Domaine Rural (source : matrice de SIRS 2020). Il est donc estimé qu'en moyenne 2798ha de Terres cultivées sont converties à Forêts secondaires chaque année entre 2001-2005. La superficie au début de chaque période d'évaluation étant de zéro.

Etape 2 : Estimations des superficies de forêts exploitées

Pour mieux représenter les estimations de la superficie de la forêt exploitée et pour assurer la cohérence méthodologique avec les calculs des émissions d'exploitation forestière, la superficie de la forêt exploitée a été dérivée des données d'activité utilisées pour calculer les émissions d'exploitation forestière (démonstré dans la section sur données sur le volume de production de bois). La forêt exploitée est définie comme « jusqu'à 25 ans depuis l'exploitation » car cela correspond à un cycle de récolte unique sous la gestion forestière gabonaise. Afin de pouvoir appliquer les facteurs de prélèvement les plus appropriés, la forêt exploitée est subdivisée en deux catégories : forêt exploitée (1-10) (LF10) pour les forêts exploitées jusqu'à 10 ans auparavant, et forêt exploitée (11-25) (LF25) pour les forêts exploitées entre 11 et 25 ans auparavant. La forêt exploitée est comptabilisée au sein des concessions forestières et des aires protégées, pour tenir compte du fait que plus d'un million d'hectares de concession forestière ont été annulés et remplacés par des parcs nationaux entre 2004 et 2007 (Lee, 2020). La méthode adoptée est décrite ci-dessous.

Pour les années 1990-2018, les données sur le volume de production de bois (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) sont converties en superficies récoltées équivalentes (SEE) en utilisant **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et une intensité moyenne de récolte (HI) de 10,0 m³ / ha (n = 12, U = 31,9 %, source: Ellis et al., 2019; Medjibe et al., 2011, 2013):

Équation 30: superficie exploitée équivalente

$$SEE = VAD * HI$$

Où :

SEE = Superficie exploitée équivalente (ha)

VAD = Volume produit ajusté (m³)

HI = Intensité d'exploitation

Cependant, des valeurs d' SEE sont nécessaires à partir de l'année 1965 afin de calculer la superficie cumulée de forêt exploitée à partir de 1990. En l'absence de données sur le volume de production pour les années 1965-1989, les données historiques disponibles pour la superficie des concessions forestières sont utilisées à la place. Les données historiques annuelles pour la superficie de

concession forestière (SC) sont disponibles de 1990 à 2018 (Lee, 2020), mais avant 1990, seules les valeurs de 1961 et 1975 sont disponibles (Lee, 2020). Ces données sont extrapolées pour fournir une série chronologique annuelle entre 1961 et 1990.

Ensuite, la superficie de la concession forestière (SC) est utilisée pour dériver le pourcentage de la superficie d'exploitation équivalente à la zone de concessions (% SEE) pour chaque année entre 1990 et 2000 en utilisant l'**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**:

Équation 31: % de la superficie d'exploitation équivalente à la zone de concession

$$\% \text{ SEE} = \text{SEE} / \text{SC}$$

Où :

% SEE = % de la superficie d'exploitation équivalente à la zone de concessions (%)

SC = Superficie de concession forestière

Le pourcentage moyen de la superficie d'exploitation équivalent à la zone de concession (% SEE) pour 1990-2000 a ensuite été calculé (2,3%, incertitude = 5,7%).

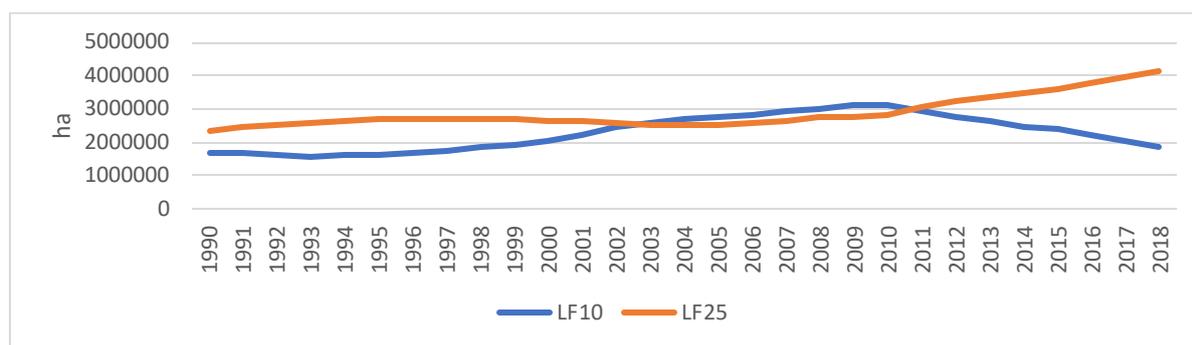
Pour 1965-1989, l'SEE est calculée en multipliant la valeur moyenne du % SEE (2,3%, U = 9,9%) par les données de superficie de concession d'exploitation (SC) pour cette année (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) :

Équation 32: Superficie exploitée équivalente pour années 1965-1989

$$\text{SEE} = \text{SC} * 2.3\%$$

De 1990 à 2018, la superficie de LF10 pour chaque année est calculée comme la somme des superficies équivalentes exploitées (SEE) pour les 10 années précédentes et la superficie de LF25 pour chaque année est calculée comme la somme des superficies équivalentes exploitées (SEE) pour les 11-25 années précédentes.

Figure 57: Superficies de forêts exploitées LF 10 (de 1 à 10ans) LF25 (de 11 à 25ans)



Les superficies exploitées sont réparties comme présentées dans le tableau ci-après. Plus de détails sur les ajustements se trouvent dans la feuille de calculs dans l'onglet DA-Extraction

Tableau 88: Superficies exploitées

Superficies exploitées		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
		unité : ha													
Superficie exploitée équivalente (SEE)	Erreur ! Source du renvoi introuvable.	157.657	124.998	141.477	185.907	212.696	238.796	228.396	277.495	216.396	240.196	371.493	353.094	282.495	301.994
<10 ans Superficie cumulative forestière exploitée	Calculé	170303	1.677.841	1.622.721	1.586.884	1.598.277	1.639.262	1.709.148	1.771.437	1.885.626	1.941.519	2.024.013	2.237.849	2.465.945	2.606.962
11-25 ans Superficie cumulative forestière exploitée	Calculé	235492	244478	252139	258482	263507	267213	269602	270672	270423	268857	265972	262045	255132	250147

Superficiés exploitées		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
		unité : ha														
Superficie exploitée équivalente (SEE)	Erreur ! Source du renvoi introuvable.	256.295	314.294	321.994	343.294	316.894	266.595	189.737	158.997	139.300	161.297	162.497	148.135	152.314	186.772	205.255
<10 ans Superficie cumulative forestière exploitée	Calculé	2.723.050	2.766.649	2.842.148	2.935.746	3.001.545	3.102.043	3.128.443	2.946.687	2.752.590	2.609.396	2.468.698	2.374.900	2.208.741	2.039.060	1.882.538
11-25 ans Superficie cumulative forestière exploitée	Calculé	2498862	2525838	2581714	2629993	2730173	2772056	2840540	3043124	3230110	3349300	3490791	3589384	3746022	3943018	4144834

Etape 3 : Superficies de forêts exploitées en Aires protégées

Pour estimer la superficie de forêt exploitée dans les aires protégées, les informations suivantes sont utilisées : entre 2004 et 2007, 1030589 ha de permis de concession forestière ont été annulés et remplacés par des aires protégées comme suit (Lee, 2020) :

291 540 ha de concessions forestières annulées en 2004 ;

38 742 ha de concessions forestières annulées en 2006 ;

700 307 ha de concessions forestières annulées en 2007.

Pour en tenir compte de chaque année à partir de 1980 à l'année de l'annulation du permis, la superficie annuelle de forêt exploitée dans chaque bloc de permis est calculée en divisant la superficie récoltée équivalente (SEE) pour cette année (estimée dans étape 2 précédente) par la superficie totale de la concession d'exploitation (SC, également dérivée à l'étape précédente) et en multipliant par la taille du bloc de permis qui est annulé. À partir de la première année suivant l'annulation du permis et chaque année subséquente, la superficie récoltée annuelle est supposée être de zéro.

Pour chaque bloc de permis annulés (2004, 2006, 2007), à partir de l'année suivant l'annulation, la superficie de LF10 se retrouvant dans une aire protégée est calculée comme la somme de la superficie de forêt exploitée annuellement dans ce bloc pour les 10 années précédentes. La superficie de LF25 est calculée de la même manière comme la somme de la superficie de forêt exploitée annuellement dans ce bloc pour les 11 à 25 années précédentes.

Pour chaque bloc de permis annulés (respectivement 2004, 2006 et 2007) de 1990 à l'année d'annulation du permis, la superficie de LF10 et LF25 au sein des aires protégées a été supposée être nulle (donc pour le premier bloc annulé en 2004, la superficie de LF10 et LF25 dans les aires protégées a été supposée être 0 avant 2004, pour le deuxième bloc annulé en 2006, la zone de LF10 et LF25 dans les aires protégées a été supposée être 0 avant 2006 et pour le troisième bloc annulé en 2007, la zone de LF10 et LF25 dans les aires protégées était supposé être égal à 0 avant 2007. Une fois que ces zones ont été dérivées pour chaque bloc de permis annulés, elles ont été additionnées pour chaque année pour fournir la superficie totale de LF10 et LF 25 respectivement dans les aires protégées...

La superficie de forêt exploitée (LF10 et LF25 respectivement) à l'intérieur des concessions d'exploitation est finalement calculée en soustrayant la superficie LF10 et LF25 dans les aires protégées de la superficie totale de LF10 et LF25.

Etape 4 : Intégration des forêts exploitées avec les données de télédétection

Dans cette dernière étape, les séries chronologiques des superficies de forêt exploitée (LF10 et LF25 respectivement) à l'intérieur des concessions d'exploitation forestière et des aires protégées sont combinées avec les données de télédétection.

Pour intégrer les données de la forêt exploitée, il a été supposé que toutes les forêts identifiées dans la catégorie Forêt secondaire (forêt secondaire restant ou forêt dense convertie à forêt secondaire) au sein des aires protégées et des concessions forestières étaient des forêts exploitées. Comme la superficie de la forêt exploitée était supérieure à la superficie de la forêt secondaire qu'elle remplaçait (pour toutes les années), le reste a été soustrait du total de superficie de la « forêt dense et forêt inondée », (observé par SIRS) dans les concessions forestières et les aires protégées, pour s'assurer que le total des superficies forestières était correct.

L'ajustement des données d'activité est effectué comme suit :

Somme de deux catégories de forêts exploitées : (LF10 + LF25)

Somme de deux catégories de forêts secondaires (secondaire restant + dense convertie à secondaire)

Déduire la superficie de la forêt secondaire de la forêt exploitée (exploitée - secondaire)

Déduire la superficie restante de la superficie de forêt « dense » (« Dense » - restant exploitée)

Cela a abouti à la série chronologique annuelle finale des superficies forestières en hectares réparties par classe de superficie administrative de concessions forestières et aires protégées. Ces données sont les données d'activité utilisées pour les estimations.

Tableau 89: affectations des terres

Affectation au départ	Affectation à la fin	2000 II	2001	2002	2003	2004	2005
		Unité : Ha					
Forêt		1.785.751					
Forêt dense	Forêt dense	1.363.982	1.381.863	1.399.745	1.417.626	1.435.507	1.453.388
Forêt secondaire	Forêt secondaire	291.665	296.608	301.552	306.496	311.439	316.383
Forêt inondée	Forêt inondée	130.104	130.104	130.104	130.104	130.104	130.104
Mangrove	Mangrove	-					-
Forêt dense	Forêt secondaire		945	1.891	2.836	3.782	4.727
Non forêt	Forêt secondaire						
Terre cultivée	Forêt secondaire		2.798	2.798	2.798	2.798	2.798
Savane/prairie	Forêt secondaire		305	305	305	305	305
Etablissement (sans route)	Forêt secondaire		-	-	-	-	-
Routes	Forêt secondaire		64	64	64	64	64
Sol nu	Forêt secondaire		-	-	-	-	-
Total Terre non-forêt		440.825					
Terre cultivée							

Terre cultivée	Terre cultivée	17.556	14.879	12.203	9.526	6.850	4.173
Forêt dense	Terre cultivée		350	350	350	350	350
Forêt secondaire	Terre cultivée		331	331	331	331	331
Forêt dense	Terre cultivée		1.498	1.498	1.498	1.498	1.498
Forêt secondaire	Terre cultivée		1.162	1.162	1.162	1.162	1.162
Savane/prairie	Terre cultivée						
Savane/prairie							
Savane /prairie	Savane/prairie	151.363	157.418	163.472	169.527	175.581	181.636
Forêt dense	Savane/prairie		19	19	19	19	19
Forêt secondaire	Savane/prairie		22	22	22	22	22
Forêt dense	Savane/prairie						
Forêt secondaire	Savane/prairie						
Sol nu	Savane/prairie						
Terres humides							
Eau	Eau	159.399	159.399	159.399	159.399	159.399	159.399
Zone marécageuse	Zone marécageuse	55.072	55.072	55.072	55.072	55.072	55.072
Forêt dense	Eau						
Etablissements							
Etablissement (sans route)	Etablissement (sans route)	32.253	32.640	33.028	33.415	33.802	34.190
Routes	Routes	18.851	19.645	20.440	21.235	22.030	22.825
Forêt dense	Etablissement (sans route)		167	167	167	167	167
Forêt secondaire	Etablissement (sans route)		824	824	824	824	824
Forêt dense	Etablissement (sans route)						
Forêt secondaire	Etablissement (sans route)						
Terre cultivée	Etablissement (sans route)		36	36	36	36	36
Forêt dense	Routes		447	447	447	447	447
Forêt secondaire	Routes						
Forêt dense	Routes						
Terre cultivée	Routes		18	18	18	18	18
Autres Terres							
Sol nu	Sol nu	6.332	6.461	6.590	6.719	6.848	6.977
Forêt dense	Sol nu						
Forêt secondaire	Sol nu						

NB : les superficies de forêts denses et forêts inondées sont présentées ici séparément comparé au Niveau de référence 2021 qui prend en compte les forêts inondées et denses en une catégorie unique. Le total des superficies reste le même dans les deux rapports.

Obtention des Facteurs d'émissions

Les valeurs pour les stocks de carbone et croissance de biomasses ne proviennent pas exactement des mêmes classes d'affectation des terres que décrit dans la section 0 . Il a donc fallu répartir ces valeurs entre les catégories des superficies comme présenté ci-dessous :

Tableau 90: répartition des forêts par type écologique

Répartition pour les forêts			
Classe nationale (niveau 3)	Type de forêt	description	Justification
Forêt non identifié	Forêt croissante ancienne	forêt non perturbée sans perturbation humaine ou sans conséquence;	Appliqué pour les forêts non identifiées dans la première période 1990-2000.
	Ancienne forêt secondaire	forêt qui a repoussé sur une terre totalement ou presque totalement débarrassée de sa végétation forestière d'origine et qui a entre 20 et 100 ans	
Forêt dense et inondée	Forêt croissante ancienne	forêt non perturbée sans perturbation humaine ou sans conséquence;	Le facteur pour forêt dense et inondée est une moyenne de ces trois types de forêt. Ceci est dû au fait que sur les images de télédétections, ces différents types de forêts seront identiques et donc il est estimé que la forêt dense contiendra ces trois types de forêts. La forêt inondée se voit attribuer les mêmes valeurs car d'autre information ne sont pas disponibles pour le moment
	Ancienne forêt secondaire	forêt qui a repoussé sur une terre totalement ou presque totalement débarrassée de sa végétation forestière d'origine et qui a entre 20 et 100 ans	
	Ancienne forêt exploitée	forêt dégradée par la récolte sélective du bois il y a plus de 25 ans;	
Forêt secondaire	Jeune forêt secondaire	forêt qui a repoussé sur des terres totalement ou presque totalement débarrassées de sa végétation forestière d'origine, et qui n'a pas plus de 20 ans;	Est utilisé lors de la conversion d'une terre cultivée/établissement/autre terre à forêt secondaire
	Forêt exploitée	Deux sous-catégories, 1. la forêt qui a été dégradée par l'exploitation sélective du bois entre 1 et 10 ans et 2. la forêt qui a été dégradée par l'exploitation sélective du bois entre 11 et 25 ans;	Chaque sous facteurs est attribuée aux superficies de forêt exploitées qui se trouvent entre dans les concessions forestières et les aires protégées. Voir onglet "DA-Extraction"
	Forêt colonisatrice	empiètement de la forêt naturelle par la forêt adjacente aux savanes;	Est utilisé lors de la conversion d'une savane ou d'une terre humide à une forêt secondaire. On suppose qu'il s'est produit dans le cadre du processus continu

			d'empiètement naturel des forêts dans les savanes et les habitats des zones humides (Delegue ,2001 ; Jeffery et al., 2014; Mitchard and Flintrop, 2013)
	Forêt secondaire	forêt qui a repoussé sur une terre totalement ou presque totalement débarrassée de sa végétation forestière d'origine et qui a entre 20 et 100 ans	Forêt secondaire restant forêt secondaire. Où forêt dense dégradée à forêt secondaire seront inclus dans cette catégorie
Mangrove	Mangrove	forêt côtière intertidale de zone humide composée d'espèces halophytes d'arbres et d'arbustes, notamment au Gabon les espèces <i>Rhizophora racemose</i> et <i>Avicennia germinans</i> ;	aucun changement n'a été observé dans cette classe lors de l'activité de télédétection. Seulement les absorptions des mangroves restant mangroves sont pris en compte dans cet iGES.

Forêts ancienne, secondaires et exploitées

Les stocks de carbone des forêts ancienne, secondaires et exploitées proviennent de l'Inventaire national des ressources naturelles (INR) du Gabon (Poulsen et al., 2020). Le INR consiste actuellement en une série de 104 parcelles permanentes de 1ha (avec des plans pour l'augmenter à 500 parcelles permanentes) établies à travers le Gabon en utilisant une conception semi-systématique (Poulsen et al., 2020).

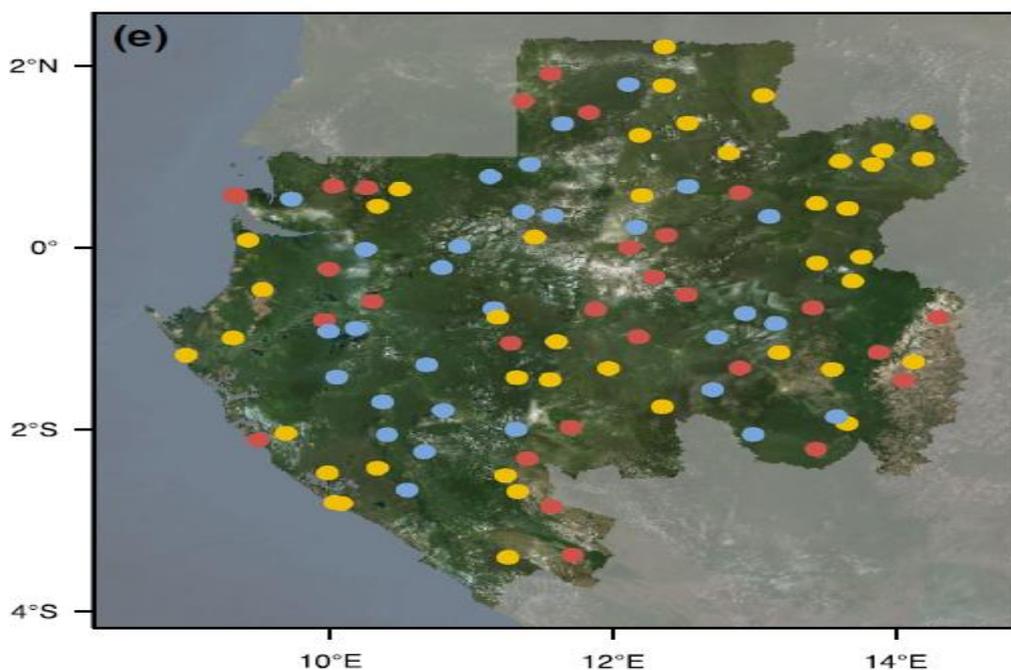
Un plan d'échantillonnage stratifié a été envisagé mais rejeté pour les raisons suivantes (Poulsen, 2013): (a) les tentatives de stratification se sont avérées complexes et peu fiables, en raison de la forte hétérogénéité des forêts du Gabon et d'un manque de confiance dans la qualité des données disponibles pour définir les strates; b) crainte que de nombreuses variables environnementales potentiellement importantes ne soient exclues; (c) l'échantillonnage serait excessivement coûteux et prendrait beaucoup de temps. L'approche d'échantillonnage semi-systématique est jugée avantageuse en ce qu'elle réduit le biais dans l'emplacement des parcelles, capture la variabilité spatiale de la structure et de la composition des forêts et permet d'inclure des parcelles d'échantillonnage supplémentaires sans perturber l'intégrité statistique globale des échantillons. L'approche d'échantillonnage a utilisé l'algorithme RRQRR (Reverse Randomized Quadrant-Recursive Raster) dans le SIG pour développer des échantillons aléatoires dans une grille de 50 km x 50 km sur l'ensemble du pays. La seule source de stratification dans la conception de l'enquête est l'utilisation d'une carte forestière dérivée d'une combinaison de couverture terrestre MODIS et de champ continu de végétation (VCF) pour identifier la forêt et réduire la probabilité d'échantillonnage dans les paysages non forestiers. Les futures itérations du INR échantillonneront tous les types d'affectation.

Chaque site d'inventaire comprend une parcelle de 1 ha (100 x 100 m) et quatre parcelles satellites de 0,16 ha (40 x 40 m). La conception ailée est utilisée pour améliorer la validation des données de

téledétection. Dans le contexte de l'inventaire GES, comme dans le cas du NRF, seuls les stocks de carbone dérivé des parcelles de 1 ha sont utilisés. Les données de terrain sont collectées suivant les Protocoles standard RAINFOR pour l'établissement et la mesure des parcelles (Phillips et al., 2009).

Les types de forêts sont classés a posteriori par historique des perturbations ainsi que par type édaphique. Les types d'historique des perturbations sont les forêts anciennes (non perturbées), les forêts secondaires (d'âge indéterminé) et les forêts exploitées (durée depuis la perturbation inconnue) (figure ci-dessous). Les données ont été collectées pour biomasse aérienne dans toutes les parcelles, et pour le bois mort hors-sol (bois sur pied et abattu) et le carbone du sol à 2 m dans un sous-ensemble de parcelles. Toutes les données sont publiées dans Carlson et al., 2017 ; Poulsen et al., 2020 et Wade et al., 2019. Le carbone souterrain a été extrapolé pour le NRF pour la biomasse vivante et morte en utilisant les ratios standards pousses-racines. Les méthodes sont résumées dans le Tableau 91.

Figure 58: Emplacement des parcelles mesurées pour l'inventaire national des ressources (NRI) à l'aide d'un plan d'échantillonnage semi-systématique.



Jaune = forêt ancienne, bleu = forêt exploitée, rouge = forêt secondaire (source: Poulsen et al., 2020)

Tableau 91: Méthodes utilisées pour estimer les stocks de carbone de la biomasse pour chaque réservoir de carbone dans les anciennes forêts

Biomasse aérienne

Les arbres ≥ 10 cm de diamètre sont mesurés à une hauteur de 1,3 m du sol ou à 50 cm au-dessus de tout contrefort, racine sur échasses ou déformation dans 104 parcelles et identifiés par espèce dans la mesure du possible. Des échantillons d'arbres non identifiés sont prélevés pour identification à l'Herbatorium national du Gabon. Sur 67 466 arbres, 80,9% sont identifiés au niveau de l'espèce et 99,4% au niveau du genre ; sur 1 572 grands arbres, 92,1% sont identifiés au niveau de l'espèce et 99,6% au niveau du genre. La hauteur des arbres (H) est mesurée avec un hypsomètre laser. Les techniciens ont pris trois mesures de hauteur de 55 arbres sélectionnés au hasard par site avec 10 arbres de chacune des 5 sous-classes de diamètre (10-20 cm, 21-30 cm, 31-40 cm, 41-50 cm, > 50 cm) et les cinq plus grands des arbres. Avec les mesures de la hauteur des arbres, une série de modèles de régression de hauteur de diamètre (D: H) (linéaire, quadratique et polynomial) sont construits pour chaque parcelle afin de prédire la hauteur des arbres non mesurés (Beirne et al., 2019). Pour les parcelles sans mesures de hauteur, un modèle national D: H est ajusté à toutes les données INR:

Équation 33: calcul des hauteurs des arbres

$$\hat{H} = 43,98 - 35,38 \times e^{-0,019D}$$

Les valeurs de densité du bois (ρ) sont dérivées de la Global Wood Density Database (Zanne et al., 2009). Le diamètre (D) des arbres individuels est converti en AGB à l'aide de l'équation allométrique pantropicale la plus récente (Chave et al., 2014) pour les forêts humides (précipitations de 1500 à 3500 mm an⁻¹) où:

Équation 34: équation pantropicale

$$AGB_{est} = 0,0673 \times (\rho D^2 H)^{0,976}$$

A noter que le modèle allométrique spécifique au Gabon (Ngomanda et al., 2014) n'est pas utilisé, car il est basé sur un échantillon limité d'un seul site. L'équation générale est jugée plus appropriée pour l'ensemble de données national. Les détails méthodologiques complets sont fournis dans (Poulsen, 2013; Poulsen et al., 2020).

Matière organique morte

Bois mort : La nécromasse dans le bois mort sur pied et couché est mesurée dans des transects installés dans un sous-ensemble de 47 parcelles INR. Le volume total de bois mort est estimé en mesurant les diamètres du bois mort tombé et sur pied ≥ 10 cm de D, en utilisant un système à trois classes de décomposition (Chao et al., 2008). Le volume (m³) de bois mort sur pied est estimé en utilisant la formule de Smalian (Harmon et al., 1986), et le volume de bois mort tombé est estimé

selon Van Wagner (1968). La nécromasse (t / ha) pour chaque transect et classe de décomposition est calculée en multipliant le volume de bois mort par ha par la densité du bois pour la classe de décomposition appropriée et la combinaison de type édaphique. Les détails méthodologiques complets sont fournis dans (Carlson et al. 2017).

Litière : Les stocks de carbone de la litière n'ont pas été mesurés dans le cadre du INR. Au lieu de cela, la valeur par défaut de niveau 1 du GIEC 2006 de 2,1 t C/ha (variation 1-3) pour les forêts tropicales a été utilisée (GIEC 2006, Volume 2, Chapitre 2, tableau 2.2). Cette valeur a été ajoutée à la valeur du bois mort pour chaque type de forêt (ancienne, secondaire, exploitée) pour fournir une valeur totale du stock de carbone pour la matière organique morte.

Biomasse souterraine

La biomasse souterraine (BGB) est déterminée au niveau du peuplement en multipliant les AGB vivants et le bois mort sur pied par le taux biomasse souterraine/biomasse aérienne de 0,235 (SE = 0,011) pour les forêts tropicales humides > 125 t / ha (Mokany et al. 2006), en utilisant l'équation 2.10 du GIEC 2006.

Sol

Le sol est échantillonné dans un sous-ensemble de 57 des parcelles INR (27% de forêts anciennes, 39% de forêt secondaire, 31% de forêt exploitée). Dans chaque parcelle, 3 fosses de sol sont creusées et des échantillons sont prélevés à 7 intervalles de profondeur jusqu'à 2 m, passés à travers un tamis de 2 mm et analysés pour le carbone total par combustion sèche. La densité en vrac est échantillonnée sur les cinq premiers incréments de profondeur du sol (0 à 10 cm, 10 à 30 cm, 30 à 50 cm, 50 à 75 cm et 75 à 100 cm) 10, en utilisant une carotte de 200 cm³ et une moyenne de trois répliques pour chaque profondeur. Les stocks de carbone sont estimés à l'aide de l'équation :

Équation 35: fraction de masse de carbone total apparente

$$CM = FC \times BD \times V$$

où CM est le carbone total en masse (t ha⁻¹), FC est la fraction de carbone, BD est la densité apparente du sol en fraction fine (<2 mm) et V est le volume de la couche de sol (m³ / ha). Les détails méthodologiques complets sont fournis dans (Wade et al., 2019).

Fraction de carbone par matière sèche

La valeur par défaut recommandée par le GIEC de 0,47 fraction de carbone de la matière sèche n'est pas utilisée, mais l'estimation la plus récente de 0,456 pour les forêts tropicales (Martin et al., 2018) a été utilisée pour transformer les tonnes de matière sèche en tonnes de carbone.

Mangroves

Pour les forêts de mangroves, les stocks de carbone sont tirés d'une étude de recherche (Kauffman et Bhomia, 2017) menée dans le cadre du programme d'adaptation et d'atténuation durable des zones humides du CIFOR-USDA Forest Service (SWAMP). Les protocoles SWAMP pour

mesurer les stocks de carbone des mangroves suivent Kauffman et Donato (2012). Dix-sept sites sont échantillonnés, 10 dans le parc national d'Akanda (nord du Gabon) et 7 dans la lagune de Ndougou (sud du Gabon). Les détails méthodologiques complets sont fournis dans Kauffman et Bhomia (2017); Kauffman et Donato, (2012) et sont résumés dans **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ci-après (Kauffman et Donato, 2012), les données sont compilées dans Downed wood, Vegetation (y compris le bois mort sur pied, la biomasse aérienne et souterraine vivante et le sol. Les données brutes sont accessibles au public au CIFOR (<https://data.cifor.org/dataverse/swamp>). Les données brutes sont réorganisées en biomasse vivante (aérienne et souterraine), matière organique morte (hors sol: bois debout et abattu, souterrain) et sol à 1m. Comme aucune conversion de mangrove à autre terre n'est détectée dans les données d'activité de télédétection, les stocks de carbone des mangroves ne sont pas retenus comme facteur d'émission pour la déforestation et la dégradation, cependant, aux fins de la déclaration des stocks totaux de carbone pour le pays dans lequel ils se trouvent inclus ici.

Tableau 92: Méthodes utilisées pour estimer les stocks de carbone de la biomasse pour chaque pool de carbone dans la forêt de mangroves (tirées de (Kauffman et Bhomia, 2017))

Biomasse aérienne
À chaque site, le diamètre (D) des arbres > 1,3 m de hauteur est mesuré à 30 cm au-dessus de la racine d'étai la plus haute dans une série de placettes circulaires de 6 x 7 m le long d'un transect de 100 m. L'AGB est calculé à l'aide d'équations allométriques spécifiques à l'espèce (Fromard et al.1998), où:
Équation 36 : calcul de la biomasse aérienne for <i>Avicennia germinans</i> , $AGB(kg) = 0.14 \times D^{2,4}$
Équation 37 : calcul de la biomasse aérienne for <i>Rhizophora racemosa</i> $AGB (kg) = 0,1282 \times D^{2,6}$
Matière organique morte
Bois mort : Pour le bois mort, les arbres morts sur pied sont séparés en trois classes de décomposition, où la biomasse est estimée respectivement à 97,5%, 80% ou 50% d'un arbre vivant. Pour le bois abattu, la technique d'intersection plane adaptée aux mangroves est utilisée pour calculer la masse de bois mort et abattu avec 2 catégories de classes de décomposition.
Litière : Les stocks de carbone de la litière n'ont pas été mesurés. Au lieu de cela, la valeur par défaut de niveau 1 du GIEC 2006 de 2,1 t C/ha (variation 1-3) pour les forêts tropicales a été utilisée (GIEC 2006, Volume 2, Chapitre 2, tableau 2.2). Cette valeur a été ajoutée à la valeur du bois mort pour fournir une valeur totale du stock de carbone pour la matière organique morte.
Biomasse souterraine
La biomasse souterraine est estimée à partir des biomasses aériennes avec l'équation générale des mangroves (Komiya et al.2008), où D = diamètre et ρ = densité du bois :
Équation 38 : calcul de la biomasse souterraine $BGB (kg) = 0,199 \times (\rho^{0,899} \times D^{1,22})$
Les valeurs de densité du bois proviennent de la Global Wood Density Database (Zanne et al., 2009)
Sol

Des échantillons de sol sont prélevés dans chacune des six sous-parcelles par site d'échantillonnage, à la tarière à des intervalles de profondeur de 0 à 15, 15 à 30, 30 à 50 et 50 à 100. Un sol d'un volume connu est extrait et la densité apparente est déterminée en laboratoire après séchage. La méthode de combustion sèche est utilisée pour mesurer les concentrations de carbone. La densité apparente et la concentration de carbone sont combinées avec des mesures de profondeur du sol spécifiques à la parcelle pour déterminer les stocks de carbone du sol.

Fraction de carbone matière sèche

La biomasse des arbres et des débris de bois abattus est convertie en masse de carbone en utilisant des fractions de carbone spécifiques de 0,47 pour le C aérien et de 0,39 pour le C souterrain, comme suit (Kauffman et Donato, 2012). Comme ces fractions font partie des protocoles standards de carbone de mangrove, ces conversions sont conservées ici.

Forêts colonisatrices

Bien qu'elles ne soient pas incluses comme facteurs d'émissions, les valeurs des stocks nationaux de carbone peuvent être déclarées pour la forêt colonisatrice, où les pertes de forêt ne sont pas détectées, mais les gains forestiers le sont. Les valeurs du stock de carbone pour la colonisation des forêts sont tirées de Cuni-Sanchez et al. (2016) pour la biomasse aérienne (les mesures les plus récentes sont rapportées): la biomasse souterraine est extrapolée à l'aide du taux de biomasse souterraine par rapport biomasse aérienne (équation 2.10 du GIEC 2006, Volume 4, chapitre 2). Dans cette étude, le carbone du sol est rapporté à 30cm. Pour cette raison, les valeurs des stocks de carbone du sol jusqu'à 1 m sont tirées d'une autre étude (Chiti et al., 2018) menée sur le même site. Notez cependant que les stocks MOM ne sont pas disponibles pour ce type de forêt et donc que les valeurs de jeune forêt secondaire ont été utilisé pour combler ce manque.

Les stocks de carbone pour les forêts secondaires où l'historique des perturbations est inconnu de l'INR du Gabon (Poulsen et al., 2020), sont utilisés pour calculer les émissions de la forêt secondaire (interprétées comme jeunes forêts secondaires et dégradées. Ceci est considéré comme une estimation prudente pour ce type de forêt.

6.4.3 Méthodologies pour les émissions/absorptions dues FAT

Cette section décrit les méthodes suivies pour obtenir les émissions et absorptions du secteur d'affectation des terres pour les terres restant dans la même affectation et pour les conversions d'une classe à une autre. Pour ce faire les lignes directrices du GIEC 2006 et 2019 Volume 4, chapitre 2 ont été utilisée. Au Gabon, le niveau utilisé pour obtenir les émissions et absorptions de la section utilisation des terres et changement d'affectation va du niveau 1 au niveau 3. Le niveau 3 utilisé ici est considéré comment équivalent à la méthode du GIEC, mais jugée plus adapté pour les circonstances du Gabon.

Les réservoirs de carbone inclus sont détaillés dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ci-dessous. Les classes d'occupation du sol sont résumées dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

6.5 Changement de stock de carbone dans sous-secteur FAT

Le changement de carbone dans le secteur FAT est estimé pour six catégories d'utilisation du sol définies dans la section 0. Pour chaque catégorie, les changements dans le stock de carbone sont estimés pour l'affectation de Terre restant dans la même catégorie et pour la conversion d'une affectation à l'autre. Les cinq réservoirs de carbones sont estimés ici, il s'agit du carbone de la biomasse vivante aérienne et souterraine, la matière organique morte le sol et le carbone perdu lors de perturbation du feu (NB : Les informations sur les émissions dues au feu sont ensuite rapporté dans la section agriculture). Les émissions des sols organiques drainés des terres cultivées et des prairies sont estimées basée sur les données de FAOSTAT comme décrit dans la section 0. Pour obtenir la quantité totale d'émissions et absorptions qui proviennent du secteur FAT, les équations suivantes ont été appliquées.

Tableau 93: Catégorie d'affectation du sol au Gabon

Catégories d'utilisation du sol			
Niveau 1	Niveau 2		Niveau 3
Classes administratives PNAT	UT	GIEC	Nationales
Domaine Rural	F	Forêt	Forêt dense
			Forêt secondaire
			Forêt inondée
			Mangrove
	TC	Terres cultivées	Terres cultivées
	P	Prairies	Savanes
	TH	Terres humides	Eau
			Zone marécageuse
	E	Etablissements	Etablissement (sans route)
			Route
AT	Autres terres	Sol nu	
Concessions forestières	F	Forêt	Forêt dense
			Forêt secondaire
			Forêt inondée
			Mangrove

	TC	Terres cultivées	Terres cultivées
	P	Prairies	Savanes
	TH	Terres humides	Eau
			Zone marécageuse
	E	Etablissements	Etablissement (sans route)
			Route
AT	Autres terres	Sol nu	
Aires protégées	F	Forêt	Forêt dense
			Forêt secondaire
			Forêt inondée
			Mangrove
	TC	Terres cultivées	Terres cultivées
	P	Prairies	Savanes
	TH	Terres humides	Eau
			Zone marécageuse
	E	Etablissements	Etablissement (sans route)
			Route
AT	Autres terres	Sol nu	
Non attribuées	F	Forêt	Forêt dense
			Forêt secondaire
			Forêt inondée
			Mangrove
	TC	Terres cultivées	Terres cultivées
	P	Prairies	Savanes
	TH	Terres humides	Eau
			Zone marécageuse
	E	Etablissements	Etablissement (sans route)
			Route
AT	Autres terres	Sol nu	

Équation 39: Variations annuelles de stocks de carbone pour la totalité du secteur FAT (GIEC 2006, Vol. 4, Ch 2, Eq. 2.1)

$$\Delta C_{FAT} = \Delta C_F + \Delta C_{TC} + \Delta C_P + \Delta C_{TH} + \Delta C_E + \Delta C_{AT}$$

Où :

ΔC = Variations des stocks de carbone

Les indices inférieurs indiquent les catégories d'affectation des terres suivantes :

FAT = Forêt et Autres Affectations des Terres

F = Terres forestières

TC = Terres cultivées

P = Prairies

TH = Terres humides

E = Établissements

AT = Autres terres

Pour chaque catégorie d'affectation des terres et pour chaque conversion les émissions/absorptions pour les différents réservoirs de carbone (voir ci-dessous) sont estimées puis additionnées.

Équation 40: Variations annuelles des stocks de carbone pour une strate de catégorie d'affectation des terres (GIEC 2006, Vol.4, Ch2, Eq. 2.2 & 2.3)

$$\Delta C_{AfT} = \sum_i \Delta C_{AfTi}$$

$$\Delta C_{AfTi} = \Delta C_{BA} + \Delta C_{BS} + \Delta C_{BM} + \Delta C_{Li} + \Delta C_{SO} + \Delta C_{PLR}$$

Où :

ΔC_{AfT} = Variations des stocks de carbone pour une affectation des terres (AfT) telle que définie par l'équation 2.1.

i = Indique une strate ou subdivision spécifique à l'intérieur de la catégorie d'affectation des terres (selon toute combinaison d'espèces, zones climatiques, écotypes, régimes d'exploitation, etc.), i = 1 à n.

Les indices inférieurs indiquent les réservoirs/pools de carbone suivants :

BA = Biomasse aérienne

BS = Biomasse souterraine

BM = Bois mort

LI = Litière

SO = Sols

PLR = Produits ligneux récoltés

Tableau 94: réservoirs/pools de carbone qui sont inclus dans cet IGES

Pools de Carbone			
	Indus	Source	Notes
ΔCBA	Oui	Poulsen et al (2020), Cuni-Sanchez et al. (2016), Medjibe (2020), Kauffman (2017), OLAM RSPO strategy, GIEC 2019 ajusté, V4, Ch5, tableaux 5.1-5.3, Ifo et al. (2018) et Ngomanda et al. (2013), RSPO OLAM (2015), GIEC 2006, V4, Ch 6, Tableau 6.2	Selon la catégorie d'utilisation du sol, différentes sources et études sont utilisées pour obtenir le stock de biomasse. Plus de détails sont disponibles dans les sections suivantes ainsi que dans la feuille de calculs.
ΔCBS	Oui		
ΔCBM	Oui	Carlson et al (2016) & Kauffman (2017)	Les stocks de carbone pour la matière organique morte (MOM) sont indiqués pour le bois mort. Les données MOM ne sont pas disponibles pour toutes les affectations et des valeurs par défaut ont été utilisées pour combler ce manque.
ΔCLi	Oui	GIEC 2006, Vol. 4, Chap. 2, tableau 2.2	Des valeurs par défaut sur la litière sont prises en compte en raison d'un manque de données nationales.
ΔCSO	Oui	Wade et al. 2019, Chiti et al. 2018, Kaufman 2017, GIEC 2006 /2019 ajusté, V4, ch 5 et 6, tableaux 5.5 et 6.2	Les stocks de carbone du sol sont également indiqués. Le Gabon ne considère pas les changements de carbone du sol dans les terres restantes dans la même affectation comme étant significatifs et adopte l'hypothèse du GIEC que pour les terres restantes, les stocks de carbone minéral du sol sur les terres qui sont dans la même affectation depuis au moins 20 ans sont en équilibre et ne changent pas. Pour les terres converties à d'autres types d'affectation des terres, le Gabon ne considère pas les émissions liées aux sols comme une catégorie de pour le moment, une estimation de niveau 1 est appliquée ici pour être le plus complet possible et obtenir des premières estimations. Une collecte de données spécifiques au pays sur les variations des stocks de carbone du sol en raison de l'affectation et de la gestion des

			terres est en cours et permettra d'obtenir des informations plus fiables dans les prochaines soumissions.
$\Delta C_{\text{organique}}$	oui	FAOSTAT (2019d)	Pour les terres cultivées et les prairies, les émissions de CO ₂ des sols organiques drainés ont été estimées basées sur les superficies obtenues par FAOSTAT et des facteurs par défaut. Ces résultats devront être améliorés dans le futur en prenant en compte des informations nationales. Mais il était ici important, bien que les émissions sont faibles, d'indiquer les émissions provenant de cette catégorie.
ΔC_{PLR}	Non	NA	Information nationale non disponible

Note de clarification : Pour pouvoir estimer les émissions et absorptions, des différents réservoirs de carbone des valeurs par défaut sont utilisés lors que les valeurs d'études nationales et internationales ne sont pas disponibles. Plus de détails sur la valeur et leur origine sont décrits dans les sections suivantes.

Pour estimer la variation des stocks de carbone pour un réservoir, la méthode de gains-pertes est appliquée. Cette méthode représente la soustraction des pertes aux gains en une année, comme décrite ci-dessous.

Équation 41: Variations annuelles des stocks de carbone pour un pool particulier, calculées par la méthode GAINS-PERTES (GIEC 2006, Vol.4, Ch2, Eq. 2.4)

$$\Delta C = \Delta CG - \Delta CP$$

Où :

ΔC = Variations annuelles des stocks de carbone dans le pool, tonnes C an-1

ΔCG = Gains annuels de carbone, tonnes C an-1

ΔCP = Pertes annuelles de carbone, tonnes C an-1

Note de clarification : la méthode de gains-pertes est appliquée pour toutes les catégories et tous les réservoirs.

6.6 Changement de stock de carbone de la biomasse dans une terre restant dans même affectation

Le premier réservoir de carbone estimé est celui de la biomasse. Ce réservoir prend en considération les gains et les pertes de la biomasse aérienne (troncs, branches, feuillages) et souterraine (racines). L'équation suivante est appliquée.

Équation 42: Variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse des terres restant dans la même catégorie d'affectation (méthode Gains-Pertes) (GIEC 2006, Vol. 4, Ch2, Eq. 2.7)

$$\Delta CB = \Delta CG - \Delta CP$$

Où :

ΔCB = Variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse pour chaque sous-catégorie de terres, en prenant en compte la totalité de la superficie, tonnes C an-1

ΔCG = Augmentation annuelle des stocks de carbone due aux gains de biomasse pour chaque sous-catégorie de terres, prenant en compte la totalité de la superficie, C an-1

ΔCP = Diminution annuelle des stocks de carbone due aux pertes de biomasse pour chaque sous-catégorie de terres, prenant en compte la totalité de la superficie, C an-1

Gains

Les gains représentent la quantité de carbone absorbé par la biomasse ligneuse de l'affectation du sol en une année. Pour cela, l'équation ci-dessous est appliquée en prenant en considération la superficie de la classe restant dans la même affectation multipliée par la croissance annuelle et la fraction de carbone.

Équation 43: Augmentation annuelle des stocks de carbone de la biomasse due à la croissance de la biomasse dans les terres restant dans la même catégorie d'affectation (GIEC 2006, Vol. 4, Ch2, Eq. 2.9)

$$\Delta CG = \sum_{i,j} (S_{i,j} \cdot C_{ceTOTAL\ i,j} \cdot FC_{i,j})$$

Où :

ΔCG = Augmentation annuelle des stocks de carbone de la biomasse pour les terres restant dans la même catégorie d'affectation des terres, par type de végétation et zone climatique, tonnes C an-1

S = Superficie restant dans la même catégorie d'affectation des terres, ha

C_{ce-TOTALE} = Croissance annuelle moyenne de la biomasse, tonnes m.s. ha-1 an-1

i = Zone écologique (i = 1 à n)

j = Domaine climatique (j = 1 à m)

FC = Fraction de carbone de la matière sèche, tonne C (tonne m.s.) -1

Tableau 95: Superficie des terres restant dans la même affectation

Superficiés des différentes catégories d'utilisation du sol			
UT	Sous-catégorie	Source	Notes
F	Forêt dense	données de télédétection de SIRS (2020)	Pour la période 1990-2000, il n'y a pas d'information pour différencier les sous-catégories de forêts.
	Forêt secondaire (Domaine rural et Autres attributions)		
	Forêt secondaire exploitée 1-10ans (Concessions forestières et Aires protégées)	FRM Ingénieur 2020, Michelle Lee (2020)	
	Forêt secondaire exploitée 11-25ans (Concessions forestières et Aires protégées)		
	Forêt inondée	données de télédétection de SIRS (2020)	
	Mangrove		
Non - F	Terre non-forestière	données de télédétection de SIRS (2020)	Pour la période 1990-2000 il n'y a pas d'information sur le type de terres non-forêt
TC	Terre cultivée	données de télédétection de SIRS (2020)	Information disponible à partir de 2001
P	Savane		
TH	Eau		
	Zone marécageuse		
E	Etablissement (sans route)		
	Route		
AT	Sol nu		

Note de clarification : Pour les classes du PNAT concessions forestières et aires protégées la forêt secondaire représente la forêt récemment exploitée (1-10ans), la forêt exploitée (11-25ans) et la forêt dense et inondée sont agrégées en une seule catégorie. Pour les deux autres classes, domaine rural et Autres attributions, la forêt secondaire est une forêt secondaire âgée et la forêt dense et la forêt inondée sont deux classes séparées. Les mangroves sont présentes dans toutes les classes du PNAT. Se référer à la section 0 « Méthodologies pour obtenir une série chronologique des superficies d'utilisation » pour plus de détails sur la méthode appliquée pour obtenir les différentes superficies.

Comparaison avec le NRF : Dans le niveau de référence les forêts inondées et denses sont comprises dans une seule catégorie pour faciliter les estimations étant donné que les facteurs d'émissions sont les mêmes pour les deux types de forêts. Le total des superficies et les estimations de gains donnent les mêmes résultats dans l'iGES que dans le NRF.

Tableau 96: fraction de carbone

FC en t C (t m.s)-1				
UT	Sous-catégorie	Valeur	Erreur	source
F	Forêt	0.456	SE: +/- 0,2	Martin et al. 2018, tableau 1 p. 916
Non-F	Terre non-forestière	NE		Seulement pour période 1990-2000, GIEC 2006, hypothèse de niveau 1, aucune plante ligneuse
TC	Terre cultivée	0		GIEC 2006, Niveau 1 : Estime croissance est compensé par les pertes donc nul
P	Savane	0		GIEC 2006, Niveau 1 : Estime croissance est compensé par les pertes donc nul
TH	Eau et zone marécageuse	SO		GIEC 2006, hypothèse de niveau 1, aucune plante ligneuse
E	Etablissement et route	SO		GIEC 2006, hypothèse de niveau 1, aucune plante ligneuse
AT	Sol nu	SO		GIEC 2006, hypothèse de niveau 1, aucune plante ligneuse

Légende : NE= non-estimé, SO = sans objet

Pour obtenir la croissance annuelle de la biomasse souterraine et aérienne, il faut appliquer l'équation ci-dessous. Les tableaux suivants détaillent les valeurs utilisées pour les différentes catégories

Équation 44: Gains annuels moyens de biomasse (NIVEAU 1) (GIEC 2006, Vol.4, Ch2, Eq. 2.10)

$$C_{Ce-TOTAL} = \sum_{i,j} \{ C_{ce} \cdot (1 + T_x) \}$$

Où :

$C_{ce-TOTAL}$ = Croissance annuelle moyenne de biomasse souterraine et aérienne, tonnes m. s. ha-1 an-1

C_{ce} = Croissance annuelle moyenne de la biomasse aérienne pour un type spécifique de végétation ligneuse, tonnes m.s. ha-1 an-1

T_x = Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne pour un type spécifique de végétation, en tonne m.s. de biomasse souterraine (tonne m.s. biomasse aérienne) -1. T_x doit être

fixé à zéro si l'on estime qu'il n'y a pas eu de modifications des schémas d'allocation de la biomasse souterraine (niveau 1).

Tableau 97: Facteurs de croissance annuelle moyenne de la biomasse aérienne

UT	Sous-catégorie	Cce [t m.s./ha/an]		source	commentaire
		Valeur	Incertitude		
F	Forêt dense + inondée	2.26	22,2%	Medjibe (2020) & Hubau (2020)	Moyenne de la croissance pour les forêts âgée, secondaire âgée (plus de 100ans sans perturbation)
	Forêt secondaire	2.83	33,5%	Medjibe (2020) & Requena Suarez (2016)	Forêt secondaire âgée (entre 20 et 100ans sans perturbation)
	Forêt récemment exploitée (1-10ans)	6.35	18,8%	Medjibe (2020)	Forêt exploitée <10ans dans Concessions forestières et aires protégées
	Forêt exploitée (11-25ans)	3.3	18,8%	Dérivé de Medjibe (2020) et Gourlet-Fleury et al., (2013)	Forêt exploitée 11-25 ans dans Concessions forestières et aires protégées
	Mangrove	9.9	5,1%	GIEC 2014, CH4, tableau 4.4	AGB change t/ha/year for tropical wet regions
No n-F	Terre non-forestière	NE			Période 1990-2000. N'estime aucune croissance
TC	Terre cultivée	0		GIEC 2006, Vol. 4, Ch2	Niveau 1 : Estime croissance est compensé par les pertes donc nul
P	Savane	0		GIEC 2006, Vol. 4, Ch2	Niveau 1 : Estime croissance est compensé par les pertes donc nul
TH	Eau et zone marécageuse	0		-	Niveau 1 : Estime croissance est compensé par les pertes donc nul
E	Etablissement et route	0		-	Niveau 1 : Estime croissance est compensé par les pertes donc nul
AT	Sol nu	0		-	Niveau 1 : Estime croissance est compensé par les pertes donc nul

Légende : NE= non-estimé

Tableau 98: Facteurs de taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne

		Tx [t m.s. BS/tm.s. BA]		
UT	Sous-catégorie	Valeur	Incertitude	source
F	Forêt dense	0.235	9.17%	Mokany et al 2006, tableau 2 p.91
	Forêt secondaire	0.235	9.17%	Mokany et al 2006, tableau 2 p.91
	Forêt inondée	0.235	9.17%	Mokany et al 2006, tableau 2 p.91
	Mangrove	0.235	9.17%	Mokany et al 2006, tableau 2 p.91
No n-F	Terre non-forestière	0		GIEC 2006, Niveau 1 : Estime croissance est compensé par les pertes donc nul Période 1990-2000
TC	Terre cultivée	0		GIEC 2006, Niveau 1 : Estime croissance est compensé par les pertes donc nul
P	Savane	0		GIEC 2006, Niveau 1 : Estime croissance est compensé par les pertes donc nul
TH	Eau et zone marécageuse	0		GIEC 2006, Niveau 1 : Estime croissance est compensé par les pertes donc nul
E	Etablissement et route	0		GIEC 2006, Niveau 1 : Estime croissance est compensé par les pertes donc nul
AT	Sol nu	0		GIEC 2006, Niveau 1 : Estime croissance est compensé par les pertes donc nul

Note de Clarification: L'estimation de l'augmentation annuelle des stocks de carbone de la biomasse due à la croissance de cette biomasse n'est disponible que pour les terres forestières restant terres forestières. Pour les Terres cultivées, Savanes, Terres humides, Etablissements et Autres Terres, l'hypothèse de niveau 1 du GIEC est appliquée et il est estimé que les variations sont stables dans le temps pour les affectations restant dans la même affectation et donc aucun gain de biomasse n'est estimé.

Il faut souligner que la forêt exploitée au Gabon a un taux de séquestration plus élevée que les forêts non exploitées (Medjibe, 2020b). Une étude préliminaire publié en République Centre Africaine (Gourlet-Fleury et al., 2013) montre également une récupération de la biomasse après seulement un cycle de récolte plus élevée que les stocks initiaux de carbone. Les experts qui ont produit le NRF du Gabon pense que « cela est dû aux taux élevés de séquestration post-exploitation combinés à de faibles pertes de biomasse lors de l'exploitation sélective, ainsi qu'à un effet des sociétés forestières sélectionnant préférentiellement des forêts à haute diversité/haute biomasse pour les concessions. Cependant, une compréhension complète du rétablissement post-exploitation et de la dynamique forestière sur plusieurs cycles de récolte fait défaut » (NRF, 2021).

Comparaison avec NRF : le NRF applique exactement les mêmes valeurs et les mêmes estimations présentées ci-dessus.

Pertes

Les pertes représentent les pertes de biomasse qui ont lieu dans les catégories d'utilisation du sol restant dans la même catégorie. Il peut s'agir d'extraction légale et planifiée comme il peut s'agir d'exploitation illégale ou encore des perturbations, anthropogéniques ou non, qui affectent la biomasse présente sur le sol.

Cette section ne considère que les classes forestières. Pour les autres catégories de Terres cultivées, Savanes, Terres humides, Etablissements et Autres Terres, l'hypothèse de niveau 1 du GIEC a été appliquée et il est estimé que les variations sont stables dans le temps pour les affectations restant dans la même affectation et donc aucune perte de biomasse n'est estimée.

Équation 45: Diminution annuelle des stocks de carbone due aux pertes de biomasse dans les terres restant dans la même catégorie (GIEC 2006, Vol. 4, Ch2, Eq. 2.11)

$$\Delta CP = \Delta P_{\text{Extraction-de-bois}} + \Delta P_{\text{Bois-de-chauffage}} + \Delta P_{\text{Perturbation}}$$

Où :

ΔCP = Diminutions annuelles des stocks de carbone dues aux pertes de biomasse dans les terres restant dans la même catégorie d'affectation des terres, tonnes C an-1

$P_{\text{extraction de bois}}$ = Diminutions annuelles de carbone dues à l'extraction de bois, tonnes C an-1

$P_{\text{bois de chauffage}}$ = Diminutions annuelles de carbone de la biomasse dues à l'extraction de bois de chauffage, tonnes C an-1

$P_{\text{perturbations}}$ = Diminutions annuelles de carbone de la biomasse dues aux perturbations, tonnes C an-1

Extraction de bois rond

Le volume de bois récolté rapporté par le Gabon chaque année fournit une source directe de données d'activité permettant d'estimer les émissions forestières. Une analyse détaillée de comparaison entre plusieurs sources de données déclarées à niveau national a été entreprise pour obtenir le volume de bois extrait annuellement (FRM Ingénierie, 2020). Pour ajuster cette sous-estimation, une comparaison des volumes de production déclarés (VD) avec les volumes exportés (VX) est effectuée. Lorsque $VX > VD$, la différence est considérée comme du bois « non déclaré » et un ajustement est effectué pour en tenir compte, ce qui dans le volume de production ajusté (VAD) **Le Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente les volumes annuels de production

déclarés et les volumes exportés. Les données d'activité ont été validées au niveau national (Conseil National Climat, 2020). Se référer la section 0 pour plus de détails sur la démarche entreprise.

Équation 46: Pertes annuelles de carbone de la biomasse dues à l'extraction de bois (NIVEAU 3, spécifique au pays)

$$P_{Extraction-de-bois} = R \cdot FE_{deg_bois}$$

Où :

$P_{extraction\ de\ bois}$ = Pertes annuelles de carbone dues à l'extraction de biomasse, tonnes C an-1

R = Extraction annuelle de bois, bois rond, m³ an-1

FE_{deg_bois} = le Facteur d'émissions de carbone aérien et souterrain provenant de la récolte commerciale de bois ont été estimées comme la somme des émissions dues au transport (atterrissages en rondins, routes de transport et couloirs routiers), les émissions dues au débardage (provenant des parcelles et des réseaux de pistes) et les émissions d'abattage (arbres abattus et ceux qui a subi des dommages collatéraux), tonnes C m-3

Tableau 99: facteurs d'émissions de la dégradation de bois extrait

Facteurs en t C m-3				
	Valeurs	Incertitude	Source	Notes
FE_deg TOTAL	2.56	27.8%	Pearson et al. (2014), Ellis et al. et al. (2014) & Medjibe et al (2011-2013)	Le facteur d'émissions est la somme de la dégradation obtenue lors de l'abattage, le transport et le dérapage
Émissions de rodins extraites (ELE)	0.15	11%		
Facteur de dommages de d'exploitation (LDF)	0.79	51.4%		
Facteur d'infrastructure d'exploitation (LIF)	1.64	45.9%		
Intensité d'exploitation (m3/ha)	10 m3/ha	31.9%		

Note de clarification : Une méthode de niveau (TIER) 3 est utilisée au Gabon pour obtenir une estimation plus spécifique au pays par rapport à la quantité de bois extraits. Une grande quantité de bois exploités étant source d'une exploitation illégale. L'onglet FE-forêt de l'outil de calcul détaille les étapes entreprises pour obtenir les valeurs finales. Le détail sur l'obtention des valeurs de volume de bois exploité décrit dans l'étude Peason et Al (2014), Ellis et al (2014) et Medjibe et al (2011-2013). Le détail des estimations est résumé dans l'onglet FE-Forêt de l'outil de calculs.

Tableau 100: Équivalence des catégories d'émissions de l'exploitation forestière dans Ellis et al (2019) par rapport à la méthode comptable standard (GOFC-GOLD recommandée) pour estimer les FE issus de la récolte sélective de bois (Pearson et al., 2014)

Emissions categories in Pearson et al., (2014)	Equivalent in Ellis et al., (2019)
Extracted Log Emissions (ELE)	Timber
Logging Damage Factor (LDF)	Felling collateral damage+ felled tree remainder
Logging Infrastructure Factor (LIF)	Skidding + Hauling (roads + log yards)

Comparaison avec NRF : Selon les hypothèses prises dans le Niveau de référence et reporter dans cet IGES, les pertes dues à l'extraction de bois proviennent des superficies comprises dans les différentes catégories de forêt dans la classe Concessions Forestières. Afin d'éviter tout double comptage, les superficies de forêt converties en d'autres terres pour la classe de Concessions Forestières ne sont pas incluses dans l'Erreur ! Source du renvoi introuvable..

Tableau 101: Volume de bois rond et bois de chauffe extrait

Bois exploité	Incertitude	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
		unité : m3												
Production déclarée (VD)	11.51%	1576600	1250000	1414800	1859100	2127000	2388000	2284000	2775000	2164000	2402000	3715000	3531000	2825000
Volume exporté (Vx)														
Volume produit ajusté (VAD)	TOTAL	1576600	1250000	1414800	1859100	2127000	2388000	2284000	2775000	2164000	2402000	3715000	3531000	2825000
Bois de chauffe extrait		451989	453411	464479	467357	491691	496650	500841	505318	507057	511155	515409	517740	520173

Bois exploité	Incertitude	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
		unité : m3														
Production déclarée (VD)	11.51%	256300 0	314300 0	322000 0	343300 0	316900 0	266600 0	184100 0	159000 0	122100 0	161300 0	162500 0	145000 0	152316 3	186775 5	205259 0
Volume exporté (Vx)			228652 5	252035 6	282113 0	335764 2	291547 1	228619 3	189740 6	124433 6	139302 7	126970 7	133912 8	148137 7	151583 5	166330 6
Volume produit ajusté (VAD)	TOTAL	256300 0	314300 0	322000 0	343300 0	316900 0	266600 0	189740 6	159000 0	139302 7	161300 0	162500 0	148137 7	152316 3	186775 5	205259 0
Bois de chauffe extrait		107000 0														

source : FRM ingenierie 2020 et FAOSTAT

Bois de chauffage

Les estimations de bois de chauffage inclus dans cet inventaire GES AFAT sont basées sur les données produites par FAOSTAT (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ci-dessus) et sont estimées comme très incertaines. Il faut noter que les données disponibles à niveau national sont non-existantes et qu'aucune étude n'est prévue dans ce sens car il est estimé que la consommation de bois de chauffage est très limitée dans le pays. Par soucis de complétude, le Gabon introduit les pertes de carbone dû à l'extraction de bois de chauffe.

Équation 47: Pertes annuelles de carbone de biomasse due à l'extraction de bois de chauffe

$$P_{Bois\ de\ chauffe} = [\{ FG_{arbre} \cdot FE_{CBE} \cdot (1 + T_x) \} + FG_{partie} \cdot D] \cdot FC$$

Où :

Pbois de chauffage = Diminutions annuelles de carbone dues à l'extraction de bois de chauffage, tonnes C an-1

FGarbres = Volume annuel d'extraction de bois de chauffage sur des arbres entiers, m3 an-1

FGparties = Volume annuel d'extraction de bois de chauffage sur des parties d'arbres, m3 an-1

Tx = Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne, en tonne m.s. de biomasse souterraine (tonne m.s. de biomasse aérienne) -1. Tx doit être fixé à zéro si aucun changement n'est prévu en matière de schémas d'allocation de la biomasse souterraine. (Niveau 1)

FC = Fraction de carbone de la matière sèche, tonne C (tonne m.s.) -1

D = Densité ligneuse de base, tonnes m.s. m-3

FECBE = Facteur d'expansion et de conversion de la biomasse pour la conversion des extractions en volume commercialisable en extraction totale de biomasse (écorce incluse), tonnes d'extraction de biomasse (m3 d'extraction) -1

Tableau 102: Facteurs en tonne de Carbone

Facteurs en t C m-3			
	Valeurs	Incertitude	Source
FECBE	0,95	0,7-1,1	GIEC 2006, Vol 4, Ch 4, Tableau 4.5 Tropical humide >200 m3/ha

Note de Clarification : Les données étant peut précises, il a été assumé que la quantité rapporté dans FAOSTAT représente l'extraction d'arbre entier et non de partie de l'arbre.

Comparaison avec NRF : Il faut noter que le Niveau de Référence sur les forêts n'a pas pris en considération ces pertes car les émissions/absorptions finales ne sont pas significatives. Ceci est dû au fait que la grande majorité de la population Gabonaise habite dans les centres urbains de Libreville et de Port-Gentil et ne se rendent pas dans les forêts pour leur besoin personnel. Le bois consommé provient donc d'extraction gérée et qui sont inclus dans la section précédent « extraction de bois rond ».

Perturbation

Les informations produites par la télédétection permettent de détecter la dégradation de forêt dense à forêt secondaire. Ce changement de sous-catégorie ne rentre pas selon la définition du GIEC dans une conversion per se, mais dans une perte limitée de la biomasse dans la forêt. Afin de pouvoir estimer la quantité de perte de biomasse lors de la dégradation de forêt dense à forêt secondaire, l'équation ci-dessous est appliquée. La dégradation observée au Gabon est principalement due à la culture itinérante, ceci est démontré par le fait que la grande majorité des superficies dégradées se trouve dans la classe PNAT Domaine Rural.

La dégradation est ici seulement considérée pour les classes Domaine Rural et Autres Attributions. Pour les classes Concessions Forestière et Aires Protégées, la forêt dense dégradée à forêt secondaire est incluse directement dans les forêts exploitées et n'est pas estimée ici.

Équation 48: Pertes annuelles de carbone de la biomasse dues à des perturbations (NIVEAU 3, spécifique au pays)

$$P_{\text{perturbation}} = S \cdot FE_{\text{deg_forêt}}$$

Où

$P_{\text{extraction de bois}}$ = Pertes annuelles de carbone dues à la dégradation de biomasse, tonnes C an-1

S = Superficie de forêt dégradée, m² an-1

$FE_{\text{deg_forêt}}$ = Facteur est la différence entre le stock de biomasse dans les forêts denses par rapport au stock de biomasse dans les forêts secondaire, tonnes C ha-1

Tableau 103: Facteur d'émission de la dégradation de forêt dense

Facteurs en t C ha-1				
	Valeurs	Incertitude	Source	Notes
FE_deg TOTAL	57.03	52,2%		
Biomasse aérienne	46.2		Poulsen et al. 2020	Ce facteur est la différence entre le stock de biomasse dans les forêts dense par rapport au stock de biomasse dans les forêts secondaire
Biomasse souterraine	10.9			

Note de Clarification : Aucune information n'est disponible sur un facteur de dégradation spécifique pour la dégradation de forêt dense à forêt secondaire. De ce fait, le facteur d'émission attribué à la différence de biomasse dans les forêts denses par rapport à la biomasse dans les forêts secondaires. Des études supplémentaires doivent être entreprises pour estimer un facteur de dégradation pour ces cas particuliers.

Comparaison avec NRF : la même hypothèse est appliquée dans le NRF.

6.7 Changement de stock de carbone de la biomasse dans une terre convertie à nouvelle affectation

Lors d'une conversion d'une affectation à une autre, la quantité de biomasse présente change. Il faut donc estimer la quantité perdue ou gagnée due à la conversion ainsi que les nouveaux gains et pertes lors de la première année dans la nouvelle affectation.

Pour le cas du Gabon le niveau 1 (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) est appliqué pour estimer les émissions/absorptions des terres converties à Forêt. Alors que le niveau 2 (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) est utilisé pour représenter les émissions/absorptions des autres conversions.

Équation 49: Variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse des terres converties à d'autres catégories (Niveau 1) (GIEC 2006, Vol.4, Ch2, Eq. 2.15)

$$\Delta CB = \Delta CG - \Delta CP$$

Ou

Équation 50: Variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse des terres converties à d'autres catégories (Niveau 2) (GIEC 2006, Vol.4, Ch2, Eq. 2.15)

$$\Delta CB = \Delta CG + \Delta CCONVERSION - \Delta CP$$

Où :

ΔCB = Variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse des terres converties à une autre catégorie d'affectation des terres, en tonnes C an-1

ΔCG = Augmentation annuelle des stocks de carbone de la biomasse due à la croissance sur les terres converties à une autre catégorie d'affectation des terres, en tonnes C an-1

$\Delta CCONVERSION$ = Variations initiales des stocks de carbone de la biomasse sur les terres converties à une autre catégorie d'affectation des terres, en tonnes C an-1

ΔCP = Diminution annuelle des stocks de carbone de la biomasse due aux pertes causées par les récoltes, la collecte de bois de chauffage et les perturbations sur les terres converties à une autre catégorie d'affectation des terres, en tonnes C an⁻¹

Tableau 104: Superficies de terres converties à nouvelle catégorie

UT	Sous-catégorie	Source	Notes
Conversion à forêt			
T>F	Terre à forêt secondaire	SIRS (2020b)	Pour les années 1990-2000, les données ne sont pas disponibles sur l'origine de la conversion à forêt. Une catégorie Terre non-forestière (I) est créé qui contient toutes les affectations Prairie, Terre cultivée, Terre humide, Etablissement et Autre terre
TC>F	Terre cultivée à forêt secondaire	SIRS (2020b)	L'information est disponible pour les années 2001-2018 pour les différentes classes du PNAT
P>F	Savane à forêt colonisatrice	SIRS (2020b)	L'information est disponible pour les années 2001-2018 pour les différentes classes du PNAT
TH>F	Non existant	SIRS (2020b)	Cette conversion n'est pas visible pour la période 1990-2018
E>F	Etablissement et route à forêt secondaire	SIRS (2020b)	L'information est disponible pour les années 2001-2018 pour les différentes classes du PNAT
AT>F	Sol nu à forêt secondaire	SIRS (2020b)	L'information est disponible pour les années 2001-2018 pour les différentes classes du PNAT
Conversion à terre non-forestière			
F>T	Forêt à terre non-forestière	SIRS (2020b)	Pour la période 1990-2000, les informations ne sont pas disponibles pour savoir à quels types d'affectation non-forestière la forêt est déforestée/dégradée NB : Les superficies se trouvant dans la classe Concessions forestières ne sont pas considérées ici (voir note de clarification ci-dessous)
Conversion à Terre cultivée			
F> TC	Forêt dense/secondaire à terre cultivée	SIRS (2020b)	Les informations sont disponibles pour la période 2001-2018. Bien que les matrices SIRS fassent la différence entre un couvert temporairement dégradé et un couvert déforesté. Il est estimé qu'il y a une conversion et la

			<p>totalité de la biomasse est perdue. De ce fait les mêmes facteurs d'émissions sont appliqués à ces deux types de changements.</p> <p>NB : Les superficies se trouvant dans la classe Concessions forestières ne sont pas considérées ici (voir note d'arification ci-dessous)</p>
P>TC	Savane à terre cultivée	SIRS (2020b)	Les informations sont disponibles pour la période 2001-2018.
Conversion à Prairie			
F>P	Forêt dense/secondaire à Savane	SIRS (2020b)	<p>Les informations sont disponibles pour la période 2001-2018. Bien que les matrices SIRS fassent la différence entre un couvert temporairement dégradé et un couvert déforesté. Il est estimé qu'il y a une conversion et la totalité de la biomasse est perdue. De ce fait les mêmes facteurs d'émissions sont appliqués à ces deux types de changements.</p> <p>NB : Les superficies se trouvant dans la classe Concessions forestières ne sont pas considérées ici (voir note d'arification ci-dessous)</p>
TC>P	Terre cultivée à Savane	SIRS (2020b)	Les informations sont disponibles pour la période 2001-2018.
E>P	Route à Savane	SIRS (2020b)	Les informations sont disponibles pour la période 2001-2018.
AT>P	Sol à Savane	SIRS (2020b)	Les informations sont disponibles pour la période 2001-2018.
Conversion à Terre humide			
F>TH	Forêt dense à Eau	SIRS (2020b)	<p>Les informations sont disponibles pour la période 2001-2018. Bien que les matrices SIRS fassent la différence entre un couvert temporairement dégradé et un couvert déforesté. Il est estimé qu'il y a une conversion et la totalité de la biomasse est perdue. De ce fait les mêmes facteurs d'émissions sont appliqués à ces deux types de changements.</p> <p>NB : Les superficies se trouvant dans la classe Concessions forestières ne sont pas considérées ici (voir note d'arification ci-dessous)</p>
P>TH	Savane à Eau	SIRS (2020b)	Les informations sont disponibles pour la période 2001-2018.
E>TH	Etablissement à zone marécageuse	SIRS (2020b)	Les informations sont disponibles pour la période 2001-2018.

Conversion à Etablissement			
F>E	Forêt dense/secondaire/inondée à établissement & route	SIRS (2020b)	Les informations sont disponibles pour la période 2001-2018. Bien que les matrices SIRS fassent la différence entre un couvert temporairement dégradé et un couvert déforesté. Il est estimé qu'il y a une conversion et la totalité de la biomasse est perdue. De ce fait les mêmes facteurs d'émissions sont appliqués à ces deux types de changements. NB : Les superficies se trouvant dans la dalle Concessions forestières ne sont pas considérées ici (voir note de clarification ci-dessous)
TC>E	Terre cultivée à établissement & route	SIRS (2020b)	Les informations sont disponibles pour la période 2001-2018.
P>E	Savane à établissement & route	SIRS (2020b)	Les informations sont disponibles pour la période 2001-2018.
TH>E	Zone marécageuse à établissement & route	SIRS (2020b)	Les informations sont disponibles pour la période 2001-2018.
Conversion à Autre Terre			
F>AT	Forêt dense/secondaire à sol nu	SIRS (2020b)	Les informations sont disponibles pour la période 2001-2018. Bien que les matrices SIRS fassent la différence entre un couvert temporairement dégradé et un couvert déforesté. Il est estimé qu'il y a une conversion et la totalité de la biomasse est perdue. De ce fait les mêmes facteurs d'émissions sont appliqués à ces deux types de changements. NB : Les superficies se trouvant dans la dalle Concessions forestières ne sont pas considérées ici (voir note de clarification ci-dessous)
P>AT	Savane à sol nu	SIRS (2020b)	Les informations sont disponibles pour la période 2001-2018.

Note de Clarification : Afin d'éviter tout double comptage, les superficies de forêt convertie ou dégradée à Terre Non-forestières/Terre cultivée/Prairie/Etablissement/Autres Terres qui font partie de la classe PNAT Concessions Forestières et Forêt communautaire ne sont pas prises en compte dans l'estimation de biomasse (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, ci-dessus). La justification de cette exclusion est détaillée dans la section 0).

Gains nouvelle affectation

Gains sur les nouvelles catégories après la conversion. Il est estimé que la nouvelle forêt a une croissance différente selon l'origine de la conversion. Si la nouvelle forêt est apparue sur une terre cultivée, établissement ou sol nu alors la croissance sera importante. Alors que si la forêt provient d'un processus plus lent de colonisation sur les savanes, la croissance sera plus faible.

Tableau 105: Croissance de la biomasse aérienne après conversion

Croissance biomasse aérienne, t m.s/ha					
UT	Sous-catégorie	Valeur	Incertitude	Notes	Source
Conversion à F	Jeune Forêt secondaire	7.6	39.5%	Pour les Terres provenant des terres non forestières, terre cultivée, établissement & route et sol nu	Requena Suarez et al., (2019)
	Forêt colonisatrice	3.1	21.2%	Pour les terres provenant de savanes et des terres humides	Cuni-Sanchez et al. (2016)
Conversion à T	Terres	0,99		Moyenne de la croissance sur TC, P, TH, E, AT pour les année 1990-2000	GIEC 2019/ Cuni-Sanchez et al. (2016)
Conversion à TC		0		Hypothèse niveau 1, gain-pertes sont stables après conversion à cette catégorie	GIEC 2006
Conversion à P		0		Hypothèse niveau 1, gain-pertes sont stables après conversion à cette catégorie	GIEC 2006
Conversion à TH		0		Hypothèse niveau 1, gain-pertes sont stables après conversion à cette catégorie	GIEC 2006
Conversion à E		0		Hypothèse niveau 1, gain-pertes sont stables après conversion à cette catégorie	GIEC 2006
Conversion à AT		0		Hypothèse niveau 1, gain-pertes sont stables après conversion à cette catégorie	GIEC 2006

Note de clarification : Lorsque l'on parle de gains, la croissance de la biomasse est continue sur un certain nombre d'années (selon l'utilisation du sol). Alors que l'on estime que toutes les pertes se produisent durant l'année de conversion. Pour les terres forestières, la croissance de biomasse est supérieure à 10 ans. Par contre, pour rester cohérent avec les informations produites par SIRS (2020) et afin d'éviter de surestimer la superficie de nouvelles forêts secondaires, le compteur est remis à zéro pour chaque période d'observation des changements (1990-2000, 2000-2005, 2005-2010, 2010-2015, 2015-2018). Pour les autres utilisations du sol, telles que les prairies, terre cultivée, etc. il est estimé que les gains et pertes sont stables après un an déjà. Pour les Terres non-forestières (entre 1990-2000) un gain très faible est introduit pour éviter toutes sous-estimation. La croissance sur Terres non-forestières est une moyenne des différentes classes contenues dans la catégorie Terres.

Comparaison avec NRF : même hypothèse pour la forêt est appliqué. Les autres catégories ne rentrent pas en ligne de compte dans le NRF.

Pertes nouvelle affectation

Pertes sur les nouvelles catégories après la conversion. Aucune perte n'est estimée pour les différentes catégories.

Tableau 106: Biomasse perdue après 1 année dans nouvelle catégorie

Biomasse aérienne et souterraine, t m.s./ha			
UT	Valeur	Note	Source
Conversion à F	0	Hypothèse niveau 1, aucune perte après conversion à cette catégorie	GIEC 2006
Conversion à TC	0	Hypothèse niveau 1, gain-pertes sont stables après conversion à cette catégorie	GIEC 2006
Conversion à P	0	Hypothèse niveau 1, gain-pertes sont stables après conversion à cette catégorie	GIEC 2006
Conversion à TH	0	Hypothèse niveau 1, gain-pertes sont stables après conversion à cette catégorie	GIEC 2006
Conversion à E	0	Hypothèse niveau 1, gain-pertes sont stables après conversion à cette catégorie	GIEC 2006
Conversion à AT	0	Hypothèse niveau 1, gain-pertes sont stables après conversion à cette catégorie	GIEC 2006

Comparaison avec NRF : même hypothèse est appliqué.

Conversion

La partie conversion représente le niveau 2 dans le GIEC (Tier 2), prend en considération le stock de biomasse présent juste après la conversion et soustrait le stock de biomasse présent juste avant la conversion. La multiplication par la superficie fait référence aux superficies décrites dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** La fraction de carbone de 0,456 peut être trouvée dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présenté précédemment.

Équation 51: Variations initiales des stocks de carbone de la biomasse pour les terres converties à d'autres catégories (GIEC 2006, Vol.4, Ch2, Eq. 2.16)

$$\Delta C_{\text{CONVERSION}} = \sum_i \{ (B_{\text{Après}} - B_{\text{Avant}}) \cdot \Delta S_{\text{Vers_Autres}} \} \cdot FC$$

Où :

Δ CCONVERSION = Variations initiales des stocks de carbone de la biomasse pour les terres converties à une autre catégorie de terres, en tonnes C an-1

BAPRÈSi = Stocks de biomasse sur le type de terre i immédiatement après conversion, tonnes m.s. ha-1

BAVANTi = Stocks de biomasse sur le type de terre i immédiatement avant conversion, tonnes m.s. ha-1

Δ SVERS_AUTRESi = Superficie d'affectation i convertie en une autre catégorie d'affectation des terres au cours d'une année donnée, ha an-1

FC = Fraction de carbone de la matière sèche, tonnes C (tonne m.s.) -1

i = Type d'affectation des terres convertie en une autre catégorie d'affectation des terres

Tableau 107: biomasse juste avant ou juste après conversion

Stock de Biomasse aérienne et souterraine, t C ha-1					
UT		Sous-catégorie	Value	Range/Erreur	Source/note
F	BAvant	Forêt dense	175.05	±8,77%	[107] Poulsen et al, 2020
		Forêt secondaire	118.01	±21,63%	[107] Poulsen et al, 2020
		Forêt inondée	175.05	±8,77%	[107] Poulsen et al, 2020
	Baprès	Jeune Forêt secondaire	NA		Application de l'estimation de conversion de niveau 1
		Forêt colonisatrice	NA		Application de l'estimation de conversion niveau 1
Non-F	BAvant	Terre non-forêt	0		Application de l'estimation de conversion niveau 1
	Baprès	Terre non-forêt	0		Niveau 1 assumer 0 car toute la biomasse est estimée comme étant perdue lors de la conversion Raisonnement : L'agro-industrielle n'a commencé en 2011, donc pour la période 1990-2010, 31% deforestation était Forêt à terre cultivée, 5% Forêt à prairie, donc le grand majorité était Forêt à Établissement (64%), ou on présume un valeur de 0 après conversion.
TC	BAvant	culture pérenne et culture annuelle	49.01		RSPO OLAM, 2015 et GIEC 2019 ajusté, V4, Ch5, tableau 5.1 Raisonnement : Moyenne pondérée entre culture pérenne (palmier à huile, hévéa et autre culture pérenne) et culture annulle (0 biomasse).
	Baprès	culture pérenne et culture annuelle	1.86	14%	RSPO OLAM, 2015 et GIEC 2019 ajusté, V4, Ch5, tableau 5.1 Raisonnement : Moyenne pondérée entre culture pérenne (palmier à huile, hévéa et autre culture pérenne) et culture annulle (0 biomasse).

P	BAvant	Savane arborée et herbeuse	12.49		GIEC 2006, V4, Ch6, tableau 6.4 et Cuni-Sanchez et al, 2016 Raisonnement : Moyenne pondérée entre savane arborée et savane herbeuse
	Baprès	Savane arborée et herbeuse	7.35	75%	GIEC 2006, V4, Ch6, tableau 6.4 Raisonnement : Seul de la biomasse herbeuse est présente après conversion
TH	BAvant		0		Raisonnement : Niveau 1 estimé qu'il n'y a pas de stock de biomasse présent avant la conversion
	Baprès		0		Raisonnement : Niveau 1 assumer 0 car toute la biomasse est estimée comme étant perdue lors de la conversion
E	BAvant		0		Raisonnement : Niveau 1 estimé qu'il n'y a pas de stock de biomasse présent avant la conversion
	Baprès		0		Raisonnement : Niveau 1 assumer 0 car toute la biomasse est estimée comme étant perdue lors de la conversion
AT	BAvant		0		Raisonnement : Niveau 1 estimé qu'il n'y a pas de stock de biomasse présent avant la conversion
	Baprès		0		Raisonnement : Niveau 1 assumer 0 car toute la biomasse est estimée comme étant perdue lors de la conversion

Note de Clarification : Le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Ci-dessus représente le stock de biomasse aérienne et souterraine présent juste avant ou juste après la conversion à une nouvelle affectation. Il est estimé que les forêts converties à d'autres utilisations des terres sont les forêts denses, secondaires et inondées. Il est estimé que les catégories non-forêt ont un stock nul de carbone avant et après conversion pour la période 1990-2000. L'agro-industrielle n'a commencé en 2011, donc pour la période 1990-2010, 31% déforestation était Forêt à Terre cultivée, 5% Forêt à Prairie, donc la grande majorité était Forêt à Établissement (64%), ou on présume une valeur de 0 après conversion.

Pour la période 2001-2018, il est considéré un stock de carbone pour les Prairies et les terres cultivées. Les valeurs proviennent d'étude nationale et de valeurs par défaut du GIEC, car peu d'information sont présentement disponible dans le pays.

Certaines études en cours permettront d'obtenir des informations plus précises sur les stocks de carbone dans les prairies. D'autres études doivent être mises en place pour les terres cultivées pour les principaux types de cultures. Pour l'instant des valeurs par défaut et des moyennes pondérées ont été appliquées afin d'obtenir une première estimation de la quantité de biomasse présente avant et après conversion.

Comparaison avec NRF: Les informations présentées ci-dessus suivent les mêmes hypothèses que celles introduites dans le NRF. Pour la biomasse avant conversion pour les terres cultivées et les

prairies, cela ne concerne que les conversions entre terre non-forestières et n'entre pas en ligne de compte dans le NRF.

Changement de stock de carbone dans la matière organique morte d'une terre restant dans la même affectation

L'hypothèse de niveau 1 pour les pools de bois mort et de litière pour toutes les catégories d'affectation des terres est que leurs stocks ne varient pas dans le temps si la terre reste dans la même catégorie d'affectation des terres (GIEC 2006, vol.4, Ch2, p.2.25).

Comparaison avec NRF: Même hypothèse appliquée dans le NRF.

6.8 Changement de stock de carbone dans la matière organique morte d'une terre convertie en une nouvelle affectation

Les gains et les pertes bois mort et litière dans les forêts converties sont estimés dans cet inventaire GES AFAT. Par ailleurs, les valeurs de bois mort présent en forêt n'est pas disponible pour tous les types de forêts. Une hypothèse a donc été appliquée pour obtenir des valeurs pour la forêt colonisatrice. Les valeurs pour les litières sont des valeurs par défaut car aucune information nationale n'est disponible pour le moment.

Équation 52: Variations annuelles des stocks de carbone du bois mort/des litières dues à la conversion de terres (GIEC 2006, Vol.4, Ch2, Eq. 2.23)

$$\Delta C_{MOM} = \frac{(C_n - C_a) \cdot S_{a-n}}{T_{a-n}}$$

Où :

ΔC_{MOM} = Variations annuelles des stocks de carbone du bois mort/de la litière, tonnes C an⁻¹

C_a = Stock de bois mort/litière sous l'ancienne catégorie d'affectation des terres, tonnes C ha⁻¹

C_n = Stock de bois mort/litière sous la nouvelle catégorie d'affectation des terres, tonnes C ha⁻¹

S_{a-n} = Superficie soumise à la conversion de l'ancienne à la nouvelle catégorie d'affectation des terres, ha

T_{a-n} = Laps de temps de la transition de l'ancienne à la nouvelle catégorie d'affectation des terres, an. La durée de niveau 1 par défaut est de 20 ans pour les augmentations des stocks de carbone, et un an pour les pertes de carbone.

Tableau 108: Quantité de bois mort et litière par utilisation de la terre

MOM en t C ha-1					
UT	Sous-catégorie	Litière et/ou bois mort	Valeur	Erreur	Source
F	Forêt dense & Inondée	Bois mort et litière	30.12 et 2.1	21.47%	Carlson et al (2016) et GIEC 2006, V4, Ch2, tableau 2.2
	Forêt secondaire	Bois mort et litière	24.74 et 2.1	56.28%	Carlson et al (2016) et GIEC 2006, V4, Ch2, tableau 2.2
	Forêt colonisatrice	Bois mort et litière	24.74 et 2.1	56.28%	Carlson et al (2016) et GIEC 2006, V4, Ch2, tableau 2.2
	Forêt récemment exploitée	Bois mort et litière	40,68 + 2.1	12,96%	Carlson et al (2016) et GIEC 2006, V4, Ch2, tableau 2.2
	Mangrove	Bois mort et litière	18.92 et 2.1	33.43%	Kauffman (2017) et GIEC 2006, V4, Ch2, tableau 2.2
TC	Terre cultivée	MOM	0		Niveau 1 estimé 0
P	Savane	MOM	0		Niveau 1 estimé 0
TH	Eau & zone marécageuse	MOM _r	0		Niveau 1 estimé 0
E	Etablissement & routes	MOM	0		Niveau 1 estimé 0
AT	Sol nu	MOM	0		Niveau 1 estimé 0

Légende : NE= non-estimé

Note de Clarification : Les valeurs par défaut ont été utilisées pour la litière pour manque d'information disponible à niveau national. Etant donné que les valeurs pour la forêt colonisatrice sur les savanes et terre humide ne sont pas disponibles pour le moment, la même valeur que pour forêt secondaire est appliquée pour le moment. Aucun changement d'affectation n'a été observé pour les mangroves, ce qui implique que le bois mort et la litière reste stable dans le temps.

Comparaison avec le NRF : Les mêmes hypothèses et valeurs ont été appliquées dans le NRF. La différence réside dans le fait que les NRF ne présente aucune information sur la matière organique morte dans les mangroves étant données qu'aucune conversion n'est observée et que le réservoir est considéré comme stable dans le temps.

6.9 Changement de stock de carbone dans le sol d'une terre restant & terre convertie dans une nouvelle affectation

Pour obtenir le total des variations annuelles de stocks de carbone dans les sols, l'équation suivante consiste à soustraire à la variation de sols minéraux, la variation des sols organiques.

Équation 53: Variations annuelles de stocks de carbone des sols (GIEC 2006, Vol.4, Ch2, Eq. 2.24)

$$\Delta C_{sols} = \Delta C_{Minéraux} - P_{Organiques} + \Delta C_{Inorganiques}$$

Où :

ΔC_{Sols} = Variations annuelles des stocks de carbone des sols, tonnes C an-1

$\Delta C_{Minéraux}$ = Variations annuelles des stocks de carbone des sols minéraux, tonnes C an-1

$P_{Organiques}$ = Pertes annuelles de carbone de sols organiques drainés, tonnes C an-1

$\Delta C_{Inorganiques}$ = Variations annuelles des stocks de carbone inorganiques des sols, tonnes C an-1 (supposé être nulles à moins qu'une approche de niveau 3 soit utilisée)

Sols minéraux

Les informations sur le carbone organique des sols gabonais sont encore limitées lors qu'il s'agit d'estimer le changement de stock lors d'une conversion d'affectation. Différentes études (Chiti et al., 2017, 2016; Cuni-Sanchez et al., 2016; Gautam and Pietsch, 2012; Kauffman and Bhomia, 2017; Wade et al., 2019) apportent déjà quelques indications, mais une comparaison entre ces études démontrent une incohérence dans les résultats, probablement dus à l'utilisation de différentes méthodologies. Dans le cadre de l'inventaire GES et afin d'être le plus complet possible une estimation de niveau 1 formulation B est appliqué en utilisant les différentes études citées ci-dessus.

Équation 54: Variation de stock de carbon organique dans sols minéraux

$$\Delta C_{Minéraux} = \frac{\sum_{c,s,p} [(COS_{REF\ c,s,p} \cdot F_{Aft\ c,s,p} \cdot F_{Gestion\ c,s,p} \cdot F_{Entrées\ c,s,p}) - (COS_{REF\ c,s,p} \cdot F_{Aft\ c,s,p} \cdot F_{Sorties\ c,s,p})]}{D}$$

Où :

$\Delta C_{Minéraux}$ = Variations annuelles des stocks de carbone des sols minéraux, tonnes C an-1

D = Dépendance temporelle des facteurs de variation des stocks utilisée comme période de temps pour la transition entre les valeurs COS équilibrées, an. En général, 20 ans, mais dépend des hypothèses émises lors du calcul des facteurs FAft, FGestion et FEntrées. Si T a une valeur plus élevée que D, utiliser la valeur de T pour obtenir un taux annuel de variations sur la période de l'inventaire (0-T ans).

c = Représente les zones climatiques, s les types de sols, et i la fourchette de systèmes de gestion présente dans un pays.

COSREF = Stock de carbone de référence, tonnes C ha⁻¹ (tableau 2.3)

FAfT = Facteur de variation des stocks pour des systèmes ou sous-systèmes d'affectation des terres pour une affectation des terres particulière, non dimensionnel

FGestion = Facteur de variation des stocks pour les régimes de gestion, non dimensionnel

FEntrées = Facteur de variation des stocks pour l'entrée de matière organique, non dimensionnel

S = Superficie de strate estimée, ha. Tous les territoires de la strate doivent posséder des conditions biophysiques (c'est-à-dire le climat et le types de sol) et une expérience de gestion communes à toute la période d'inventaire. Celles-ci devront être traitées ensemble à des fins analytiques.

Tableau 109: Carbone organique du sol et facteurs de variations

COS en t C ha ⁻¹						
UT	Sous-catégorie	COSref	FAft	FGestion	FEntrées	Source
F	Forêt dense & Inondée	125.08	1	1	1	Wade et al, 2019
	Forêt secondaire	98.33	1	1	1	Wade et al, 2019
	Forêt colonisatrice	72.3	1	1	1	Chiti et al. 2018
	Forêt récemment exploitée	NE	1	1	1	
	Mangrove	254.62	1	1	1	Kaufman 2017
TC	Terre cultivée	98.33	0.95	1.04	1.05	Wade et al. 2019 et GIEC 2006/2019 ajusté, V4, Ch5, tableau 5.5
P	Savane	72.3	1	1	0	Chiti et al. 2018 et GIEC 2019 ajusté V4, Ch6, tableau 6.2
TH	Eau & zone marécageuse	72.3	0	0	0	Chiti et al. 2018
E	Etablissement & routes	98.3	0	0	0	Wade et al. 2019
AT	Sol nu	98.3	0	0	0	Wade et al. 2019

Note de Clarification : Pour les terres cultivées et les prairies/savanes, les facteurs de variations proviennent des valeurs par défaut du GIEC et d'une moyenne pondérée entre culture pérenne et annuelle pour Terres cultivée et d'une moyenne pondérées savanes herbeuses et savanes arborées pour les prairies/savanes. Pour les Terres humides, établissements et sol nu il est considéré que tout le carbone du sol est perdu lors de la conversion à l'une de ces affectations.

Comparaison avec NRF : Dans le Niveau de Référence sur les forêts, le Gabon démontre en détail pourquoi ces études ne permettent pas d'obtenir des informations concrètes sur les sols minéraux. Les conclusions sont :

Les émissions de carbone du sol au Gabon sont peu susceptibles d'être une catégorie clé. Il faut tout de même faire attention dans la conversion de Forêt à autre Terre où le sol pourrait dans le futur devenir une source d'émissions plus importante.

Une approche de Niveau 1 n'est pas recommandée pour le NRF due au manque de fiabilité des valeurs présentées dans les différentes études.

Une collecte de données de terrain est recommandée en utilisant une méthodologie standardisée et comparable. La proposition est d'intégrer cette étude dans le travail en cours de l'Inventaire National des Ressources.

Sols organiques

Selon le GIEC : « Les sols organiques (par exemple la tourbe et la terre noire) ont un minimum de 12 à 20 pour cent de matière organique par masse, et se développent dans les conditions mal drainées de terres humides (Brady et Weil, 1999) » (GIEC 2006, Vol.4, Ch2, p. 2.34). Il est possible de trouver des sols organiques au Gabon. La proportion des sols organiques et encore moins la superficie drainée par année ne sont des informations facilement disponibles au Gabon. Pour obtenir une première estimation, les superficies drainées sur les terres cultivées et prairies de FAOSTAT sont insérées ici. Seules les émissions de CO₂ sont prises en comptes.

Équation 55: Pertes annuelles de carbone des sols organiques drainés (GIEC 2006, Vol.4, Ch2, Eq. 2.26)

$$P_{organiques} = \sum_c (S \cdot FE)_c$$

Où :

P_{Organiques} = Pertes annuelles de carbone de sols organiques drainés, tonnes C an-1

S = Superficie des sols organiques drainés dans le type de climat c, ha

FE = Facteur d'émissions pour le type de climat c, tonnes C ha-1 an-1

Tableau 110: Facteurs d'émissions pour le drainage de sols organiques

FEcO2 t C ha-1 an-1			
UT	Sous-catégorie	Valeur	Source
TC	Terre cultivée	13.83	Supplément Terres humides 2013, Ch 2, tableau 2.1 moyenne pondérée 70% pérenne et 30% annuelle
P	Savane	9.6	Supplément des Terres humides 2013, Ch2, Tableau 2.1, Prairie, tropical

Note de Clarification : Les informations disponibles dans FAOSTAT ne permettent de prendre en compte que les sols drainés dans les terres cultivées et les savanes. Le facteur d'émissions de CO2 choisi provient du supplément de terres humides du GIEC 2013.

Comparaison avec le NRF : Le NRF n'est pas considéré dans cette section car les informations disponibles ne concernent que les terres cultivées et les prairies

Tableau 111: superficie de sols organiques drainés

Affectation	source	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
		Unité ha													
Terre cultivée	FAOSTAT	9261	9261	9261	9261	9261	9252	9241	9230	9264	9816	9887	10175	10292	10484
Savane	FAOSTAT	187	187	187	187	187	187	178	178	178	193	195	200	197	201

Affectation	source	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
		Unité ha														
Terre cultivée	FAOSTAT	10742	10749	10746	10746	10734	10708	10641	10696	10683	10703	10747	10747	10821	10873	10811
Savane	FAOSTAT	205	205	206	206	206	206	205	206	206	206	209	209	209	209	209

Sols inorganiques

Le GIEC ne propose pas d'équation par défaut, seuls les pays ayant une méthodologie propre aux conditions pédologiques nationales (niveau 3) peuvent estimer les variations de carbone inorganique des sols.

Aucune information n'est actuellement disponible au Gabon pour estimer le carbone inorganique.

Emissions sans CO2

Les émissions dues aux feux émettent non seulement du dioxyde de carbone (CO₂), mais également d'autres gaz tels que le N₂O, CH₄, NO_x et CO. Ces gaz ont un potentiel de réchauffement supérieur au CO₂ et il est donc très important de les prendre en compte. Le CO₂ n'est pas estimé ici, car il est déjà pris en compte dans la section de perturbation de la biomasse dans la section 6.7. Les résultats de ces estimations sont introduits dans les catégories sources agrégés et émissions non-CO₂ des Terres pris en compte dans le secteur Agriculture.

Équation 56: Estimations des émissions de gaz à effet de serre dues au feu (GIEC 2006, Vol.4, Ch2, Eq. 2.27)

$$P_{feu} = S \cdot M_B \cdot C_f \cdot G_{fe} \cdot 10^{-3}$$

Où :

P_{feu} = Quantité d'émissions de gaz à effet de serre dues au feu, tonnes de chaque GES, par exemple, CH₄, N₂O, etc.

S = Superficie brûlée, ha

MB = Masse de combustible disponible à la combustion, tonnes ha⁻¹. Sont inclus la biomasse et le bois mort. Lorsqu'on utilise des méthodes de niveau 1, on suppose que les pools de litière et de bois mort sont nuls, sauf lorsqu'il y a un changement d'affectation des terres

C_f = Facteur de combustion, non dimensionnel.

G_{fe} = Facteur d'émissions, g kg⁻¹ de matière sèche brûlée

Tableau 112: Facteurs pour les émissions sans CO₂

		MB	Source	Cf	Source
UT	Sous-catégorie	Masse de combustible disponible		Facteur de combustion	
		tonnes ha-1		Non dimensionnel	
F	Forêt dense/seconde/inondée/mangrove	NE	Il est considéré qu'au Gabon les feux de Forêt sont insignifiants (NRF 2021)	NE	-
TC	Brûlage de Canne à sucre	RésidusAE(T) • FracBrûlée(T)	SUCAF (2020) & 2019 GIEC ajusté, Vol. 4, Ch11, tableau 11.1A (nouveau)	0.8	GIEC 2019 ajusté, Vol. 4, Ch11, tableau 11.1A (nouveau)
P	Savane	37.23	Cuni-Sanchez et al. (2016) & GIEC 2006, Vol. 4, Ch6, tableau 6.4	0.76	Moyenne des valeurs 0.77 et 0.74 du GEIC

					2006, Vol. 4, Ch2, tableau 2.6
TH	Eau & zone marécageuse	NE		NE	
E	Etablissement & route	NE		NE	
AT	Sol nu	NE		NE	

Note de Clarification : La masse de combustible disponible dans les savanes provient de la moyenne de la quantité de biomasse aérienne et souterraine présente dans les savanes arborées et herbeuses du pays. La valeur de matière organique morte n'est pas prise en compte ici, car non disponible. Suivant le niveau 1 du GIEC cela peut donc être estimé comme nul. Le facteur de combustion est également une moyenne entre les deux types de savanes basés sur des valeurs par défaut extraites du GIEC 2019 ajusté pour des feux de mi/fin-saison sèche pour les savanes arborées et les savanes-prairies. Cette hypothèse est basée sur une étude Jeffery (2014) dans le parc de la Lopé qui démontre que les feux se produisent en plus grand nombre entre la mi-saison et la fin de la saison sèche.

Pour les terres cultivées, la valeur provient du brûlage des cultures/résidus sur les champs. Au Gabon pour l'heure actuelle seules les informations pour la canne à sucre sont disponibles, bien que l'activité de culture sur brûlis soit répandue dans le pays. Cette culture est aussi la plus répandue lorsqu'il s'agit de brûlage. Pour obtenir la masse de combustible disponible, l'équation introduite dans le tableau 2.4 (mise à jour) du GIEC 2019 est utilisée : $MB = \text{RésidusAE}(T) \cdot \text{FracBrûlée}(T)$. La fraction brûlée provient directement de SUCAF qui estime la superficie brûlée annuellement (soit 58%). La valeur de résidus pour la canne à sucre est estimée annuellement en suivant l'**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Le

donne les résultats de RésidusAE(T) ainsi que les émissions dues au brûlage de biomasse.

Il existe que très peu d'information sur les feux de forêts au Gabon du à la couverture nuageuse intense qui couvre le pays et qui empêche l'analyse par image satellitaire (Verhegghen et al., 2016) Les quelques études disponibles indiquent une faible dommage cause par les feux de forêts, comparé aux feux de savanes beaucoup plus commun. Il est aussi suggéré que l'épaisse couche de nuage et la faible quantité de lumière durant les saisons sèches empêcherait le départ de feux de forêt (Philippon et al., 2019).

Les émissions provenant des prairies et terre cultivées sont ensuite pris en compte dans la totale agriculture dans la section émissions agrégées et non-CO2 des terres qui est introduit dans le total Agriculture.

Comparaison avec NRF : Le feux de forêt n'étant pas pris en compte dans l'iGES, cette section ne concerne pas le NRF. Les feux provenant des résidus agricoles et des savanes sont ensuite comptabilisé sous le sous-secteur agriculture dans la catégorie sources d'émissions agrégées et non-CO2 des terres.

Tableau 113: facteurs d'émissions non CO2 pour la combustion

		Gef CH4	Gef N2O	Gef NOx	Gef CO	Source
UT	Sous-catégorie	Facteur d'Emission-CH4	Facteur d'Emission-N2O	Facteur d'Emission-NOx	Facteur d'Emission-CO	
		g kg-1 m.s. brûlée	g kg-1 m.s. brûlée	g kg-1 m.s. brûlée	g kg-1 m.s. brûlée	
F	Forêt dense/secondaire/inondée/mangrove	NE	NE	NE	NE	GIEC 2006, Vol. 4, Ch2, Tableau 2.5
TC	Brûlage de Canne à sucre	2.7	0.07	2.5	92	
P	Savane	2.3	0.2	3.9	65	
TH	Eau & zone marécageuse	NE	NE	NE	NE	
E	Etablissement & route	NE	NE	NE	NE	
AT	Sol nu	NE	NE	NE	NE	

Produits ligneux récoltés

Les informations disponibles pour le moment ne permettent pas d'estimer les Produits ligneux récoltés. Le Gabon est en train de travailler pour améliorer la collecte de ces informations pour les inclure dans les futurs rapports.

6.10 Exhaustivité secteur AFAT

Le Gabon suit et applique les recommandations de bonnes pratiques des lignes directrices du GIEC. Pour cela, toutes les catégories ayant un impact significatif dans le total des émissions/absorptions ont été incluses dans cet inventaire du secteur AFAT. Le tableau ci-dessous récapitule les catégories qui n'ont pas été prises en compte et apporte une justification pour leur exclusion.

Tableau 114: sources et puits et réservoirs non inclus

Catégories exclues	Justification
3.C.7 Riziculture	Non existant au Gabon, cette catégorie n'a pas été estimée
3.C.4 Sols gérés	
b. Engrais organiques - Boue	La quantité de boue appliqué sur les sols est considérée comme non significative et n'a pas été estimée pour le moment dû au manque de données nationales sur son utilisation.
d. Résidus agricoles	Seuls les résidus provenant de la canne à sucre sont inclus dans cet iGES. Ceci est dû au manque d'information nationale sur les superficies des différents types de culture. Les informations présentées dans FAOSTAT sont estimées comme étant non représentative de la réalité du pays et non cohérente avec les superficies de Terres Cultivées produites par l'étude de SIRS 2020.
e. N des sols minéralisés	La minéralisation des sols n'est pas estimée dans cet inventaire dû au manque d'information disponible. Les émissions liées à cette catégorie sont jugées non-significative
3.C.1.b Brûlage de terre cultivée	Pour l'instant seulement la canne à sucre est prise en compte dans cet iGES. L'information sur les autres cultures n'étant pas disponible il n'a pas été possible d'estimer ces émissions.
3.B Terres	
3.B.2/3.a. Terre cultivée, Savane – Perturbations	Il n'existe pas d'information directe sur les superficies perturbées. Pour les savanes et les terres cultivées les émissions dues au feu ont été incluses dans l'équation émissions non-CO2. Pour éviter le double compte, les émissions de CO2 n'ont pas été incluses. Il est estimé que le feu en forêt est insignifiant au Gabon (NRF 2021).
3.B Sol	Les informations disponibles ne sont pas fiables. Des travaux en plus sont recommandés afin de pouvoir raffiner les variations de stock de carbone dans les sols minéraux. Se référer au NRF pour plus de détail sur le raisonnement de la qualité des données sur le sol. Pour être le plus complet possible les études actuelles ont été utilisées dans le but d'avoir une première information sur les émissions/absorptions provenant de ce réservoirs de carbone et en attendant que nouvelles informations soient disponibles.

6.11 Contrôle qualité et assurance qualité AFAT

Pour la création de l'inventaire GES AFAT, un suivi des activités entreprises est disponible dans la feuille de calculs AFAT. Ce tableau récapitule le travail entrepris pour récolter, analyser et estimer les émissions/absorptions du secteur AFAT. Le tableau indique les activités :

Contrôle qualité : Ce processus interne a permis à plusieurs experts nationaux de discuter et valider les informations introduites dans l'inventaire de GES. Ces activités de contrôle ont également permis la prise de décision lorsque des jugements d'experts devaient être inclus. Le détail est disponible dans l'outil de calculs dans l'onglet « Suivi ».

Assurance qualité : Ce processus externe permet de recevoir des commentaires d'experts externes au processus de préparation de l'inventaire GES. Pour l'itération de cet iGES, une révision informelle suivant le format prévu sous la CCNUCC a été suivie durant le mois d'avril 2021 par l'expert Onésphore Mutshail de la République Démocratique du Congo. Du au temps limité, seulement quelques commentaires ont pu être intégrés dans ce rapport. Les autres commentaires seront pris en compte pour la prochaine itération.

Assurance de la cohérence avec le Niveau de Référence sur les forêts : Suivant la décision 12/CP.17 para 8, le Gabon a mis tout en œuvre pour s'assurer que le Niveau de référence sur les forêts soit entièrement cohérent avec l'inventaire GES. Pour ce faire les deux processus ont été faits en parallèle avec des échanges réguliers entre les deux groupes de travail.

7. Secteur Déchets

Les activités de gestion pour lesquelles les inventaires des GES ont été élaborés sont : l'élimination des déchets solides, le traitement biologique des déchets solides, l'incinération et la combustion à l'air libre des déchets et le traitement et rejet des eaux usées.

Les émissions issues du traitement biologique des déchets solides ne sont pas comptabilisées parce que cette technique n'est pas utilisée dans le pays.

Pour le calcul des émissions de précurseurs de GES (CO, NO_x, COVNM), les facteurs d'émission du guide méthodologique CORINAIR ont été utilisés.

7.1 Aperçu du secteur des déchets

La production de déchets solides est la base commune des données d'activité pour calculer les émissions provenant de l'évacuation dans les décharges, du traitement biologique, de l'incinération et de la combustion à l'air libre de déchets solides.

Le périmètre de l'étude concerne la zone urbaine constituée de Libreville, Akanda, Owendo, Port-Gentil, Franceville, Gamba, Oyem et Moanda, et cela représente 66 % de la population nationale.

Ce choix repose sur la présence des décharges plus ou moins aménagées, du niveau d'assainissement des villes, des habitudes alimentaires et le niveau de vie des populations [2].

L'élimination des déchets solides concerne les déchets produits par les ménages, les magasins, les marchés, les restaurants, les administrations publiques et les installations industrielles. Il y a deux (2) systèmes de collecte utilisés à savoir : les points d'apport volontaires et la collecte porte à porte avec des petits conteneurs. Seulement 70 % de la population de la zone d'étude est desservi par ce service [10].

Sur l'ensemble du territoire national, en dehors de la ville de Libreville (Libreville-Akanda) et de Port-Gentil qui disposent d'un suivi des quantités de déchets collectés depuis 2005 pour l'une et 2011 pour l'autre, aucune autre ville ne dispose d'équipements de suivi des quantités collectées, c'est-à-dire d'un pont bascule [3].

Le Gabon ne disposant pas de filière de tri, fait que peu des déchets collectés sont valorisés. Le marché reste restreint et la concurrence réduite [8].

Le traitement biologique des déchets solides par compostage est une technique non encore utilisée pour le traitement des déchets urbains au niveau national. Dans ce rapport, les émissions issues du traitement biologique des déchets solides ne sont pas traitées.

L'incinération et la combustion des déchets solides concernent la combustion des déchets solides à l'air libre ou mise à feu à l'air libre dans les décharges et l'incinération des déchets industriels et biomédicaux.

La combustion des déchets solides à l'air libre ou mise à feu concerne 20 % de la quantité des déchets mis en décharge soit par un départ de feu direct et/ou les populations mettent le feu à cause de la gêne qu'occasionnent les déchets. On suppose que les départs de feu sont le plus souvent observés pendant la saison sèche, soit pendant 90 jours/an.

Les déchets solides municipaux ne sont pas incinérés dans le pays car ne disposant pas d'incinérateur, seule la mise en décharge est utilisée et la mise à feu apparaît comme un traitement indirect souvent observé à Libreville et à Port-Gentil.

L'incinération des déchets dangereux concerne : Les déchets industriels y compris un grand nombre de déchets dangereux et les déchets d'hôpitaux (biomédicaux).

Dans le traitement des eaux usées, il y a le traitement et le rejet des eaux usées domestiques et les eaux usées industrielles.

Pour le traitement des eaux usées domestiques, le niveau d'assainissement est très bas sur l'ensemble du territoire national. Seulement 22 % des ménages disposent d'un WC équipé en chasse d'eau [2], 43 % traitent leurs eaux usées dont 37 % pour la population urbaine et 6 % pour la population rurale [2]. Les deux (2) systèmes de traitement le plus utilisés sont : les fosses septiques et les latrines.

La plupart des fosses septiques sont donc non fonctionnelles du fait de défauts d'étanchéité, d'absence de l'élément épuratoire ou du puit perdu, des difficultés de vidange. Ainsi, 50% des

effluents urbains et d'eaux usées circulent directement ou indirectement dans les canaux dévolus aux eaux pluviales et ce par temps de pluie comme par temps sec [2].

Le manque d'assainissement collectif et de station d'épuration des eaux fait que la vidange des fosses septiques soit réalisée par des petits opérateurs qui rejettent ensuite les boues collectées dans la décharge de Mindoubé ou dans la nature [2].

Les eaux usées industrielles quant à elles, sont soit traitées surplace, soit traitées dans des systèmes de traitement appropriés, soit rejetées dans les cours d'eau, les lacs, les rivières et en mer.

Les institutions qui interviennent dans la gestion des déchets

Les institutions impliquées dans la gestion des déchets :

Le Ministère de l'Intérieur, qui assure la Tutelle Hiérarchique des collectivités locales ;

Le Ministère de l'Environnement, qui a en charge la mise en œuvre des lois et règles dans le domaine de la gestion de l'Environnement ;

Les collectivités locales qui assurent la propreté des villes selon la loi organique n°001/2014 du 15 juin 2015 qui remplace la loi 15/96 du 6 juin 1996.

Le Haut-Commissariat à l'Environnement et au Cadre de Vie (HCECV) créé par le Décret n°0076/PR du 11 juin 2019. Ce Décret donne au HCECV le mandat de coordonner, de contrôler, de surveiller et de suivre l'ensemble des services d'assainissement et de propreté sur toute l'étendue du territoire national.

Source de données pour l'inventaire des GES

Tableau 115: Sources de données pour l'élimination des déchets solides en décharge

Catégories	Type de données	Sources de données	Principaux fournisseurs de données
Élimination des déchets solides_(CH4)	Quantité de déchets municipaux produits par personne et par jour (Kg/per/j)	Audit de la décharge de Mindoubé, pour le compte de l'A.I.D.I.E., 2006 ; la gestion des déchets urbains au Gabon, 2005 ; étude sur la mise en place d'un système pérenne de collecte et de valorisation des déchets solides, 2002.	Direction Générale de l'Environnement, ANGTI
	Population de la zone d'étude	recensement général de la population et de l'habitat, bilan général de la cartographie ; 2003 & 2013 ;	RGPL ; Ministère de l'Economie
	Fraction de déchets mis en décharge	rapport d'audit de la capacité opérationnelle de la SOVOG, avril 2007	Direction Générale de l'Environnement.
	CH4 récupéré	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 3 page 20	GIEC
	Facteur de correction du méthane	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 2.3 ; paragraphe 2.3.1	GIEC
	Type de décharge	Lignes directrices du GIEC 2006 Volume 3, chapitre 3 paragraphe 3.2.2, page 13.	GIEC
	Profondeur des décharges	Lignes directrices du GIEC 2006, Volume 5, Chapitre 3, tableau 3.1.	GIEC
	Composition des DSM : % de chaque constituant de DSM (Putrescibles, bois, Papiers /Carton, Textiles)	Audit de la décharge de Mindoubé, pour le compte de l'A.I.D.I.E., 2006 ;	Direction Générale de l'Environnement
	Facteur d'émission de CH4	Lignes directrices du GIEC, Volume 5, Chapitre 4	GIEC
	Méthane récupéré	Lignes directrices du GIEC 2006, Volume 5, Chapitre 4	GIEC
	Fraction DBO (valeur par défaut)	Lignes Directrices 2006, volume 5, chapitre 6, page 15, tableau 6.4	GIEC
Facteur d'émission, facteur par défaut	Lignes directrices 2006 du GIEC, Volume 5 Chapitre 6, Equation 6.2, Tableaux 6.2, 6.3. 6.11 ; pages 13, 14	GIEC	

Tableau 116: Sources de données pour l'incinération des déchets dangereux et la mise à feu à l'air libre

Catégories	Nature de la donnée	Sources de données	Principaux fournisseurs de données
Incinération et combustion des déchets solides (CH ₄ ; CO ₂ ; N ₂ O)	Quantité de déchets industriels dangereux incinérés en tonne	Rapport d'activités d'IEG, septembre 2018	Direction Générale de l'Environnement, DGEPN
	Quantité des déchets des centres hospitaliers (DASRI) en tonne	Etude de faisabilité pour la mise en place d'un centre de traitement des DASRI, 2011,	Direction Générale de l'Environnement, DGEPN
	Proportion des déchets brûlés à l'air libre	la gestion des déchets urbains au Gabon, 2005 ;	Institut de la cartographie
	Fraction des déchets brûlés/déchets traités		
	Nombre de jours d'exposition au brûlage à l'air libre		
	Fraction de déchets mis en décharge	rapport d'audit de la capacité opérationnelle de la SOVOG, avril 2007	Direction Générale de l'Environnement.
	Facteur d'émission du CO ₂	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 4, tableau 5.2	GIEC
	Facteur d'émission du CH ₄	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 4 ; tableau 5.3.	GIEC
	Facteur d'émission du N ₂ O	Lignes directrices du GIEC 2006 Volume 5, chapitre 4, tableau 5.4. ; 5.5.	GIEC
	Teneur en matière sèche du CO ₂	Lignes directrices du GIEC 2006, Volume 5, Chapitre 4, tableau 5.2.	GIEC
	Traction du CO ₂ fossile	Lignes directrices du GIEC 2006, Volume 5, Chapitre 4, tableau 5.2.	GIEC
Fraction du CO ₂ oxydable	Lignes directrices du GIEC 2006, Volume 5, Chapitre 4, tableau 5.2.	GIEC	

Tableau 117: Sources de données pour le rejet et le traitement des eaux usées domestiques/industrielles

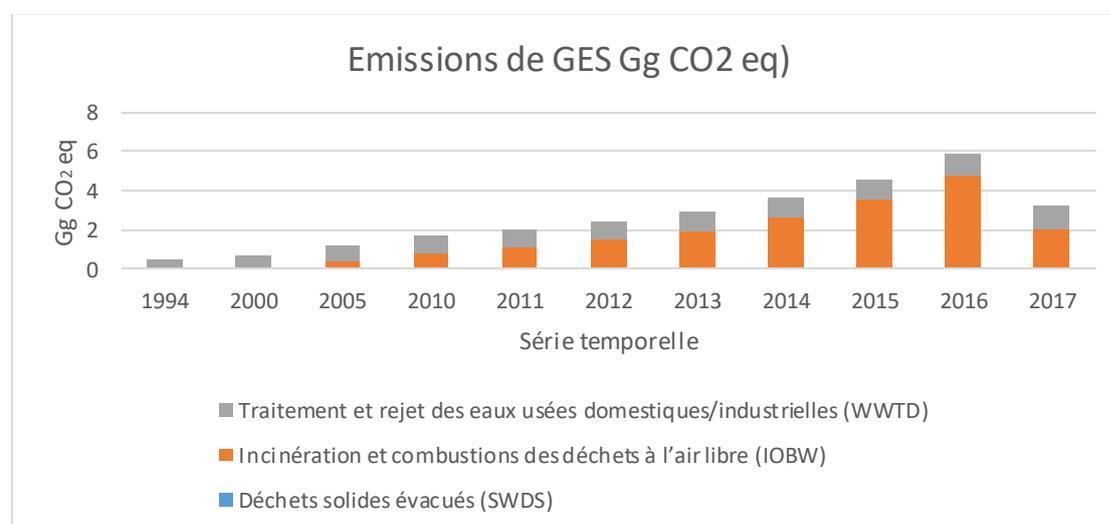
Catégories	Type de données	Sources de données	Principaux fournisseurs de données
Traitement et rejet des eaux (CH ₄ ; N ₂ O)	Production agroalimentaire des grandes industries en tonne	Tableau de bord économie gabonaise et statistiques FAO	Ministère de l'Economie
	Population de la zone d'étude	Recensement général de la population et de l'habitat, bilan général de la cartographie ; 2003 & 2013 ;	RGPL ; Ministère de l'Economie
	Zone urbain considérée		
	Zone péri-urbaine		
	Capacité d'absorption de protéine	Lignes directrices du GIEC 2006, Volume 5, Chapitre 6 ; équation 6.3. ; tableau 6.4.	GIEC
	Composé organique dégradable	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 6,	GIEC
	Facteur de correction du DBO	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 6 ;	GIEC
	Système de traitement zone urbaine	Lignes directrices du GIEC 2006, Volume 5, Chapitre 6 ; tableau 6.3.	GIEC
	Système de traitement zone péri-urbaine		
	Fraction de COD éliminée comme boues	Lignes directrices du GIEC 2006, Volume 5, Chapitre 6 ; tableau 6.9.	GIEC
	Méthane récupéré	Lignes Directrices 2006, volume 5, chapitre 6,	GIEC
	Fraction de la pop considérée	Lignes directrices 2006 du GIEC, Volume 5 Chapitre 6,	GIEC
	Degré d'utilisation	Lignes directrices du GIEC 2006, Volume 5, Chapitre 6 ; tableau 6.5.	GIEC
	Facteur de correction du CH ₄	Lignes directrices du GIEC 2006, Volume 5, Chapitre 6	GIEC
Facteur d'émission de N ₂ O	Lignes directrices du GIEC 2006, Volume 5, Chapitre 6 ; équation 6.8.	GIEC	

7.2 Tendance des émissions totales par catégorie

Tableau 118: Tendance des émissions totales par catégorie du secteur déchet pour la série temporelle 1994-2017

Emissions de GES (Gg CO2 équivalent)				
	Déchets solides évacués (SWDS)	Incinération et combustions des déchets à l'air libre (IOBW)	Traitement et rejet des eaux usées domestiques/industrielles (WWTD)	Total des émissions
1994	0,000	0,031	0,507	0,538
2000	0,001	0,056	0,641	0,698
2005	0,001	0,4475	0,769	1,2175
2010	0,001	0,839	0,897	1,737
2011	0,001	1,097	0,933	2,031
2012	0,001	1,473	0,996	2,47
2013	0,001	1,964	1,016	2,981
2014	0,001	2,624	1,047	3,672
2015	0,001	3,515	1,082	4,598
2016	0,001	4,720	1,141	5,862
2017	0,001	2,072	1,159	3,232
Ratio émissions [2017] / [2014]	1,00	0,79	1,11	0,88

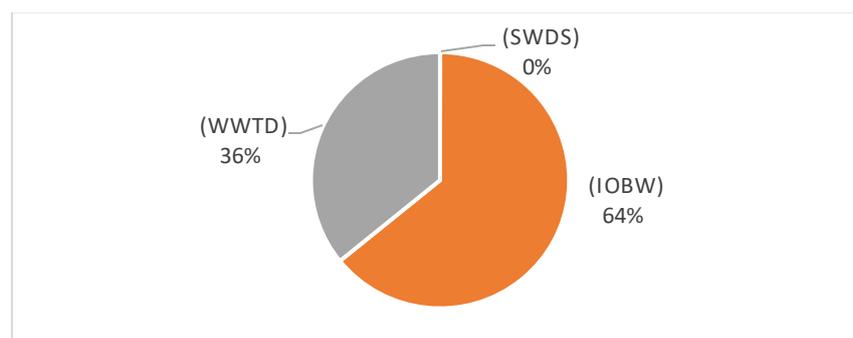
Figure 59: Tendance des émissions totales par catégorie du secteur déchet pour la série temporelle 1994-2017



Les émissions de dioxyde de carbone (CO₂), méthane (CH₄), oxyde nitreux (N₂O) ont estimées pour les années 1994, 2000, 2010 et pour la série temporelle 2011 à 2017.

Le secteur déchets a émis 3,232 Gg CO₂ équivalent en 2017 dont 0,001% issue de la mise en décharge des déchets solides, 64 de l'incinération et la combustion à l'air libre et 36% pour le traitement et rejet des eaux usées.

Figure 60: Tendence des émissions de GES en 2017 par sous-secteur



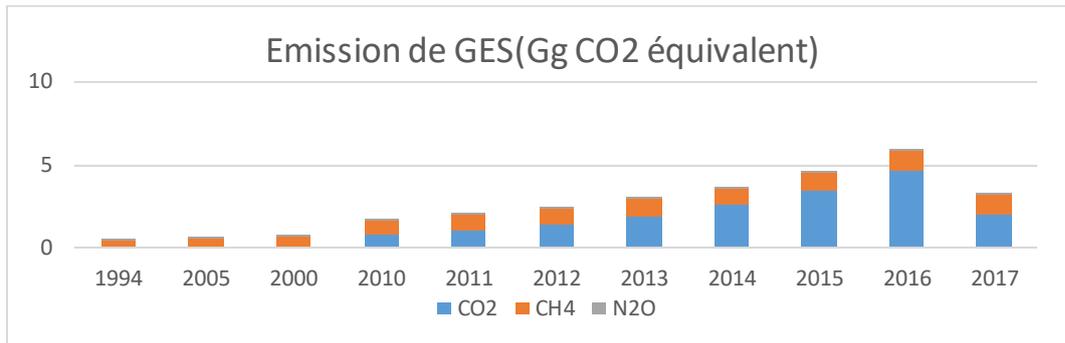
7.3 Tendence des émissions totales par gaz

Tendance des émissions par gaz directs

Figure 61: Tendence des émissions totales par Gaz direct dans le secteur des déchets pour la série temporelle 1994-2017

	Emissions de GES (Gg CO ₂ équivalent)			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total des émissions
1994	0,022	0,479	0,038	0,538
2000	0,039	0,626	0,032	0,698
2005	0,0305	0,5525	0,035	0,618
2010	0,813	0,862	0,061	1,737
2011	1,071	0,897	0,063	2,031
2012	1,444	0,962	0,065	2,47
2013	1,933	0,982	0,067	2,981
2014	2,592	1,011	0,069	3,672
2015	3,482	1,046	0,071	4,598
2016	4,684	1,104	0,073	5,862
2017	2,036	1,122	0,075	3,232
Ratio émissions[2017] / [2014]	0,79	1,11	1,09	0,88

Figure 62: Tendence des émissions totales par Gaz direct dans le secteur des déchets pour la série temporelle 1994-2017



Les émissions de CO₂ pour l'année 2017 sont de 2,03639 Gg CO₂ équivalent soit 63 % des émissions, le méthane 1,122 Gg CO₂ équivalent soit 35 % des émissions et le N₂O 0,075 Gg CO₂ équivalent soit 2 %.

Les émissions de CO₂ en 2017 sont environ 93 fois plus élevées que celui de 1994, tandis que les émissions de 2017 du méthane et de l'oxyde nitreux sont environ 2 fois plus élevées que celles de 1994.

Les émissions de CO₂ dans le secteur des déchets, proviennent essentiellement du sous-secteur de l'incinération des déchets dangereux et la mise à feu à l'air libre.

Figure 63: Tendence des émissions de GES 2017 par GAZ direct

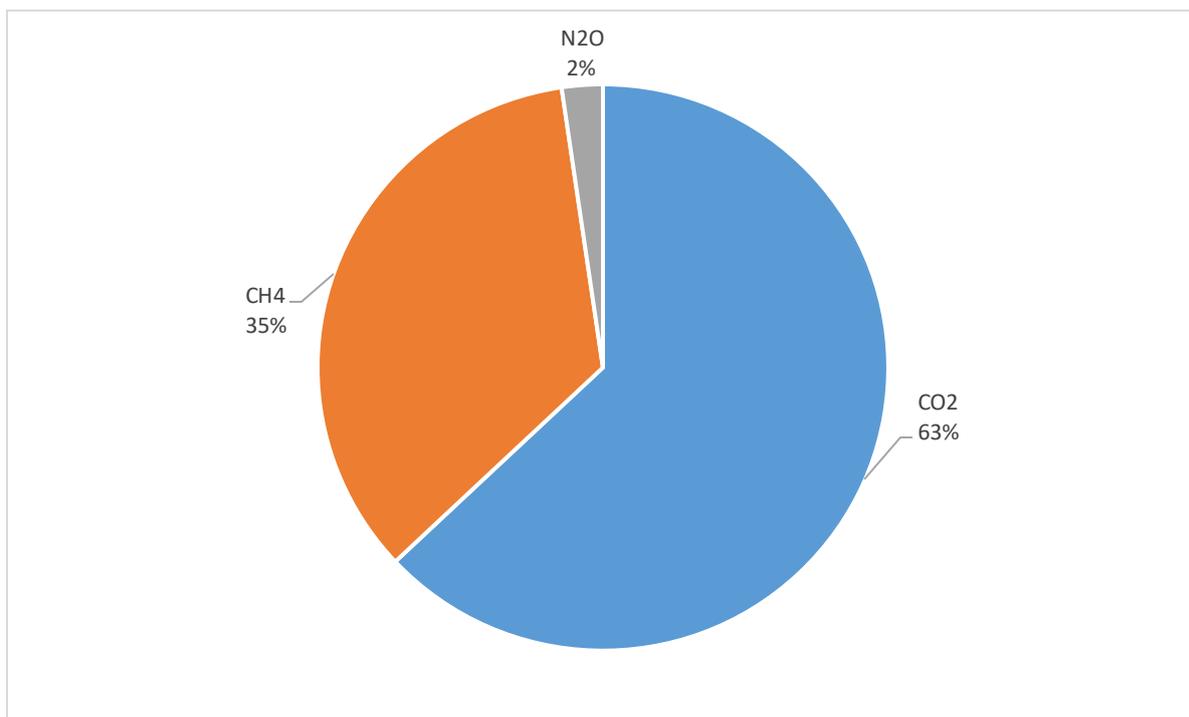


Tableau 119: Tendence des émissions totales par Gaz direct et par catégorie du secteur des déchets pour la série temporelle 1994-2017

Emissions de GES (Gg CO2 équivalent) de la tendance par GAZ et par catégorie												Total des émissions
	Déchets solides évacués dans les décharges	Incinération des déchets dangereux			Combustion à l'air libre			Eaux usées domestiques		Eaux usées industrielles		
		CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CH4	N2O	CH4		
1994	0,001	0,0	0,0	0,0	0,022	0,009	0,000	0,469	0,038	0,000	0,538	
2000	0,001	0,0	0,0	0,0	0,039	0,016	0,000	0,560	0,032	0,050	0,698	
2005	0,001	0,377	0	0	0,049	0,0205	0	0,659	0,0465	0,0645	1,2175	
2010	0,001	0,754	0,000	0,000	0,059	0,025	0,000	0,758	0,061	0,079	1,737	
2011	0,001	1,010	0,000	0,000	0,061	0,026	0,000	0,774	0,062	0,096	2,031	
2012	0,001	1,377	0,000	0,000	0,068	0,028	0,000	0,797	0,064	0,135	2,47	
2013	0,001	1,862	0,000	0,000	0,072	0,030	0,000	0,821	0,066	0,129	2,981	
2014	0,001	2,518	0,000	0,000	0,075	0,031	0,000	0,845	0,068	0,134	3,672	
2015	0,001	3,404	0,000	0,000	0,078	0,033	0,000	0,869	0,070	0,143	4,598	
2016	0,001	4,602	0,000	0,001	0,082	0,034	0,000	0,895	0,072	0,174	5,862	
2017	0,001	1,952	0,000	0,000	0,084	0,035	0,000	0,921	0,074	0,164	3,232	
Ratio émissions [2017] / [2014]	1,0	0,8			1,1	1,1		1,1	1,1	1,2	0,9	

Les émissions de 1994 à 2000 sont nulles pour l'incinération des déchets dangereux pour la simple raison que nous n'avons pas eu des données au-delà de 2000, et la méthode de complément des données ne nous a pas également permis d'aller au-delà de 2000. Le ratio des émissions est calculé entre 2017 et 2010 pour le CO2 et le N2O, et entre 2016 et 2011 pour le CH4.

Les émissions de 1994 sont nulles pour les eaux usées industrielles pour les mêmes raisons que celles évoquées ci-dessus. Le ratio des émissions est calculé entre 2017 et 2000.

Tendance des émissions par gaz indirects

L'évaluation des émissions des gaz indirects a été faite par la méthode dite CORINAIR qui est adaptée à chaque secteur. C'est le niveau 1 (tier 1) qui a été utilisé avec des facteurs d'émissions spécifiques par défauts.

Tableau 120: Référence des équations de calcul par CORINAIR, paramètres et facteurs d'émissions

N°	Equation	Référence
1	Calcul des émissions de précurseurs issus de l'évacuation des déchets en décharges plus paramètres d'émissions	Méthode par CORINAIR, version 2016 : chap. 5 A, sous-titre 3.2., niveau Tier 1 ; équation 1. Paramètres d'émissions : sous-titre : 3.2.2., tableau 3.1.
2	Calcul des émissions de précurseurs issus de l'incinération des déchets dangereux	Méthode par CORINAIR, version 2016 : chap. 5 C.1.b.i., sous-titre 3.2., niveau Tier 1 ; équation 1. Paramètres d'émissions : sous-titre : 3.2.2., tableau 3.1.
3	Calcul des émissions de précurseurs issus de la combustion à l'air libre	Méthode par CORINAIR, version 2016 : chap. 5 C.2., sous-titre 3.2., niveau Tier 1 ; équation 1. Paramètres d'émissions : sous-titre : 3.2.2., tableau 3.1.

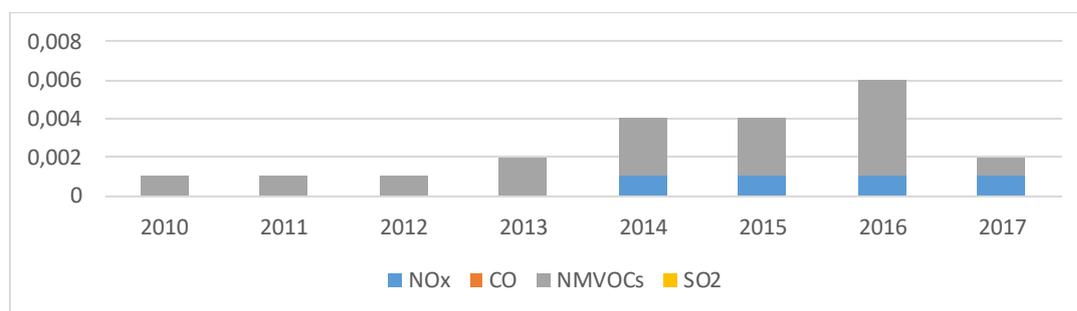
Tableau 121: Tendance des émissions des gaz indirects issus de l'évacuation des déchets solides

	Emissions en Gg des Déchets solides évacués
	COVNM
1994	0,000
2000	0,000
2005	0,000
2010	0,000
2011	0,000
2012	0,000
2013	0,000
2014	0,000
2015	0,000
2016	0,000
2017	0,000

Tableau 122: Tendence des émissions des gaz indirects issus de l'incinération des déchets dangereux

Emissions en Gg des gaz indirects issus de l'incinération des déchets dangereux				
	NOx	CO	NMVOCs	SO2
2010	0,000	0,000	0,001	0,000
2011	0,000	0,000	0,001	0,000
2012	0,000	0,000	0,001	0,000
2013	0,000	0,000	0,002	0,000
2014	0,001	0,000	0,003	0,000
2015	0,001	0,000	0,003	0,000
2016	0,001	0,000	0,005	0,000
2017	0,001	0,000	0,001	0,000

Figure 64: Tendence des émissions des gaz indirects issues de l'incinération des déchets dangereux



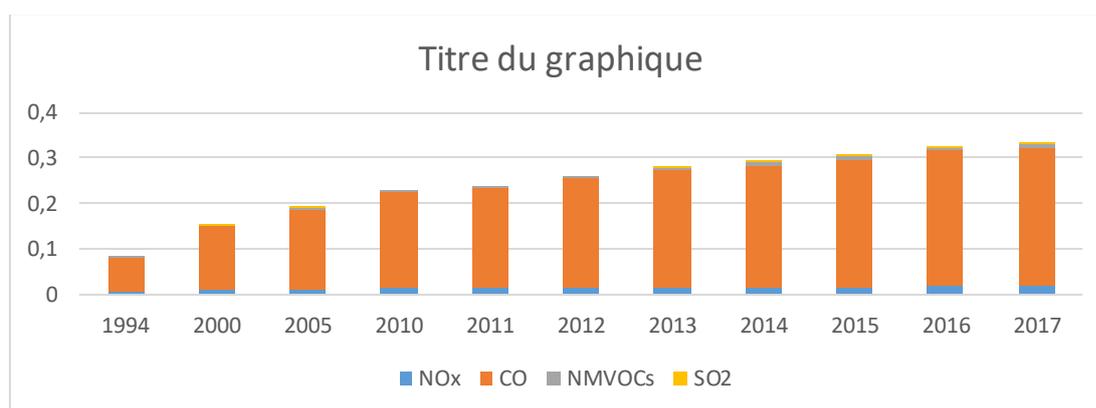
Tendance des émissions des gaz indirects issues de l'incinération des déchets dangereux

La forte baisse des émissions pour l'année 2017 est liée à une absence de données. La méthode de complément des données par extrapolation ne nous a pas permis de compléter les données manquantes.

Tableau 123: Tendence des émissions des gaz indirects issus de la mise à feu à l'air libre dans les décharges

Emissions en Gg des gaz indirects issus de la mise à feu à l'air libre dans les décharges				
	NO _x	CO	NMVOCs	SO ₂
1994	0,004	0,078	0,002	0,000
2000	0,008	0,140	0,003	0,003
2005	0,01	0,177	0,004	0,0015
2010	0,012	0,214	0,005	0,000
2011	0,012	0,220	0,005	0,000
2012	0,014	0,243	0,005	0,000
2013	0,015	0,257	0,006	0,001
2014	0,015	0,268	0,006	0,001
2015	0,016	0,280	0,006	0,001
2016	0,017	0,299	0,007	0,001
2017	0,017	0,304	0,007	0,001

Figure 65: Tendence des émissions des gaz indirects issues de la mise à feu à l'air libre dans les déchets



Les émissions de COVNM issues de la mise en décharge des déchets sont très faibles, sous forme de trace par rapport aux émissions des autres sous-secteurs.

Les émissions issues de la mise à feu à l'air libre sont les plus importantes par rapport à l'incinération des déchets dangereux.

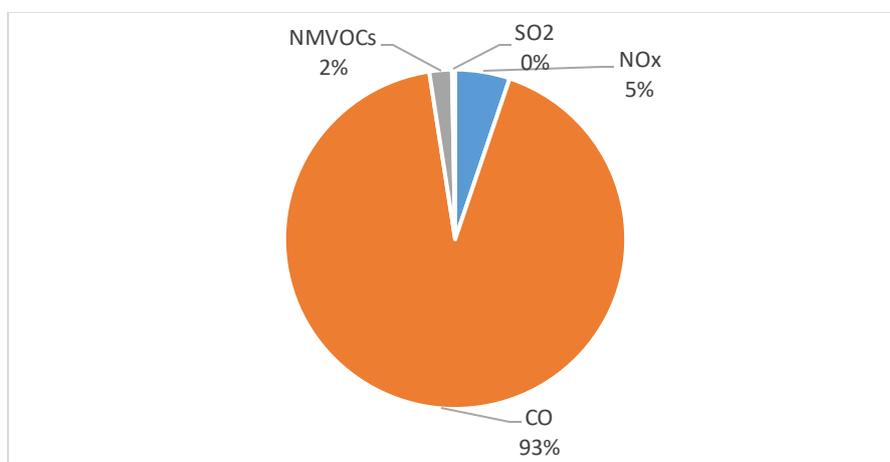
Dans la mise à feu à l'air libre le monoxyde de carbone est le gaz le plus émis avec un ordre de grandeur de 10, 100 voire 1000 par rapport aux autres gaz.

Les émissions de 2017 dans le sous-secteur de la mise à feu à l'air libre donnent le CO à 93% des émissions suivi du NOx à 5%, le NMVOCs à 2% et le SO2 sous forme de trace.

Ces gaz sont émis lors de la mise à feu à l'air libre notamment dans les décharges à l'air libre de Mindoubé pour Libreville et de Ntchengué pour ce qui concerne Port-Gentil, et tous les immondices qui sont régulièrement brûlés dans l'agglomération de Libreville, Owendo et de Ntoum (Pk5 – PK27).

Les départs de feu à l'air libre dans les décharges sont une source de pollution non négligeable.

Figure 66: Tendence des émissions 2017 par GAZ indirect



7.4 Présentation des catégories du secteur déchets

7.4.1 Elimination des déchets solides

Description

Les déchets solides pris en compte sont les déchets produits par les ménages, les magasins, les marchés, les restaurants, les administrations publiques et les installations industrielles.

Les systèmes de collecte utilisés sont les points d'apport volontaires et la collecte porte à porte avec des petits conteneurs. Seulement 70 % de la population est desservi par ce service.

L'élimination des déchets collectés est faite actuellement par mis en décharge non contrôlées. La ville de Libreville dispose d'une seule décharge municipale, l'actuelle décharge de Mindoubé en surexploitation depuis 2005 [2]. Cette décharge reçoit aussi les déchets collectés par les structures privées souvent non identifiés. La commune d'Owendo dispose d'une décharge privée non contrôlée et non agréée.

Au niveau de Port-Gentil, il n'y a pas de centres de traitement des ordures ménagères. La ville dispose comme Franceville, Oyem, Moanda et Gamba d'une décharge municipale non contrôlée.

A cause du caractère insulaire de la ville et de la structure du sol à moins de 1,5 m de la nappe phréatique, les déchets sont régulièrement brûlés à l'air libre dans la décharge.

Les actions de suivi et/ou de contrôle dans ces décharges ne se limitent qu'à un simple étalage des déchets avec un Bulldozer. Le suivi des déchets admis, les principes d'aménagement et de fonctionnement, et le respect des aspects de sécurité environnementale ne sont pas pris en compte. Ainsi, ces décharges conçues pour recevoir des déchets ménagers deviennent des lieux de dépôt de tout type de déchets et de toutes sortes de pollutions.

Tableau 124: Tendence des émissions de CH4 issues de l'élimination des déchets en décharge

	Emissions de CH4 (Gg CO2 équivalent)
1994	0,00036
2000	0,00063
2005	0,00081
2010	0,00099
2011	0,00102
2012	0,00105
2013	0,00136
2014	0,00131
2015	0,00132
2016	0,00135
2017	0,00140

Le CH4 est le deuxième gaz émis dans le secteur des déchets, et il représente 35% des émissions du secteur, il est quasiment nul pour la mise en décharge des déchets, et ce, pour plusieurs raisons :

La plupart des décharges, sont des décharges à ciel ouvert, et donc la décomposition des matières en anaérobie se fait lentement,

De plus, la plupart des déchets arrivant à la décharge, ont séjourné 4 à 7 jours dans les PAV, avant d'être ramassés, et donc ont déjà subi une dégradation de l'ordre 20 à 30 %.

Un autre facteur, est le manque de tri, le mélange au niveau de la décharge avec du tout-venant, ralentit décomposition des matières organiques.

Les émissions de 2017 sont environ 4 fois plus grandes que celles de 1994. Plusieurs raisons justifient cette augmentation en plus de l'augmentation démographique :

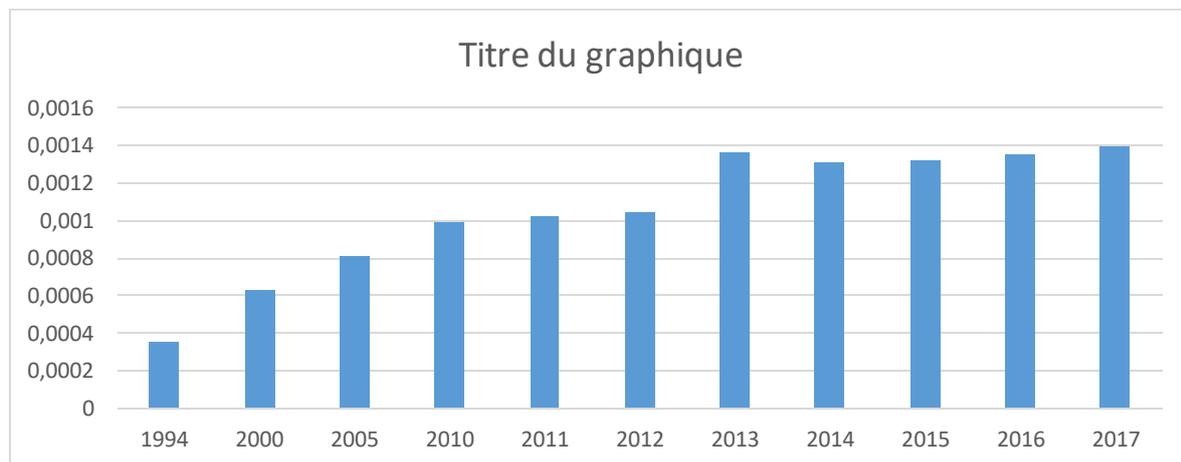
En 1994, il y avait sur ce secteur que des petits colleteurs repartis sur les 6 arrondissements de Libreville, ancien Grand Libreville et le service n'étaient effectué que sur les voies carrossables. A l'intérieur du pays, c'est-à-dire à POG, Franceville, Moanda, Oyem et Gamba, ce service n'était encore qu'embryonnaire de même que le reporting des données.

En 2002, le service de collecte s'est amélioré au Grand Libreville avec l'arrivée d'un nouvel opérateur avec une capacité opérationnelle plus grande que celle qui existait et un reporting des quantités collectées.

Depuis 2014, avec l'arrivée d'un autre opérateur, plusieurs zones sont desservies et beaucoup de déchets sont collectés et évacués vers la décharge, mais le manque de tri en amont facilite la décomposition des matières organiques enfouies, et favorise l'augmentation des émissions de GES.

Les variations observées sur la figure ci-dessous (1994, 2010, 2013 et 2017), sont fonction des fortes quantités des déchets produits et donc collectés.

Figure 67: Tendence des émissions de CH₄ issues de l'élimination des déchets dans les décharges



Méthodologie

La méthodologie utilisée pour le calcul des GES issus de l'évacuation des déchets solides dans les décharges, est celle des lignes directrices du GIEC 2006 [7].

Pour estimer les émissions de CH₄ des déchets solides, la méthodologie du GIEC se fonde sur la méthode de décomposition de premier ordre (DPO). Cette méthode présuppose que la composante organique destructible (carbone organique dégradable, COD) des déchets se décompose lentement sur plusieurs décennies ; période au cours de laquelle du CH₄ et le CO₂

se forment. Si les conditions sont constantes, le taux de production du CH₄ ne devra dépendre que du volume de carbone qui reste dans les déchets. Par conséquent, les émissions de CH₄ provenant de déchets, déposés dans une décharge, sont plus élevées pendant les premières années de leur dépôt avant de commencer à diminuer progressivement au fur et à mesure que le carbone dégradé du déchet est consommé par les bactéries responsables de la décomposition.

C'est pourquoi la méthode DPO requiert que les données soient recueillies ou estimées pour les dépôts historiques de déchets afin d'arriver à un résultat raisonnablement exact.

Les bonnes pratiques recommandent d'utiliser des données d'évacuation de déchets sur au moins 50 ans puisque cet intervalle de temps fournit un résultat dont le degré d'exactitude est acceptable pour la plupart des pratiques et conditions d'Élimination des déchets. Dans le cadre de cette étude, nous avons utilisé les données de 1986 à 2017.

N'ayant pas encore des données suffisamment désagrégées et nos propres paramètres pour le calcul des émissions, nous utilisons le Niveau 1: les estimations des méthodes de Niveau 1 sont basées sur la méthode DPO du GIEC utilisant principalement des données d'activité et des paramètres par défaut.

Emissions de CH₄ = CH₄ émis dans l'année T, Gg

T = année d'inventaire

X = catégorie ou type/matière de déchet

R_t =CH₄ récupéré pendant l'année T, Gg

O_{Xt} =facteur d'oxydation de l'année T, (fraction)

Équation 57: Calcul des émissions de CH₄ selon la méthode DPO

ÉQUATION 3.1
EMISSION DE CH₄ A PARTIR DES SEDS

$$Emissions\ CH_4 = \left[\sum_x CH_4\ produit_{x,T} - R_T \right] \cdot (1 - OX_T)$$

Tableau 125: Paramètres et facteurs d'émissions utilisés pour estimer les émissions de CH₄ des déchets évacués en décharge

Désignation	Valeur	
Composition de déchets mis en décharge	Fraction de COD dégradable	0,70
	Facteur d'oxydation	0,00
	Fraction de COD libéré sous forme de CH ₄	0,50
	Facteur de conversion du CH ₄	1,333333
	Temps à partir duquel il y dégradation	6 mois
Proportion de la population desservie	0,7	
Fraction des déchets brûlés/déchets traités	0,2/0,7 = 0,28571429	
Nombre de jours d'exposition au brûlage à l'air libre	90 jours	
Facteur de Correction de Méthane (FCM) pour la décharge de Mindoubé	0,6 de proportion des déchets (FCM)	
Facteur de correction de Méthane (FCM) pour POG et FCV	0,4 de proportion des déchets (FCM)	
Proportion de départ de feu dans les décharges (observation directe et témoignage des populations riveraines)	0,2 de proportion des déchets brûlés	

La population considérée est celle de la zone d'étude c'est-à-dire des villes de Libreville, Port-Gentil, Owendo, Akanda, Gamba, Oyem et Moanda. Ce choix repose sur la présence des décharges plus ou moins aménagées, le niveau d'assainissement des villes, les habitudes alimentaires et le niveau de vie des populations.

Tableau 126: Quantité des déchets mis en décharge pour le calcul des émissions

Année	Population urbaine	POP/1 000 000	Taux en (kg/pers/j)	Qtité produite (t/an)	Qtité mise en décharge (0,7)
1986	539918	0,540	0,4	78828	55180
1987	556043	0,556	0,4	81182	56828
1988	572650	0,573	0,4	83607	58525
1989	589752	0,590	0,4	86104	60273
1990	607366	0,607	0,4	88675	62073
1991	625506	0,626	0,4	91324	63927
1992	644187	0,644	0,4	94051	65836
1993	663427	0,663	0,4	96860	67802
1994	683241	0,683241	0,4	99753	69827
1995	703646	0,703646	0,4	102732	71913
1996	724661	0,724661	0,4	105801	74060
1997	746304	0,746304	0,6	163441	114408
1998	768593	0,768593	0,6	168322	117825
1999	791548	0,791548	0,6	173349	121344
2000	815189	0,815189	0,6	178526	124968
2001	839535	0,839535	0,6	183858	128701
2002	864609	0,864609	0,6	189349	132545
2003	890432	0,890432	0,6	195005	136503
2004	917025	0,917025	0,6	200828	140580
2005	944413	0,944413	0,66	227509	159256
2006	972619	0,972619	0,67	237854	166498
2007	1001668	1,001668	0,68	248614	174030
2008	1031584	1,031584	0,69	259804	181863
2009	1062393	1,062393	0,69	267564	187295
2010	10941122	1,0941122	0,68	2715586	1900911
2011	1126800	1,126800	0,68	279672	195770

2012	1160453	1,160453	0,73	309203	216442
2013	1195111	1,195111	0,75	327162	229013
2014	1229769	1,229769	0,76	341138	238797
2015	1265433	1,265433	0,77	355650	248955
2016	1302130	1,302130	0,79	375469	262828
2017	1339892	1,339892	0,79	386358	270451

Tableau 127: Référence des équations de calcul utilisées pour l'élimination des déchets en décharge

N°	Equation	Référence
1	Calcul des émissions de CH4 selon la méthode DPO	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 3, niveau tier 1, équation 3.1.
2	Estimation de la DDOCm	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 3, niveau tier 1, équation 3.2.
3	Calcul du potentiel de production du CH4	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 3, niveau tier 1, équation 3.3.
4	Fondamentales de l'application de la méthode DPO	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 3, niveau tier 1, équation 3.4. & équation 3.5.
5	CH4 produit à partir du DDOCm décomposé	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 3, niveau tier 1, équation 3.6.

Améliorations prévues dans la catégorie

Pour améliorer la donnée :

Il faut recenser via la DGEPN, tous les opérateurs qui exercent dans ce secteur qu'ils soient en contrat et/ou non.

Exiger les rapports de bilans d'activités, à compter de 2017, dans lesquels sont répertoriées les données d'activités, les quantités collectées et le nombre de clients desservis et/ou les zones desservies.

Mettre en place un mécanisme d'archivage des données.

7.4.2 Compostage des déchets

Le traitement des déchets solides par compostage n'est pas effectué au Gabon, il existe quelques particuliers qui pratiquent cette activité. Elle a donc lieu à petite échelle et par conséquent, elle n'est pas considérée dans ce rapport comme un secteur clé.

7.4.3 Incinération des déchets dangereux et mise à feu à l'air libre des déchets dans les décharges

Description

L'incinération et la combustion des déchets à l'air libre concernent : les déchets solides évacués dans les décharges.

Au niveau du Gabon, seulement 70% des déchets produits arrivent dans les décharges, 20% de la quantité des déchets mis en décharge sont brûlés soit par un départ de feu direct et/ou indirect. On suppose que les départs de feu sont le plus souvent observés pendant la saison sèche. [10].

Les déchets solides municipaux ne sont pas incinérés dans le pays car ne disposant pas d'incinérateur, seule la mise à feu à l'air libre dans les décharges est observée.

Les déchets dangereux incinérés comprennent :

Les DASRI, déchets d'activités de soins à risques infectieux.

Les activités de soins de santé génèrent en moyenne dans la commune de Libreville et d'Owendo 288 t / an de déchets. Il n'existe aucune filière de traitement des déchets biomédicaux dans la province de l'Estuaire et ailleurs [9].

A l'heure actuelle, seuls le CHUL, l'Hôpital des armées, la Polyclinique El-Rapha et le CHU d'Akanda disposent d'un incinérateur. Ces 4 incinérateurs ne reçoivent pas tous les déchets provenant des activités de soins de santé.

Les déchets industriels dangereux (Les huiles usagées, les boues contaminées aux hydrocarbures, les solvants de tous genres, les sables contaminés, les chiffons gras, etc.)

Plusieurs filières existent notamment dans les huiles usagées, les boues, les sables pollués, les fûts, ferraille et batteries etc. Dans ce rapport, seules les activités de la société Impact Environnement Gabon (IEG) ont été prises en compte, les autres n'ont pas pu nous fournir leurs données, souvent classées confidentielles.

Le traitement de certains déchets consiste à mixer certains produits, (produits à fort PCI et produits à faible PCI) afin d'obtenir un mélange homogène facilitant l'incinération.

L'incinération et la combustion des déchets à l'air libre produisent du dioxyde de carbone (CO₂), du méthane (CH₄), de l'oxyde nitreux (N₂O), des COVNM, le NOX, le CO et le SOX :

Tableau 128: Tendence des émissions des GES issues de l'incinération des déchets dangereux et la mise à feu à l'air libre dans les décharges

	Emissions des GES en Gg éq.CO2		
	Incinération des déchets dangereux	Mise à feu à l'air libre dans les décharges	Total
1994	0	0,031	0,031
2000	0	0,056	0,056
2005	0,377	0,0705	0,4475
2010	0,754	0,085	0,839
2011	1,010	0,087	1,097
2012	1,377	0,096	1,473
2013	1,862	0,102	1,964
2014	2,518	0,106	2,624
2015	3,404	0,111	3,515
2016	4,603	0,117	4,72
2017	1,952	0,120	2,072
Ratio [2017]/[2014]	0,8	1,1	0,8

Le vide constaté de 1994 à 2000, et de 2017 dans les données des déchets dangereux donne un défaut d'émission entre 2016 et 2017. Avant 2000, il y a une quasi absence de données, même dans les précédentes communications nationales.

Figure 6869 : Tendence des émissions des GES issues de l'incinération des déchets dangereux et la mise à feu à l'air libre dans les décharges

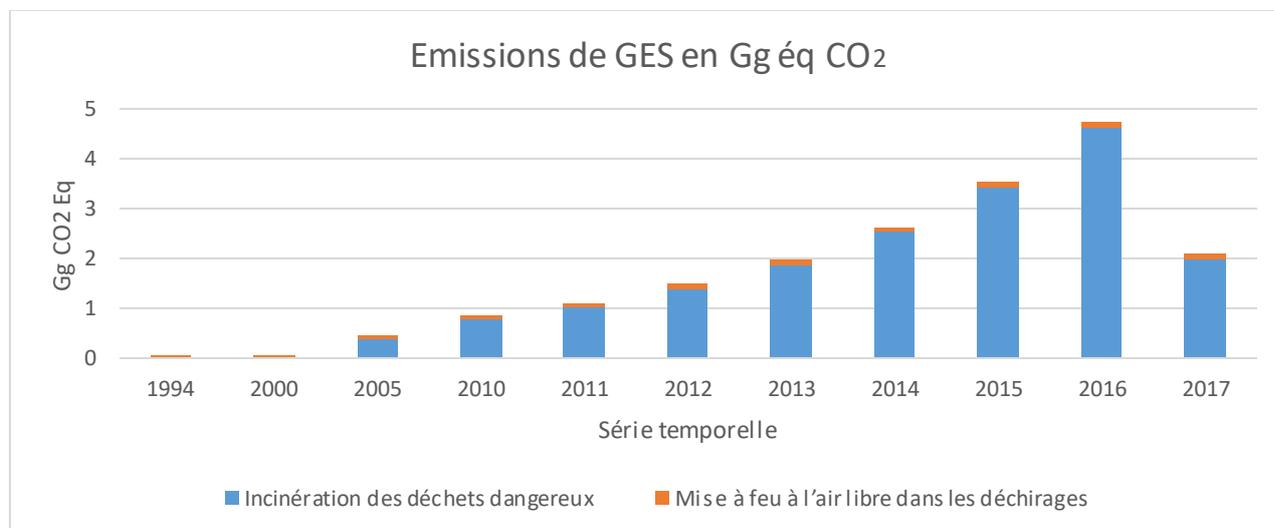
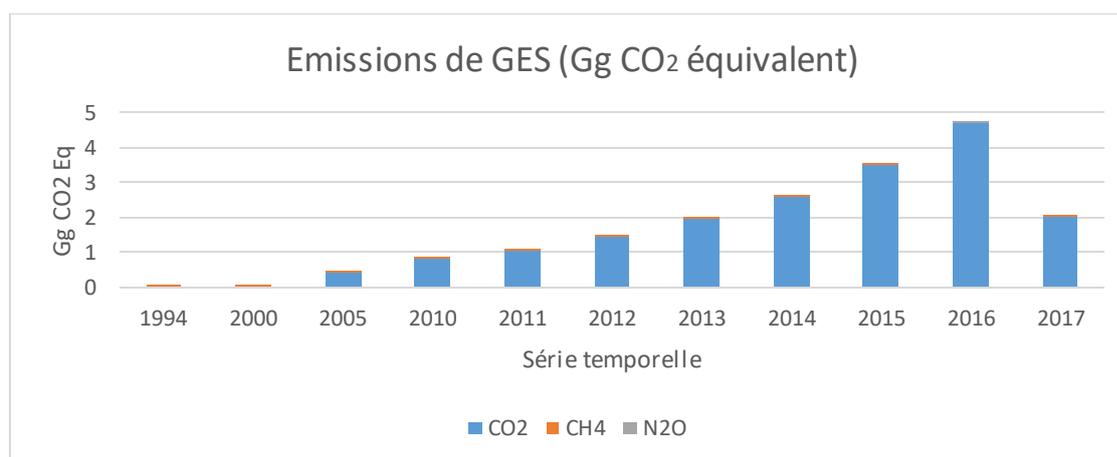


Tableau 129: Tendence des émissions par type de gaz issues de l'incinération des déchets dangereux et la mise à feu à l'air libre dans les décharges

	Emissions de GES (Gg CO2 équivalent)			
	CO2	CH4	N2O	Total des émissions
1994	0,022	0,009	0	0,031
2000	0,039	0,016	0	0,056
2005				
2010	0,813	0,025	0	0,839
2011	1,071	0,026	0	1,097
2012	1,445	0,028	0	1,473
2013	1,934	0,03	0	1,964
2014	2,593	0,031	0	2,624
2015	3,482	0,033	0	3,515
2016	4,684	0,034	0,001	4,72
2017	2,036	0,035	0	2,072
Ratio [2017] / [2014]	1,9	1,1	0	0,8

NB : PRGCH4 = 25 ; PRGN2O = 298, PRGCO2 = 1.

Figure 69: Tendence des émissions par type de gaz issues de l'incinération des déchets dangereux et la mise à feu à l'air libre dans les décharges



L'ensemble des émissions montre que le CO2 est plus élevé que les autres gaz, et les émissions de 2017 sont environ 94 fois plus élevées que celles de 1994. La totalité des émissions de CO2 dans le secteur des déchets proviennent de l'incinération et la combustion à l'air libre.

Ces variations sont dues à la prise en compte depuis 2010, de l'incinération des déchets industriels dangereux, notamment les DASRI, les DI, les boues, etc.

Les huiles usagées et les solvants qui contiennent beaucoup de carbone sont également à l'origine de cette augmentation.

Le méthane émis dans les chambres d'incinérateurs est faible par rapport à la quantité émise à la mise à feu à l'air libre, les émissions de 2017 sont environ 4 fois plus élevées que celles de 1994.

Le N2O est faiblement émis lors de la mise à feu à l'air libre, les émissions de 2017 sont 4 fois plus élevées que celles de 1994.

Tableau 130: Tendances des émissions par type de gaz et par sous-catégorie dans

	Incinération des déchets dangereux			Combustion à l'air libre		
	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O
1994	0,0	0,0	0,0	0,022	0,009	0,000
2000	0,0	0,0	0,0	0,039	0,016	0,000
2005	0,377	0	0	0,049	0,0205	0
2010	0,754	0,000	0,000	0,059	0,025	0,000
2011	1,010	0,000	0,000	0,061	0,026	0,000
2012	1,377	0,000	0,000	0,068	0,028	0,000
2013	1,862	0,000	0,000	0,072	0,030	0,000
2014	2,518	0,000	0,000	0,075	0,031	0,000
2015	3,404	0,000	0,000	0,078	0,033	0,000
2016	4,602	0,000	0,001	0,082	0,034	0,000
2017	1,952	0,000	0,000	0,084	0,035	0,000
Ratio émissions [2017] / [2014]	0,8	0	0	1,1	1,1	0

Équation 58: Calcul du CO₂ basé sur le volume des déchets brûlés

ÉQUATION 5.1 ESTIMATION DES EMISSIONS DE CO₂ BASEE SUR LE VOLUME TOTAL DE DECHETS BRULES

$$CO_2 \text{ Emissions} = \sum_i (SW_i \cdot dm_i \cdot CF_i \cdot FCF_i \cdot OF_i) \cdot 44 / 12$$

Où:

- CO₂ Emissions = émissions de CO₂ dans l'année d'inventaire, Gg/an
- SW_i = volume total de déchets solides de type *i* (poids humide) incinérés ou brûlés à l'air libre, Gg/an
- dm_i = teneur en matière sèche du déchet (poids humide) incinéré ou brûlé à l'air libre, (fraction)
- CF_i = fraction de carbone dans la matière sèche (teneur totale en carbone), (fraction)
- FCF_i = fraction de carbone fossile dans le total de carbone, (fraction)
- OF_i = facteur d'oxydation, (fraction)
- 44/12 = coefficient de conversion de C en CO₂
- i* = type de déchets incinérés/brûlés à l'air libre précisés comme suit:
DSM: déchets solides municipaux (si non estimés à l'aide de l'Équation 5.2), DIS: déchets industriels solides,
SS: boues d'égouts, HW: déchets dangereux, CW: déchets des hôpitaux et des cliniques, autres déchets (à préciser).

Méthodologie

La méthode d'estimation des émissions de CO₂ provenant de l'incinération des déchets dangereux et de la mise à feu des déchets à l'air libre est fondée sur une estimation de la teneur en carbone fossile des déchets brûlés, multipliée par le facteur d'oxydation.

Les données d'activité sont les quantités de déchets dangereux incinérés et le volume de déchets brûlés à l'air libre et les facteurs d'émission sont basés sur la teneur en carbone oxydé des déchets, d'origine fossile. La méthode utilisée est la méthode de niveau 1.

Les données par défaut sur les paramètres (la teneur en matière sèche, la teneur en carbone et la fraction de carbone fossile) pour différents types de déchets (DSM, boues, déchets industriels et d'autres déchets tels que les déchets dangereux et ceux des hôpitaux et des cliniques) sont donnés dans les lignes directrices du GIEC.

Le calcul des émissions de CO₂ se base sur une estimation du volume de déchets (poids humide) incinérés ou brûlés à l'air libre en tenant compte de la teneur en matière sèche, de la teneur totale en carbone, de la fraction de carbone fossile et du facteur d'oxydation.

Tableau 131: Calcul des quantités des déchets brûlés à l'air libre dans les décharges

Année	Population urbaine	POP/1 000 000	Taux en (kg/pers/j)	Qtité produite (t/an)	Qtité mise en décharge (0,7)	Qtité brûlée à la décharge (0,2)				
1986	539918	0,540	0,4	78828	55180	11036				
1987	556043	0,556	0,4	81182	56828	11366				
1988	572650			0,573			0,4	83607	58525	11705
1989	589752			0,590			0,4	86104	60273	12055
1990	607366			0,607			0,4	88675	62073	12415
1991	625506			0,626			0,4	91324	63927	12785
1992	644187			0,644			0,4	94051	65836	13167
1993	663427			0,663			0,4	96860	67802	13560
1994	683241			0,683241			0,4	99753	69827	13965
1995	703646			0,703646			0,4	102732	71913	14383
1996	724661			0,724661			0,4	105801	74060	14812
1997	746304			0,746304			0,6	163441	114408	22882
1998	768593			0,768593			0,6	168322	117825	23565
1999	791548			0,791548			0,6	173349	121344	24269
2000	815189			0,815189			0,6	178526	124968	24994
2001	839535			0,839535			0,6	183858	128701	25740
2002	864609			0,864609			0,6	189349	132545	26509
2003	890432			0,890432			0,6	195005	136503	27301
2004	917025			0,917025			0,6	200828	140580	28116
2005	944413			0,944413			0,66	227509	159256	31851
2006	972619			0,972619			0,67	237854	166498	33300
2007	1001668			1,001668			0,68	248614	174030	34806
2008	1031584			1,031584			0,69	259804	181863	36373
2009	1062393			1,062393			0,69	267564	187295	37459
2010	10941122			1,0941122			0,68	2715586	1900911	380182
2011	1126800			1,126800			0,68	279672	195770	39154
2012	1160453			1,160453			0,73	309203	216442	43288
2013	1195111			1,195111			0,75	327162	229013	45803
2014	1229769			1,229769			0,76	341138	238797	47759

2015	1265433	1,265433	0,77	355650	248955	49791
2016	1302130	1,302130	0,79	375469	262828	52566
2017	1339892	1,339892	0,79	386358	270451	54090

Tableau 132: Données sur la production des déchets dangereux incinérés

Année	Déchets industriels		Huiles usées		Hydrocarbures Solvants +		Boues simples		boues contaminées		DASRI	
	t	Gg	t	Gg	t	Gg	t	Gg	t	Gg	t	Gg
2010	12	0,012	192	0,192	48	0,048	26	0,026	60	0,060	57	0,057
2011	16	0,016	259	0,259	65	0,065	35	0,035	81	0,081	71	0,071
2012	21	0,021	351	0,351	88	0,088	47	0,047	110	0,110	86	0,086
2013	29	0,029	475	0,475	119	0,119	63	0,063	149	0,149	103	0,103
2014	39	0,039	642	0,642	162	0,162	86	0,086	202	0,202	123	0,123
2015	52	0,052	869	0,869	219	0,219	116	0,116	273	0,273	147	0,147
2016	71	0,071	1176	1,176	296	0,296	157	0,157	369	0,369	176	0,176
2017	0	0,00	261	0,261	400	0,400	102	0,102	2,3	0,023	211	0,211

Source : données de bilan d'activités d'IEG obtenues auprès de la DGEPN. La méthode par extrapolation a été utilisée pour le complément de certaines données sur les DASRI et les D.I.

Tableau 133: Paramètres et facteurs d'émissions de l'incinération et mise à feu à l'air libre

Désignation		Teneur en mat. Sèche	Teneur en CO2 /sec	Faction de CO2 fossile	Fraction d'oxydation CO2
Facteur d'émission du CO2	Déchets industriels	15%	50%	90%	100%
	DASRI	15%	60%	40%	100%
	Boues simples	35%	40-50%	0%	100%
	Huile usée & solvant		80%	100%	100%
	Boues contaminées	40%	40-50%	100%	100%
Facteur d'émission du méthane	Déchets industriels		0,56g CH4/t poids humide		
	DASRI		9,7g CH4/t poids humide		
	Boues simples		0,56g CH4/t poids humide		

	Boues contaminées	9,7g CH ₄ /t poids humide
Facteur d'émission de l'oxyde nitreux	Déchets industriels	420 g N ₂ O/t déchets
	DASRI	420 g N ₂ O/t déchets
	Boues simples	900 g N ₂ O/t déchets
	Boues contaminées	980 g N ₂ O/t déchets

Tableau 134: Référence des équations de calcul utilisées pour l'incinération et mise à feu à l'air libre

N°	Equation	Référence
1	Calcul des émissions du CO ₂ basée sur le volume des déchets brûlés	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 5, niveau tier 1, équation 5.1.
2	Calcul des émissions du CO ₂ provenant de l'incinération des déchets fossiles	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 5, niveau tier 1, équation 5.3.
3	Calcul des émissions de CH ₄ provenant du volume des déchets brûlés	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 5, niveau tier 1, équation 5.4.
4	Calcul des émissions de N ₂ O provenant des déchets incinérés	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 5, niveau tier 1, équation 5.6.
5	Calcul des émissions provenant des déchets brûlés dans les décharges	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 5, niveau tier 1, équation 5.7.
6	Calcul de la teneur en matière sèche des déchets brûlés à l'air libre e	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 5, niveau tier 1, équation 5.8.

Améliorations prévues dans la catégorie

Pour améliorer la qualité de donnée dans ce sous-secteur il faut :

Exiger à compter de 2014, via la DGEPN aux opérateurs économiques dans le traitement des déchets industriels, la transmission des rapports des bilans annuels des activités (quantités des déchets reçus par types de déchets, modes de traitement et de conditionnement, etc.).

Evaluer de façon précise, les périodes de départ de feu et/ou de mise à feu volontaire dans les décharges.

Maintenir une activité permanente de recueil et de gestion des données statistiques sur les déchets dangereux, et d'archivage.

7.4.4 Traitement et rejet des eaux usées

Description

En milieu rural, les eaux usées produites ne sont pas gérées par des systèmes de traitement. Au niveau urbain, une fraction des eaux usées domestiques est traitée dans les fosses septiques, les latrines et/ou dans des bassins lagunaires.

Seulement 43% de la population traitent leurs eaux usées dont 37% pour la population urbaine et 6% pour la population rurale [2].

La plupart des fosses septiques sont donc non fonctionnelles du fait de défauts d'étanchéité, d'absence de l'élément épuratoire ou du puit perdu, des difficultés de vidange. Ainsi, 50% des effluents urbains et d'eaux usées circulent directement ou indirectement dans les canaux dévolus aux eaux pluviales et ce par temps de pluie comme par temps sec [2].

Le manque d'assainissement collectif et de station d'épuration des eaux fait que la vidange des fosses septiques soit réalisée par des petits opérateurs qui rejettent ensuite les boues collectées dans les décharges et/ou ailleurs [2].

Les eaux usées industrielles suivant le type d'activités, sont soit traitées surplace, soit traitées dans des systèmes de traitement appropriés, soit rejetées dans les cours d'eau, les lacs, les rivières et en mer.

Lorsqu'elles sont traitées surplace, les émissions sont comptabilisées pour les eaux usées industrielles, et si les eaux sont rejetées dans les systèmes de traitement des eaux domestiques comme c'est le cas pour les décharges, les émissions sont comptabilisées pour les eaux domestiques.

Lorsque les eaux sont traitées dans des systèmes de traitement appropriés, les émissions de l'oxyde nitreux (N₂O) sont faibles, cependant, il y a des émissions indirectes par dénitrification/nitrification lorsque ces eaux sont déversées dans le milieu aquatique en fonction de la profondeur.

Le traitement et le rejet des eaux usées produisent du méthane (CH₄), de l'oxyde nitreux (N₂O)

Tableau 135: Tendance des émissions des GES issues du traitement et rejet des eaux usées domestiques/industrielles

	Emissions des GES en Gg éq.CO2		
	Eaux usées domestiques	Eaux usées industrielles	Total
1994	0,507	0,000	0,507
2000	0,592	0,050	0,642
2005	0,705	0,0645	0,7695
2010	0,818	0,079	0,897
2011	0,837	0,096	0,933
2012	0,861	0,135	0,996
2013	0,887	0,129	1,016
2014	0,913	0,134	1,047
2015	0,939	0,143	1,082
2016	0,967	0,174	1,141
2017	0,995	0,164	1,159
Ratio [2017] / [2014]	1,1	1,2	1,1

Figure 70: Tendance des émissions des GES issues du traitement et rejet des eaux usées domestiques/industrielles

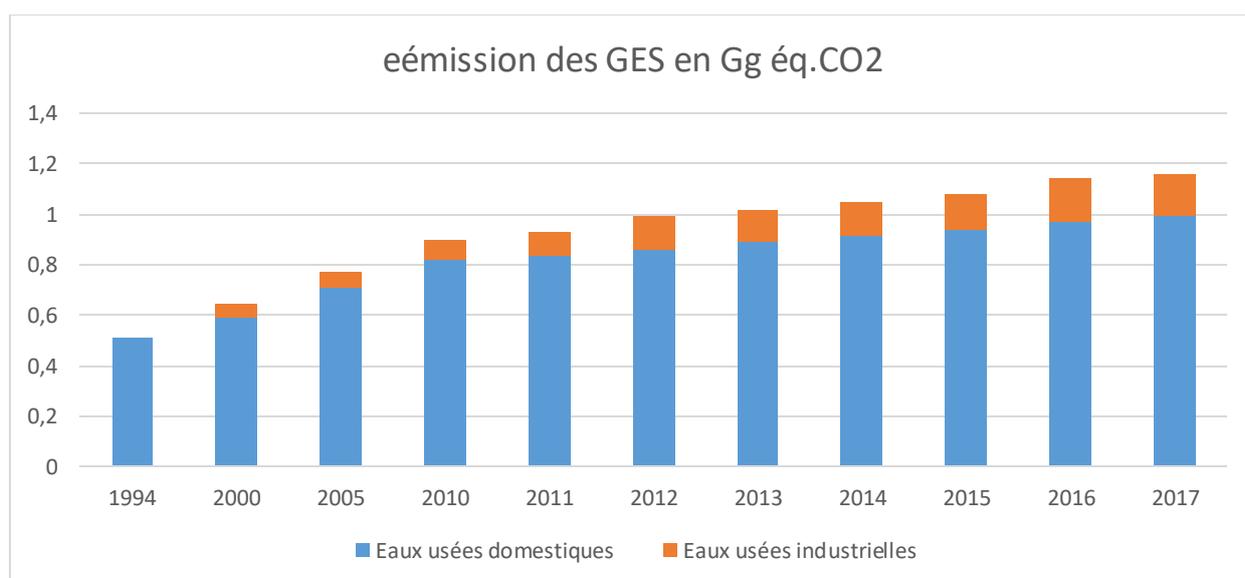


Figure 71: répartition des émissions issues du traitement des déchets et rejet des eaux usées domestique

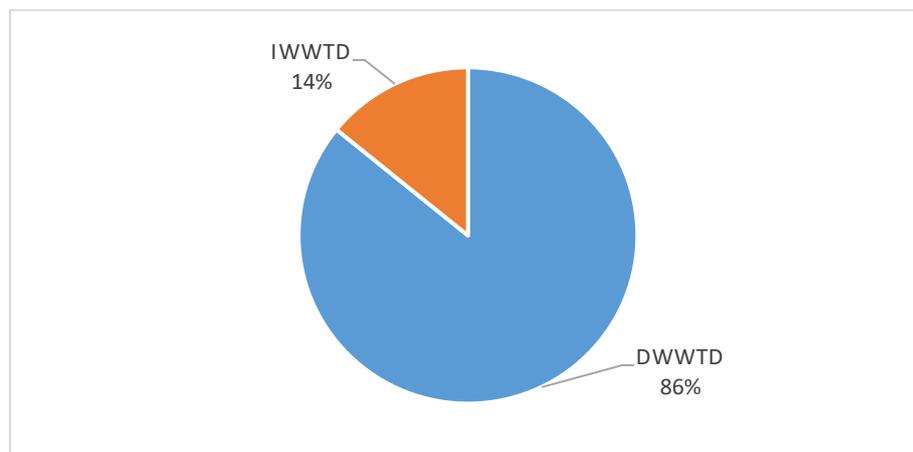
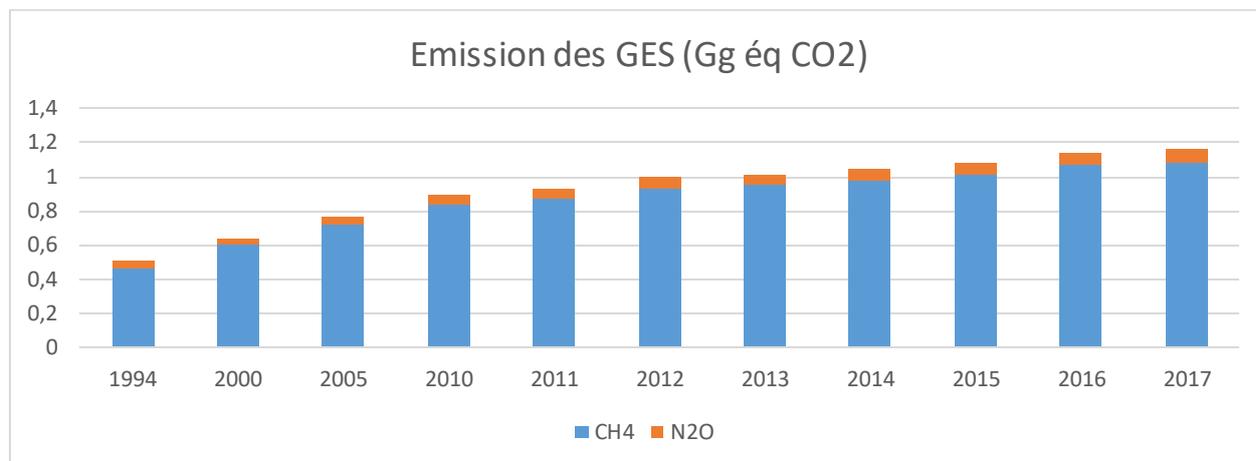


Tableau 136: Tendence des émissions des GES par type de gaz issues du traitement et rejet des eaux usées domestiques/industrielles

	Emissions de GES (Gg CO2 équivalent)		
	CH4	N2O	Total des émissions
1994	0,469	0,038	0,507
2000	0,61	0,032	0,642
2005	0,7235	0,0465	0,77
2011	0,87	0,062	0,932
2012	0,932	0,064	0,996
2013	0,95	0,066	1,016
2014	0,979	0,068	1,047
2015	1,012	0,070	1,082
2016	1,069	0,072	1,141
2017	1,085	0,074	1,159
Ratio [2017 / [1994]	1,1	1,1	2,1

NB : PRGCH4 = 25 ; PRGN2O = 298

Figure 72: Tendence des émissions des GE par type de gaz issues du traitement et rejet des eaux usées domestiques/industrielles



Les plus grandes quantités de CH₄ et de N₂O produites dans le secteur des déchets sont issues du traitement des eaux usées domestiques et industrielles, voire tableau n°6. Il y a dans ce processus, une grande quantité de matières organique biodégradable présente dans les eaux :

Répartition des émissions du CH₄ par sous-secteur :

du traitement des eaux usées domestiques, 84% ;

du traitement et le rejet des eaux usées industrielles 13% ;

et le reste, de la mise à feu à l'air libre dans les décharges, c'est à dire le brûlage des déchets dans les décharges et des immondices, de l'ordre de 3%.

Les émissions du méthane de 2017 sont environ 2 fois plus élevées que celles de 1994, de même que celles de l'oxyde nitreux qui sont également dans le même ordre. Cette augmentation est fonction de l'accroissement de la population en ce qui concerne les eaux domestiques.

Le traitement des eaux usées domestiques et industrielles a plus d'incidence que les autres activités mises en œuvre pour le traitement des déchets et des pollutions.

Figure 73: Tendence des émissions 2017 par GAZ

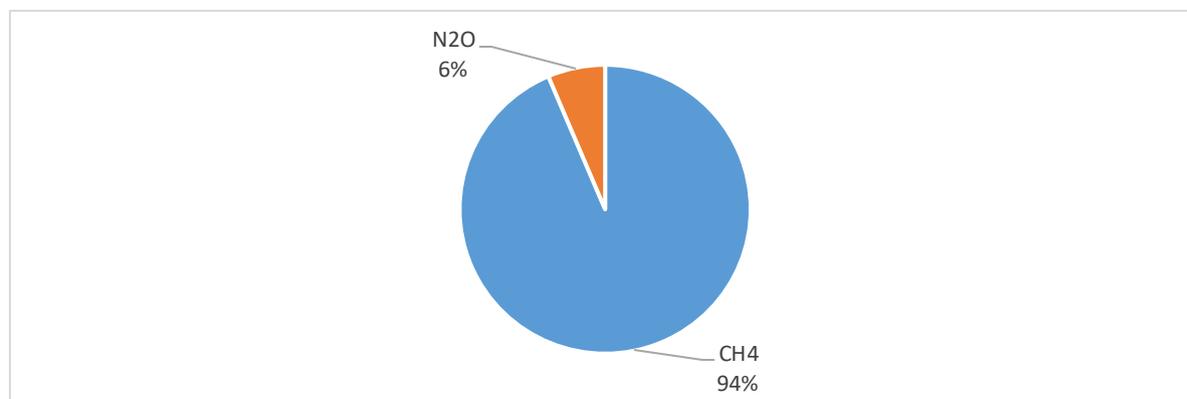


Tableau 137: Tendence des émissions par gaz et par sous-catégorie issues du traitement et rejet des eaux usées domestiques/industrielles

	Eaux usées domestiques		Eaux usées industrielles
	CH4	N2O	CH4
1994	0,469	0,038	0,000
2000	0,560	0,032	0,050
2005	0,659	0,0465	0,0645
2010	0,758	0,061	0,079
2011	0,774	0,062	0,096
2012	0,797	0,064	0,135
2013	0,821	0,066	0,129
2014	0,845	0,068	0,134
2015	0,869	0,070	0,143
2016	0,895	0,072	0,174
2017	0,921	0,074	0,164
Ratio émissions [2017] / [2014]	1,1	1,1	1,2

Équation 59: Calcul des émissions de CH4 provenant des eaux usées industrielles

ÉQUATION 6.4
EMISSIONS TOTALES DE CH₄ PROVENANT DES EAUX USEES INDUSTRIELLES

$$Emissions\ CH_4 = \sum_i [(TOW_i - S_i) EF_i - R_i]$$

Où:

- Emissions CH₄ = émissions de CH₄ de l'année d'inventaire, kg CH₄/an
 - TOW_{*i*} = total de la matière biodégradable dans les eaux usées provenant de l'industrie *i* dans l'année d'inventaire, kg DCO/an
 - i* = secteur industriel
 - S_{*i*} = composante organique éliminée comme boue pendant l'année d'inventaire, kg DCO/an
 - EF_{*i*} = facteur d'émission pour l'industrie *i*, kg CH₄/kg DCO pour la voie ou le système de traitement et/ou d'élimination(s) utilisé(s) dans l'année d'inventaire
- Si une industrie utilise plus d'une technique de traitement, le facteur devra être une moyenne pondérée.

Méthodologie

Les émissions sont fonction du volume de déchets organiques produits et du facteur d'émission expliquant à quel degré ces déchets produisent du CH₄. Pour le calcul des émissions du méthane, c'est la méthode de niveau 1 qui est appliquée. Cette méthode utilise les valeurs par défaut pour le facteur d'émission et paramètres.

Équation 60: Calcul des émissions de CH₄ provenant des eaux usées domestiques

ÉQUATION 6.1
EMISSIONS TOTALES DE CH₄ PROVENANT DES EAUX USEES DOMESTIQUES

$$Emissions\ CH_4 = \left[\sum_{i,j} (U_i \cdot T_{i,j} \cdot EF_j) \right] (TOW - S) - R$$

Où:

Émissions CH ₄	=	émissions de CH ₄ de l'année d'inventaire, kg CH ₄ /an
TOW	=	total des matières organiques dans les eaux usées de l'année d'inventaire, kg BOD/an
S	=	composant organique enlevé comme boue dans l'année d'inventaire, kg BOD/an
U _i	=	fraction de population par groupe de revenus <i>i</i> dans l'année d'inventaire (Cf. Tableau 6.5.)
T _{i,j}	=	degré d'utilisation de la voie ou du système de traitement et/ou d'élimination, <i>j</i> , pour chaque fraction de groupe par revenus <i>i</i> dans l'année d'inventaire (Cf. Tableau 6.5.)
<i>i</i>	=	classe de revenu: rurale, urbaine à revenu élevé et urbaine à bas revenu
<i>j</i>	=	chaque voie ou système de traitement et/ou d'élimination
EF _j	=	facteur d'émission, kg CH ₄ / kg BOD
R	=	volume de CH ₄ récupéré dans l'année d'inventaire, kg CH ₄ /an

Tableau 138: Paramètres et facteurs d'émissions des eaux domestiques

Désignation		Valeur		
Calcul des émissions de CH ₄ et N ₂ O	Capacité d'absorption de protéine	32 Kg/pers/j		
	Composé organique dégradable	13500 Kg DBO/1000pers/an		
	Facteur de correction du DBO	1		
Facteurs et paramètres des systèmes de traitement		Fraction de la pop considérée	Degré d'utilisation	Facteur de correction du CH ₄
Système de traitement zone urbaine	Fosses septiques	0,43	0,02	0,5
	Latrines	0,07	0,28	0,1
Système de traitement zone péri-urbaine	Fosses septiques	0,07	0,32	0,5
	Latrines	0,43	0,32	0,1
Fraction de COD éliminée comme boues		0,00		
Méthane récupéré		0,00		

Lorsque nous introduisons les fractions de la population par type de système de traitement, le logiciel les rejette pour tous les groupes. Pour contourner cette difficulté, nous avons adopté la démarche suivante :

Nous avons groupé la fraction de la population par groupe de population, ensuite repartir cette fraction de moitié dans les 2 systèmes de traitement ce qui donne :

Selon le RGPH de 2013 : 43% de la population traitent leurs eaux usées dont 37% pour la population urbaine et 6% pour la population rurale.

Les 2 systèmes de traitement les plus utilisés sont : les fosses septiques et les latrines :

pop urbaine : fosses septiques 86% (ramené à la fraction qui traitent leurs eaux au niveau national = 74%) et latrine 14% (ramené à la fraction qui traitent leurs eaux au niveau national = 12%). Zone urbaine totale = 74% + 12% = 86%/2 = 43%.

pop rurale : fosses septiques 28% (ramené à la fraction qui traitent leurs eaux au niveau national = 4%) et latrine 72% (ramené à la fraction qui traitent leurs eaux au niveau national = 10%). Zone péri-urbaine = 10% + 4% = 14%/2 = 7%.

Les fractions pour les degrés d'utilisation sont par défaut, les boues ne sont pas traitées donc $S_j = 0$, de même le méthane n'étant pas traité $R_j = 0$.

Tableau 139: Répartition de la population par zone

Année	Population urbaine	POP urbaine de la zone considérée		POP péri-urbaine de la zone considérée	
		Fosses septiques (74%)	Latrines (12%)	Fosses septiques (4%) Latrines (10%)	
1994	683241	505598	81989	27330	68324
1995	703646	520698	84438	28146	70365
1996	724661	536249	86959	28986	72466
1997	746304	552265	89556	29852	74630
1998	768593	568759	92231	30744	76859
1999	791548	585746	94986	31662	79155
2000	815189	603240	97823	32608	81519
2001	839535	621256	100744	33581	83954
2002	864609	639811	103753	34584	86461
2003	890432	658920	106852	35617	89043
2004	917025	678599	110043	36681	91703
2005	944413	698866	113330	37777	94441
2006	972619	719738	116714	38905	97262
2007	1001668	741234	120200	40067	100167

2008	1031584	763372	123790	41263	103158
2009	1062393	786171	127487	42496	106239
2010	10941122	8096430	1312935	437645	1094112
2011	1126800	833832	135216	45072	112680
2012	1160453	858735	139254	46418	116045
2013	1195111	884382	143413	47804	119511
2014	1229769	910029	147572	49191	122977
2015	1265433	936420	151852	50617	126543
2016	1302130	963576	156256	52085	130213
2017	1339892	991520	160787	53596	133989

Tableau 140: Données sur les industries agroalimentaires

Année	SOBRAGA (bière) T	SUCAF (sucre) T	SIAT (huile rouge) T	SIAT (caoutchouc) T	SMAG (farine) T	Torréfaction (café) T	Poisson T	Viande volaille T &
2000	81626	19841	5900	22701	52680	197,8	36600	36210
2005	86641	20658	6303	24661,5	53920,5	154,9	39221,5	42203,5
2006	91656	21475	6706	26622	55161	112	41843	48197
2007	100500	25933	6660	31464	55918	83,3	38091	57523
2008	107435	25809	9024	37333	60139	90,7	27554	49426
2009	113137	26239	8393	33429	61877	153,4	30096	59563
2010	107837	26850	6798	38967	62590	82,35	35000	56769
2011	121203	26428	7568	41115	66672	295,5	34242	70319
2012	128439	24194	5248	40834	70093	100,5	37913	87296
2013	137786	24337	5232	39679	74911	102,5	42244	79512
2014	170247	23880	6466	36881	73000	84,9	36781	98610
2015	187989	25484	7825	42314	76284	157	40983	90095
2016	207580	24695	6923	40090	74338	89	45665	111640
2017	229212	26354	8378	45995	77682	165	39760	106339

Source : Ministère de l'Economie : Tableau de bord économie gabonaise et statistiques FAO.

Tableau 141: Paramètres et facteurs d'émissions des eaux usées industrielles

Désignation		Valeur	
Industries		Qtité régénérées en m3/t	COD (Kg/COD/m3
	Bière	6,3	2,9
	sucre	4	3,2
	Huile	3,1	0,5
	Caoutchouc	0,6	3,7
	Farine		
	Café	6	9
	Poisson	8	2,5
	Viande + volaille	13	4,1
Facteurs et paramètres des systèmes de traitement		Facteur de correction du CH4	
Système de traitement	Traitement anaérobie	0,00	
Système de traitement	Rejet dans le milieu naturel	0,1	
Les boues réutilisées		0,00	
Méthane récupéré		0,00	

Tableau 142: Référence des équations de calcul utilisées pour le rejet et traitement des eaux usées domestiques et industrielles

N°	Equation	Référence
1	Calcul des émissions du CH4 provenant des eaux usées domestiques	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 6, niveau tier 1, équation 6.1..
2	Calcul de facteurs d'émission de CH4 pour les eaux usées domestiques	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 6, niveau tier 1, équation 6.2.
3	Calcul des émissions de CH4 provenant des eaux usées industrielles	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 6, niveau tier 1, équation 6.5.
4	Calcul des matières biodégradables des eaux usées industrielles	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 6, niveau tier 1, équation 6.6.
5	Calcul des émissions de N2O provenant des effluents d'eaux usées	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 6, niveau tier 1, équation 6.7.
6	Calcul de l'azote dans les effluents	Lignes directrices du GIEC 2006 ; volume 5, Chapitre 6, niveau tier 1, équation 6.8.

Améliorations prévues dans la catégorie

Pour améliorer la donnée sur ce sous-secteur, il faut :

Mettre en place des outils de gestion des données des entreprises par types d'activités afin d'avoir une base de données suffisamment renseignées.

Se rapprocher de la SOBRAGA, des grands REDAMA, RADISON etc. pour que lors des prochains exercices ils soient considérés comme des installations autonomes dans la gestion de leurs eaux usées.

7.5 Contrôle qualité/assurance qualité

Compte tenu du vide de certaines données à notre possession, la vérification de la fiabilité des données a été faite en croisant les données issues des bilans d'exploitation et celles recueillies auprès de la DGEPN.

Les données sur les déchets industriels dangereux, le DASRI et sur les eaux usées industrielles présentent beaucoup de vides suivant les termes de référence : 1994, 2000, 2010, 2014 et 2017. L'intervalle des données obtenues est de 2006 à 2011 pour certaines et jusqu'à 2014 pour d'autres.

Le taux moyen de production de déchets solides mis en décharge calculé pour la ville de Libreville & Akanda, est le même qui a été considéré pour toute la zone urbaine.

Les intervalles des vides comblés sont : 2005, 2006, 2012 jusqu'à 2015, 2016 et 2017. Pour ce faire, nous avons utilisé la méthode de calcul du taux d'accroissement et la méthode d'extrapolation du GIEC 2006.

Les techniques de traitement et de gestion des déchets émettent aussi beaucoup de GES au niveau national ceux qui participent dans le changement climatique actuel constaté au niveau global.

La totalité du CO₂ émis dans le secteur des déchets provient des activités du sous-secteur incinération des déchets dangereux et la mise à feu à l'air libre.

8. Analyse des catégories clés tous les secteurs

L'analyse des catégories clés suit les lignes directrices du GIEC 2006, Volume 1, Chapitre 4. Suivant l'arbre de décision du GIEC (arbre de décision GIEC 2006, volume 1, chapitre 4, 4.3), l'évaluation du niveau et de la tendance du niveau 1 a été appliquée dans ce cas. Les incertitudes spécifiques pour tous les secteurs n'étant pas encore disponibles. Le niveau de désagrégation utilisé se base sur le tableau 4.1 du GIEC 2006, Vol.1, chap. 4, qui détaille les catégories et sous catégories à inclure dans l'analyse des catégories clés. Pour cela un document Excel a été créé et est disponible pour prendre en considération tous les secteurs.

Évaluation Niveau 1, année 2017

FAT inclus : En 2017, lorsque le sous-secteur Forêt et Autres terres (FAT) est inclus, il y a quatre catégories de sources clés qui représentent le 95,3% des émissions/absorptions nettes du pays. Il s'agit des catégories du sous-secteur FAT, notamment des absorptions nettes des forêts restant forêt (86,7%) puis des terres converties à terres cultivées (6%) et terres converties à établissements (2%) et de la catégorie Activités de combustion de carburant des industries énergétiques du secteur Énergie (1%). Toutes sont des émissions de CO₂.

Tableau 143: identification des catégories de sources clés, niveau 1 en 2017 (FAT inclus)

Secteur	Code Catégories GIEC	Catégorie GIEC	Gaz à effet de serre	Dernière année de l'inventaire Ex, (2017=t) en GgCO2 eq	Valeur Absolue de la dernière année Ex,t	Evaluation du niveau (EQ 4.1) ¹¹	Total cumulé
AFAT	3.B.1.a	Forêt restant Forêt	CO2	-119493,43	119493,43	0,87	86,8%
AFAT	3.B.2.b	Terre convertie à Terre cultivée	CO2	8183,10	8183,10	0,06	92,7%
AFAT	3.B.5.b	Terre convertie à Etablissement	CO2	2409,90	2409,90	0,02	94,5%
Energie	1.A.1	Activités de combustion de carburant: Industries énergétiques	CO2	1219,72	1219,72	0,01	95,3%
Energie	1.B.2.b	Emissions fugitives imputables aux combustibles: Gaz naturel	CH4	918,87	918,87	0,01	96%
Energie	1.A.3.b	Activités de combustion de carburant: Transport, Transport routier	CO2	838,06	838,06	0,01	97%
AFAT	3.B.1.b	Terre convertie à Forêt	CO2	-827,09	827,09	0,01	97%

¹¹ Equation 4.1 du GIEC 2006 volume 1

$$L_{x,t} = |E_{x,t}| / \sum_y |E_{y,t}|$$

AFAT	3.B.2.a	Terre cultivée restant Terre cultivée	CO2	558,12	558,12	0,00	98%
Energie	1.B.2.a	Émissions fugitives imputables aux combustibles: Pétrol	CO2	484,86	484,86	0,00	98%
Energie	1.A.4	Autres secteurs	CO2	431,13	431,13	0,00	98%
Energie	1.A.2	Activités de combustion de carburant: Industries manufacturières et construction	CO2	382,55	382,55	0,00	99%
AFAT	3.C.1.b	Brûlage de biomasse	N2O	340,86	340,86	0,00	99%
Energie	1.B.2.b	Émissions fugitives imputables aux combustibles: Gaz naturel	CO2	328,04	328,04	0,00	99%
AFAT	3.B.3.b	Terre convertie à Prairie	CO2	281,89	281,89	0,00	99%
AFAT	3.C.1.a	Brûlage de biomasse	CH4	267,20	267,20	0,00	99%
Energie	1.B.2.a	Émissions fugitives imputables aux combustibles: Pétrol	CH4	260,96	260,96	0,00	100%
PIUP	2.F.1	Utilisations des produits comme substituts des substances appauvrissant la couche d'ozone: Réfrigération et climatisation	HFCs	88,11	88,11	0,00	100%
AFAT	3.A.1	Fermentation entérique	CH4	77,12	77,12	0,00	100%

AFAT	3.C.4	Emissions directes de N2O des sols gérés	N2O	68,05	68,05	0,00	100%
Energie	1.A.3.a	Activités de combustion de carburant: Transport, Aviation civile	CO2	63,03	63,03	0,00	100%
AFAT	3.B.6.b	Terre convertie à Autre Terre	CO2	60,28	60,28	0,00	100%
Energie	1.A.3.c	Activités de combustion de carburant: Transport, Chemin de fer	CO2	36,01	36,01	0,00	100%
Energie	1.A.3.d	Activités de combustion de carburant: Transport, Navigation	CO2	19,52	19,52	0,00	100%
AFAT	3.C.5	Emissions indirecte de N2O des sols gérés	N2O	17,19	17,19	0,00	100%
Energie	1.A.3.b	Activités de combustion de carburant: Transport, Transport routier	N2O	13,50	13,50	0,00	100%
AFAT	3.A.2	Gestion du Fumier	N2O	11,97	11,97	0,00	100%
AFAT	3.B.3.a	Prairie restant Prairie	CO2	7,36	7,36	0,00	100%
AFAT	3.A.2	Gestion du Fumier	CH4	6,91	6,91	0,00	100%
Energie	1.A.4	Autres secteurs	CH4	4,73	4,73	0,00	100%
Energie	1.A.3.c	Activités de combustion de	N2O	4,14	4,14	0,00	100%

		carburant: Transport, Chemin de fer					
AFAT	3.C.2	Chaulage	CO2	3,26	3,26	0,00	100%
AFAT	3.C.6	Emissions indirecte de N2O de gestion du fumier	N2O	2,98	2,98	0,00	100%
Déchet	4.C	Incinération et brûlage à ciel ouvert des déchets	CO2	2,04	2,04	0,00	100%
Energie	1.A.2	Activités de combustion de carburant: Industries manufacturières et construction	N2O	1,69	1,69	0,00	100%
Energie	1.A.4	Autres secteurs	N2O	1,39	1,39	0,00	100%
Energie	1.A.3.b	Activités de combustion de carburant: Transport, Transport routier	CH4	1,13	1,13	0,00	100%
Déchet	4.D	Traitement et rejet des eaux usées	CH4	1,08	1,08	0,00	100%
AFAT	3.C.3	Application d'urée	CO2	1,05	1,05	0,00	100%
Energie	1.A.1	Activités de combustion de carburant: Industries énergétiques	N2O	0,98	0,98	0,00	100%
Energie	1.A.2	Activités de combustion de carburant: Industries	CH4	0,88	0,88	0,00	100%

		manufacturières et construction					
Energie	1.A.1	Activités de combustion de carburant: Industries énergétiques	CH4	0,64	0,64	0,00	100%
Energie	1.A.3.a	Activités de combustion de carburant: Transport, Aviation civile	N2O	0,53	0,53	0,00	100%
Energie	1.A.3.d	Activités de combustion de carburant: Transport, Navigation	N2O	0,16	0,16	0,00	100%
Déchet	4.D	Traitement et rejet des eaux usées	N2O	0,07	0,07	0,00	100%
Energie	1.A.3.c	Activités de combustion de carburant: Transport, Chemin de fer	CH4	0,05	0,05	0,00	100%
Energie	1.A.3.d	Activités de combustion de carburant: Transport, Navigation	CH4	0,05	0,05	0,00	100%
Déchet	4.C	Incinération et brûlage à ciel ouvert des déchets	CH4	0,04	0,04	0,00	100%
Energie	1.A.3.a	Activités de combustion de carburant:	CH4	0,01	0,01	0,00	100%

		Transport, Aviation civile					
Déchet	4.A	Elimination de déchets solides	CH4	0,00	0,00	0,00	100%
Déchet	4.C	Incineration et brûlage à ciel ouvert des déchets	N2O	0,00	0,00	0,00	100%
TOTAL					$\Sigma E_{y,t} $	Doit = 1	95%
					137721,71	1	

FAT exclu :

12 catégories qui représentent 95.5% des émissions nettes nationales lorsque le secteur FAT est exclu en 2017. Il s'agit d'émissions majoritairement de CO₂ puis de CH₄, N₂O et HFC qui proviennent des secteurs de l'Energie, Agriculture et PIUP. Pour le secteur Energie, les émissions sont des émissions de CO₂ et CH₄ provenant des activités de combustion de carburant pour les industries énergétiques (21%), du transport routier (14%), puis des émissions fugitives imputables au pétrole CO₂ (8%) et CH₄ (4%) et au gaz naturel CH₄ (16 %) et CO₂ (6%) ainsi qu'aux autres secteurs (7%) et Industries manufacturières et construction (6%)

Le secteur AFAT, qui inclut ici seulement les émissions du sous-secteur Agriculture, provenant des émissions de N₂O (6%) et CH₄ (5%) dues au brûlage de la biomasse. Ainsi que la fermentation entérique qui représente 1% des émissions totales du pays.

Le secteur PIUP par son activité de Réfrigération et climatisation représente 1% d'émissions de HFC par rapport au total national.

Tableau 144: identification des catégories de sources clés, niveau 1 en 2017 (FAT exclu)

Secteur	Code Catégories GIEC	Catégorie GIEC	Gaz à effet de serre	Dernière année de l'inventaire Ex, (2017=t) en GgCO ₂ eq	Valeur Absolue de la dernière année Ex,t	Evaluation du niveau (EQ 4.1) ¹²	Total cumulé
Energie	1.A.1	Activités de combustion de carburant: Industries énergétiques	CO ₂	1219,72	1219,72	0,21	21%
Energie	1.B.2.b	Émissions fugitives imputables aux combustibles: Gaz naturel	CH ₄	918,87	918,87	0,16	36,2%
Energie	1.A.3.b	Activités de combustion de carburant: Transport, Transport routier	CO ₂	838,06	838,06	0,14	50,4%
Energie	1.B.2.a	Émissions fugitives imputables aux combustibles: Pétrol	CO ₂	484,86	484,86	0,08	58,7%
Energie	1.A.4	Autres secteurs	CO ₂	431,13	431,13	0,07	66,0%

¹²Equation 4.1 du GIEC 2006 volume 1

$$L_{x,t} = |E_{x,t}| / \sum_y |E_{y,t}|$$

Energie	1.A.2	Activités de combustion de carburant: Industries manufacturières et construction	CO2	382,55	382,55	0,06	72,5%
AFAT	3.C.1.b	Brûlage de biomasse	N2O	340,86	340,86	0,06	78,2%
Energie	1.B.2.b	Émissions fugitives imputables aux combustibles: Gaz naturel	CO2	328,04	328,04	0,06	83,8%
AFAT	3.C.1.a	Brûlage de biomasse	CH4	267,20	267,20	0,05	88,3%
Energie	1.B.2.a	Émissions fugitives imputables aux combustibles: Pétrol	CH4	260,96	260,96	0,04	92,7%
PIUP	2.F.1	Utilisations des produits comme substituts des substances appauvrissant la couche d'ozone: Réfrigération et climatisation	HFCs	88,11	88,11	0,01	94,2%
AFAT	3.A.1	Fermentation entérique	CH4	77,12	77,12	0,01	95,5%
AFAT	3.C.4	Emissions directes de N2O des sols gérés	N2O	68,05	68,05	0,01	96,7%
Energie	1.A.3.a	Activités de combustion de carburant: Transport, Aviation civile	CO2	63,03	63,03	0,01	97,8%
Energie	1.A.3.c	Activités de combustion de carburant: Transport, Chemin de fer	CO2	36,01	36,01	0,01	98,4%
Energie	1.A.3.d	Activités de combustion de carburant: Transport, Navigation	CO2	19,52	19,52	0,00	98,7%
AFAT	3.C.5	Emissions indirecte de N2O des sols gérés	N2O	17,19	17,19	0,00	99,0%
Energie	1.A.3.b	Activités de combustion de carburant:	N2O	13,50	13,50	0,00	99,2%

		Transport, Transport routier					
AFAT	3.A.2	Gestion du Fumier	N2O	11,97	11,97	0,00	99,4%
AFAT	3.A.2	Gestion du Fumier	CH4	6,91	6,91	0,00	99,5%
Energie	1.A.4	Autres secteurs	CH4	4,73	4,73	0,00	99,6%
Energie	1.A.3.c	Activités de combustion de carburant: Transport, Chemin de fer	N2O	4,14	4,14	0,00	99,7%
AFAT	3.C.2	Chaulage	CO2	3,26	3,26	0,00	99,7%
AFAT	3.C.6	Emissions indirecte de N2O de gestion du fumier	N2O	2,98	2,98	0,00	99,8%
Déchet	4.C	Incinération et brûlage à ciel ouvert des déchets	CO2	2,04	2,04	0,00	99,8%
Energie	1.A.2	Activités de combustion de carburant: Industries manufacturières et construction	N2O	1,69	1,69	0,00	99,9%
Energie	1.A.4	Autres secteurs	N2O	1,39	1,39	0,00	99,9%
Energie	1.A.3.b	Activités de combustion de carburant: Transport, Transport routier	CH4	1,13	1,13	0,00	99,9%
Déchet	4.D	Traitement et rejet des eaux usées	CH4	1,08	1,08	0,00	99,9%
AFAT	3.C.3	Application d'urée	CO2	1,05	1,05	0,00	99,9%
Energie	1.A.1	Activités de combustion de carburant: Industries énergétiques	N2O	0,98	0,98	0,00	100,0%
Energie	1.A.2	Activités de combustion de carburant: Industries manufacturières et construction	CH4	0,88	0,88	0,00	100,0%
Energie	1.A.1	Activités de combustion de carburant: Industries énergétiques	CH4	0,64	0,64	0,00	100,0%

Energie	1.A.3.a	Activités de combustion de carburant: Transport, Aviation civile	N2O	0,53	0,53	0,00	100,0%
Energie	1.A.3.d	Activités de combustion de carburant: Transport, Navigation	N2O	0,16	0,16	0,00	100,0%
Déchet	4.D	Traitement et rejet des eaux usées	N2O	0,07	0,07	0,00	100,0%
Energie	1.A.3.c	Activités de combustion de carburant: Transport, Chemin de fer	CH4	0,05	0,05	0,00	100,0%
Energie	1.A.3.d	Activités de combustion de carburant: Transport, Navigation	CH4	0,05	0,05	0,00	100,0%
Déchet	4.C	Incinération et brûlage à ciel ouvert des déchets	CH4	0,04	0,04	0,00	100,0%
Energie	1.A.3.a	Activités de combustion de carburant: Transport, Aviation civile	CH4	0,01	0,01	0,00	100,0%
Déchet	4.A	Elimination de déchets solides	CH4	0,00	0,00	0,00	100,0%
Déchet	4.C	Incinération et brûlage à ciel ouvert des déchets	N2O	0,00	0,00	0,00	100,0%
TOTAL					$\Sigma E_{y,t} $ 5900,53	Doit = 1 1	95%

Évaluation tendance, entre début et fin de l'inventaire GES

FAT inclus : Pour l'évaluation de la tendance entre la première année (1994) de l'inventaire et la dernière année (2017), 9 catégories sont des catégories clés représentant 95,5% des émissions/absorptions nettes totales du pays. La majorité des émissions/absorptions proviennent du gaz CO₂ (voir tableau ci-dessous).

Le secteur AFAT reste en tête, avec les catégories de Forêt restante forêt et Forêt converties à terre non-forestières représentant 74,5% des émissions/absorption nettes totales. Due au manque de détail pour la première période de l'inventaire pour le secteur AFAT (1990-2000), il n'est pas possible d'identifier les conversions à quels types d'affectation du sol. Les forêts restantes forêts

restent la première source d'absorptions nettes pour toute la période de l'inventaire représentant 39,35% du total. Les forêts converties à Terre non-forêt représentent ici un 35% des émissions/absorptions nettes totales. Les terres converties à forêt sont également dans les catégories clés et représentent 2% des émissions/absorptions totales.

Vient ensuite le secteur de l'énergie avec les sources d'activités de combustion de carburant pour l'industrie énergétique 6%, le transport routier 4%, Industries manufacturières et construction 2% et les émissions fugitives imputables aux combustibles pétrole CO2 (4%) et CH4 (1%) ainsi qu'émissions de CH4 provenant du gaz naturel (1%).

Tableau 145: identification des catégories de sources clés, niveau 1 en 2017 (FAT exclu)

Secteur	Code Catégories GIEC	Catégorie GIEC	Gaz à effet de serre	Estimation année de base Ex,(1994 =0) en Gg CO2 eq	Estimation dernière année Ex,(2017 =t), en Gg CO2 eq	Evaluation Tendances Tx,t (EQ.4.2 ou 4.3)13	% Contribution à Tendances (EQ. 4.1)14	Total cumulé
AFAT	3.B.1.a	Forêt restant Forêt	CO2	- 108607,69	- 119493,43	0,05	0,39	39,35 %
AFAT	3.B-.b	Forêt convertie à Terre non-forêt	CO2	5574,98	10447,15	0,05	0,35	74,5 %
Energie	1.A.1	Activités de combustion de carburant: Industries énergétiques	CO2	394,58	1219,72	0,01	0,06	80,6 %
Energie	1.A.3.b	Activités de combustion de carburant: Transport, Transport routier	CO2	249,46	838,06	0,01	0,04	85,1 %

13 Equation 4.2 du GIEC 2006, volume 1 :
$$T_{x,t} = \frac{|E_{x,0}|}{\sum_y |E_{y,0}|} \cdot \left[\frac{(E_{x,t} - E_{x,0})}{|E_{x,0}|} - \frac{(\sum_y E_{y,t} - \sum_y E_{y,0})}{|\sum_y E_{y,0}|} \right]$$

Si année base =0, équation 4.3 : $|E_{x,t} / \sum_y |E_{y,0}| //$

14 Equation 4.1 du GIEC 2006 volume 1:
$$T_{x,t} / \sum_y T_{y,t}$$

Energie	1.B.2.a	Émissions fugitives imputables aux combustibles: Pétrol	CO 2	940,81	484,86	0,01	0,04	88,9 %
AFAT	3.B.1.b	Terre convertie à Forêt	CO 2	-523,66	-827,09	0,00	0,02	91,1 %
Energie	1.A.2	Activités de combustion de carburant: Industries manufacturières et construction	CO 2	176,63	382,55	0,00	0,02	92,6 %
Energie	1.B.2.b	Émissions fugitives imputables aux combustibles: Gaz naturel	CH 4	1054,72	918,87	0,00	0,01	94,0 %
Energie	1.B.2.a	Émissions fugitives imputables aux combustibles: Pétrol	CH 4	428,23	260,96	0,00	0,01	95,5 %
Energie	1.A.4	Autres secteurs	CO 2	251,16	431,13	0,00	0,01	97%
PIUP	2.F.1	Utilisations des produits comme substituts des substances appauvrissant la couche d'ozone: Réfrigération et climatisation	HF Cs	0,00	88,11	0,00	0,01	97%
Energie	1.B.2.b	Émissions fugitives imputables aux combustibles	CO 2	376,37	328,04	0,00	0,01	98%

		s: Gaz naturel						
PIUP	2.A.1	Industrie Minérale : production de ciment	CO 2	64,09	0,00	0,00	0,01	98%
AFAT	3.B.2.a	Terre cultivée restant Terre cultivée	CO 2	475,42	558,12	0,00	0,00	99%
AFAT	3.C.1.b	Brûlage de biomasse	N2 O	355,33	340,86	0,00	0,00	99%
AFAT	3.C.1.a	Brûlage de biomasse	CH 4	277,67	267,20	0,00	0,00	99%
Energie	1.A.3.a	Activités de combustion de carburant: Transport, Aviation civile	CO 2	77,45	63,03	0,00	0,00	100%
AFAT	3.C.4	Emissions directes de N2O des sols gérés	N2 O	47,75	68,05	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.3.b	Activités de combustion de carburant: Transport, Transport routier	N2 O	3,73	13,50	0,00	0,00	100%
AFAT	3.A.1	Fermentation entérique	CH 4	68,92	77,12	0,00	0,00	100%
AFAT	3.C.5	Emissions indirecte de N2O des sols gérés	N2 O	12,09	17,19	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.3.c	Activités de combustion de carburant: Transport, Chemin de fer	CO 2	38,25	36,01	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.3.d	Activités de combustion de carburant:	CO 2	15,11	19,52	0,00	0,00	100%

		Transport, Navigation						
Energie	1.A.4	Autres secteurs	CH 4	7,56	4,73	0,00	0,00	100%
Déchet	4.C	Incinération et brûlage à ciel ouvert des déchets	CO 2	0,02	2,04	0,00	0,00	100%
Energie	1.B.2.a	Émissions fugitives imputables aux combustible s: Pétrol	N2 O	4,38	2,67	0,00	0,00	100%
AFAT	3.C.2	Chaulage	CO 2	1,53	3,26	0,00	0,00	100%
AFAT	3.A.2	Gestion du Fumier	N2 O	10,24	11,97	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.2	Activités de combustion de carburant: Industries manufacturi ères et constructio n	N2 O	0,75	1,69	0,00	0,00	100%
AFAT	3.A.2	Gestion du Fumier	CH 4	5,92	6,91	0,00	0,00	100%
Déchet	4.D	Traitement et rejet des eaux usées	CH 4	0,47	1,08	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.2	Activités de combustion de carburant: Industries manufacturi ères et constructio n	CH 4	0,36	0,88	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.3. c	Activités de combustion de carburant: Transport, Chemin de fer	N2 O	4,40	4,14	0,00	0,00	100%
AFAT	3.B.3.a	Prairie restant Prairie	CO 2	6,57	7,36	0,00	0,00	100%

Energie	1.A.1	Activités de combustion de carburant: Industries énergétiques	N2 O	0,58	0,98	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.1	Activités de combustion de carburant: Industries énergétiques	CH 4	0,29	0,64	0,00	0,00	100%
AFAT	3.C.6	Emissions indirecte de N2O de gestion du fumier	N2 O	2,54	2,98	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.3. b	Activités de combustion de carburant: Transport, Transport routier	CH 4	1,35	1,13	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.3. a	Activités de combustion de carburant: Transport, Aviation civile	N2 O	0,65	0,53	0,00	0,00	100%
AFAT	3.C.3	Application d'urée	CO 2	0,88	1,05	0,00	0,00	100%
Déchet	4.D	Traitement et rejet des eaux usées	N2 O	0,04	0,07	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.3. d	Activités de combustion de carburant: Transport, Navigation	N2 O	0,12	0,16	0,00	0,00	100%
Déchet	4.C	Incinération et brûlage à ciel ouvert des déchets	CH 4	0,01	0,04	0,00	0,00	100%
Energie	1.B.2. b	Émissions fugitives imputables	N2 O	0,06	0,06	0,00	0,00	100%

		aux combustibles: Gaz naturel						
Energie	1.A.3.c	Activités de combustion de carburant: Transport, Chemin de fer	CH4	0,06	0,05	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.3.d	Activités de combustion de carburant: Transport, Navigation	CH4	0,04	0,05	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.3.a	Activités de combustion de carburant: Transport, Aviation civile	CH4	0,01	0,01	0,00	0,00	100%
Déchet	4.A	Elimination de déchets solides	CH4	0,00	0,00	0,00	0,00	100%
Total				$\Sigma E_{y,0} $	$\Sigma E_{y,t} $	$\Sigma T_{y,t}$	1	95%
				98198,16	103404,62	0,13		

FAT exclu : Lors que le secteur FAT est exclu de l'analyse de la tendance, il y a 11 catégories de sources clés qui représentent 95.5% des émissions/absorptions nettes totales. Le gaz principal reste le CO₂, mais il y a également des émissions dues à N₂O, CH₄ et HFC qui est représenté dans les catégories clés.

Le secteur de l'énergie prend la tête dans les tendances avec les activités de combustion de carburant des industries énergétiques (22%), transport routier (16 %), Industries manufacturières et construction (5%). Les émissions fugitives de CO₂ du pétrole (19%) et de CH₄ du pétrole (8%), les émissions de CO₂ du gaz naturel représentent 4% et de CH₄ 11%.

La catégorie du secteur AFAT inclus dans les catégories clés est les émissions provenant de l'agriculture provenant des émissions de N₂O du brûlage de biomasse (3%).

Le secteur PIUP fait également partie des catégories clés dans les tendances avec les activités Réfrigération et climatisations (3%) et pour la production de ciment (2%).

Tableau 146: Indentification des catégories de sources clés, Tendence (FAT exclu)

Secteur	Code Catégories GIEC	Catégorie GIEC	Gaz à effet de serre	Estimation de base Ex,(1994 =0) en Gg CO2 eq	Estimation dernière année Ex,(2017=t), en Gg CO2 eq	Evaluation Tendances Tx,t (EQ.4.2 ou 4.3)15	% Contribution à Tendence (EQ. 4.1)16	Total cumulé
Energie	1.A.1	Activités de combustion de carburant: Industries énergétiques	CO2	394,58	1219,72	0,15	0,22	22,0%
Energie	1.B.2.a	Émissions fugitives imputables aux combustibles: Pétrol	CO2	940,81	484,86	0,13	0,19	41,3%
Energie	1.A.3.b	Activités de combustion de carburant: Transport, Transport routier	CO2	249,46	838,06	0,11	0,16	57,2%
Energie	1.B.2.b	Émissions fugitives imputables aux combustibles: Gaz naturel	CH4	1054,72	918,87	0,07	0,11	67,8%
Energie	1.B.2.a	Émissions fugitives imputables aux combustibles: Pétrol	CH4	428,23	260,96	0,05	0,08	75,4%
Energie	1.A.2	Activités de combustion de carburant: Industries manufacturières et construction	CO2	176,63	382,55	0,03	0,05	80,4%
Energie	1.B.2.b	Émissions fugitives imputables aux combustibles: Gaz naturel	CO2	376,37	328,04	0,03	0,04	84,2%
Energie	1.A.4	Autres secteurs	CO2	251,16	431,13	0,03	0,04	88,0%
AFAT	3.C.1.b	Brûlage de biomasse	N2O	355,33	340,86	0,02	0,03	90,6%
PIUP	2.F.1	Utilisations des produits comme	HFCs	0,00	88,11	0,02	0,03	93,2%

15 Equation 4.2 du GIEC 2006, volume 1 :
$$T_{x,t} = \frac{|E_{x,0}|}{\sum_y |E_{y,0}|} \cdot \left[\frac{(E_{x,t} - E_{x,0})}{|E_{x,0}|} - \frac{(\sum_y E_{y,t} - \sum_y E_{y,0})}{|\sum_y E_{y,0}|} \right]$$

Si année base =0, équation 4.3 : $|E_{x,t} / \sum_y |E_{y,0}| /$

16 Equation 4.1 du GIEC 2006 volume 1:
$$T_{x,t} / \sum_y T_{y,t}$$

		substituts des substances appauvrissant la couche d'ozone: Réfrigération et dimatisation						
PIUP	2.A.1	Industrie Minérale : production de ciment	CO2	64,09	0,00	0,02	0,02	95,5%
AFAT	3.C.1.a	Brûlage de biomasse	CH4	277,67	267,20	0,01	0,02	98%
Energie	1.A.3.a	Activités de combustion de carburant: Transport, Aviation civile	CO2	77,45	63,03	0,01	0,01	98%
Energie	1.A.3.c	Activités de combustion de carburant: Transport, Chemin de fer	CO2	38,25	36,01	0,00	0,00	99%
AFAT	3.C.4	Emissions directes de N2O des sols gérés	N2O	47,75	68,05	0,00	0,00	99%
Energie	1.A.3.b	Activités de combustion de carburant: Transport, Transport routier	N2O	3,73	13,50	0,00	0,00	99%
AFAT	3.A.1	Fermentation entérique	CH4	68,92	77,12	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.4	Autres secteurs	CH4	7,56	4,73	0,00	0,00	100%
Energie	1.B.2.a	Émissions fugitives imputables aux combustibles: Pétrol	N2O	4,38	2,67	0,00	0,00	100%
AFAT	3.C.5	Emissions indirecte de N2O des sols gérés	N2O	12,09	17,19	0,00	0,00	100%
Déchet	4.C	Incinération et brûlage à ciel ouvert des déchets	CO2	0,02	2,04	0,00	0,00	100%
AFAT	3.C.2	Chaulage	CO2	1,53	3,26	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.3.d	Activités de combustion de carburant: Transport, Navigation	CO2	15,11	19,52	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.3.c	Activités de combustion de carburant: Transport, Chemin de fer	N2O	4,40	4,14	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.2	Activités de combustion de carburant: Industries	N2O	0,75	1,69	0,00	0,00	100%

		manufacturières et construction						
Déchet	4.D	Traitement et rejet des eaux usées	CH4	0,47	1,08	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.3.b	Activités de combustion de carburant: Transport, Transport routier	CH4	1,35	1,13	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.2	Activités de combustion de carburant: Industries manufacturières et construction	CH4	0,36	0,88	0,00	0,00	100%
AFAT	3.A.2	Gestion du Fumier	N2O	10,24	11,97	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.1	Activités de combustion de carburant: Industries énergétiques	CH4	0,29	0,64	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.1	Activités de combustion de carburant: Industries énergétiques	N2O	0,58	0,98	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.3.a	Activités de combustion de carburant: Transport, Aviation civile	N2O	0,65	0,53	0,00	0,00	100%
AFAT	3.A.2	Gestion du Fumier	CH4	5,92	6,91	0,00	0,00	100%
AFAT	3.C.6	Emissions indirecte de N2O de gestion du fumier	N2O	2,54	2,98	0,00	0,00	100%
Déchet	4.D	Traitement et rejet des eaux usées	N2O	0,04	0,07	0,00	0,00	100%
Déchet	4.C	Incinération et brûlage à ciel ouvert des déchets	CH4	0,01	0,04	0,00	0,00	100%
Energie	1.B.2.b	Émissions fugitives imputables aux combustibles: Gaz naturel	N2O	0,06	0,06	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.3.c	Activités de combustion de carburant: Transport, Chemin de fer	CH4	0,06	0,05	0,00	0,00	100%
AFAT	3.C.3	Application d'urée	CO2	0,88	1,05	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.3.d	Activités de combustion de carburant:	N2O	0,12	0,16	0,00	0,00	100%

		Transport, Navigation						
Energie	1.A.3.a	Activités de combustion de carburant: Transport, Aviation civile	CH4	0,01	0,01	0,00	0,00	100%
Energie	1.A.3.d	Activités de combustion de carburant: Transport, Navigation	CH4	0,04	0,05	0,00	0,00	100%
Déchet	4.A	Eliminiati on de déchets solides	CH4	0,00	0,00	0,00	0,00	100%
Total				$\Sigma E_{y,0} $	$\Sigma E_{y,t} $	$\Sigma T_{y,t}$	1	95%
				4876,22	5903,26	0,69	1	

9. Évaluation des incertitudes tous les secteurs

Une évaluation de l'incertitude quantitative global de l'inventaire n'a pas pu être entreprise pour ce rapport. Une évaluation par secteur a été effectuée. Un plan d'amélioration sur la coordination à niveau national est en cours de développement pour les prochaines soumissions et prendre en compte la mise en place d'une évaluation globale des incertitudes.

Secteur énergie

Pour le traitement et l'analyse des incertitudes relatives à l'inventaire des GES du secteur de l'énergie, il est à noter du fait que le Gabon ne dispose pas d'un système de statistiques énergétiques assez développé, les paramètres par défaut (FE, incertitude sur les DA et sur les FE) recommandés par les Lignes Directrices 2006 du GIEC ont été utilisés. Toutes les incertitudes appliquées aux activités des catégories et aux facteurs d'émissions par type de gaz et par catégorie sont rappelées dans le tableau xx ci-après. Il ressort de l'analyse des incertitudes que globalement pour ce secteur, l'incertitude cumulée est de 18,33% et celle sur la tendance des émissions des GES 13,40%.

Pour le traitement des incertitudes, comme le Gabon ne dispose pas d'un système de statistiques énergétiques assez développé, les paramètres par défaut recommandés par les Lignes Directrices 2006 du GIEC ont été utilisés.

Toutes les incertitudes appliquées aux activités des catégories et aux facteurs d'émissions par type de gaz sont rappelées dans le tableau 43 ci-après.

Tableau 147: Analyse des incertitudes

2006 IPCC Categories	Gas	Base year or removals (Gg CO2 equivalent)	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	Contribution to Variance by Category in Year T	Inventory trend in national emissions for year t increase with respect to base year (% of base year)	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions (%)
1 - Energy								
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CO2	200,07	11,18	9,90	14,93	0,07	88,41	0,08
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CH4	0,20	11,18	323,55	323,75	0,00	89,03	0,00
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	N2O	0,48	11,18	323,55	323,75	0,00	89,03	0,00
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	CO2	194,51	15,00	12,12	19,29	2,64	536,13	3,44
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	CH4	0,09	15,00	346,41	346,73	0,00	536,13	0,00
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	N2O	0,10	15,00	346,41	346,73	0,00	536,13	0,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CO2	173,31	58,95	18,52	61,79	0,71	217,92	0,83
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CH4	0,17	58,95	605,32	608,18	0,00	222,71	0,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	N2O	0,40	58,95	605,32	608,18	0,00	223,86	0,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	CO2	3,31	28,28	9,90	29,97	0,00	146,90	0,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass	CO2	76,07	28,28	9,90	29,97	0,04	91,03	0,06

1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass	CH4	0,19	28,28	347,13	348,28	0,00	260,62	0,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass	N2O	0,34	28,28	398,55	399,55	0,00	229,10	0,00
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CO2	189,96	7,07	7,07	10,00	0,04	96,58	0,03
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CH4	0,03	7,07	141,42	141,60	0,00	96,55	0,00
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	N2O	1,58	7,07	212,13	212,25	0,00	96,55	0,00
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CO2	249,46	5,00	5,00	7,07	1,38	335,95	1,92
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CH4	1,35	5,00	2,00	5,39	0,00	83,73	0,00
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	N2O	3,73	5,00	3,00	5,83	0,00	362,21	0,00
1.A.3.b - Road Transportation	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CO2	38,25	5,00	2,02	5,39	0,00	94,16	0,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CH4	0,06	5,00	150,60	150,69	0,00	86,84	0,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	N2O	4,40	5,00	200,00	200,06	0,03	94,16	0,00
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CO2	453,12	70,71	4,24	70,84	46,29	155,42	103,81
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CH4	1,04	70,71	70,71	100,00	0,00	155,19	0,00
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	N2O	3,55	70,71	197,99	210,24	0,02	155,19	0,01
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CO2	251,16	43,87	15,65	46,58	0,74	171,66	1,07
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CH4	0,80	43,87	447,21	449,36	0,00	164,28	0,00
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	N2O	0,54	43,87	525,18	527,01	0,00	157,01	0,00

1.A.4 - Other Sectors - Biomass	CO2	95,35	25,50	19,96	32,38	0,07	53,44	0,15
1.A.4 - Other Sectors - Biomass	CH4	6,76	25,50	321,41	322,42	0,02	50,50	0,03
1.A.4 - Other Sectors - Biomass	N2O	1,07	25,50	421,05	421,82	0,00	50,50	0,00
1.B.2.a - Oil	CO2	940,81	35,36	70,71	79,06	28,73	51,54	41,90
1.B.2.a - Oil	CH4	428,23	35,36	70,71	79,06	7,82	60,90	7,38
1.B.2.a - Oil	N2O	4,38	35,36	900,00	900,69	0,23	60,94	0,14
1.B.2.b - Natural Gas	CO2	376,53	35,36	261,01	263,39	246,60	87,04	18,54
1.B.2.b - Natural Gas	CH4	1050,90	35,36	261,01	263,39	0,45	1,30	0,03
1.B.2.b - Natural Gas	N2O	0,06	35,36	900,00	900,69	0,00	87,12	0,00

Secteur PIUP

Les données sur le clinker et le facteur d'émission étant disponibles, et conformément aux bonnes pratiques du GIEC, en matière d'évaluation des incertitudes des calculs des émissions du CO₂ imputable à la production du ciment, l'incertitude des données sur la production de clinker est d'environ 2 %. Ainsi, la valeur de la production du clinker a été obtenue.

Les incertitudes concernant la catégorie de la climatisation et de la réfrigération résident au niveau des quantités des HFCs qui rentrent de manière illégale sur le territoire national, et de la non disponibilité des données sur les ventes annuelles des fluides et des équipements les contenant. Ainsi certains paramètres par défaut contenus dans le guide du GIEC ont été utilisés dans le logiciel de calcul.

Secteur AFAT

Les sources d'incertitudes pour le secteur AFAT sont variées :

1. elles proviennent du manque de données disponibles pour toutes les séries temporelles et l'introduction de méthode de raccord comme proposé par le GIEC (voir section « série chronologique et recacul »).
2. L'exactitude des données est également incertaine lors de l'utilisation de données provenant de FAOSTAT, comme c'est le cas pour les sols organiques et les têtes de bétails. L'incertitude par défaut de 20% des données de FAOSTAT est donc attribué selon les recommandations du GIEC.
3. Certains jugements d'expert et des valeurs par défaut du GIEC pour obtenir des facteurs d'émissions ou répartir les classes dans des sous-catégories, ce qui introduit également des incertitudes.
4. Finalement la reproduction des estimations et le rapportage peuvent avoir des erreurs qui se sont introduites. Le système de contrôle qualité entreprise permet de limiter ces erreurs.

Une évaluation quantitative de l'incertitude est en cours de mise en place pour une partie des sous-catégories du secteur FAT, grâce à la disponibilité des plages d'incertitudes par valeurs. Pour ce faire l'approche 1 du GIEC 2006, la propagation de l'erreur, est suivie et appliquée. Les résultats seront présentés prochainement. Le Gabon va également faire un effort pour obtenir de meilleure information pour le prochain exercice quant aux incertitudes des valeurs utilisées pour pouvoir estimer l'incertitude de l'inventaire AFAT globale.

Secteur Déchets

Les données statistiques liées à la gestion des déchets au Gabon sont très faibles et très incomplètes, aucune base de données n'est centralisée ni à la DGEPN ni ailleurs.

Sur l'ensemble du territoire national, en dehors de la ville de Libreville (Libreville – Akanda) et de Port-Gentil qui disposent d'un système de suivi des quantités des déchets depuis 2005 pour l'une et 2011 pour l'autre, aucune autre ville ne dispose d'équipements de suivi des quantités collectées.

Au vu de ces manquements, les incertitudes considérées, sont les limites des lignes directrices 2006 du GIEC, soit 50-30% pour les limites supérieures et -50-30% pour les limites inférieures.

10. Cohérence de la série temporelle tous les secteurs

La série chronologique permet, selon les lignes directrices du GIEC, de démontrer les tendances historiques des émissions et absorptions d'un pays. Ces tendances historiques permettent également de mieux comprendre les projections et de soutenir la mise en place de politiques publiques adaptées aux circonstances du pays. La même méthode et source de données d'activité doivent être utilisées durant toute la série temporelle pour éviter de biais qui sous-estimerait ou surestimerait les émissions et absorption.

Pour le secteur de l'énergie, la vérification de la cohérence de la série temporelle s'est faite à plusieurs niveaux :

La cohérence des unités, pour cela des fichiers contenant l'ensemble des facteurs de conversion ont été préparés ;

La cohérence au niveau des volumes de combustible d'une année à l'autre, pour cela les pics ou les creux trop importants étaient systématiquement analysés et vérifiés ;

L'oubli de saisir des données, le fichier de préparation était vérifié plus d'une fois avec les fichiers sources et le binôme effectuait également cette vérification ;

La cohérence au niveau de paramètres de saisie dans le Logiciel du GIEC, pour cela, les saisies de données étaient revues, donnée par donnée, ligne par ligne après la saisie d'une année complète.

En effet, pour la série temporelle 2010-2017, les données proviennent toutes des mêmes sources comme nous l'avons rappelé en introduction. Le Ministère en charge de l'énergie procède à la collecte et à la centralisation des données auprès des secteurs contributifs. Cependant, il dispose d'une méthode d'ajustement de ces données à partir des informations obtenues directement de la Société Gabonaise d'Entreposage des Produits Pétroliers qui est la porte d'entrée et de sortie des tous les combustibles consommés au Gabon issus de la production nation et des importations. Il faut aussi souligner que la même approche méthodologique a été utilisée pour estimer les émissions de GES tout au long de la série temporelle.

Toutes les données utilisées dans le cadre de cet inventaire proviennent des bilans énergétiques produits par le Ministère de l'Eau et de l'Energie (MEE) de 1994 à 2015. Il n'a toutefois pas été nécessaire de combler des carences en données même si certaines présentaient des valeurs que nous avons jugées peu conformes (fioul lourd et diesel des soutes maritimes internationales). L'ensemble de ces données utilisées sont recueillies lors des campagnes de collecte des données du MEE, seules données des années 2016 et 2017 proviennent des sources complémentaires que sont les institutions internationales telles que l'Agence Internationale de l'Energie, croisées avec des données agrégées collectées auprès des entrepôts nationaux du Gabon.

Comparé au précédent inventaire GES (voir deuxième Communication Nationale), cet inventaire présente les années 1994 et 2000 puis la série temporelle 2010 à 2017. Pour ce faire, les données d'activités ont été recollectées pour toute la durée quand cela était possible. Des interpolations et extrapolations ont été appliquées pour remplir les lacunes de certaines données d'activité. Pour le secteur AFAT, le tableau ci-dessous présente les données où une interpolation ou extrapolation a été appliquée.

Tableau 148: Résumé des techniques utilisées pour remplir les lacunes de la série temporelle

Catégorie	Données d'activité	Technique utilisée
3.C Sols gérés – Engrais synthétiques	Des informations partielles ont été obtenues de la DOUANE. De nombreuses années sont manquantes pour une majorité des engrais azotés listés, la fluctuation irrégulière de l'application d'engrais rend les extrapolations également difficiles. Le but de ce premier exercice était d'obtenir une première estimation.	Une moyenne des années où les informations sont disponibles a été appliquée pour tous les engrais azotés. Excepté pour le nitrate d'ammonium pour lequel une extrapolation linéaire a pu être appliquée pour les années 1990-2007. (voir section 0)
3.C Sols gérés - Chaulage	Des informations partielles ont été obtenues de la DOUANE. De nombreuses années sont manquantes. La fluctuation irrégulière de l'application de chaux rend les extrapolations également difficiles.	Une moyenne des années où les informations sont disponibles a été appliquée pour tous les types de chaux (voir section 0)
3.C Sols gérés – Résidus agricoles	Superficie de culture de canne à sucre au Gabon. Information disponible par SUCAF couvrent les années 1994-2018. Une extrapolation pour les années 1990-1993 a été appliquée	polynomial 2ème degré a été utilisé. Voir la feuille de calcul, onglet «DA-Agriculture» pour le détail des calculs. (voir section 0)
3.B Utilisation des terres	SIRS a produit des matrices d'utilisation du sol à partir d'une analyse de télédétection incluant toutes les catégories d'utilisation du sol et les a répartis en classes selon le PNAT (Domaine rural, Concessions forestières, aires protégées, non attribuées), ces classes sont utilisées pour définir les activités REDD+ qui si produisent. Les informations de SIRS ne sont disponibles que pour	Pour obtenir une série temporelle annuelle et complète, des interpolations ont été appliquées. Pour certaines classes, des informations provenant d'une étude de Michelle Lee (2020) ont été utilisées pour orienter les interpolations (plus de détail est disponible dans section 0) Les superficies de fin d'une période et de début de la période suivante ne sont pas égales dues à la méthodologie utilisée par SIRS pour estimer les superficies des classes administratives (voir section 0 Écart entre années de début et de fin) il faudra raffiner et améliorer la méthodologie dans les prochaines années pour diminuer cet écart.
3.B Utilisation des terres – Domaine rural	des années piliers 1990/2000/2005/2010/2015/2018.	idem
3.B Utilisation des terres – Concessions forestières		L'étude de Michelle Lee (2020) a obtenu des superficies par type d'exploitation forestière.

		<p>1. Un ajustement a été appliqué à la superficie des concessions forestières pour les années 1990/2000/2005/2010/2015/2018.</p> <p>2. afin de pouvoir appliquer un taux de croissance plus grand pour les forêts récemment exploitées (<10ans) et les forêts exploitées (11-25ans), un ajustement a été apporté pour estimer la superficie de forêt secondaire récemment exploitée présente dans les concessions forestières (voir section 0 « Méthodologie pour obtenir une série chronologique d'utilisation des terres »)</p>
3.B Utilisation des terres – Aires protégées		<p>Un ajustement a été introduit pour pouvoir estimer les forêts récemment exploitée (0-10ans) et exploitée (11-25ans) qui sont devenues des aires protégées entre 2004-2007.</p> <p>(voir section 0 « Méthodologie pour obtenir une série chronologique d'utilisation des terres »)</p>
3.B Utilisation des terres – Autres attributions		idem à Domaine Rural
Utilisation des Terres	<p>Les informations pour les années 1990-2000 ne permettent pas de savoir la superficie pour toutes les 6 catégories d'utilisation du sol ainsi que pour les conversions entre catégories</p>	<p>Les superficies ont été regroupées en 5 catégories :</p> <p>Forêt restant forêt</p> <ul style="list-style-type: none"> - Terre non forestière convertie à forêt - Terre non forestière restant terre non forestière - Forêt déforestée à terre non forestière - Forêt dégradée à terre non forestière

Pour le secteur des déchets, il y a eu beaucoup de lacune pour l'obtention des données de production des industries agroalimentaires pour les émissions issues du traitement des eaux usées, les déchets dangereux, industriels et les DASRI.

Pour combler ces lacunes, la méthode d'extrapolation a été utilisée pour compléter l'ensemble des tableaux.

Recalculé

Lorsque de nouvelles méthodes sont disponibles et rendent l'inventaire plus précis et complet, cette méthode ou donnée devrait être intégré dans l'inventaire GES. Cependant, cette nouvelle méthode ou set de données aura un impact sur les résultats et les tendances déjà présentées dans les précédents inventaires. Afin de faciliter la comparaison avec les précédents inventaires et pour démontrer l'amélioration apportée par ces changements, le Gabon présente ici les recalculs comparés au précédent inventaire GES.

Ce recalculé intervient à la suite d'une évolution des Lignes directrices du GIEC (passage des lignes directrices 1996 à 2006) et de la mise en place du logiciel du GIEC (IPCC) pour l'estimation des GES et d'une feuille de calculs spécifique au secteur AFAT. Du fait de cette mise à niveau, les

catégories, méthodes et facteurs d'émissions ont été ajustés pour l'année 2000. Une comparaison entre les estimations de l'année 2000 inclus dans la deuxième Communication nationale et cet inventaire est présentée ci-dessous. Les résultats obtenus sont répertoriés dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Tableau 149: Comparaison émissions de GES pour l'année 2000 entre Seconde et troisième communication)

EMISSIONS DE GES 2000 Gg éq CO2 (Inventaire 2011, Seconde Communication Nationale)							
CATEGORIES	CO2	CH4	N2O	HFC	PFC	CONMV	SO2
1. Energie							
1.A1 Industries énergétiques	556,5	0,02	0			0,04	1,83
1.A2 Industries manufacturières et construction	225,63	0,03	0,01			0,06	2,52
1.A3 Transport	400,54	0,05	0,01			2,93	1,64
1.A4 Autres secteurs	236,27	0,2	0			0,63	1,11
1.B Emissions fugitives	3646,01	9,73	0,06			0,38	0,57
2. PIUP							
2.A Produits minéraux	90						
2.B Industrie chimique							
2.C Production métallurgique							
2.D Produits Non Energétiques issus de l'utilisation de combustibles et de solvants							
2.E Industrie Electronique							
2.F Utilisations des produits comme substituts des substances appauvrissant la couche d'ozone							
3. AFAT							
3.A Bétail		36	11				

3.B Terres	-64251	70	7				
3.C Emissions agrégée et non-CO2		87	229				
4. Déchets							
4.A Elimination de déchets solides	0	5,69	0			0	0
4.B Traitement biologique des déchets solides							
4.C Incinération et brûlage à ciel ouvert des déchets	NA	NA	NA			NA	NA
4.D Traitement et rejet des eaux usées	0	1,5	0,08			0	0
Sous total émissions 2000 inventaire 2011	-59096,05	210,22	247,16	0	0	4,04	7,67
EMISSIONS DE GES 2000 Gg éq CO2 (Inventaire 2021, TCN/RBA)							
1.A1 Industries énergétiques	515,2	0,0	0,0			0,0	0,0
1.A2 Industries manufacturières et construction	210,8	0,0	0,0			0,0	0,0
1.A3 Transport	383,6	0,1	0,0			0,0	3,3
1.A4 Autres secteurs	233,5	0,2	0,0			0,0	0,0
1.B Emissions fugitives	1054,6	47,4	0,0			2,7	0,0
2. PIUP							
2.A Produits minéraux	90						
2.B Industrie chimique							
2.C Production métallurgique							
2.D Produits Non Energétiques issus de l'utilisation de combustibles et de solvants							

2.E Industrie Electronique							
2.F Utilisations des produits comme substituts des substances appauvrissant la couche d'ozone				63			
3. AFAT							
3.A Bétail		77,44	11,48				
3.B Terres	-91974,04						
3.C Emissions agrégée et non-CO2	2,41	279,20	427,66				
4. Déchets							
4.A Elimination de déchets solides	0	0,001	0			0	0
4.B Traitement biologique des déchets solides							
4.C Incinération et brûlage à ciel ouvert des déchets	0,039	0,016	0			0,003	0,003
4.D Traitement et rejet des eaux usées	0	0,61	0,032			0	0
Sous total émissions 2000 inventaire 2018	-89484	405	440	63	0	3	3
Ecart (TCN-SCN)	-30388	195	192	63	0	-1	-4

Sources : Seconde Communication Nationale du Gabon sur les Changements Climatiques, p.72 / Troisième Communication Nationale du Gabon sur les changements climatiques

Des émissions estimées avec les Lignes directrices 1996 et celles estimées avec les Lignes directrices 2006 du GIEC il apparaît un écart significatif notamment pour les émissions et absorptions nettes. En terme général, une sous-estimation des émissions/absorptions nettes est observée. Notamment les absorptions de CO₂ qui augmente de 30388 Gg CO₂ eq entre la deuxième et troisième communication. Pour les autres gaz également, la quantité émise de CH₄ et N₂O qui a augmentée. Seules les émissions CONMV avaient été surestimées dans la SCN. Ces écarts peuvent être en partie expliqués par le changement des méthodes d'estimation faite à l'aide d'un outil plus adapté le logiciel IPCC du GIEC et des nouvelles méthodes introduites dans les lignes directrices 2006. De nouvelles données à niveau national et une meilleure connaissance des activités présentes dans le pays peuvent également être la cause de l'augmentation des émissions/absorptions nettes, comme notamment :

De nouvelles données et sous-catégories ont été introduites dans cet inventaire GES. Par exemple, pour le secteur PIUP, les HFC n'étaient pas pris en compte dans les précédents calculs de la seconde communication. Pour l'industrie minérale, la même méthode fut utilisée, ainsi les émissions ne changent pas. Les données sur les HFC de la période allant de 2015 à 2017 furent actualisées, grâce à la disponibilité de ces dernières auprès des opérateurs économiques. Elles ne varient que légèrement et ne modifient pas les tendances des émissions dans le secteur, ce qui indique la bonne qualité des estimations lors de l'inventaire précédent.

Le secteur AFAT a également introduit de nouvelles informations. Notamment pour le bétail, avec la différenciation entre les porcs de marché et les truies de gestation basée sur l'hypothèse du GIEC 2006. La distribution du bétail par système de gestion du fumier ainsi que les types de cultures et les engrais qui incluent maintenant des catégories plus spécifiques et représentatives du pays. Dans l'affectation des terres de nouveaux réservoirs de carbone sont également pris en compte dans ce dernier IGES qui n'avaient pas été considérés dans le passé par manque d'information, notamment la matière organique morte et le sol. De nombreuses études ont été entreprises depuis la dernière Communication nationale dans le pays pour obtenir des informations plus précises sur l'affectation et changement d'utilisation des terres ainsi que sur les stocks de carbone.

Pour les déchets, les principales différences sont les émissions calculées en 2018 qui sont plus élevées que celles de 2011 : Le méthane en 2018 est 2 fois plus élevé que celui de 2011, l'oxyde nitreux est quant à lui, 124 fois plus élevée que celui de 2011. Plusieurs raisons peuvent expliquer ces fortes variations :

Dans l'inventaire de 2011, l'incinération et la combustion à l'air libre ne sont pas pris en compte pour manque de données,

Le changement des méthodes de calcul au niveau des logiciels,

Le choix des paramètres et des facteurs d'émissions, plus spécifiques par rapport à ceux utilisés en 2011.

Et le renforcement des capacités des experts, une approche qui a été différente par rapport aux précédents inventaires des GES.

11. Plan d'amélioration tous les secteurs

Pour les améliorations prévues dans le secteur PIUP, il faudra rendre les données accessibles pour l'inventaire des GES, prévoir les moyens de déplacement pour pouvoir se rendre dans les industries éloignées afin d'établir un inventaire transparent, exact et fiable ;

- Mise à jour des statistiques nationales sur les productions des entreprises nationales ;
- La mise en place d'un système d'inventaire national du secteur ;
- Mettre en place un cadre réglementaire pour la collecte des données au niveau des industries de transformation ;
- Il s'agira d'améliorer les statistiques, en renforçant les capacités des parties prenantes impliquées dans l'inventaire des GES de la catégorie. Cela passe par la mise à jour du système de code de tarif douanier, la formation des douaniers sur les réglementations relatives aux HFC.

11.1 Renforcement de la coordination au niveau national

En matière de coordination au niveau national, le Gabon souhaite mettre en place un groupe d'experts responsable de la préparation de l'inventaire GES pour le secteur AFAT. Ce groupe d'experts devrait avoir un point d'ancrage au Conseil National Climat et travailler de manière régulière sur la préparation de l'inventaire. Ces experts auront le mandat de récupérer auprès des autres institutions nationales les données et informations nécessaires pour la production d'un inventaire transparent, complet et précis. À l'heure actuelle, la préparation des inventaires GES se présente sous le format de projet et les experts sont engagés dans un temps limité pour produire les estimations et le rapport. Le plan d'amélioration permettrait d'avoir un groupe fixe et permanent qui pourrait travailler de manière illimitée sur la préparation des inventaires.

En plus, le pays doit mettre en place un système d'échange des informations et de coordination entre les différentes institutions productrices de données. Ceci dans le but de faciliter l'accès aux données de manière automatique et régulière. Un système d'échange d'information aura également le but de rendre le choix et l'application de méthodologie cohérente d'une institution à une autre et de diminuer la production d'information utilisable facilement pour l'iGES.

L'encrage au sein du Conseil climat, d'un groupe d'experts permanent renforcera également la mise en place d'un système d'archivage des données, documents et autres outils nécessaires pour la préparation des inventaires. La centralisation de l'information devrait faciliter l'accès aux personnes externes, mais également renforcer la pérennité du système. Avec ce système d'archivage, le changement des membres de l'équipe d'inventaire n'engendra pas la perte de données et documents et aidera la formation des nouveaux membres.

11.2 Amélioration dans le secteur énergie

Améliorations prévues dans le secteur énergie portent sur :

L'amélioration de la qualité des données notamment sur les consommations finales de gaz, de la biomasse et produits pétroliers ;

L'actualisation des données des bilans énergétiques pour les années de 2010 à 2017 ;

La réalisation d'enquêtes sectorielles dans les Transports, l'Agriculture, les Industries Manufacturière et Construction, les Services et les Ménages ;

Les données d'activité, actualiser les données sur le gaz naturel, les routes maritimes et aériennes internationales ;

L'élaboration des paramètres et facteurs d'émissions : le Gabon ne dispose pas de ses propres facteurs d'émission, or il est un fait que plusieurs types (le Rabbi, le Mandji etc..) de bruts sont produits quotidiennement avec des pouvoir calorifique différents, le Gabon devrait mener ces propres études pour déterminer ses propres facteurs d'émissions compte tenu du fait qu'il est un pays producteur d'hydrocarbures confirmé ;

Le renforcement des capacités par la formation des experts pour la conduite et l'élaboration des inventaires sectoriels ;

Les améliorations à apporter dans le secteur énergie concernent l'exhaustivité des données désagrégées pour permettre une analyse fine et donc une estimation plus fine des GES. De manière spécifique, les améliorations attendues concernent quatre catégories :

Dans la catégorie industries énergétique il s'agit plus de la nécessité de collaboration des producteurs de pétrole et de gaz naturels et une plus grande transparence sur les volumes de gaz vendus et de leur différent client [Apparemment, il s'agit d'amélioration d'arrangements institutionnels dans le secteur de l'énergie afin de faciliter l'accès aux données. Si oui, il faut clarifier]. En matière de paramètres et facteurs d'émissions, étant donné que la plupart sont des valeurs par défaut, le Gabon devrait réaliser des études dans des conditions propres au Gabon en vue de se constituer un référentiel national en matière de calcul des émissions notamment pour les catégories clés. Cette étude devra couvrir l'ensemble de la chaîne de valeur des produits énergétiques (exploration, production, transformation et consommation).

Dans la catégorie industries manufacturières et construction, il s'agira de la nécessité de collaboration de ces industriels qui sont souvent retissant à communiquer leurs données ou font dans le dilatoire. Le besoin de mener une enquête nationale en vue de disposer d'un référentiel en matière de technologie et de procédé mis en jeu dans cette catégorie pour une meilleure estimation des émissions. Ce référentiel devra faire l'objet d'une mise à jour périodique au regard de l'évolution des techniques et des procédés industriels.

Dans la catégorie transport, elles concernent plus la nécessité de collaboration des départements des services de défense et de sécurité, ceux-ci refusent catégoriquement de communiquer même à titre de grandeur les quantités de combustibles consommées pour les besoins du service. Aussi, une plus grande connaissance du secteur est requise afin de maîtriser un certain nombre de paramètre tels que les modes de transport et les motorisations utilisées, les nombre de tracteurs, de véhicules particuliers de poids, de bus, des sources d'énergies utilisées etc. Ainsi que les rendements thermiques de ces modes de transport. Il faut dire aussi que les services des immatriculations ne disposent pas à ce jour de fichiers des immatriculations à jour. Une disposition réglementaire devrait obliger les propriétaires d'engins et véhicules immatriculés de déclarer les mises à la casse de ces moyens roulants. Ici aussi un référentiel national devra être mis en place à la suite d'une enquête exhaustive.

Dans autres (résidentiel, institutions, agriculture, foresterie, pêche, services) catégorie, il faudra une meilleure connaissance des volumes de production du bois de chauffage et du charbon de bois

encore appelés biomasse traditionnelle consommée notamment par les ménages et les restaurants. Un catalogue par classe d'activités des intervenants dans cette catégorie ainsi que des processus mis en jeu par eux est impératif. Plusieurs parmi eux sont détenteur de groupes électrogènes dont les caractéristiques ne sont pas bien connues. Nous recommandons ici également une enquête dans ces secteurs d'activités aux fins d'une meilleure estimation des émissions sur la base des paramètres qui vont être ainsi déterminés ou identifiés.

11.3 Amélioration dans le secteur PIUP

Pour les améliorations prévues dans le secteur PIUP, il faudra rendre les données accessibles pour l'inventaire des GES, prévoir les moyens de déplacement pour pouvoir se rendre dans les industries éloignées afin d'établir un inventaire transparent, exact et fiable ;

Mise à jour des statistiques nationales sur les productions des entreprises nationales ;

La mise en place d'un système d'inventaire national du secteur ;

Mettre en place un cadre réglementaire pour la collecte des données au niveau des industries de transformation ;

Il s'agira d'améliorer les statistiques, en renforçant les capacités des parties prenantes impliquées dans l'inventaire des GES de la catégorie. Cela passe par la mise à jour du système de code de tarif douanier, la formation des douaniers sur les réglementations relatives aux HFC ;

Amélioration dans le sous-secteur agriculture

Bien que seules le brûlage de biomasse entre dans la liste des catégories clés, des améliorations sont prévues à différent niveau pour le secteur de l'agriculture.

Bétail

Les catégories du secteur agricole manquant encore passablement d'informations nationales détaillées. Le Gabon souhaite mettre en place la production et récolte d'information pour renforcer ce secteur. Notamment la collecte du nombre de têtes du cheptel par sous-catégorie. Les données actuelles ne permettent pas un suivi régulier de l'évolution du bétail. De plus, certaines sous-catégories ne sont pas disponibles comme la répartition entre porcs de marché et truie de gestation.

Bien qu'il soit estimé que la grande majorité du bétail se trouve dans les pâturages/parcours/parcelles, il existe quand même certains systèmes de gestion du fumier notamment pour la volaille et les porcs. Pour l'instant, la proportion du bétail qui se retrouve dans ces systèmes de gestion est basée sur un jugement d'expert. Le Gabon souhaite récolter plus d'information auprès des agriculteurs pour obtenir des valeurs plus précises autant au niveau des systèmes de gestion du fumier que la quantité de bétail qui se trouve dans chaque système.

Engrais

L'agriculture au Gabon est principalement vivrière et il est estimé que la quantité d'engrais est limitée. Les données disponibles pour l'heure sont la quantité d'engrais importée dans le pays. Il n'est donc pas possible de savoir exactement quel type de culture bénéficie de quel engrais. Des

études de terrains vont être mises en place pour récupérer ces informations. Il est également prévu de récolter l'information sur les différents groupes d'importateurs d'engrais synthétiques afin de mieux comprendre quel type d'engrais est appliqué à quel type de culture.

Cultures

Il n'existe pas de statistiques nationales sur les superficies des cultures majoritaires du Gabon. Dans cet inventaire, seules les données nationales pour les superficies de culture de canne à sucre et le rendement de la canne à sucre sont introduites. Les valeurs de la base de données de la FAO ont été estimées non cohérentes avec la réalité de terrain. Un recensement national pourrait apporter une image plus concrète des différentes espèces cultivées dans le pays ainsi que les pratiques d'utilisation du sol.

Biomasse brûlée

Au Gabon, la pratique de brûler les résidus agricoles est utilisée pour certaines cultures. Notamment la canne à sucre et le maïs. Pour l'heure, seules les informations sur les cultures de canne à sucre gérées par SUCAF sont disponibles. Une enquête de terrain plus approfondie doit être mise en place pour obtenir des précisions concernant : est-ce que d'autres cultures voient leurs résidus brûlés ? Quelle est la quantité de biomasse qui est brûlée ? Est-ce que le brûlage se fait avant (canne à sucre) ou après (maïs) récolte ?

11.4 Amélioration dans le sous-secteur forêt

Améliorations prévues pour l'amélioration du Niveau de référence et des inventaires GES AFAT

Perturbations : obtenir plus d'information sur les perturbations en zone forêt pour raffiner le modèle actuel.

Croissance des forêts : améliorer l'estimation des dynamiques de la croissance des forêts. Veiller à ce que la prise en compte des changements de croissance des forêts et des stocks de carbone au fil du temps soit améliorée.

Jeune forêt secondaire et forêt dégradée : obtenir plus d'information sur ces deux types de forêts. Mettre en place des parcelles permanentes dans ces zones.

Mangroves: Inclure les forêts de mangroves dans le plan d'échantillonnage de l'INR, mesurer à nouveau les parcelles de mangroves qui ont été mesurées dans le cadre des projets de recherche, inclure la zone de mangrove centrale du Gabon qui manque dans les projets de recherche en cours. Intervalles de confiance à calculer et à inclure pour les mangroves sur la base de ces travaux.

Améliorer la méthodologie pour estimer les changements de stocks de carbone dans les concessions forestières. Organiser une étude pour comparer la méthodologie RIL-C et les émissions avant et après.

Volume de bois exploité : Améliorer le système et la centralisation pour rapporter, stocker et gérer les données de production d'extraction.

S'assurer que l'INR reflète les besoins du Niveau de référence et de l'inventaire GES et qu'il soit mis à jour régulièrement.

11.5 Amélioration dans le secteur déchets

Pour le secteur de la gestion des déchets, l'amélioration des données doit passer par :

Recensement de tous les opérateurs qui exercent dans ce secteur, exiger les rapports de bilans d'activités, à compter de 2018, dans lesquels sont répertoriées les données d'activités (quantités des déchets reçus par types de déchets, modes de traitement et de conditionnement) ;

Maintien d'une activité permanente de recueil et de gestion des données statistiques sur la gestion des déchets.

Recensement de tous les opérateurs qui exercent dans ce secteur, exiger les rapports de bilans d'activités, à compter de 2018, dans lesquels sont répertoriées les données d'activités (quantités des déchets reçus par types de déchets, modes de traitement et de conditionnement) ;

Le maintien d'une activité permanente de recueil et de gestion des données statistiques sur la gestion des déchets.

11.6 Superficie d'affectation des terres

Données de télédétection, améliorations qui permettront d'améliorer l'IGES et le Niveau de référence:

Élargir et intensifier le plan d'échantillonnage pour capturer la dynamique d'utilisation des terres et de changement au Gabon en utilisant le cadre PNAT;

Améliorer le suivi des changements dans la forêt de mangroves;

Améliorer la surveillance de la dégradation des forêts;

Analyse par télédétection : le plan d'échantillonnage a été optimisé pour l'analyse au niveau national et adapté pour s'adapter à l'analyse au niveau infranational. Cependant, cela s'est traduit par des différences observées entre les matrices nationales et infranationales (toutes dans des IC à 95%), ainsi que par une incapacité à détecter les changements de superficie forestière dans les plus petites catégories d'utilisation des terres. Une stratégie d'échantillonnage plus optimale conçue spécifiquement pour l'analyse des classes foncières PNAT sera développée;

Les concessions agricoles n'ont pas été incluses dans le FRL en raison des limites de la méthodologie pour dériver les données d'activité ;

Une analyse de la période d'évaluation 2015-2019;

Séries chronologiques Couches SIG et limites administratives : affiner la série chronologique des limites administratives historiquement pour refléter le PNAT. Compléter par une analyse SIG pour produire une série chronologique précise des changements dans les zones administratives et des

changements annuels subséquents du couvert forestier dans chaque type d'utilisation des terres infranational.

12. Réservoirs de carbone

Améliorations prévues pour l'amélioration du Niveau de référence et des inventaires GES AFAT

Biomasse : Coordonnée les recherches au niveau national pour que les sources sur le taux de croissance des différents types de forêts soient les mêmes que pour la quantité de biomasse moyenne. Le stock de biomasse présent après conversion doit aussi être estimé dans les prairies/savane et les terres cultivées afin d'améliorer les valeurs de niveau 1 qui sont présentement utilisées dans l'iGES.

Matière organique morte: Les informations disponibles pour le bois mort ne sont pas disponibles pour toutes les sous-catégories forêts. Notamment manquante pour les forêts colonisatrices qui poussent sur les savanes. Aucune information sur la litière n'est disponible pour le moment. Collecter des informations sur le bois mort et la litière dans les parcelles permanente de l'inventaire national des ressources naturelles ainsi que dans d'autres affectations (Culture pérenne, savanes arborées).

Sols minéraux : Différentes études nationales ont été effectuées dans ce domaine, mais la comparaison des résultats a démontré une grande divergence dans les résultats. Ces informations ont donc été jugées peu fiables. Il est recommandé d'entreprendre une étude à niveau national avec une méthodologie cohérente afin d'obtenir des valeurs de carbone organique du sol.

Sols organiques : information nationale non disponible. Les valeurs de FAOSTAT ont été utilisées pour obtenir une première estimation des émissions dues au drainage de sol organique. Lors de la collecte d'information sur les sols minéraux, il est recommandé d'ajouter une section de sol organique pour obtenir des valeurs cohérentes avec les sols minéraux.

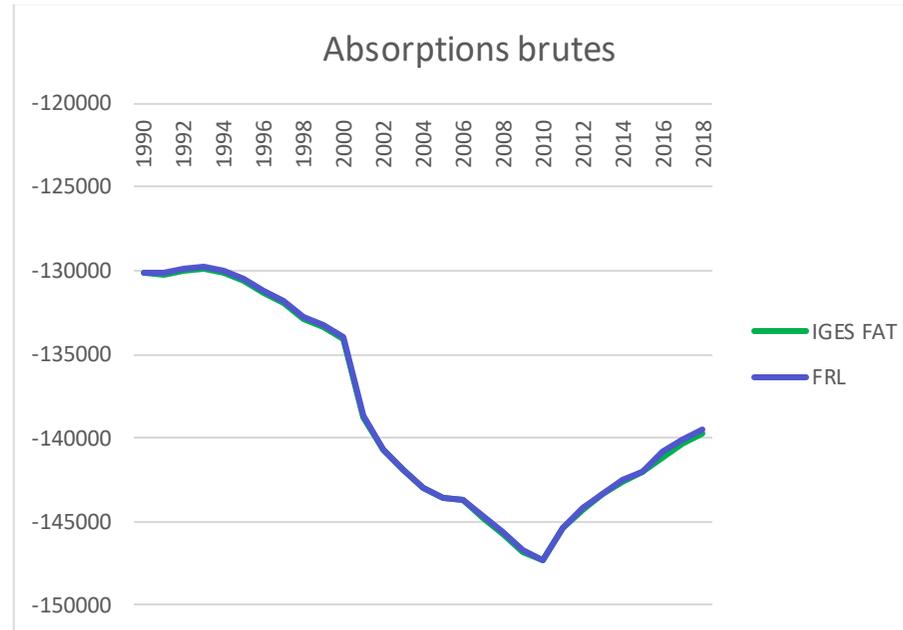
Biomasse Terre cultivée et Savane : Afin de rester cohérent avec le Niveau de référence qui estime un stock nul pour toutes les classes d'affectation non-forêt, le stock de biomasses dans les terres cultivées et les savanes n'ont pas été estimés dans cet inventaire GES. le stock de biomasse pour les cultures annuelles peut être estimé comme non variable par le GIEC, car tout ce qui est gagné au cours d'une année est perdu la même année. Il est par contre important d'obtenir des valeurs pour les stocks de carbone dans les cultures pérennes, notamment les grandes cultures présentes au Gabon de Palmier à huile, Hévéa et cacao. Même chose pour les stocks dans les savanes. Les études disponibles ont été jugées peu fiables par les experts nationaux. De nouvelles études doivent être menées pour obtenir des informations dans les différents types de savanes. Des parcelles permanentes devraient être ajoutées dans les zones de savanes et autres affectations non-forêt pour obtenir plus d'information. **Brûlage de savane :** La superficie de savane brûlée est pour l'heure estimée comme sous-estimée. Les superficies de FAOSTAT ont été utilisées pour obtenir la proportion brûlée par années ce qui équivaut à 13% des savanes. De nouvelles études doivent être menées pour obtenir des proportions plus fiables, voir obtenir des superficies brûlées annuellement.

ANNEXES

Totals ABSORPTIONS [GgCO2]															
Catégorie		sous-catégorie	Réservoir	Equation GIEC 2006	1994	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
			C Biomasse	Gains_equation 2.9+2.10	IA	IA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			C MOM	Gains_equation 2,23	IA	IA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			C Sols	Gains_equation 2.24	IA	IA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B.2.b. iv	Terres converties à Forêts	Etablissements converties à Forêts	CO ₂		0	0	-72	-123	-65	-65	-65	-65	-65	-138	-138
			C Biomasse	Gains_equation 2.9+2.10	IA	IA	-55	-92	-42	-42	-42	-42	-42	-98	-98
			C MOM	Gains_equation 2,23	IA	IA	-17	-29	-13	-13	-13	-13	-13	-31	-31
			C Sols	Gains_equation 2.24	IA	IA	-1	-2	-9	-9	-9	-9	-9	-10	-10
3.B.2.b. v	Terres converties à Forêts	Autres Terres converties à Forêts	CO ₂		0	0	-1	-7	-4	-4	-4	-4	-4	-12	-12
			C Biomasse	Gains_equation 2.9+2.10	IA	IA	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1
			C MOM	Gains_equation 2,23	IA	IA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			C Sols	Gains_equation 2.24	IA	IA	-1	-7	-4	-4	-4	-4	-4	-11	-11
Terres non forestières (inclus les terres cultivées, les savanes, les Etablissements, les terres humides et les Autres terres)															
	Terres converties à Terres non-forestières	Forêts converties à Terres non-forestières	CO ₂		-4	-4									
			C Biomasse	Gains_equation 2.9+2.10	-4	-4									
			C MOM	Gains_equation 2,23	0	0									
			C Sols	Gains_equation 2.24	0	0									
3.B.2.a	Terres cultivées restant Terres cultivées		CO ₂		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			C Biomasse	Gains_equation 2.9+2.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			C MOM	Gains_equation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			C Sols	Gains_equation 2.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B.2.b. i	Terres converties à Terres cultivées	Forêts converties à Terres cultivées	CO ₂		0	0	-2	-2	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
			C Biomasse	Gains_equations 2.9+2.10	IA	IA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			C MOM	Gains_equation 2,23	IA	IA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			C Sols	Gains_equation 2.24	IA	IA	-2	-2	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
3.B.2.b. ii	Terres converties à Terres cultivées	Prairies converties à Terres cultivées	CO ₂		0	0	0	-30	0	0	0	0	0	-290	-290

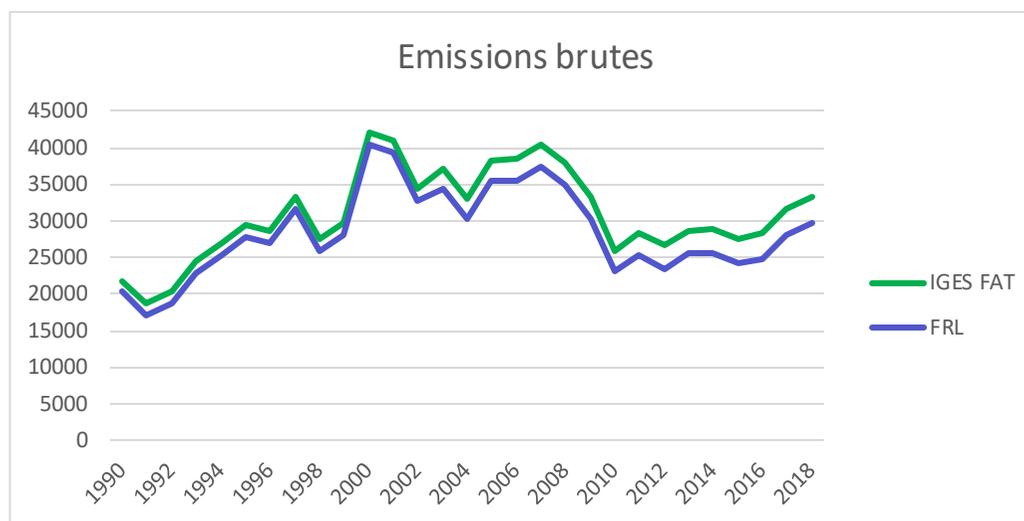
Totals ABSORPTIONS [GgCO2]

Catégorie		sous-catégorie	Réservoir	Equation GIEC 2006	1994	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
			C MOM	Gains_equation 2,23	IA	IA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			C Sols	Gains_equation 2.24	IA	IA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total IGES FAT		Absorptions			-130143	-134085	-143613	-147326	-145427	-144264	-143384	-142573	-142065	-141149	-140391
Total IGES FRL		Absorptions			-130046	-133988	-143603	-147273	-145395	-144231	-143351	-142540	-142032	-140836	-140077



Totals EMISSIONS[+] [GgCO2)

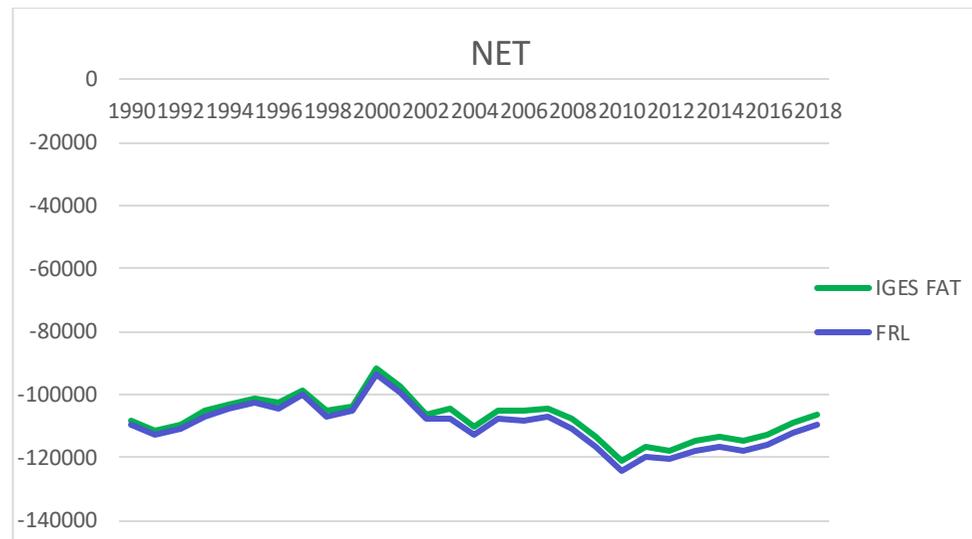
Catégorie	sous-catégorie	Réservoir	Equation GIEC 2006	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
		C Biomasse	Conversion_equation 2.16 (eq 2.11 = 0)	IA	IA	12	0	91	91	91	91	91	63	63
		C MOM	Pertes_equation 2,23	IA	IA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		C Sols	Pertes_equation 2.24	IA	IA	1	0	9	9	9	9	9	7	7
3.B.5.b.iii	Terres converties à Etablissements	Prairies converties à Etablissements	CO2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	103
			C Biomasse	Conversion_equation 2.16 (eq 2.11 = 0)	IA	IA	0	0	0	0	0	0	103	103
			C MOM	Pertes_equation 2,23	IA	IA	0	0	0	0	0	0	0	0
			C Sols	Pertes_equation 2.24	IA	IA	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B.6.a	Autre Terres restant Autres Terres		CO2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3.B.6.b.i	Terres converties à Autres Terres	Forêt converties en Autres terres	CO2	0	0	0	0	384	384	384	384	384	45	45
			C Biomasse	Conversion_equation 2.16 (eq 2.11 = 0)	IA	IA	0	0	311	311	311	311	311	36
			C MOM	Pertes_equation 2,23	IA	IA	0	0	61	61	61	61	61	8
			C Sols	Pertes_equation 2.24	IA	IA	0	0	11	11	11	11	1	1
3.B.6.b.iii	Terres converties à Autres Terres	Prairies converties en Autres terres	CO2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15
			C Biomasse	Conversion_equation 2.16 (eq 2.11 = 0)	IA	IA	0	0	0	0	0	0	15	15
			C MOM	Pertes_equation 2,23	IA	IA	0	0	0	0	0	0	0	0
			C Sols	Pertes_equation 2.24	IA	IA	0	0	0	0	0	0	0	0
Total IGES FAT	Emissions			29537	42111	38377	25943	28452	26596	28669	28785	27432	28341	31591
Total IGES FRL	Emissions			27919	40423	35623	22997	25326	23469	25542	25655	24302	24777	28024



Totals NET EMISSIONS AND REMOVALS (GgCO ₂)														
Catégorie	sous-catégorie	Réservoir	Equation GIEC 2006	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
3.B.2.a	Forêts restant Forêts	CO ₂		-106506	-96894	-110449	-125532	-128073	-128583	-125448	-124341	-125004	-123903	-119493
		C Biomasse	Net 2.7 IGES	-106506	-96894	-110449	-125532	-128073	-128583	-125448	-124341	-125004	-123903	-119493
		C Biomasse	Net 2.7 FRL (sans bois chauffe)	-107480	-97905	-112548	-127631	-130172	-130682	-127547	-126440	-127103	-126002	-121592
		C MOM	Net 2.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		C Sols	Net 2.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B.2.b	Toutes Terres converties à Forêt	CO ₂		-632	-1170	-1184	-1229	-211	-393	-575	-758	-940	-423	-827
		C Biomasse	Net 2.15	-410	-819	-885	-920	-136	-272	-408	-543	-679	-306	-612
		C MOM	Net 2.23	-128	-257	-291	-297	-47	-93	-140	-186	-233	-98	-195
		C Sols	Net 2.24	-93	-93	-9	-13	-28	-28	-28	-28	-28	-19	-19

Totals NET EMISSIONS AND REMOVALS (GgCO2)																	
Catégorie		so us-catégorie	Réservoir	Equation GIEC 2006	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
3.B.2.b.i	Terres converties à Forêts	Terres cultivées converties à Forêts	CO ₂		0	0	-148	-112	-108	-108	-108	-108	-108	-259	-259		
			C Biomasse	Net 2.15	0	0	-117	-88	-85	-85	-85	-85	-85	-85	-204	-204	
			C MOM	Net 2.23	0	0	-37	-28	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-64	-64	
			C Sols	Net 2.24	0	0	5	4	4	4	4	4	4	4	9	9	
3.B.2.b.ii	Terres converties à Forêts	Prairies converties à Forêts	CO ₂		0	0	-22	-14	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-14	-14	
			C Biomasse	Net 2.15	0	0	-6	-4	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-4	-4
			C MOM	Net 2.23	0	0	-4	-3	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-3	-3
			C Sols	Net 2.24	0	0	-12	-7	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-8	-8
3.B.2.b.iii	Terres converties à Forêts	Terres humides converties à Forêts	CO ₂		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			C Biomasse	Net 2.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			C MOM	Net 2.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			C Sols	Net 2.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B.2.b.iv	Terres converties à Forêts	Etablissements converties à Forêts	CO ₂		0	0	-72	-123	-65	-65	-65	-65	-65	-65	-138	-138	
			C Biomasse	Net 2.15	0	0	-55	-92	-42	-42	-42	-42	-42	-42	-42	-98	-98
			C MOM	Net 2.23	0	0	-17	-29	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-31	-31
			C Sols	Net 2.24	0	0	-1	-2	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-10	-10
3.B.2.b.v	Terres converties à Forêts	Autres Terres converties à Forêts	CO ₂		0	0	-1	-7	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-12	-12	
			C Biomasse	Net 2.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1
			C MOM	Net 2.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			C Sols	Net 2.24	0	0	-1	-7	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-11	-11
Terres non forestières (inclus les terres cultivées, les savanes, les Etablissements, les terres humides et les Autres terres)																	
	Terres converties à Terres non-forestières	Forêts converties à Terres non-forestières	CO ₂		5575	5575											
			C Biomasse	Net 2.15	4571	4571											
			C MOM	Net 2.23	842	842											
			C Sols	Net 2.24	163	163											
3.B.2.a	Terres cultivées restant Terres cultivées		CO ₂		475	508	552	546	549	548	549	552	552	555	558		
			C Biomasse	Net 2.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			C MOM	Net 2.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			C Sols	Net 2.24	475	508	552	546	549	548	549	552	552	555	558		

Totals NET EMISSIONS AND REMOVALS (GgCO2)														
Catégorie	so us-catégorie	Réservoir	Equation GIEC 2006	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Total IGES FAT	Net			-101081	-91974	-105236	-121383	-116975	-117668	-114714	-113788	-114633	-112808	-108800
Total IGES FRL	Net			-102603	-93565	-107980	-124276	-120069	-120762	-117809	-116885	-117730	-116058	-112053



Inventory Year: 1994

Categories	Emissions (Gg)			Emissions CO2 Equivalents (Gg)				Emissions (Gg)				
	Net CO2 (1)(2)	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	Other halogenated gases with CO2 equivalent conversion factors (3)	Other halogenated gases without CO2 equivalent conversion factors (4)	NOx	CO	NMVOcs	SO2
Total National Emissions and Removals (sans AFAT)	2584	60	0	0	0	0	0	0	##	26	5	5
Total National Emissions and Removals (Avec AFAT)	-100488	412	428	0	0	0	0	0	##	##	5	5
1 - Energy	2520	60	0	0	0	0	0	0	135	26	3	5
1.A - Fuel Combustion Activities	1203	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1.A.1 - Energy Industries	395	0	0						0	0	0	0
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction	177	0	0						0	0	0	0
1.A.3 - Transport	380	0	0						0	1	0	0
1.A.4 - Other Sectors	251	0	0						0	0	0	0
1.A.5 - Non-Specified	0	0	0						0	0	0	0
1.B - Fugitive emissions from fuels	1317	59	0	0	0	0	0	0	135	25	3	5
1.B.1 - Solid Fuels	0	0	0						0	0	0	0
1.B.2 - Oil and Natural Gas	1317	59	0						135	25	3	5
1.B.3 - Other emissions from Energy Production	0	0	0						0	0	0	0

1.C - Carbon dioxide Transport and Storage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.C.1 - Transport of CO2	0								0	0	0	0
1.C.2 - Injection and Storage	0								0	0	0	0
1.C.3 - Other	0								0	0	0	0
2 - Industrial Processes and Product Use	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
2.A - Mineral Industry	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.A.1 - Cement production	64								0	0	0	0
2.A.2 - Lime production	0								0	0	0	0
2.A.3 - Glass Production	0								0	0	0	0
2.A.4 - Other Process Uses of Carbonates	0								0	0	0	0
2.A.5 - Other (please specify)	0	0	0						0	0	0	0
2.B - Chemical Industry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.B.1 - Ammonia Production	0								0	0	0	0
2.B.2 - Nitric Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.3 - Adipic Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.4 - Caprolactam, Glyoxal and Glyoxylic Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.5 - Carbide Production	0	0							0	0	0	0
2.B.6 - Titanium Dioxide Production	0								0	0	0	0
2.B.7 - Soda Ash Production	0								0	0	0	0
2.B.8 - Petrochemical and	0	0							0	0	0	0

Carbon Black Production													
2.B.9 - Fluorochemical Production				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.B.10 - Other (Please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.C - Metal Industry	0												
2.C.1 - Iron and Steel Production	0	0								0	0	0	0
2.C.2 - Ferroalloys Production	0	0								0	0	0	0
2.C.3 - Aluminium production	0					0			0	0	0	0	0
2.C.4 - Magnesium production	0						0		0	0	0	0	0
2.C.5 - Lead Production	0									0	0	0	0
2.C.6 - Zinc Production	0									0	0	0	0
2.C.7 - Other (please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.D - Non-Energy Products from Fuels and Solvent Use	0												
2.D.1 - Lubricant Use	0									0	0	0	0
2.D.2 - Paraffin Wax Use	0									0	0	0	0
2.D.3 - Solvent Use										0	0	0	0
2.D.4 - Other (please specify)	0	0	0							0	0	0	0
2.E - Electronics Industry	0												
2.E.1 - Integrated Circuit or Semiconductor				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.E.2 - TFT Flat Panel Display					0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.E.3 - Photovoltaics					0				0	0	0	0	0

3.A.1 - Enteric Fermentation		69							0	0	0	0
3.A.2 - Manure Management		6	10						0	0	0	0
3.B - Land	-103075	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B tout non-forêt	5575											
3.B.1 - Forest land	-109132								0	0	0	0
3.B.2 - Cropland	475								0	0	0	0
3.B.3 - Grassland	7								0	0	0	0
3.B.4 - Wetlands	0		0						0	0	0	0
3.B.5 - Settlements	0								0	0	0	0
3.B.6 - Other Land	0								0	0	0	0
3.C - Aggregate sources and non-CO2 emissions sources on land	2	278	418	0	0	0	0	0	22	374	0	0
3.C.1 - Burning		278	355						22	374	0	0
3.C.2 - Liming	2								0	0	0	0
3.C.3 - Urea application	1								0	0	0	0
3.C.4 - Direct N2O Emissions from managed soils			48						0	0	0	0
3.C.5 - Indirect N2O Emissions from managed soils			12						0	0	0	0
3.C.6 - Indirect N2O Emissions from manure management			3						0	0	0	0
3.C.7 - Rice cultivation		0							0	0	0	0
3.C.8 - CH4 from Drained Organic Soils		0							0	0	0	0
3.C.9 - CH4 from Drainage Ditches on Organic Soils		0							0	0	0	0
3.C.10 - CH4 from Rewetting of Organic Soils		0							0	0	0	0

1.A.3.a.i - International Aviation (International Bunkers)	113	0	0						0	0	0	0
1.A.3.d.i - International water-borne navigation (International bunkers)	438	0	0						0	0	0	0
1.A.5.c - Multilateral Operations	0											

Inventory Year: 2000

Categories	Emissions (Gg)			Emissions CO2 Equivalents (Gg)				Emissions (Gg)				
	Net CO2 (1)(2)	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	Other halogenated gases with CO2 equivalent conversion factors (3)	Other halogenated gases without CO2 equivalent conversion factors (4)	NOx	CO	NMVOCs	SO2
Total National Emissions and Removals (sans AFAT)	2488	48	0	0	0	0	0	0	20	261	5	3
Total National Emissions and Removals (Avec AFAT)	-89484	405	439	0	0	0	0	0	43	637	5	3
1 - Energy	2398	48	0	0	0	0	0	0	20	261	3	3
1.A - Fuel Combustion Activities	1343	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
1.A.1 - Energy Industries	515	0	0						0	0	0	0
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction	211	0	0						0	0	0	0
1.A.3 - Transport	384	0	0						0	1	0	3
1.A.4 - Other Sectors	234	0	0						0	0	0	0
1.A.5 - Non-Specified	0	0	0						0	0	0	0
1.B - Fugitive emissions from fuels	1055	47	0	0	0	0	0	0	20	260	3	0
1.B.1 - Solid Fuels	0	0	0						0	0	0	0
1.B.2 - Oil and Natural Gas	1055	47	0						20	260	3	0
1.B.3 - Other emissions from Energy Production	0	0	0						0	0	0	0

1.C - Carbon dioxide Transport and Storage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.C.1 - Transport of CO2	0								0	0	0	0
1.C.2 - Injection and Storage	0								0	0	0	0
1.C.3 - Other	0								0	0	0	0
2 - Industrial Processes and Product Use	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
2.A - Mineral Industry	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.A.1 - Cement production	90								0	0	0	0
2.A.2 - Lime production	0								0	0	0	0
2.A.3 - Glass Production	0								0	0	0	0
2.A.4 - Other Process Uses of Carbonates	0								0	0	0	0
2.A.5 - Other (please specify)	0	0	0						0	0	0	0
2.B - Chemical Industry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.B.1 - Ammonia Production	0								0	0	0	0
2.B.2 - Nitric Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.3 - Adipic Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.4 - Caprolactam, Glyoxal and Glyoxylic Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.5 - Carbide Production	0	0							0	0	0	0
2.B.6 - Titanium Dioxide Production	0								0	0	0	0
2.B.7 - Soda Ash Production	0								0	0	0	0
2.B.8 - Petrochemical and Carbon Black Production	0	0							0	0	0	0
2.B.9 - Fluorochemical Production				0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.B.10 - Other (Please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.C - Metal Industry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.C.1 - Iron and Steel Production	0	0							0	0	0	0
2.C.2 - Ferroalloys Production	0	0							0	0	0	0

2.C.3 - Aluminium production	0				0			0	0	0	0	0
2.C.4 - Magnesium production	0					0		0	0	0	0	0
2.C.5 - Lead Production	0								0	0	0	0
2.C.6 - Zinc Production	0								0	0	0	0
2.C.7 - Other (please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.D - Non-Energy Products from Fuels and Solvent Use	0											
2.D.1 - Lubricant Use	0								0	0	0	0
2.D.2 - Paraffin Wax Use	0								0	0	0	0
2.D.3 - Solvent Use									0	0	0	0
2.D.4 - Other (please specify)	0	0	0						0	0	0	0
2.E - Electronics Industry	0											
2.E.1 - Integrated Circuit or Semiconductor				0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.E.2 - TFT Flat Panel Display					0	0	0	0	0	0	0	0
2.E.3 - Photovoltaics					0			0	0	0	0	0
2.E.4 - Heat Transfer Fluid					0			0	0	0	0	0
2.E.5 - Other (please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.F - Product Uses as Substitutes for Ozone Depleting Substances	0											
2.F.1 - Refrigeration and Air Conditioning								0	0	0	0	0
2.F.2 - Foam Blowing Agents				0				0	0	0	0	0
2.F.3 - Fire Protection				0	0			0	0	0	0	0
2.F.4 - Aerosols				0				0	0	0	0	0
2.F.5 - Solvents				0	0			0	0	0	0	0
2.F.6 - Other Applications (please specify)				0	0			0	0	0	0	0
2.G - Other Product Manufacture and Use	0											
2.G.1 - Electrical Equipment					0	0		0	0	0	0	0

2.G.2 - SF6 and PFCs from Other Product Uses					0	0		0	0	0	0	0
2.G.3 - N2O from Product Uses			0						0	0	0	0
2.G.4 - Other (Please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.H - Other	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
2.H.1 - Pulp and Paper Industry	0	0							0	0	0	0
2.H.2 - Food and Beverages Industry	0	0							0	0	2	0
2.H.3 - Other (please specify)	0	0	0						0	0	0	0
3 - Agriculture, Forestry, and Other Land Use	-91972	357	439	0	0	0	0	0	22	376	0	0
3.A - Livestock		77	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.A.1 - Enteric Fermentation		71							0	0	0	0
3.A.2 - Manure Management		7	11						0	0	0	0
3.B - Land	-91974	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B tout non-forêt	5575											
3.B.1 - Forest land	-98063								0	0	0	0
3.B.2 - Cropland	508								0	0	0	0
3.B.3 - Grassland	7								0	0	0	0
3.B.4 - Wetlands	0		0						0	0	0	0
3.B.5 - Settlements	0								0	0	0	0
3.B.6 - Other Land	0								0	0	0	0
3.C - Aggregate sources and non-CO2 emissions sources on land	2	279	428	0	0	0	0	0	22	376	0	0
3.C.1 - Burning		279	357						22	376	0	0
3.C.2 - Liming	2								0	0	0	0
3.C.3 - Urea application	1								0	0	0	0
3.C.4 - Direct N2O Emissions from managed soils			54						0	0	0	0
3.C.5 - Indirect N2O Emissions from managed soils			14						0	0	0	0

1.A.3.a.i - International Aviation (International Bunkers)	112	0	0						0	0	0	0
1.A.3.d.i - International water-borne navigation (International bunkers)	617	0	0						0	0	0	0
1.A.5.c - Multilateral Operations	0											

Inventory Year: 2005

Categories	Emissions (Gg)			Emissions CO2 Equivalents (Gg)			
	Net CO2 (1)(2)	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	Other halogenated gases with CO2 equivalent conversion factors (3)
Total National Emissions and Removals (sans AFAT)	2584	41	0	16	0	0	0
Total National Emissions and Removals (Avec AFAT)	#####	396	443	16	0	0	0
1 - Energy	2481	40	0	0	0	0	0
1.A - Fuel Combustion Activities	1519	0	0	0	0	0	0
1.A.1 - Energy Industries	506,03	0,015	0,003				
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction	280,25	0,0359	0,006				
1.A.3 - Transport	435,17	0,0641	0,033				
1.A.4 - Other Sectors	297,76	0,2536	0,005				
1.A.5 - Non-Specified							
1.B - Fugitive emissions from fuels	962	40	0	0	0	0	0
1.B.1 - Solid Fuels							
1.B.2 - Oil and Natural Gas	962	40	0				
1.B.3 - Other emissions from Energy Production							
1.C - Carbon dioxide Transport and Storage							

1.C.1 - Transport of CO2								
1.C.2 - Injection and Storage								
1.C.3 - Other								
2 - Industrial Processes and Product Use	103	0	0	16	0	0	0	
2.A - Mineral Industry	103	0	0	0	0	0	0	
2.A.1 - Cement production	103							
2.A.2 - Lime production	0							
2.A.3 - Glass Production	0							
2.A.4 - Other Process Uses of Carbonates	0							
2.A.5 - Other (please specify)	0	0	0					
2.B - Chemical Industry	0	0	0	0	0	0	0	
2.B.1 - Ammonia Production	0							
2.B.2 - Nitric Acid Production			0					
2.B.3 - Adipic Acid Production			0					
2.B.4 - Caprolactam, Glyoxal and Glyoxylic Acid Production			0					
2.B.5 - Carbide Production								
2.B.6 - Titanium Dioxide Production								
2.B.7 - Soda Ash Production								
2.B.8 - Petrochemical and Carbon Black Production								
2.B.9 - Fluorochemical Production				0	0	0	0	
2.B.10 - Other (Please specify)	0	0	0	0	0	0	0	
2.C - Metal Industry	0	0	0	0	0	0	0	
2.C.1 - Iron and Steel Production	0	0						
2.C.2 - Ferroalloys Production	0	0						
2.C.3 - Aluminium production	0				0			
2.C.4 - Magnesium production	0					0		
2.C.5 - Lead Production	0							
2.C.6 - Zinc Production	0							
2.C.7 - Other (please specify)	0	0	0	0	0	0	0	

2.D - Non-Energy Products from Fuels and Solvent Use	0	0	0	0	0	0	0
2.D.1 - Lubricant Use	0						
2.D.2 - Paraffin Wax Use	0						
2.D.3 - Solvent Use							
2.D.4 - Other (please specify)	0	0	0				
2.E - Electronics Industry	0	0	0	0	0	0	0
2.E.1 - Integrated Circuit or Semiconductor				0	0	0	0
2.E.2 - TFT Flat Panel Display					0	0	0
2.E.3 - Photovoltaics					0		
2.E.4 - Heat Transfer Fluid					0		
2.E.5 - Other (please specify)	0	0	0	0	0	0	0
2.F - Product Uses as Substitutes for Ozone Depleting Substances	0	0	0	16	0	0	0
2.F.1 - Refrigeration and Air Conditioning				16			
2.F.2 - Foam Blowing Agents				0			
2.F.3 - Fire Protection				0	0		
2.F.4 - Aerosols				0			
2.F.5 - Solvents				0			
2.F.6 - Other Applications (please specify)				0	0		
2.G - Other Product Manufacture and Use	0	0	0	0	0	0	0
2.G.1 - Electrical Equipment					0	0	
2.G.2 - SF6 and PFCs from Other Product Uses					0	0	
2.G.3 - N2O from Product Uses			0				
2.G.4 - Other (Please specify)	0	0	0	0	0	0	0
2.H - Other	0	0	0	0	0	0	0
2.H.1 - Pulp and Paper Industry	0	0					
2.H.2 - Food and Beverages Industry	0	0					

2.H.3 - Other (please specify)	0	0	0				
3 - Agriculture, Forestry, and Other Land Use	-105234	355	442	0	0	0	0
3.A - Livestock		76	11	0	0	0	0
3.A.1 - Enteric Fermentation		69					
3.A.2 - Manure Management		6	11				
3.B - Land	-105236	0	0	0	0	0	0
3.B.1 - Forest land	-111633						
3.B.2 - Cropland	4023						
3.B.3 - Grassland	329						
3.B.4 - Wetlands	0		0				
3.B.5 - Settlements	2045						
3.B.6 - Other Land	0						
3.C - Aggregate sources and non-CO2 emissions sources on land	2	279	431	0	0	0	0
3.C.1 - Burning		279	356				
3.C.2 - Liming	2						
3.C.3 - Urea application	1						
3.C.4 - Direct N2O Emissions from managed soils			58				
3.C.5 - Indirect N2O Emissions from managed soils			14				
3.C.6 - Indirect N2O Emissions from manure management			3				
3.C.7 - Rice cultivation		0					
3.C.8 - CH4 from Drained Organic Soils		0					
3.C.9 - CH4 from Drainage Ditches on Organic Soils		0					
3.C.10 - CH4 from Rewetting of Organic Soils		0					
3.C.11 - CH4 Emissions from Rewetting of Mangroves and Tidal Marshes		0					
3.C.13 - CH4 Emissions from Rewetted and Created Wetlands on Inland Wetland Mineral Soils		0					

3.C.14 - Other (please specify)		0	0				
3.D - Other							
3.D.1 - Harvested Wood Products							
3.D.2 - Other (please specify)							
4 - Waste	0,45	1,06	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
4.A - Solid Waste Disposal	0	0	0	0	0	0	0
4.B - Biological Treatment of Solid Waste	0	0	0	0	0	0	0
4.C - Incineration and Open Burning of Waste	0	0	0	0	0	0	0
4.D - Wastewater Treatment and Discharge	0	0	0	0	0	0	0
4.E - Other (please specify)	0	0	0	0	0	0	0
5 - Other	0	0	0	0	0	0	0
5.A - Indirect N2O emissions from the atmospheric deposition of nitrogen in NOx and NH3	0	0	0	0	0	0	0
5.B - Other (please specify)							
Memo Items (5)							
International Bunkers							
1.A.3.a.i - International Aviation (International Bunkers)							
1.A.3.d.i - International water-borne navigation (International bunkers)							
1.A.5.c - Multilateral Operations							

Inventory Year: 2010

Categories	Emissions (Gg)			Emissions CO2 Equivalents (Gg)				
	Net CO2 (1)(2)	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	Other halogenated gases with CO2 equivalent conversion factors (3)	Other halogenated gases without CO2 equivalent conversion factors (3)
Total National Emissions and Removals (sans AFAT)	3729	55	0	33	0	0	0	0
Total National Emissions and Removals (Avec AFAT)	#####	413	441	33	0	0	0	0
1 - Energy	3612	54	0	0	0	0	0	0
1.A - Fuel Combustion Activities	2532	0	0	0	0	0	0	0
1.A.1 - Energy Industries	916	0,022	0,003					
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction	331	0	0					
1.A.3 - Transport	868	0	0					
1.A.4 - Other Sectors	417	0	0					
1.A.5 - Non-Specified	0	0	0					
1.B - Fugitive emissions from fuels	1080	54	0	0	0	0	0	0
1.B.1 - Solid Fuels	0	0	0					
1.B.2 - Oil and Natural Gas	1080	54	0					
1.B.3 - Other emissions from Energy Production	0	0	0					
1.C - Carbon dioxide Transport and Storage	0	0	0	0	0	0	0	0
1.C.1 - Transport of CO2	0							
1.C.2 - Injection and Storage	0							
1.C.3 - Other	0							
2 - Industrial Processes and Product Use	116	0	0	33	0	0	0	0
2.A - Mineral Industry	116	0	0	0	0	0	0	0
2.A.1 - Cement production	116							

2.A.2 - Lime production	0							
2.A.3 - Glass Production	0							
2.A.4 - Other Process Uses of Carbonates	0							
2.A.5 - Other (please specify)	0	0	0					
2.B - Chemical Industry	0							
2.B.1 - Ammonia Production	0							
2.B.2 - Nitric Acid Production			0					
2.B.3 - Adipic Acid Production			0					
2.B.4 - Caprolactam, Glyoxal and Glyoxylic Acid Production			0					
2.B.5 - Carbide Production	0	0						
2.B.6 - Titanium Dioxide Production	0							
2.B.7 - Soda Ash Production	0							
2.B.8 - Petrochemical and Carbon Black Production	0	0						
2.B.9 - Fluorochemical Production				0	0	0	0	0
2.B.10 - Other (Please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0
2.C - Metal Industry	0							
2.C.1 - Iron and Steel Production	0	0						
2.C.2 - Ferroalloys Production	0	0						
2.C.3 - Aluminium production	0				0			0
2.C.4 - Magnesium production	0					0		0
2.C.5 - Lead Production	0							
2.C.6 - Zinc Production	0							
2.C.7 - Other (please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0
2.D - Non-Energy Products from Fuels and Solvent Use	0							
2.D.1 - Lubricant Use	0							
2.D.2 - Paraffin Wax Use	0							
2.D.3 - Solvent Use								
2.D.4 - Other (please specify)	0	0	0					

2.E - Electronics Industry	0	0	0	0	0	0	0	0
2.E.1 - Integrated Circuit or Semiconductor				0	0	0	0	0
2.E.2 - TFT Flat Panel Display					0	0	0	0
2.E.3 - Photovoltaics					0			0
2.E.4 - Heat Transfer Fluid					0			0
2.E.5 - Other (please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0
2.F - Product Uses as Substitutes for Ozone Depleting Substances	0	0	0	33	0	0	0	0
2.F.1 - Refrigeration and Air Conditioning				33				0
2.F.2 - Foam Blowing Agents				0				0
2.F.3 - Fire Protection				0	0			0
2.F.4 - Aerosols				0				0
2.F.5 - Solvents				0	0			0
2.F.6 - Other Applications (please specify)				0	0			0
2.G - Other Product Manufacture and Use	0	0	0	0	0	0	0	0
2.G.1 - Electrical Equipment					0	0		0
2.G.2 - SF6 and PFCs from Other Product Uses					0	0		0
2.G.3 - N2O from Product Uses			0					
2.G.4 - Other (Please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0
2.H - Other	0	0	0	0	0	0	0	0
2.H.1 - Pulp and Paper Industry	0	0						
2.H.2 - Food and Beverages Industry	0	0						
2.H.3 - Other (please specify)	0	0	0					
3 - Agriculture, Forestry, and Other Land Use	-121382	358	441	0	0	0	0	0
3.A - Livestock		79	12	0	0	0	0	0
3.A.1 - Enteric Fermentation		72						
3.A.2 - Manure Management		7	12					
3.B - Land	-121383	0	0	0	0	0	0	0

4.B - Biological Treatment of Solid Waste	0	0	0	0	0	0	0	0
4.C - Incineration and Open Burning of Waste	1	0	0	0	0	0	0	0
4.D - Wastewater Treatment and Discharge	0	1	0	0	0	0	0	0
4.E - Other (please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0
5 - Other	0	0	0	0	0	0	0	0
5.A - Indirect N2O emissions from the atmospheric deposition of nitrogen in NOx and NH3	0	0	0	0	0	0	0	0
5.B - Other (please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0
Memo Items (5)								
International Bunkers	657	0	0	0	0	0	0	0
1.A.3.a.i - International Aviation (International Bunkers)	96	0	0					
1.A.3.d.i - International water-borne navigation (International bunkers)	561	0	0					
1.A.5.c - Multilateral Operations	0	0	0	0	0	0	0	0

Inventory Year: 2011

Categories	Emissions (Gg)			Emissions CO2 Equivalents (Gg)				Emissions (Gg)				
	Net CO2 (1)(2)	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	Other halogenated gases w ith CO2 equivalent conversion factors (3)	Other halogenated gases w ithout CO2 equivalent conversion factors (4)	NOx	CO	NMVOcs	SO2
Total National Emissions and Removals (sans AFAT)	3674	53	0	53	0	0	0	0	24	##	59	10
Total National Emissions and Removals (Avec AFAT)	-113300	414	444	53	0	0	0	0	46	##	59	10
1 - Energy	3568	52	0	0	0	0	0	0	24	##	3	10
1.A - Fuel Combustion Activities	2551	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10
1.A.1 - Energy Industries	1007	0	0						0	0	0	0
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction	306	0	0						0	0	0	0
1.A.3 - Transport	865	0	0						0	1	0	10
1.A.4 - Other Sectors	373	0	0						0	0	0	0
1.A.5 - Non-Specified	0	0	0						0	0	0	0
1.B - Fugitive emissions from fuels	1017	52	0	0	0	0	0	0	24	245	3	0
1.B.1 - Solid Fuels	0	0	0						0	0	0	0
1.B.2 - Oil and Natural Gas	1017	52	0						24	245	3	0
1.B.3 - Other emissions from Energy Production	0	0	0						0	0	0	0
1.C - Carbon dioxide Transport and Storage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.C.1 - Transport of CO2	0								0	0	0	0
1.C.2 - Injection and Storage	0								0	0	0	0
1.C.3 - Other	0								0	0	0	0
2 - Industrial Processes and Product Use	104	0	0	53	0	0	0	0	0	0	57	0
2.A - Mineral Industry	104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.A.1 - Cement production	104								0	0	0	0
2.A.2 - Lime production	0								0	0	0	0

2.A.3 - Glass Production	0								0	0	0	0
2.A.4 - Other Process Uses of Carbonates	0								0	0	0	0
2.A.5 - Other (please specify)	0	0	0						0	0	0	0
2.B - Chemical Industry	0											
2.B.1 - Ammonia Production	0								0	0	0	0
2.B.2 - Nitric Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.3 - Adipic Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.4 - Caprolactam, Glyoxal and Glyoxylic Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.5 - Carbide Production	0	0							0	0	0	0
2.B.6 - Titanium Dioxide Production	0								0	0	0	0
2.B.7 - Soda Ash Production	0								0	0	0	0
2.B.8 - Petrochemical and Carbon Black Production	0	0							0	0	0	0
2.B.9 - Fluorochemical Production				0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.B.10 - Other (Please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.C - Metal Industry	0											
2.C.1 - Iron and Steel Production	0	0							0	0	0	0
2.C.2 - Ferroalloys Production	0	0							0	0	0	0
2.C.3 - Aluminium production	0				0			0	0	0	0	0
2.C.4 - Magnesium production	0					0		0	0	0	0	0
2.C.5 - Lead Production	0								0	0	0	0
2.C.6 - Zinc Production	0								0	0	0	0
2.C.7 - Other (please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.D - Non-Energy Products from Fuels and Solvent Use	0											
2.D.1 - Lubricant Use	0								0	0	0	0
2.D.2 - Paraffin Wax Use	0								0	0	0	0
2.D.3 - Solvent Use									0	0	0	0

Inventory Year: 2012

Categories	Emissions (Gg)			Emissions CO2 Equivalents (Gg)				Emissions (Gg)				
	Net CO2 (1)(2)	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	Other halogenated gases w ith CO2 equivalent conversion factors (3)	Other halogenated gases w ithout CO2 equivalent conversion factors (4)	NOx	CO	NM/OCs	SO2
Total National Emissions and Removals (sans AFAT)	3554	45	0	71	0	0	0	0	19	218	59	11
Total National Emissions and Removals (Avec AFAT)	-114112	407	446	71	0	0	0	0	42	597	59	11
1 - Energy	3487	44	0	0	0	0	0	0	19	218	2	11
1.A - Fuel Combustion Activities	2564	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	11
1.A.1 - Energy Industries	990	0	0						0	0	0	0
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction	307	0	0						0	0	0	0
1.A.3 - Transport	879	0	0						0	1	0	11
1.A.4 - Other Sectors	388	0	0						0	0	0	0
1.A.5 - Non-Specified	0	0	0						0	0	0	0
1.B - Fugitive emissions from fuels	923	44	0	0	0	0	0	0	19	217	2	0
1.B.1 - Solid Fuels	0	0	0						0	0	0	0
1.B.2 - Oil and Natural Gas	923	44	0						19	217	2	0
1.B.3 - Other emissions from Energy Production	0	0	0						0	0	0	0
1.C - Carbon dioxide Transport and Storage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.C.1 - Transport of CO2	0								0	0	0	0
1.C.2 - Injection and Storage	0								0	0	0	0
1.C.3 - Other	0								0	0	0	0
2 - Industrial Processes and Product Use	66	0	0	71	0	0	0	0	0	0	57	0

2.A - Mineral Industry	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.A.1 - Cement production	66								0	0	0	0
2.A.2 - Lime production	0								0	0	0	0
2.A.3 - Glass Production	0								0	0	0	0
2.A.4 - Other Process Uses of Carbonates	0								0	0	0	0
2.A.5 - Other (please specify)	0	0	0						0	0	0	0
2.B - Chemical Industry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.B.1 - Ammonia Production	0								0	0	0	0
2.B.2 - Nitric Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.3 - Adipic Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.4 - Caprolactam, Glyoxal and Glyoxylic Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.5 - Carbide Production	0	0							0	0	0	0
2.B.6 - Titanium Dioxide Production	0								0	0	0	0
2.B.7 - Soda Ash Production	0								0	0	0	0
2.B.8 - Petrochemical and Carbon Black Production	0	0							0	0	0	0
2.B.9 - Fluorochemical Production				0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.B.10 - Other (Please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.C - Metal Industry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.C.1 - Iron and Steel Production	0	0							0	0	0	0
2.C.2 - Ferroalloys Production	0	0							0	0	0	0
2.C.3 - Aluminium production	0			0				0	0	0	0	0
2.C.4 - Magnesium production	0				0			0	0	0	0	0
2.C.5 - Lead Production	0								0	0	0	0
2.C.6 - Zinc Production	0								0	0	0	0

2.H - Other	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	0
2.H.1 - Pulp and Paper Industry	0	0							0	0	0	0
2.H.2 - Food and Beverages Industry	0	0							0	0	57	0
2.H.3 - Other (please specify)	0	0	0						0	0	0	0
3 - Agriculture, Forestry, and Other Land Use	-117667	362	446	0	0	0	0	0	23	378	0	0
3.A - Livestock		81	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.A.1 - Enteric Fermentation		74							0	0	0	0
3.A.2 - Manure Management		7	12						0	0	0	0
3.B - Land	-117668	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B.1 - Forest land	-128976								0	0	0	0
3.B.2 - Cropland	8109								0	0	0	0
3.B.3 - Grassland	475								0	0	0	0
3.B.4 - Wetlands	1378		0						0	0	0	0
3.B.5 - Settlements	962								0	0	0	0
3.B.6 - Other Land	384								0	0	0	0
3.C - Aggregate sources and non-CO2 emissions sources on land	2	281	434	0	0	0	0	0	23	378	0	0
3.C.1 - Burning		281	359						23	378	0	0
3.C.2 - Liming	1								0	0	0	0
3.C.3 - Urea application	1								0	0	0	0
3.C.4 - Direct N2O Emissions from managed soils			58						0	0	0	0
3.C.5 - Indirect N2O Emissions from managed soils			14						0	0	0	0
3.C.6 - Indirect N2O Emissions from manure management			3						0	0	0	0
3.C.7 - Rice cultivation		0							0	0	0	0
3.C.8 - CH4 from Drained Organic Soils		0							0	0	0	0
3.C.9 - CH4 from Drainage Ditches on Organic Soils		0							0	0	0	0

3.C.10 - CH4 from Rewetting of Organic Soils		0							0	0	0	0
3.C.11 - CH4 Emissions from Rewetting of Mangroves and Tidal Marshes		0							0	0	0	0
3.C.13 - CH4 Emissions from Rewetted and Created Wetlands on Inland Wetland Mineral Soils		0							0	0	0	0
3.C.14 - Other (please specify)		0	0						0	0	0	0
3.D - Other	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.D.1 - Harvested Wood Products	0								0	0	0	0
3.D.2 - Other (please specify)	0	0	0						0	0	0	0
4 - Waste	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.A - Solid Waste Disposal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.B - Biological Treatment of Solid Waste	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.C - Incineration and Open Burning of Waste	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.D - Wastewater Treatment and Discharge	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.E - Other (please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 - Other	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.A - Indirect N2O emissions from the atmospheric deposition of nitrogen in NOx and NH3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.B - Other (please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Memo Items (5)												
International Bunkers	708	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.A.3.a.i - International Aviation (International Bunkers)	87	0	0						0	0	0	0
1.A.3.d.i - International water-borne navigation (International bunkers)	621	0	0						0	0	0	0

1.C.1 - Transport of CO2	0								0	0	0	0
1.C.2 - Injection and Storage	0								0	0	0	0
1.C.3 - Other	0								0	0	0	0
2 - Industrial Processes and Product Use	80	0	0	77	0	0	0	0	0	0	2	0
2.A - Mineral Industry	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.A.1 - Cement production	80								0	0	0	0
2.A.2 - Lime production	0								0	0	0	0
2.A.3 - Glass Production	0								0	0	0	0
2.A.4 - Other Process Uses of Carbonates	0								0	0	0	0
2.A.5 - Other (please specify)	0	0	0						0	0	0	0
2.B - Chemical Industry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.B.1 - Ammonia Production	0								0	0	0	0
2.B.2 - Nitric Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.3 - Adipic Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.4 - Caprolactam, Glyoxal and Glyoxylic Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.5 - Carbide Production	0	0							0	0	0	0
2.B.6 - Titanium Dioxide Production	0								0	0	0	0
2.B.7 - Soda Ash Production	0								0	0	0	0
2.B.8 - Petrochemical and Carbon Black Production	0	0							0	0	0	0
2.B.9 - Fluorochemical Production				0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.B.10 - Other (Please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.C - Metal Industry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.C.1 - Iron and Steel Production	0	0							0	0	0	0
2.C.2 - Ferroalloys Production	0	0							0	0	0	0

2.G.1 - Electrical Equipment					0	0		0	0	0	0	0
2.G.2 - SF6 and PFCs from Other Product Uses					0	0		0	0	0	0	0
2.G.3 - N2O from Product Uses			0						0	0	0	0
2.G.4 - Other (Please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.H - Other	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
2.H.1 - Pulp and Paper Industry	0	0							0	0	0	0
2.H.2 - Food and Beverages Industry	0	0							0	0	2	0
2.H.3 - Other (please specify)	0	0	0						0	0	0	0
3 - Agriculture, Forestry, and Other Land Use	-114711	364	449	0	0	0	0	0	23	378	0	0
3.A - Livestock		83	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.A.1 - Enteric Fermentation		76							0	0	0	0
3.A.2 - Manure Management		7	12						0	0	0	0
3.B - Land	-114714	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B.1 - Forest land	-126023								0	0	0	0
3.B.2 - Cropland	8110								0	0	0	0
3.B.3 - Grassland	475								0	0	0	0
3.B.4 - Wetlands	1378		0						0	0	0	0
3.B.5 - Settlements	962								0	0	0	0
3.B.6 - Other Land	384								0	0	0	0
3.C - Aggregate sources and non-CO2 emissions sources on land	3	281	437	0	0	0	0	0	23	378	0	0
3.C.1 - Burning		281	358						23	378	0	0
3.C.2 - Liming	1								0	0	0	0
3.C.3 - Urea application	1								0	0	0	0
3.C.4 - Direct N2O Emissions from managed soils			61						0	0	0	0
3.C.5 - Indirect N2O Emissions from managed soils			15						0	0	0	0

Memo Items (5)													
International Bunkers	694	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.A.3.a.i - International Aviation (International Bunkers)	101	0	0						0	0	0	0	0
1.A.3.d.i - International water-borne navigation (International bunkers)	594	0	0						0	0	0	0	0
1.A.5.c - Multilateral Operations	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Inventory Year:
2014

Categories	Emissions (Gg)			Emissions CO2 Equivalents (Gg)				Emissions (Gg)				
	Net CO2 (1)(2)	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	Other halogenated gases with CO2 equivalent conversion factors (3)	Other halogenated gases without CO2 equivalent conversion factors (4)	NOx	CO	NMVOCs	SO2
Total National Emissions and Removals (sans AFAT)	3499	43	0	86	0	0	0	0	19	207	4	12
Total National Emissions and Removals (Avec AFAT)	-110284	408	450	86	0	0	0	0	41	586	4	12
1 - Energy	3467	42	0	0	0	0	0	0	19	207	2	12
1.A - Fuel Combustion Activities	2594	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	12
1.A.1 - Energy Industries	954	0	0						0	0	0	0
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction	317	0	0						0	0	0	0
1.A.3 - Transport	930	0	0						0	1	0	12

1.A.4 - Other Sectors	392	0	0						0	0	0	0
1.A.5 - Non-Specified	0	0	0						0	0	0	0
1.B - Fugitive emissions from fuels	874	42	0	0	0	0	0	0	18	206	2	0
1.B.1 - Solid Fuels	0	0	0						0	0	0	0
1.B.2 - Oil and Natural Gas	874	42	0						18	206	2	0
1.B.3 - Other emissions from Energy Production	0	0	0						0	0	0	0
1.C - Carbon dioxide Transport and Storage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.C.1 - Transport of CO2	0								0	0	0	0
1.C.2 - Injection and Storage	0								0	0	0	0
1.C.3 - Other	0								0	0	0	0
2 - Industrial Processes and Product Use	29	0	0	86	0	0	0	0	0	0	2	0
2.A - Mineral Industry	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.A.1 - Cement production	29								0	0	0	0
2.A.2 - Lime production	0								0	0	0	0
2.A.3 - Glass Production	0								0	0	0	0
2.A.4 - Other Process Uses of Carbonates	0								0	0	0	0
2.A.5 - Other (please specify)	0	0	0						0	0	0	0
2.B - Chemical Industry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.B.1 - Ammonia Production	0								0	0	0	0
2.B.2 - Nitric Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.3 - Adipic Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.4 - Caprolactam, Glyoxal			0						0	0	0	0

2.E.1 - Integrated Circuit or Semiconductor				0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.E.2 - TFT Flat Panel Display					0	0	0	0	0	0	0	0
2.E.3 - Photovoltaics					0			0	0	0	0	0
2.E.4 - Heat Transfer Fluid					0			0	0	0	0	0
2.E.5 - Other (please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.F - Product Uses as Substitutes for Ozone Depleting Substances	0	0	0	86	0							
2.F.1 - Refrigeration and Air Conditioning				86				0	0	0	0	0
2.F.2 - Foam Blowing Agents				0				0	0	0	0	0
2.F.3 - Fire Protection				0	0			0	0	0	0	0
2.F.4 - Aerosols				0				0	0	0	0	0
2.F.5 - Solvents				0	0			0	0	0	0	0
2.F.6 - Other Applications (please specify)				0	0			0	0	0	0	0
2.G - Other Product Manufacture and Use	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.G.1 - Electrical Equipment					0	0		0	0	0	0	0
2.G.2 - SF6 and PFCs from Other Product Uses					0	0		0	0	0	0	0
2.G.3 - N2O from Product Uses			0						0	0	0	0
2.G.4 - Other (Please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.H - Other	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
2.H.1 - Pulp and Paper Industry	0	0							0	0	0	0
2.H.2 - Food and Beverages Industry	0	0							0	0	2	0
2.H.3 - Other (please specify)	0	0	0						0	0	0	0

3 - Agriculture, Forestry, and Other Land Use	-113783	365	450	0	0	0	0	0	23	378	0	0
3.A - Livestock		84	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.A.1 - Enteric Fermentation		77							0	0	0	0
3.A.2 - Manure Management		7	12						0	0	0	0
3.B - Land	-113788	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B.1 - Forest land	-125099								0	0	0	0
3.B.2 - Cropland	8113								0	0	0	0
3.B.3 - Grassland	475								0	0	0	0
3.B.4 - Wetlands	1378		0						0	0	0	0
3.B.5 - Settlements	962								0	0	0	0
3.B.6 - Other Land	384								0	0	0	0
3.C - Aggregate sources and non-CO2 emissions sources on land	5	281	438	0	0	0	0	0	23	378	0	0
3.C.1 - Burning		281	358						23	378	0	0
3.C.2 - Liming	4								0	0	0	0
3.C.3 - Urea application	1								0	0	0	0
3.C.4 - Direct N2O Emissions from managed soils			62						0	0	0	0
3.C.5 - Indirect N2O Emissions from managed soils			16						0	0	0	0
3.C.6 - Indirect N2O Emissions from manure management			3						0	0	0	0
3.C.7 - Rice cultivation		0							0	0	0	0
3.C.8 - CH4 from Drained Organic Soils		0							0	0	0	0
3.C.9 - CH4 from Drainage Ditches on Organic Soils		0							0	0	0	0
3.C.10 - CH4 from Rewetting of Organic Soils		0							0	0	0	0

3.C.11 - CH4 Emissions from Rewetting of Mangroves and Tidal Marshes		0							0	0	0	0
3.C.13 - CH4 Emissions from Rewetted and Created Wetlands on Inland Wetland Mineral Soils		0							0	0	0	0
3.C.14 - Other (please specify)		0	0						0	0	0	0
3.D - Other	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.D.1 - Harvested Wood Products	0								0	0	0	0
3.D.2 - Other (please specify)	0	0	0						0	0	0	0
4 - Waste	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.A - Solid Waste Disposal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.B - Biological Treatment of Solid Waste	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.C - Incineration and Open Burning of Waste	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.D - Wastewater Treatment and Discharge	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.E - Other (please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 - Other	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.A - Indirect N2O emissions from the atmospheric deposition of nitrogen in NOx and NH3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.B - Other (please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Memo Items (5)												
International Bunkers	678	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.A.3.a.i - International Aviation	85	0	0						0	0	0	0

(International Bunkers)												
1.A.3.d.i - International water-borne navigation (International bunkers)	594	0	0						0	0	0	0
1.A.5.c - Multilateral Operations	0											

Inventory Year:
2015

Categories	Emissions (Gg)			Emissions CO2 Equivalents (Gg)				Emissions (Gg)				
	Net CO2 (1)(2)	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	Other halogenated gases w with CO2 equivalent conversion factors (3)	Other halogenated gases w ithout CO2 equivalent conversion factors (4)	NOx	CO	NM/OCs	SO2
Total National Emissions and Removals (sans AFAT)	3527	41	0	88	0	0	0	0	19	207	4	12
Total National Emissions and Removals (Avec AFAT)	-111104	407	450	88	0	0	0	0	41	585	4	12
1 - Energy	3524	40	0	0	0	0	0	0	19	207	2	12
1.A - Fuel Combustion Activities	2625	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	12
1.A.1 - Energy Industries	1018	0	0						0	0	0	0
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction	307	0	0						0	0	0	0
1.A.3 - Transport	910	0	0						0	1	0	12
1.A.4 - Other Sectors	390	0	0						0	0	0	-
1.A.5 - Non-Specified	0	0	0						0	0	0	0

1.B - Fugitive emissions from fuels	899	40	0	0	0	0	0	0	18	206	2	0
1.B.1 - Solid Fuels	0	0	0						0	0	0	0
1.B.2 - Oil and Natural Gas	899	40	0						18	206	2	0
1.B.3 - Other emissions from Energy Production	0	0	0						0	0	0	0
1.C - Carbon dioxide Transport and Storage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.C.1 - Transport of CO2	0								0	0	0	0
1.C.2 - Injection and Storage	0								0	0	0	0
1.C.3 - Other	0								0	0	0	0
2 - Industrial Processes and Product Use	0	0	0	88	0	0	0	0	0	0	2	0
2.A - Mineral Industry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.A.1 - Cement production	0								0	0	0	0
2.A.2 - Lime production	0								0	0	0	0
2.A.3 - Glass Production	0								0	0	0	0
2.A.4 - Other Process Uses of Carbonates	0								0	0	0	0
2.A.5 - Other (please specify)	0	0	0						0	0	0	0
2.B - Chemical Industry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.B.1 - Ammonia Production	0								0	0	0	0
2.B.2 - Nitric Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.3 - Adipic Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.4 - Caprolactam, Glyoxal and Glyoxylic Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.5 - Carbide Production	0	0							0	0	0	0
2.B.6 - Titanium Dioxide Production	0								0	0	0	0
2.B.7 - Soda Ash Production	0								0	0	0	0

2.B.8 - Petrochemical and Carbon Black Production	0	0							0	0	0	0
2.B.9 - Fluorochemical Production				0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.B.10 - Other (Please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.C - Metal Industry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.C.1 - Iron and Steel Production	0	0							0	0	0	0
2.C.2 - Ferroalloys Production	0	0							0	0	0	0
2.C.3 - Aluminium production	0				0			0	0	0	0	0
2.C.4 - Magnesium production	0					0		0	0	0	0	0
2.C.5 - Lead Production	0								0	0	0	0
2.C.6 - Zinc Production	0								0	0	0	0
2.C.7 - Other (please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.D - Non-Energy Products from Fuels and Solvent Use	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.D.1 - Lubricant Use	0								0	0	0	0
2.D.2 - Paraffin Wax Use	0								0	0	0	0
2.D.3 - Solvent Use									0	0	0	0
2.D.4 - Other (please specify)	0	0	0						0	0	0	0
2.E - Electronics Industry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.E.1 - Integrated Circuit or Semiconductor				0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.E.2 - TFT Flat Panel Display					0	0	0	0	0	0	0	0
2.E.3 - Photovoltaics					0			0	0	0	0	0
2.E.4 - Heat Transfer Fluid					0			0	0	0	0	0
2.E.5 - Other (please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.F - Product Uses as Substitutes for Ozone Depleting Substances	0	0	0	88	0	0	0	0	0	0	0	0

2.F.1 - Refrigeration and Air Conditioning				88,1604				0	0	0	0	0
2.F.2 - Foam Blowing Agents				0				0	0	0	0	0
2.F.3 - Fire Protection				0	0			0	0	0	0	0
2.F.4 - Aerosols				0				0	0	0	0	0
2.F.5 - Solvents				0	0			0	0	0	0	0
2.F.6 - Other Applications (please specify)				0	0			0	0	0	0	0
2.G - Other Product Manufacture and Use	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.G.1 - Electrical Equipment					0	0		0	0	0	0	0
2.G.2 - SF6 and PFCs from Other Product Uses					0	0		0	0	0	0	0
2.G.3 - N2O from Product Uses			0						0	0	0	0
2.G.4 - Other (Please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.H - Other	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
2.H.1 - Pulp and Paper Industry	0	0							0	0	0	0
2.H.2 - Food and Beverages Industry	0	0							0	0	2	0
2.H.3 - Other (please specify)	0	0	0						0	0	0	0
3 - Agriculture, Forestry, and Other Land Use	-114631	366	449	0	0	0	0	0	23	378	0	0
3.A - Livestock		85	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.A.1 - Enteric Fermentation		79							0	0	0	0
3.A.2 - Manure Management		7	12						0	0	0	0
3.B - Land	-114633	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B.1 - Forest land	-125945								0	0	0	0
3.B.2 - Cropland	8113								0	0	0	0
3.B.3 - Grassland	475								0	0	0	0
3.B.4 - Wetlands	1378		0						0	0	0	0
3.B.5 - Settlements	962								0	0	0	0
3.B.6 - Other Land	384								0	0	0	0

4.B - Biological Treatment of Solid Waste	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.C - Incineration and Open Burning of Waste	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.D - Wastewater Treatment and Discharge	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.E - Other (please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 - Other	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.A - Indirect N2O emissions from the atmospheric deposition of nitrogen in NOx and NH3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.B - Other (please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Memo Items (5)												
International Bunkers	710	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.A.3.a.i - International Aviation (International Bunkers)	93	0	0						0	0	0	0
1.A.3.d.i - International water-borne navigation (International bunkers)	617	0	0						0	0	0	0
1.A.5.c - Multilateral Operations	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Inventory Year: 2016

Categories	Emissions (Gg)			Emissions CO2 Equivalents (Gg)					Emissions (Gg)				
	Net CO2 (1)(2)	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	Other halogenated gases with CO2 equivalent conversion factors (3)	Other halogenated gases without CO2 equivalent conversion factors (4)	NOx	CO	NM/OCs	SO2	
Total National Emissions and Removals (sans AFAT)	3737	43	0	88	0	0	0	0	30	278	4	13	

Total National Emissions and Removals (Avec AFAT)	-109068	396	444	88	0	0	0	0	52	642	4	13
1 - Energy	3732	42	0	0	0	0	0	0	30	278	3	13
1.A - Fuel Combustion Activities	2837	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	13
1.A.1 - Energy Industries	1057	0	0						0	0	0	0
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction	381	0	0						0	0	0	0
1.A.3 - Transport	967	0	0						0	1	0	13
1.A.4 - Other Sectors	432	0	0						0	0	0	0
1.A.5 - Non-Specified	0	0	0						0	0	0	0
1.B - Fugitive emissions from fuels	895	41	0	0	0	0	0	0	30	277	3	0
1.B.1 - Solid Fuels	0	0	0						0	0	0	0
1.B.2 - Oil and Natural Gas	895	41	0						30	277	3	0
1.B.3 - Other emissions from Energy Production	0	0	0						0	0	0	0
1.C - Carbon dioxide Transport and Storage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.C.1 - Transport of CO2	0								0	0	0	0
1.C.2 - Injection and Storage	0								0	0	0	0
1.C.3 - Other	0								0	0	0	0
2 - Industrial Processes and Product Use	0	0	0	88	0	0	0	0	0	0	1	0
2.A - Mineral Industry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.A.1 - Cement production	0								0	0	0	0
2.A.2 - Lime production	0								0	0	0	0
2.A.3 - Glass Production	0								0	0	0	0
2.A.4 - Other Process Uses of Carbonates	0								0	0	0	0
2.A.5 - Other (please specify)	0	0	0						0	0	0	0
2.B - Chemical Industry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.B.1 - Ammonia Production	0								0	0	0	0
2.B.2 - Nitric Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.3 - Adipic Acid Production			0						0	0	0	0

5 - Other	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.A - Indirect N2O emissions from the atmospheric deposition of nitrogen in NOx and NH3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.B - Other (please specify)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Memo Items (5)												
International Bunkers	721	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.A.3.a.i - International Aviation (International Bunkers)	98	0	0						0	0	0	0
1.A.3.d.i - International water-borne navigation (International bunkers)	623	0	0						0	0	0	0
1.A.5.c - Multilateral Operations	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Inventory Year:
2017

Categories	Emissions (Gg)			Emissions CO2 Equivalents (Gg)				Emissions (Gg)				
	Net CO2 (1)(2)	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	Other halogenated gases w ith CO2 equivalent conversion factors (3)	Other halogenated gases w ithout CO2 equivalent conversion factors (4)	NOx	CO	NM/OCs	SO2
Total National Emissions and Removals (sans AFAT)	3805	49	0	88	0	0	0	0	32	273	4	9
Total National Emissions and Removals (Avec AFAT)	-104991	400	441	88	0	0	0	0	53	633	4	9
1 - Energy	3803	47	0	0	0	0	0	0	32	273	3	9
1.A - Fuel Combustion Activities	2990	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9
1.A.1 - Energy Industries	1220	0	0						0	0	0	0
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction	383	0	0						0	0	0	0

1.A.3 - Transport	957	0	0						0	1	0	9
1.A.4 - Other Sectors	431	0	0						0	0	0	-
1.A.5 - Non-Specified	0	0	0						0	0	0	0
1.B - Fugitive emissions from fuels	813	47	0	0	0	0	0	0	32	271	3	0
1.B.1 - Solid Fuels	0	0	0						0	0	0	0
1.B.2 - Oil and Natural Gas	813	47	0						32	271	3	0
1.B.3 - Other emissions from Energy Production	0	0	0						0	0	0	0
1.C - Carbon dioxide Transport and Storage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.C.1 - Transport of CO2	0								0	0	0	0
1.C.2 - Injection and Storage	0								0	0	0	0
1.C.3 - Other	0								0	0	0	0
2 - Industrial Processes and Product Use	0	0	0	88	0	0	0	0	0	0	1	0
2.A - Mineral Industry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.A.1 - Cement production	0								0	0	0	0
2.A.2 - Lime production	0								0	0	0	0
2.A.3 - Glass Production	0								0	0	0	0
2.A.4 - Other Process Uses of Carbonates	0								0	0	0	0
2.A.5 - Other (please specify)	0	0	0						0	0	0	0
2.B - Chemical Industry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.B.1 - Ammonia Production	0								0	0	0	0
2.B.2 - Nitric Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.3 - Adipic Acid Production			0						0	0	0	0
2.B.4 - Caprolactam, Glyoxal and Glyoxylic Acid Production			0						0	0	0	0

Bibliographie

- Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre ;
- Lignes directrices 1996 du GIEC et le GPG2000 ;
- Rapports d'activités annuels de la SEEG de 2010 à 2016 ;
- Tableaux de Bord de l'Economie Gabonaise de 2006 à 2017 ;
- Rapport de l'étude du Schéma Directeur Production Transport 2016, Ministère de l'Eau et de l'Energie ;
- Bilan énergétique de 1994 à 2014 du Ministère de l'Eau et de l'Energie ;
- Bilan énergétique de 2015 et 2016 de l'Agence Internationale de l'Energie ;
- EMEP EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 Introduction ;
- BP-statistical-review-of-world-energy-2011-full-report ;
- Statistics_manual_french AIE ;
- WORLD BANK YBK STAT 2015 ;
- IPCCInventorySoftwareUserManualV2_54 ;
- Annuaire Statistique pour l'Afrique 2017 ;
- <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>
- Rapports de production de la Société Gabonaise de Raffinage (SOGARA) et de la Société Gabonaise d'Entreposage des Produits Pétroliers (SGEPP) ;
- Rapports annuels de la Société d'Energie et d'Eau du Gabon (SEEG) et de la Société de Patrimoine (SP) ;
- Arrêté N°0250/MMEPRH du 17 mars 2007, fixant les spécifications administratives des produits pétroliers en vente en République gabonaise ;
- Rapport de l'inventaire des gaz à effet de serre, année de base 2010 ;
- Actualisation du schéma directeur d'électrification du Gabon - AECOM, janvier 2017 ;
- Consultative Group of Experts on national communications from parties not included in annex 1 to the convention (CGE) : Training Handbook on Mitigation Assessment for Non-Annex I Parties, May 2016 ;
- Seconde Communication Nationale du Gabon sur les Changements Climatique : Module Energie.
- Caroline TURQUOIS, audit de la décharge de Mindoubé, pour le compte de l'A.I.D.I.E., 2006 ;
- DIVISION CARTOGRAPHIE, recensement général de la population et de l'habitat, bilan général de la cartographie, 2003 & 2013 ;

- DGEPN, rapport d'audit de la capacité opérationnelle de la SOVOG, avril 2007 ;
- DGEPN, rapport d'activités de CLEAN AFRICA, 2014,
- DGEPN, rapport d'activités d'Impact Environnement Gabon (I.E.G), septembre 2018,
- Georges PAMPLONA Roger, croquez la vie ;
- GIEC, Les lignes directrices pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, 1996 & 2006 ;
- GEREP ENVIRONNEMENT, étude de faisabilité de la nouvelle installation de gestion des déchets solides de Libreville, pour le compte de l'ANGT, avril 2014,
- GSP, étude de faisabilité pour la mise en place d'un centre de traitement des DASRI, 2011,
- Jean B. MOMBO & Mesmin EDOU, la gestion des déchets urbains au Gabon, 2005.
- S.E.E.G, rapport annuel, exercice 2003, page 15 ;
- P.A.P.S.U.T., la gestion de l'environnement urbain, volume 10, annexe 7, janvier 2001 ;
- P.A.P.S.U.T., données sanitaires et d'environnement urbain, volume 9, janvier 2001 ;
- PSFE, étude sur la mise en place d'un système pérenne de collecte et de valorisation des déchets solides, 2002.
- Christy, P., Jaffré, R., Ntougou, O., Wilks, Chris. (2003). La forêt et la filière bois au Gabon. Paris Ministère des affaires étrangères. 389p.
- Conseil National Climat. (2013). Plan National Climat. Libreville 95p.
- Desclée, B., Mayaux, P., Hansen, P., Lolo Amani, L., Sannier, C., Mertens, B., Hausler, T., NgamabouSiwé, R., Poilve, H., Gond, V., Rahm, M., Haarpaintner, J., KibambeLubamba J-P. (2014). Evolution du couvert forestier du niveau national au régional et moteurs de changement *in* les forêts du bassin du Congo-Etat des Forêts 2013. Chapitre 1 du Rapport de COMIFAC. pp 21-42. Eds : de Wasseige C., Flynn J., Louppe D., Hiol F., Mayaux Ph.- 2014. Weyrich. Belgique. 328p. ISBN : 978-2-87489-298-1.
- Direction Générale de l'Economie et de la Législation fiscale (2010). Tableau de Bord de l'Economie. Branchez-vous en ligne : <http://www.dgepf.ga/> .
- EchoGéo (2010). Inventaire des cartes climatiques conservées à la cartothèque de l'IGN. Branchez-vous en ligne Disponible : <https://echogeo.revues.org/12242> (Page consultée, le 20 juin 2015)

- FAO (2010). Evaluation des ressources forestières mondiales 2010. Rapport Principal/Etude FAO : Forêts 163. ISBN 978-92-5-206654-5. Rome, Italie. 348p. Branchez-vous en ligne Disponible : <http://www.fao.org/docrep/013/i1757f/i1757f.pdf> (Page consultée, le 20 juin 2015)
- FAO (2015). Évaluation des ressources forestières mondiales 2015, Répertoire de données de FRA 2015, Branchez-vous en ligne Disponible : <http://www.fao.org/3/a-i4808f.pdf>.
- GCE, Manuel sur les Inventaires des GES Nationaux Secteur Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Foresterie, https://unfccc.int/files/national...i.../11-bis-handbook-on-lulucf-sector_fr.pdf
- Iversen, P., Lee, D., Rocha, M. (2014). Comprendre l'utilisation des terres dans la CCNUCC, 78P.
- Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre
- MacDicken, K., Jonsson, Ö., Piña, L., Maulo, S., Contessa, V., Adikari, Y., ... & D'Annunzio, R. (2016). Évaluation des ressources forestières mondiales 2015: comment les forêts de la planète changent-elles?
- Martin, D., Chatelin, Y., Collinet, J., Guichard, E et Sala, G. (1981). Les sols du Gabon : Pédogenèse, Répartition et Aptitudes. Notice explicative n°92 /ORSTOM. ISBN 2-7099-06-7. Paris, France. 66 p.
- Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme, de l'Ecologie et du Développement Durable. (2011). Seconde communication nationale du Gabon sur les changements climatiques au titre de la convention cadre des nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Rapport technique/GEF/PNUD/Novembre 2011. Chapitre III-2 : Secteur Changement D'Affectation des Terres et Foresterie pp. 46-56 réalisé par Nkoumakali, B & Migolet, P. Direction Générale de l'Environnement et de la Protection de la Nature. Libreville, Gabon. 181p.
- Nkoumakali, B., Migolet, P., & BOUDJANG, N.D. (2017). Troisième communication nationale du Gabon sur l'inventaire des gaz à effet de serres dans le cadre de la convention cadre des nations unies sur les changements climatiques pour l'année 2010 (Période de 2006 à 2014). Secteur utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie.
- Ordonnance N°002/PR/2017 du 27 février 2017 portant orientation de l'urbanisme en République Gabonaise

- PDSIRFN au Gabon et en RDC (2013). Résultats préliminaires et perspectives du projet de Développement d'un système d'inventaire des ressources forestières du Gabon et de la RDC appuyé par l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA). Document d'information réalisé par Nkoumakali Bruno et KondjoShoko. PDSIRFN Gabon. Libreville, Gabon. 9p.
- Plan National d'affectation du territoire. (2015)
- Pottier, P., Allogho-Nkoghe, F.M., Koumba, J.P., & Ondo, N.N. (2017). Chapitre 7- L'urbanisation à l'assaut du littoral du Gabon in Les régions littorales du Gabon, Elément de réflexion pour une planification stratégique du territoire. Ed. LETG-Nantes Géolittomère (Nantes) & Raponda Walker (Gabon), 180-195.
- Sannier, C., McRoberts, R. E., Fichet, L.-V., & Makaga, E. M. K. (2014). Using the regression estimator with Landsat data to estimate proportion forest cover and net proportion deforestation in Gabon. *Remotesensing of environment*, 151, 138-148.
- Martin, A. R., Doraisami, M., & Thomas, S. C. (2018). Global patterns in wood carbon concentration across the world's trees and forests. *Nature Geoscience*, 11(12), 915–920. doi: 10.1038/s41561-018-0246-x
- Mokany, K., Raison, R.J., Prokushkin, A.S., (2006). Critical analysis of root : shoot ratios in terrestrial biomes. *Global Change Biology* 12, 84–96.
- Ellis, P.W., Gopalakrishna, T., Goodman, R.C., Putz, F.E., Roopsind, A., Umunay, P.M., Zalman, J., Ellis, E.A., Mo, K., Gregoire, T.G., Griscom, B.W., (2019). Reduced-impact logging for climate change mitigation (RIL-C) can halve selective logging emissions from tropical forests. *For. Ecol. Manage.* 438, 255–266.
- Burton, M. E. H., Poulsen, J. R., Lee, M. E., Medjibe, V. P., Stewart, C. G., Venkataraman, A., & White, L. J. T. (2016). Reducing Carbon Emissions from Forest Conversion for Oil Palm Agriculture in Gabon: Carbon stocks in an oil palm concession. *Conservation Letters*. doi: 10.1111/conl.12265
- Poulsen, J.R., Medjibe, V.P., White, L.J.T., Miao, Z., Banak-Ngok, L., Beirne, C., Clark, C.J., Cuni-Sanchez, A., Disney, M., Doucet, J., Lee, M.E., Lewis, S.L., Mitchard, E., Nunez, C.L., Reitsma, J., Saatchi, S., Scott, C.T., (2020) Old growth Afrotropical forests critical for maintaining forest carbon. *Global Ecology and Biogeography*

- Gourlet-Fleury, S., Mortier, F., Fayolle, A., Baya, F., Ouédraogo, D., Bénédet, F., Picard, N., (2013). Tropical forest recovery from logging: a 24 year silvicultural experiment from Central Africa. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 368, 20120302. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0302>
- Medjibe, V (2020)- Rapport d'analyse de remesure des parcelles permanentes- Projet d'Inventaire des Ressources Naturelles (I.R.N). Agence Nationale des Parcs Nationaux.
- Hubau, W., Lewis, S. L., Phillips, O. L., Affum-Baffoe, K., Beeckman, H., Cuní-Sanchez, A., ... Zemagho, L. (2020). Asynchronous carbon sink saturation in African and Amazonian tropical forests. *Nature*, 579(7797), 80–87.
- Carlson et al. (2016), Deadwood stocks increase with selective logging and large tree frequency in Gabon, *Global Change Biology*, doi:10.1111/gcb.13453
- Wade et al. (2019), Estimates and determinants of stocks of deep soil carbon in Gabon, Central Africa, *Geoderma* 341, 236-248
- Ngomanda et al. (2013), Caractérisation de la Biomasse sèche des mosaïques forêt-savane des plateaux Okouma et Bagombé au sud-est du Gabon
- "Ifo et al. (2018), Carbon stocks and tree allometries in the savannahs of the Plateau Batéké,
- central Africa"
- Jeffery K., Korte L., Palla F., Walters G., White L., Abernethy K. (2014), Fire management in a changing landscape: a case study from Lopé National Park, Gabon, *Parks* Vol. 20.1, March 2014
- Cuní-Sanchez, A., White, L.J.T., Calders, K., Jeffery, K.J., Abernethy, K., Burt, A., Disney, M., Gilpin, M., Gomez-Dans, J.L., Lewis, S.L., 2016. African Savanna-Forest Boundary Dynamics: A 20-Year Study. *PLOS ONE* 11, e0156934.
- Requena Suarez, D., Rozendaal, D. M. A., De Sy, V., Phillips, O. L., Alvarez-Dávila, E., Anderson-Teixeira, K., ... Herold, M. (2019). Estimating aboveground net biomass change for tropical and subtropical forests: refinement of IPCC default rates using forest plot data. *Global Change Biology*.

- Kauffman, J. B., & Bhomia, R. K. (2017). Ecosystem carbon stocks of mangroves across broad environmental gradients in West-Central Africa: Global and regional comparisons. PLOS ONE, 12(11), e0187749.
- Medjibe, VP, Putz, FE, Starkey, PM, Ndouna, AA, Memiaghe, RH. 2011. Impacts of selective logging on above-ground forest biomass in the Monts de Cristal in Gabon. Forest Ecology and Management 262: 1799-1806.
- Medjibe, VP, Putz, FE, Romero, C. 2013. Certified and uncertified logging concessions compared in Gabon: changes in stand structure, tree species, and biomass. Environmental Management 51: 524-540.
- Chiti T. Rey A., Jeffery K., Lauteri M, Malhi Y, Marzaioli F, White LJT, Valentini R, 2018, Contribution and stability of forest derived soil organic carbon during woody encroachment in a tropical savanna. Case study in Gabon
- Pearson, T.R.H., Brown, S., Casarim, F.M. (2014). Carbon emissions from tropical forest degradation caused by logging. Environmental Research Letters 9, 034017.
- OLAM, 2015, RSPO GHG Assessment for New Plantings Olam Plam Gabon, Mouila Lot 3
- DONNEES D'ACTIVITES
- FRM Ingenierie, 2020. Analyse des Differentes Sources de Donnees de Production de Grumes au Gabon. FRM Ingenierie/Conseil National Climat Gabonais.
- FAO (2019a), FAOSTAT Elevage [en ligne], FAO
- FAO (2019b), FAOSTAT Engrais Synthétique [en ligne], FAO
- Direction Générale des Douanes (2018), Quantité d'Engrais synthétique et de chaux importé au Gabon par année
- FAO (2019c), FAOSTAT Cultures [en ligne], FAO,
- FAO (2019d), FAOSTAT Culture de sols organiques [en ligne], FAO
- SUCAF (2020), Superficie et rendement de canne à sucre au Gabon 1994-2017
- Hugé J., Sannier C. (2019), Étude des changements du couvert forestier du Gabon entre 2015 et 2018, SIRS
- FAO(2019e), FAOSTAT combustion savane [en ligne], FAO

- Sannier, C., McRoberts, R.E., Fichet, L.-V., Makaga, E.M.K., (2014), Using the regression estimator with Landsat data to estimate proportion forest cover and net proportion deforestation in Gabon. *Remote Sensing of Environment* 151, 138–148.
- SIRS, 2020. Estimation des données d'activités du secteur forestier au Gabon entre 1990 et 2019.
- Lee, M., 2020. Establishment of a historical time-series of land-use in Gabon, 1990-2020. Duke University.
- de Sousa, C., Fatoyinbo, L., Neigh, C., Boucka, F., Angoue, V., Larsen, T., 2020. Cloud-computing and machine learning in support of country-level land cover and ecosystem extent mapping in Liberia and Gabon. *PLOS ONE* 15, e0227438. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227438>
- République Gabonaise. (1982) Loi n° 1-82 d'orientation en matière des eaux et des forêts
- République Gabonaise. (2001). Loi numero 016/01 portant code forestier en République Gabonaise.
- République Gabonaise (2002), Ordonnance N° 006/2002 du 22 août 2002 portant sur la modification du Code forestier
- République Gabonaise (2007), Loi N°003/2007 du 11 septembre 2007 relative sur les Parcs Nationaux
- République Gabonaise (2008a), Loi N°022/2008 du 10 décembre 2008 portant sur le Code Agricole en République Gabonaise
- République Gabonaise (2008b), Loi N°023/2008 portant sur la politique de Développement Agricole Durable
- République Gabonaise (2012), Plan stratégique Gabon Emergent, Vision 2015 et orientations stratégiques 2011 -2016
- République Gabonaise (2014a), Loi N°007/2014 du 01 août 2014 relative à la Protection de l'Environnement en République Gabonaise
- République Gabonaise (2014b), Loi N°002/2014 du 01 août 2014 portant sur l'Orientation du Développement Durable en République Gabonaise
- République Gabonaise (2016), Plan Opérationnel Gabon Vert-Horizon 215, Donner à l'Emergence une trajectoire durable
- République Gabonaise (2015), Plan National d'affectation du Territoire, Situation des terres affectées, République Gabonaise
- République Gabonaise et FSC (31 Janvier 2020) [en ligne], Accord de Coopération entre le Ministère des eaux, des forêts, de la mer, de l'environnement, chargé du Plan Climat, des Objectifs de Développement Durable et du Plan d'Affectation des Terres de la République Gabonaise et Le Forest Stewardship Council (FSC),

- Lignes directrices du GIEC 2006 pour les inventaires de Gaz à effet de serre
- 2019 IPCC refinement of 2006 guidelines ;
- <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.001043.x>
- <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2019.02.004>
- <https://doi.org/10.1111/geb.13150>
- doi: 10.1038/s41586-020-2035-0
- https://www.researchgate.net/publication/272345694_Caracterisation_de_la_Biomasse_seche_des_mosaiques_foret-savane_des_plateaux_Okouma_et_Bagombe_au_sud-est_du_Gabon
- <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156934>
- doi: 10.1111/gcb.14767
- doi: 10.1371/journal.pone.0187749
- <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/3/034017>
- https://www.rspo.org/acop/2015/olam-international-limited/RSP0%20GHG%20Emissions_Mouila%203_Gabon.pdf
- <http://www.fao.org/faostat/en/>
- <http://www.fao.org/faostat/en/>
- <http://www.fao.org/faostat/en/>
- <http://www.fao.org/faostat/en/>
- <http://www.fao.org/faostat/en/>
- <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.09.015>;
- URL : <https://www.atibt.org/wp-content/uploads/2020/02/3101-Accord-de-cooperation-FSCGabon.pdf>