

## Tendance dans les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) imputables au sous-secteur Agriculture au Togo

### [ Tendency in the Greenhouse Gas (GHG) emissions attributable to the Agriculture subsector in Togo ]

*Kokou SABI<sup>1</sup>, Mousarlou KORIKO<sup>2</sup>, Sanonka TCHEGUENI<sup>2</sup>, Mustapha HAKDAOUI<sup>3</sup>, and Ayité-Lô N. AJAVON<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Laboratoire de Chimie Atmosphérique (LCA),  
Faculté Des Sciences, Université de Lomé,  
Lomé, Togo

<sup>2</sup>Laboratoire de Gestion, Traitement et Valorisation des Déchets (GTVD),  
Université de Lomé, Faculté Des Sciences,  
Lomé, Togo

<sup>3</sup>Laboratoire 2GAE, Département de Géosciences et Environnement,  
Université Hassan II-Mohammedia,  
Casablanca, Maroc

---

Copyright © 2013 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** Greenhouse effect, which contributes to the climate warning, is a mechanism that occurs in the lower atmosphere because of the presence of Greenhouse Gas (GHGs). Its reinforcement by the emissions of anthropogenic greenhouse gases has harmful consequences on the climate. Togo, a developing country, contributes more to this reinforcement by the emissions related the socio-economic activities due to the Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU) area. We carried out these inventories of Greenhouse Gas in accordance with the IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, version 2006, using CCNUCC software for the national inventories of GHGs. In 2004, basic year selected, based on the quality of the data, the Agriculture subsector emitted 2407.88 Gg CO<sub>2</sub>-e of direct GHGs (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) and 252,72 Gg of GHGs precursors (NO<sub>x</sub>, CO). In Togo, these emissions have a tendency to increase passing the aggregated emissions from 2085.89 Gg CO<sub>2</sub>-e in 1990 to 2526.22 Gg CO<sub>2</sub>-e in 2008. The assessment of key categories of national emissions gave the priority to the biomass of cropland remaining cropland followed by biomass of forest land converted to cropland. These estimations will enable policy makers to take right decisions in matters of mitigation and adaptation and use them as baselines for calculations of carbon credits.

**KEYWORDS:** Activity data, emission factor, greenhouse gas, global warming potential, climate change.

**RESUME:** L'effet de serre, qui contribue aux réchauffements climatiques, est un mécanisme qui se manifeste dans la basse atmosphère à cause de la présence des gaz à effet de serre (GES). Son renforcement par les émissions de GES d'origine anthropique a des conséquences néfastes sur le climat. Pays en développement, le Togo contribue plus à ce renforcement par les émissions imputables aux activités socio-économiques liées au secteur de l'Agriculture, Foresterie et autres Affectations des Terres. Ces émissions ont été estimées conformément aux Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de GES, version 2006, à l'aide du logiciel de la CCNUCC pour les inventaires nationaux de GES. Au titre de l'année 2004, choisie comme année de base sur la base de la qualité des données, le sous-secteur Agriculture a émis 2407,88 Gg CO<sub>2</sub>-e de GES directs (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) et 252,72 Gg de précurseurs (NO<sub>x</sub>, CO). Au Togo, ces émissions ont une tendance à l'augmentation faisant passer les émissions agrégées de 2085,89 Gg CO<sub>2</sub>-e en 1990 à 2526,22 Gg CO<sub>2</sub>-e en 2008.

L'évaluation des niveaux d'émission nationale a montré que la biomasse des terres cultivées restant terres cultivées et la biomasse des forêts converties en terres cultivées sont les principales sources clés d'émissions. Ces estimations pourront permettre aux décideurs politiques de prendre les bonnes décisions en matière d'atténuation et d'adaptation et servir de lignes de base aux calculs des crédits carbone.

**MOTS-CLEFS:** Donnée d'activité, facteur d'émission, gaz à effet de serre, potentiel de réchauffement global, changements climatiques.

## **1 INTRODUCTION**

L'effet de serre, qui contribue au réchauffement climatique, est un mécanisme qui se manifeste dans la basse atmosphère à cause de la présence de Gaz à Effet de Serre (GES) tels que :  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{COVM}$  et  $\text{SO}_2$  [1], [2], [3]-[4]. Pays en développement, le Togo vit essentiellement des produits de la terre et par conséquent, contribue au renforcement de l'effet de serre par les pratiques agricoles telles que le brûlage dirigé des savanes, la combustion sur place des résidus agricoles, les rizières (inondées) et l'élevage du bétail constituent une importante source d'émissions de méthane ( $\text{CH}_4$ ) et de l'oxyde nitreux ( $\text{N}_2\text{O}$ ) qui sont des gaz à effet de serre directs (GES) ; du monoxyde de carbone ( $\text{CO}$ ) et des oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ) qui sont des précurseurs d'ozone ( $\text{O}_3$ ), gaz à effet de serre indirects.

Cet inventaire de GES non réglementés par le Protocole de Montréal dans le sous-secteur Agriculture au Togo est mené principalement sur les émissions de  $\text{CH}_4$  dues à la riziculture, à la fermentation entérique et aux systèmes de gestion des fumiers ; sur les émissions de  $\text{N}_2\text{O}$  dues aux systèmes de gestion des fumiers ; et sur les émissions de  $\text{NO}_x$  et de  $\text{CO}$  du brûlage dirigé des savanes et de la combustion sur place des résidus agricoles. Les estimations couvrent la série temporelle 1990-2008 avec l'année 2004 choisie comme année de base du fait qu'elle représente aux mieux la situation socio-économique du pays. L'inventaire a suivi les méthodologies du GIEC depuis la collecte des données jusqu'aux inventaires des émissions et des absorptions de GES [5].

Cette étude a permis de présenter la situation des émissions de l'année 2004 et notamment la détermination des sources clés ainsi que les tendances dans les émissions pour permettre aux décideurs politiques de prendre les bonnes décisions en matière d'atténuation et d'adaptation.

## **2 METHODOLOGIE ET MATERIEL D'ÉTUDE**

### **2.1 METHODOLOGIE**

L'identification et la quantification des gaz à effet de serre (GES) que nous présentons pour le sous-secteur Agriculture au Togo ont été guidées par deux méthodologies. Il s'agit de la décision 17/CP.8 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) d'une part [6], qui d'ailleurs conseille l'utilisation des lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de GES. Dans le cadre de notre travail, nous avons utilisé à la fois les lignes directrices du GIEC, version révisée 1996, les recommandations contenues dans les guides de bonnes pratiques GIEC GPG 2000 et GIEC-LULUCF 2003, les lignes directrices 2006, le manuel d'utilisateur du GIEC et le document du PNUD [7], [8], [9], [10], [11]-[5].

Pour réaliser cet inventaire, nous avons exécuté plusieurs tâches parmi lesquelles la détermination des données de base, le choix des méthodes d'estimation sur la base des données disponibles, le calcul des émissions, l'élaboration des procédures d'assurance de la qualité et de contrôle de la qualité et l'analyse des incertitudes [5]. Pour ce faire, nous avons procédé à la collecte de données d'activités dans les services et institutions agréés tels que le Ministère de l'Agriculture et de la pêche, la Direction générale de l'Agriculture, la Direction des statistiques Agricoles de l'information et de la Documentation (D.S.I.D.), le Centre d'Information des Nations Unies (C.I.N.U) de Lomé, la Direction générale des statistiques et la Représentation de l'Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO). Les défauts constatés dans les données de base ont été comblés par des techniques de raccordement, d'interpolation et d'extrapolation et parfois à partir de jugement d'experts en tenant compte des circonstances nationales. Nous n'avons utilisé pour les estimations que des facteurs d'émissions par défaut proposés par le GIEC du fait qu'au niveau national il n'existe pas de facteurs estimés localement et validés par le GIEC [12]. Les incertitudes liées aux estimations sont les résultats des méthodes de propagation d'erreurs sur les données de base.

Les opérations ayant conduit aux estimations ont été effectuées conformément aux équations du GIEC contenues dans les Lignes directrices 2006 du GIEC dont la forme la plus simple est :

$$\text{Emission} = \text{DA} \cdot \text{FE} \quad (\text{E1})$$

Où DA désigne les Données sur les Activités et FE désigne les Facteurs d'Émission.

Dans les pools particuliers, nous avons utilisé des équations relatives :

- **au carbone des sols** : Les pertes annuelles de carbone de sols organiques drainés sont fournies par :

$$P_{\text{Organiques}} = \sum_c (S \cdot \text{FE})_c \quad (\text{E2})$$

- **au brûlage de biomasse** : Les quantités d'émissions de gaz à effet de serre ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) dues au feu sont issues de la relation :

$$P_{\text{feu}} = S \cdot M_B \cdot C_f \cdot G_{\text{ef}} \cdot 10^{-3} \quad (\text{E3})$$

- **à la riziculture** : Les émissions annuelles de méthane dues à la riziculture ( $\text{Gg CH}_4 \cdot \text{an}^{-1}$ ) sont exprimées par la relation suivante :

$$\text{CH}_4 \text{ Riz} = \sum_{i,j,k} (\text{FE}_{i,j,k} \cdot t_{i,j,k} \cdot S_{i,j,k} \cdot 10^{-6}) \quad (\text{E4})$$

- **équation relative au bétail** : Nous avons exprimé les émissions annuelles de méthane dues à la fermentation entérique et à la gestion du fumier par :

$$\text{CH}_4 \text{ émis} = \sum_{(T)} \frac{(\text{FE}_{(T)} \cdot N_{(T)})}{10^6} \quad (\text{E5})$$

Les paramètres des équations ci-dessus désignent :

S = variable d'activité (superficie, volume, poids,...)

FE = Facteur d'émission

$M_B$  = Masse de combustible disponible à la combustion (tonnes/ha)

$C_f$  = Facteur de combustion

$G_{\text{fe}}$  = Facteur d'émissions de matière sèche brûlée (g/kg)

$N_{(T)}$  = Nombre de têtes de l'espèce de bétail/catégorie

T, t = période

## 2.2 MATERIEL D'ÉTUDE

Nos estimations ont été calculées à l'aide du Logiciel pour les inventaires de gaz à effet de serre destiné aux Parties non visées à l'annexe I de la CCNUCC, Version 1.3.2 [13]. Nous nous sommes servis du logiciel Orgin 6.0 et du programme Excel pour tracer des graphes.

## 3 RESULTATS ET DISCUSSION

### 3.1 RESULTAT DE LA COLLECTE DE DONNEES D'ACTIVITE

Au Togo, l'agriculture inclut dans les terres cultivées les champs, les parcs agroforestiers et les jachères, ce qui correspond à l'ensemble des travaux de la terre qui transforment le milieu naturel pour la production de végétaux et d'animaux utiles à l'homme. Le système de production agricole togolais associe plusieurs cultures. De ce fait, les données de superficies des statistiques représentent souvent les superficies « développées » des spéculations agricoles et non les superficies physiques

cultivées qui sont nettement inférieures (55% des superficies développées). Au fil des ans, l'agriculture togolaise a vu l'amendement du sol par les engrais organiques faire place à l'utilisation des engrais chimiques pour améliorer les rendements des sols. De même, les terres forestières et humides cèdent chaque année de l'espace aux cultures de rente (café, cacao, coton (Fig. 1.), palmier...), aux cultures vivrières (maïs (Fig. 2.), mil, sorgho,...) et à la riziculture. La collecte de bois de chauffage fait souvent suite aux récoltes (Fig. 3., Fig. 4.) et les deux activités perturbent énormément la biomasse des terres cultivées. Pour favoriser la repousse précoce de la végétation, les éleveurs togolais occasionnent le brûlage de la savane en saison sèche. L'agriculture togolaise occasionne le brûlage de savane et le brûlage sur place de résidus agricoles libérant ainsi dans l'atmosphère des GES et leurs précurseurs (Fig. 5.).

Le cheptel togolais est composé essentiellement de ruminants (bovins, ovins, caprins), de porcins, chevaux, et de volaille. La production des ruminants représente des sources d'émissions de GES d'une part, par la fermentation entérique des systèmes digestifs des ruminants et, d'autre part, par la décomposition des fumiers. Le bétail togolais passe la grande partie de son existence sur des pâturages où il se nourrit d'herbes (Fig. 6.). Le stockage solide et l'épandage des déchets issus de l'élevage au Togo constitueraient une source non négligeable d'émission d'oxyde nitreux ( $N_2O$ ) à cause de la croissance du cheptel togolais.



**Fig. 1. Champ de coton**  
Source : ICAT, 2011



**Fig. 2. Champ de culture de maïs**  
Source : ICAT, 2010



**Fig. 3. Champ de manioc**



**Fig. 4. Tiges de manioc pour le feu**



**Fig. 5. Préparation des champs pour la culture**  
Source : AJAVON, 2004



**Fig. 6. Bétail en pâturage**  
Source : AJAVON, 2004

Les données de base collectées sont dérivées en données d'activité et consignées dans le tableau 1 en tenant compte des conditions suivantes :

- la culture de riz au Togo est faite dans les trois régimes hydriques définis par le GIEC. Ainsi, nous avons désagrégé les données de la DSID en utilisant les proportions des superficies définies par ADRAO soit 75% pour le riz pluvial, 7% pour le riz irrigué et 18% pour le riz de bas-fond ou de nappe [14],
- les quantités d'engrais azoté appliquées au sol sont fournies en tonne métrique unité fertilisante (tonne métrique UF). Elles sont ramenées en tonne avec la teneur en azote (N) qui est de 46% pour l'urée ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) et de 15 % pour l'engrais NPK,
- les terres de pâturage sont estimées à 106 ha par an et les statistiques de la FAO indiquent que 75% subissent le brûlage dirigé.

**Tableau 1. Données d'activité du sous-secteur Agriculture au Togo**

| Année | Cultures             |             | Engrais   | Cheptel                 |                 |                   |         |
|-------|----------------------|-------------|-----------|-------------------------|-----------------|-------------------|---------|
|       | Toutes cultures      | permanentes | Urée +NPK | Bovins                  | Ovins (moutons) | Caprins (chèvres) | Porcins |
|       | (10 <sup>3</sup> ha) |             | (t.N)     | (10 <sup>3</sup> têtes) |                 |                   |         |
| 1990  | 1081                 | 90          | 2275      | 243                     | 1252            | 2043              | 354     |
| 1991  | 1061                 | 95          | 1572      | 238                     | 1060            | 1590              | 425     |
| 1992  | 980                  | 95          | 3098      | 235                     | 795             | 1193              | 434     |
| 1993  | 1377                 | 100         | 2731      | 230                     | 720             | 1080              | 429     |
| 1994  | 1286                 | 100         | 3181      | 227                     | 662             | 994               | 421     |
| 1995  | 1236                 | 100         | 3376      | 203                     | 501             | 814               | 331     |
| 1996  | 1476                 | 100         | 5088      | 218                     | 841             | 1091              | 288     |
| 1997  | 1399                 | 120         | 2488      | 271                     | 1150            | 1229              | 312     |
| 1998  | 1408                 | 120         | 2910      | 273                     | 1274            | 1292              | 345     |
| 1999  | 1221                 | 120         | 4162      | 280                     | 1415            | 1357              | 375     |
| 2000  | 1292                 | 120         | 3783      | 288                     | 1570            | 1425              | 394     |
| 2001  | 1309                 | 120         | 4062      | 297                     | 1600            | 1450              | 413     |
| 2002  | 1274                 | 120         | 4794      | 306                     | 1700            | 1460              | 434     |
| 2003  | 1299                 | 120         | 7096      | 315                     | 1800            | 1470              | 456     |
| 2004  | 1336                 | 130         | 4884      | 325                     | 1850            | 1480              | 478     |
| 2005  | 1419                 | 140         | 7895      | 334                     | 1850            | 1480              | 502     |
| 2006  | 1371                 | 170         | 4881      | 344                     | 1900            | 1490              | 527     |
| 2007  | 1362                 | 170         | 6302      | 355                     | 1950            | 1499              | 554     |
| 2008  | 1401                 | 170         | 5278      | 366                     | 2002            | 1508              | 582     |

### 3.2 ESTIMATION DES EMISSIONS DE GES : ANNEE DE REFERENCE 2004

Le choix de l'année 2004 comme année de base repose sur le fait qu'elle représente au mieux les situations socio-économiques du pays. Les estimations fournies dans le sous-secteur Agriculture au Togo portent sur les émissions des gaz sans CO<sub>2</sub> non réglementés par le Protocole de Montréal et des précurseurs de gaz à effet de serre. Il s'agit de deux gaz à effet de serre directs (le méthane (CH<sub>4</sub>) et l'hémioxyde d'azote (N<sub>2</sub>O)) et deux précurseurs (les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et le monoxyde de carbone (CO)).

Les résultats atteints pour l'année de base sont résumés dans le Tableau 2 connu sous le nom de Tableau 17/CP.8. Conformément à la décision 17 de la huitième Conférence des Parties (17/CP.8), il est complété avec les mentions types de la CCNUCC à savoir : Néant pour notifier l'absence d'émission et NE (non estimées) pour les émissions existantes que nous n'avons pas estimées.

Tableau 2. Tableau récapitulatif 17/CP.8 pour l'année de base 2004

| Country                                    | TOGO                    |                          |                         |               |
|--|-------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------|
| Inventory Year                             | 2004                    |                          |                         |               |
| Catégories de sources et de puits de GES   | CH <sub>4</sub><br>(Gg) | N <sub>2</sub> O<br>(Gg) | NO <sub>x</sub><br>(Gg) | CO<br>(Gg)    |
| <b>4. Agriculture</b>                      | <b>54,58</b>            | <b>4,07</b>              | <b>5,54</b>             | <b>247,18</b> |
| A. Fermentation entérique                  | 27,62                   |                          |                         |               |
| B. Gestion du fumier                       | 1,75                    | 0,02                     |                         |               |
| C. Riziculture                             | 0,77                    |                          |                         |               |
| D. Sols agricoles                          |                         | 3,89                     |                         |               |
| E. Brûlage dirigé de la savane             | 8,11                    | 0,10                     | 3,63                    | 212,89        |
| F. Brûlage sur place des résidus agricoles | 16,33                   | 0,05                     | 1,91                    | 34,29         |

Les émissions nettes (émissions moins absorptions) du sous-secteur Agriculture au Togo sont estimées à environ 311,37 Gg. Les gaz à effet de serre directs représentent 18,84% environ des émissions totales exprimées en Gg avec le méthane (CH<sub>4</sub>) estimé à 54,58 Gg et l'hémioxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) à 4,07 Gg. Les gaz à effet de serre indirects sont estimés au total à 252,72 Gg dont le monoxyde de carbone (CO) avec 247,18 Gg et les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) avec 5,54 Gg.

Les émissions agrégées s'élèvent à 2407,88 Gg CO<sub>2</sub>-e et sont réparties entre deux GES directs à savoir l'hémioxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) et le méthane (CH<sub>4</sub>) dans les proportions respectives de 52,40% et 47,60%.

En 2004, le sous-secteur Agriculture a constitué une source d'émissions positives de méthane, d'hémioxyde d'azote, d'oxydes d'azote et de monoxyde de carbone au Togo. Les émissions de ces gaz sont imputables à six (6) pools de GES (Fig. 7.) dont la fermentation entérique, la gestion du fumier, la riziculture, les sols cultivés, le brûlage dirigé des savanes et le brûlage de résidus agricoles.

Des six pools de GES déterminés dans l'agriculture, c'est seulement dans les sols cultivés que l'émission du méthane est sans objet. Les émissions de CH<sub>4</sub> se répartissent dans l'ordre entre la fermentation entérique (27,62 Gg), le brûlage des résidus agricoles (16,33 Gg), le brûlage dirigé des savanes (8,11 Gg), la gestion du fumier (1,75 Gg) et la riziculture (0,77 Gg).

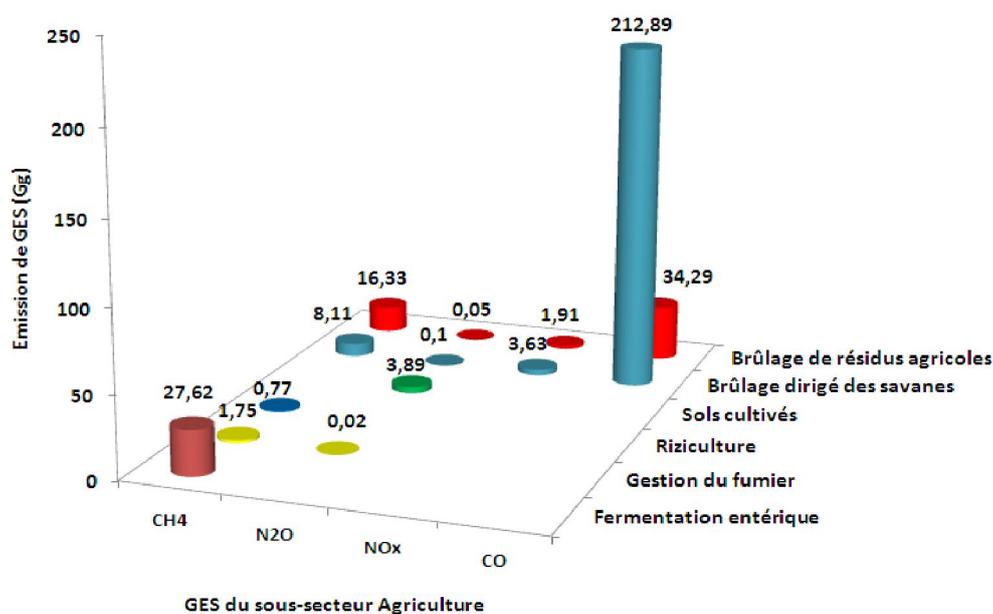


Fig. 7. Emissions de GES du sous-secteur Agriculture en 2004

Le méthane produit en fermentation entérique représente plus de la moitié (50,6%) des émissions agrégées du sous-secteur au cours de l'année 2004 estimées à 54,58 Gg. Il est de 29,92% pour les résidus agricoles et relativement faible pour la gestion du fumier et la riziculture.

Les sols cultivés sont la source principale d'émission de l'hémioxyde d'azote qui n'a pas lieu en fermentation entérique et en riziculture. Les émissions de N<sub>2</sub>O sont imputables aux sols cultivés (3,89 Gg), au brûlage dirigé des savanes (0,1 Gg), au brûlage de résidus agricoles (0,05 Gg) et à la gestion du fumier (0,02 Gg). Le total des émissions d'hémioxyde d'azote en 2004, dans le sous-secteur Agriculture, est estimé à 4,06 Gg dont 95,81% sont attribuées aux sols cultivés.

Les deux précurseurs émis dans l'agriculture ont pour sources le brûlage dirigé des savanes et le brûlage des résidus agricoles. En 2004, les émissions des oxydes d'azote sont estimées à 5,539 Gg soit dans les proportions de 65,52% et 34,48% respectivement pour les deux sources. Quant au monoxyde de carbone, c'est le brûlage dirigé des savanes qui a émis près de 86,13% du total de 2004 qui s'élève en agriculture à 247,18 Gg.

L'analyse des résultats obtenus dans le sous-secteur Agriculture permet de retenir que les émissions agrégées, de tous les gaz du secteur Agriculture, calculées séparément pour les GES directs (Gg CO<sub>2</sub>-e) et pour les précurseurs (Gg), se répartissent en deux groupes dont les compositions sont les suivantes:

- ✓ **2407,88 Gg CO<sub>2</sub>-e de GES directs dont les proportions par pool sont:**
  - 1226,9 Gg CO<sub>2</sub>-e émis en provenance des sols cultivés (50,95%) ;
  - 580,02 Gg CO<sub>2</sub>-e émis en provenance de la fermentation entérique (24,09%) ;
  - 358,43 Gg CO<sub>2</sub>-e émis en provenance du brûlage des résidus agricoles (14,89%) ;
  - 201,31 Gg CO<sub>2</sub>-e émis en provenance du brûlage dirigé des savanes (8,36%) ;
  - 42,95 Gg CO<sub>2</sub>-e émis en provenance de la gestion du fumier (1,78%) ;
  - 16,17 Gg CO<sub>2</sub>-e émis en provenance de la riziculture (0,67%).
  
- ✓ **252,72 Gg de précurseurs dont les proportions par pool sont :**
  - 36,2 Gg émis en provenance du brûlage des résidus agricoles ;
  - 16,52 Gg émis en provenance du brûlage dirigé des savanes.

Selon le GIEC, les catégories de source clés sont celles qui cumulent plus de 95% de la somme des évaluations du niveau une fois ajoutées par ordre décroissant d'importance de leur émission. Sur la base de nos résultats et en conformité avec cette définition, les sources clés du sous-secteur Agriculture au Togo sont les sols agricoles, la fermentation entérique et le brûlage des résidus agricoles.

Ces trois catégories clés déterminées traduisent réellement les pratiques agricoles au Togo où le sol est annuellement labouré dans les profondeurs par plus de la moitié de la population avec des pratiques d'abatis-brûlis. Outre les peuhls, le petit élevage est pratiqué presque par tous les paysans togolais. Les pools de GES non sources clés dans le secteur de l'agriculture au terme de nos résultats sont donc le brûlage sur place des résidus de récolte, le brûlage dirigé des savanes et la riziculture.

### 3.3 INCERTITUDE SUR LES ESTIMATIONS DE GES DIRECTS

La méthode de propagation d'erreur est utilisée dans le cadre de notre inventaire. Nous avons estimé les incertitudes sur les estimations par pool ( $I_p$ ) à l'aide de la moyenne géométrique des incertitudes ( $E_6$ ) sur les données d'activité ( $I_{DA}$ ) et les facteurs d'émission ( $I_{FE}$ ) et les incertitudes sur les émissions agrégées ( $I_A$ ) sont calculées par la moyenne géométrique ( $E_7$ ) des incertitudes ( $I_p$ ) des pools pondérées avec les estimations d'émission ( $E_p$ ) des pools :

$$I_p = \sqrt{I_{DA}^2 + I_{FE}^2} \quad (E6)$$

$$I_A = \frac{\sqrt{\sum_p (I_p \cdot E_p)^2}}{|\sum_p E_p|} \quad (E7)$$

Les incertitudes sur les émissions sont présentées dans le tableau 3.

Tableau 3. Incertitudes sur les estimations de GES directs

| Année de base<br>2004        | CH <sub>4</sub>                   |                 |                 |                         | N <sub>2</sub> O                  |                 |                 |                         |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|
|                              | Emission<br>Gg CO <sub>2</sub> -e | I <sub>DA</sub> | I <sub>FE</sub> | Incertitude<br>combinée | Emission<br>Gg CO <sub>2</sub> -e | I <sub>DA</sub> | I <sub>FE</sub> | Incertitude<br>combinée |
| <b>Agriculture</b>           | <b>1146,18</b>                    |                 |                 | <b>13,10%</b>           | <b>1258,6</b>                     |                 |                 | <b>20,33%</b>           |
| Fermentation entérique       | 580,02                            | 15%             | 15%             | 21,21%                  |                                   |                 |                 |                         |
| Gestion du fumier            | 36,75                             | 15%             | 15%             | 21,21%                  | 6,2                               | 15%             | 15%             | 21,21%                  |
| Riziculture                  | 16,17                             | 25%             | 15%             | 29,15%                  |                                   |                 |                 |                         |
| Sols agricoles               |                                   |                 |                 |                         | 1205,9                            | 15%             | 15%             | 21,21%                  |
| Brûlage dirigé des savanes   | 170,31                            | 20%             | 10%             | 22,36%                  | 31                                | 20%             | 10%             | 22,36%                  |
| Brûlage de résidus agricoles | 342,93                            | 20%             | 10%             | 22,36%                  | 15,5                              | 20%             | 10%             | 22,36%                  |

**NB :** Em. = émissions ; Inc. Com. = incertitude combinée  
 IDA = incertitude sur les données d'activité ; IFE = incertitudes sur les facteurs d'émissions

Les incertitudes sur les émissions agrégées de CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O sont respectivement de 13,10% et 20,33%. Bien que les incertitudes des émissions agrégées soient moyennes, il faut noter cependant la riziculture est le pool d'incertitude la plus élevée à cause des difficultés à la génération de ses données d'activité. Ces données sur les incertitudes sont d'une grande utilité car elles permettront d'établir des priorités pour les prochains inventaires.

### 3.4 TENDANCE DANS LES EMISSIONS DE GES DE 1990 A 2008

#### ✓ Evolution des émissions agrégées de GES directs

Les émissions de GES directs du sous-secteur Agriculture ont évolué en deux (2) phases sur la série temporelle 1990-2008. La première est une diminution qui fait passer les émissions de 2085,89 Gg CO<sub>2</sub>-e en 1990 à 1341,66 Gg CO<sub>2</sub>-e en 1995 soit un taux de décroissance moyen de 148,85 Gg CO<sub>2</sub>-e par an. La seconde est une augmentation non linéaire entre 1995 et 2008.

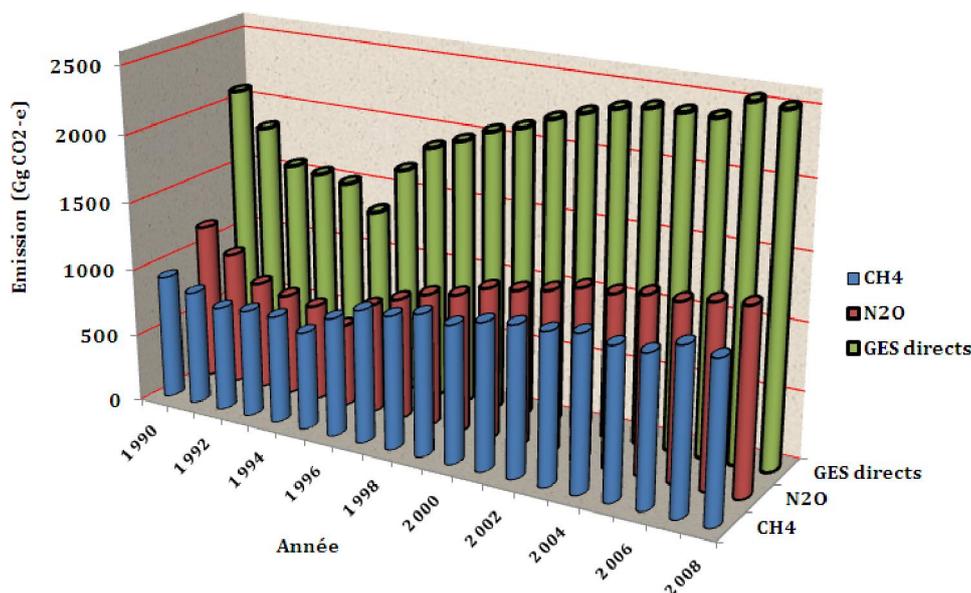


Fig. 8. Évolutions des émissions agrégées de GES directs

### ✓ Tendance dans les émissions

Les tendances dans les émissions expriment les taux de variations des émissions par rapport à l'année 1990 que nous avons prise comme origine des dates.

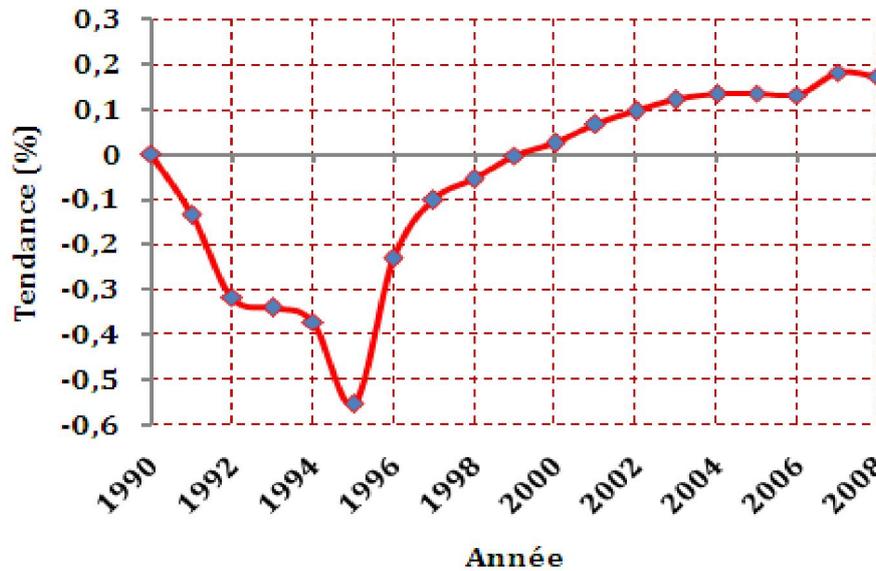


Fig. 9. Courbe de tendance dans les émissions

Les valeurs de tendances annuelles au cours de la période 1990-2008 pour les émissions agrégées de GES directs dans le secteur-secteur sont obtenues avec la relation (E8).

$$\text{Tendance (\%)} = \frac{E_{x,t} - E_{x,0}}{E_{x,t}} \cdot 100 \quad (\text{E8})$$

Avec :

$E_{x,t}$  = estimation d'émissions de la catégorie de source x pour l'année t

$E_{x,0}$  = estimation d'émissions de la catégorie de source x pour l'année 0 soit 1990.

La courbe de tendance présente une croissance continue des émissions de GES imputables à l'agriculture depuis 1995. A partir déjà de 1999, les émissions sont au-dessus des origines, ce qui constitue une alerte.

## 4 CONCLUSION

Cet inventaire des GES dans le secteur AFAT au Togo nous a permis d'estimer des émissions sur la série temporelle 1990-2008 avec l'année 2004 choisie comme année de référence. Les résultats obtenus ont porté sur trois GES direct ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) et deux GES indirect ( $\text{NO}_x$ , CO). Les émissions se répartissent entre les sous-secteurs Agriculture et AFAT.

En 2004, année de base, le sous-secteur Agriculture a émis 2407,88 Gg  $\text{CO}_2$ -e de GES direct et 252,72 Gg de précurseurs tandis que le sous-secteur FAT a cumulé 9126,61 Gg  $\text{CO}_2$ -e de GES direct pour 577,311 Gg de précurseurs.

L'évaluation des niveaux d'émissions nationales a donné la priorité à la biomasse des terres cultivées (CC). L'analyse des catégories clés classe en tête la biomasse des terres cultivées restant terres cultivées (31,6%), suivie de la biomasse des forêts converties en terres cultivées (19,4%), dans l'ordre d'importance pour atteindre les 95% des émissions agrégées (11533,42 Gg  $\text{CO}_2$ -e) de 2004. L'analyse de la tendance des émissions agrégées a montré une augmentation. Elles sont passées de 5976,96 en 1990 à 13585,99 Gg  $\text{CO}_2$ -e en 2008. Globalement, le secteur AFAT au Togo est une source d'émission.

Pour réduire les émissions de GES dans le sous-secteur Agriculture au Togo, il faudra procéder à la sensibilisation de la population pour des pratiques de feux de brousse avant la grande période d'harmattan, le compostage à l'aide des déchets agricoles pour la fertilisation des sols et l'association de l'élevage à la culture.

## REFERENCES

- [1] UNFCCC, Convention-Cadre sur les Changements Climatiques. FCCC/INFORMAL/84, 1992.
- [2] UNFCCC, Protocole de Kyoto relatif à la Convention sur les Changements Climatiques. FCCC/INFORMAL/83, 1998.
- [3] Benoît Urgelli, « Quelles sont les propriétés communes des gaz à effet de serre ? », Laboratoire de Météorologie Dynamique, UMR 8539 et Service d'Aéronomie, UMR 7620 du CNRS, Paris, 2003.
- [4] Benoît Urgelli et Jean-Louis Dufresne, « L'effet de serre », Laboratoire de Météorologie Dynamique. UMR 8539 du CNRS, Paris, 2001.
- [5] Barbara V. Braatz and Michiel Doorn, « Gestion du processus des inventaires nationaux des gaz à effet de serre », Programme d'appui aux communications nationales, 2005.
- [6] UNFCCC, Décision 17/CP.8, Rapport de la Conférence des Parties sur les travaux de sa huitième session, New Delhi, Du 23 octobre au 1<sup>e</sup> Novembre 2002, FCCC/CP/2002/7/Add.2 P2, 2003.
- [7] GIEC, Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée 1996. Houghton, J.T. α al (Eds). IPCC/OECD/IEA, Paris, France, 1997.
- [8] GIEC, Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Penman, J. α al (Eds), Publié : IGES, Japon, 2000.
- [9] GIEC, Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie. Penman J. α al (éds). Publié : IGES, Japon, 2003.
- [10] GIEC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux des gaz à effet de serre, préparé par le Programme pour les inventaires nationaux des gaz à effet de serre. Eggleston H.S. α al (éds). Publié : IGES, Japon, 2006.
- [11] GIEC, Manuel de l'utilisateur relatif aux directives pour l'établissement des communications nationales des parties non visées à l'annexe I de la convention. 2004.
- [12] IPCC NGGIP, EFDB-Find EF, 2010. [Online] Available: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php> (April 5, 2010)
- [13] CCNUCC, Manuel du logiciel pour les inventaires de gaz à effet de serre destiné aux Parties non visées à l'annexe I de la CCNUCC. Version : 1.3.2. 2007.
- [14] DSID, Banque de données relatives aux cultures vivrières de 1990 à 2008, Togo, 2009.