

REPUBLIQUE DU TCHAD



UNITE-TRAVAIL-PROGRES

MINISTRE DE L'HYDRAULIQUE
URBAINE ET RURALE



DIRECTION DES
RESSOURCES EN EAU ET
DE LA METEOROLOGIE

LA SECONDE COMMUNICATION NATIONALE DU TCHAD SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES



JUIN 2012



PNUD



CCNUCC



GEF

PREFACE

Le Tchad à l'instar des autres pays à la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) et conformément aux articles 4 et 12 de cette Convention a pris l'engagement de communiquer à la Conférence des Parties par le biais du secrétariat de la CCNUCC. Ce présent document fait le point sur l'Inventaire de Gaz à Effet de Serre (IGES), les actions d'adaptation entreprises pour faire face aux impacts des changements climatiques ainsi que les mesures d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre.

Cette présente communication nationale fait suite à la Communication Nationale Initiale (CNI) a été élaborée et présentée par le Tchad à la 7^{ème} Conférence des Parties de la CCNUCC s'est tenue à Marrakech (Royaume du Maroc) en 2011. Après la CNI, Le Tchad voudrait réitérer à la communauté internationale à travers cette Seconde Communication Nationale (SCN), son message de solidarité et de confiance mutuelle pour lutter contre le dérèglement climatique principalement du aux activités humaines.

Les actions d'éducation et de sensibilisation qu'il a entreprise depuis la ratification de la CCNUCC le 30 avril 1993, ont amené le peuple Tchadien tout entier à prendre conscience que la sauvegarde de l'environnement mondial et plus particulièrement celui du Tchad est un devoir pour toutes les nations et pour tous les peuples.

C'est pourquoi dans le combat contre la destruction par l'homme de notre environnement, ce vaillant peuple entreprend quotidiennement des actions positives allant de la restauration des terres au reboisement en passant par la gestion rationnelle des ressources naturelles (Ceinture Verte de Gaoui, Sauvegarde de Lac Tchad, Grand Muraille Verte etc...)

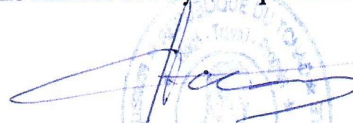
Pour sa part, face au dérèglement climatique le Tchad reste convaincu que chaque nation doit assumer ses responsabilités et affirme qu'il en assurera la sienne.

L'appui technique et financier du Fond pour l'Environnement Mondial (FEM) et le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) a été déterminant dans l'accompagnement de l'expertise nationale pour ce travail.

Je voudrais également féliciter et remercier les experts nationaux pour leur abnégation et le professionnalisme avec lequel ils ont conduit les études ayant abouti à la réalisation de cette Seconde Communication Nationale du Tchad. Dans cette optique, le financement et la mise en œuvre des projets contenus dans la Seconde Communication Nationale (SCN) constituent des défis qui méritent d'être relevés avec les ressources aussi bien internes qu'externes.

Je reste persuadé qu'avec l'appui de l'engagement soutenus de tous, ce document permettra à notre pays de faire un bon qualitatif dans le processus de lutte contre les effets néfastes des changements climatiques.

Le Ministre de l'Hydraulique Rurale et Urbaine



ALI MAHAMAT ABDOULAYE

AVANT PROPOS

La Communauté Scientifique Internationale (CSI) tirait la sonnette d'alarme au sujet des impacts des activités humaines sur les perturbations de l'équilibre du climat mondial il y a quelques dizaines d'année. La preuve est aujourd'hui établie que le facteur prédominant du réchauffement mondial observé depuis les cinquante dernières années est d'origine anthropique et non naturelle.

Les perturbations climatiques qui en découlent (sécheresses récurrentes, inondations fréquentes, vents violents, vagues de chaleur, etc. ..) initialement prévues par les scientifiques pour la fin du 21^{ème} siècle sévissent déjà et plus fréquemment dans plusieurs régions du monde en frappant de plus en plus de nombreuses populations. Somme toute, ce sont là des phénomènes incalculables : famines, maladies, exode et pertes de milliers de vies humaines dont les pays les plus pauvres ont du mal à y faire face.

Le Tchad a connu, tout au long de son histoire, des sécheresses plus ou moins prononcées. Celle de 1973 et 1982 ont été jugées parmi les plus sévères. C'est ainsi qu'on a pu observer, en 1973, un glissement vers le Sud, des grandes zones bio-climatiques, de l'ordre de 150 km dans la zone soudanienne et de plus de 300 km dans la sahélienne. Cependant, les événements douloureux que le Tchad a connus, durant la même période, ont fortement contribué à singulariser sa situation par rapport à celle des autres pays sahéliens, également victimes des périodes de sécheresse de ces dernières décennies.

Le Tchad, pays pétrolier où l'économie relève essentiellement du secteur rural n'échappe pas à ces phénomènes et l'un des pays qui payent le plus lourd tribut. En effet, il est observé depuis près de trois (3) décennies des sécheresses récurrentes avec des conséquences négatives sur les ressources en eau (Lac Tchad) un réel processus de dégradation des terres à vocation agricole, un appauvrissement du milieu naturel avec pour effet induit une réduction importante en quantité et en qualité des ressources arborés, arbustives et herbacées en milieu sylvo-pastoral et la déperdition génétique. A cela s'ajoute une pression démographique très forte.

C'est pourquoi, le Tchad comme les autres pays soucieux de la protection de l'environnement mondial dans l'optique de laisser aux générations futures une planète habitable.

La ratification de cette Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) le 30 avril 1993 ainsi les efforts consentis pour se conformer à ses dispositions tels que décrits dans la présente Seconde Communication Nationale (SCN) démontrent la volonté du Tchad à contribuer efficacement à l'effort mondial de lutte contre le réchauffement global de la planète dont il est très vulnérable eu égard à la fragilité de ses écosystèmes de son économie fortement dépendante de secteurs sensibles aux vulnérabilités climatiques.

Le pays va multiplier ses efforts pour s'y adapter. Mais ces efforts nécessitent un appui financier et technique à même de permettre cette adaptation, c'est le grand défi de la coopération multilatérale.

ABREVIATIONS ET ACRONYMES

ACMAD: African Centre of Meteorological Applications for Development

AEDE : Agence pour l'Energie Domestique et l'Environnement

AGRHYMET : Centre de formation en Agrométéorologie et Hydrologie

AMMA : Analyse Multidisciplinaires de la Mousson Africaine

ASECNA : Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar

BDT : Brasseries Du Tchad

CCNUCC : Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques

CILSS : Comité Inter Etat de Lutte contre la Sécheresse au Sahel

CNAR : Centre National d'Appui à la Recherche

CNI : Communication Nationale Initiale

CST : Compagnie Sucrière du Tchad

DCDH : Direction de la Connaissance du Domaine Hydraulique

DREM : Direction des Recherches en Eau et de la Météorologie

DPFLCD : Direction des Protection des Forêts et de la Lutte Contre la Désertification

ECOSIT2 : Deuxième Enquête de Consommation des Ménages et du Secteur Informel au Tchad

ENDA : Environnement et Développement du Tiers Monde

FEM : Fonds pour l'Environnement Mondiale

FIT : Front Intertropical

GES : Gaz à Effet de Serre

GIEC : Groupe d'Expert Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

HCNE : Haut Comité National de l'Environnement

IGES : Inventaire des Gaz à Effet de Serre

INSEDD : Institut National de la Statistique, des Etudes Economiques et Démographiques

INSH : Institut National de Sciences Humaines

ITRAD : Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement

LRVZ : Laboratoire de Recherches Vétérinaires et Zootechniques

MDP : Mécanisme pour un Développement Propre

MAGICC : Model for Assessment of Greenhouse gas Induced Climate Change

MCT : Manufacture de Cigarette du Tchad

MHUR : Ministère de l'Hydraulique Urbaine et Rurale

MSG : Météosat de Seconde Génération

OMD : Objectifs du Millénaire pour le Développement

ONDR : Office National de Développement Rurale

ONG : Organisation Non Gouvernemental

ONU : Organisation des Nations Unies

PANA : Programme d'Action National d'Adaptation

PIB : Produit Intérieur Brut

PIDR : Plan d'Intervention pour le Développement Rural

PRASAC : Pole Régional et de Recherche Vétérinaires Appliquée au Développement des Savanes en Afrique Centrale

PK : Protocole de Kyoto

PNSA : Programme National de Sécurité Alimentaire

PNUD : Programme des Nations Unis pour le Développement

PRESAO : Prévisions Saisonnières en Afrique de l'Ouest au Cameroun et au Tchad

POPS : Polluants Organiques Persistants

REDD : Réduction des Emissions liées à la Déforestation et à la Dégradation des Forêts

RGPH₂ : Deuxième Recensement Général de la Population et de l'Habitat

ROPN : Réseau d'Observation des Pâturages Naturelles

SAP : Système d'Alerte Précoce

SDA : Schéma Directeur Agricole

SDEA : Schéma Directeur de l'Eau et de l'Assainissement

SODELAC : Société de Développement du Lac Tchad

SCN : Seconde Communication Nationale du Tchad

SNRP : Stratégie Nationale pour la Réduction de la Pauvreté

SNCRP : Stratégie Nationale de Croissance et de Réduction de la Pauvreté

STEE : Société Tchadienne d'Eau et d'Electricité

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

LISTE DES SYMBOLES CHIMIQUES

CH₄ : Méthane

CO₂ : Dioxyde de carbone

N₂O : Oxyde Nitreux

NO_x : Oxydes d'azote

CO : Monoxyde de carbone

COVNM : Composé Organique Volatile Non-Méthane

S₀₂ : Dioxyde de Soufre

LISTE DES TABLEAUX

	Pages
Tableau 1 : Données nationales en 2000	II
Tableau 2 : Production annuelle (enT) des principales cultures	15
Tableau 3 : Rapport Résidus produit	15
Tableau 4 : Données sur le cheptel en unité de tête	16
Tableau 5 : Engrais en Tonne	16
Tableau 6 : Production (T) des cultures ne fixant pas d'azote	16
Tableau 7 : Sols organiques (Ha) réellement emblavés	17
Tableau 8 : Superficies (1000 ha) des savanes brûlées	17
Tableau 9 : Superficies (Ha) des rizicultures	18
Tableau 10 : Rapport sectoriel des émissions des gaz à effet de serre	18
Tableau 11 : Récapitulatif des émissions des gaz à effet de serre	19
Tableau 12 : Emissions de gaz à effet de serre en équivalent CO2	20
Tableau 13 : Répartition des émissions des gaz à effet de serre par sous secteur	20
Tableau 14 : Emission des différents gaz à effet de serre en Gg	20
Tableau 15 : Emission en équivalent CO2 pour la série temporelle	21
Tableau 16 : Productivité forestière des formations naturelles	23
Tableau 17 : Superficies forestières et leur évolution au Tchad	25
Tableau 18 : Evolution des superficies forestières	25
Tableau 19 : Evolution de nombre d'arbres hors forêts	25
Tableau 20 : Situation des plantations (1990 – 2005)	26
Tableau 21 : Situation des reboisements (1998 – 2003)	26
Tableau 22 : Evolution des superficies des terres abandonnées	26
Tableau 23 : Evolution de bois de consommation de bois de feu	26
Tableau 24 : Evolution de bois de consommation de bois de feu	27
Tableau 25 : Evolution des superficies emblavées de toutes les cultures	27

Tableau 26 : Récapitulatif des émissions de gaz à effet de serre	28
Tableau 27 : Evolution du potentiel de séquestration (1998 – 2003)	29
Tableau 28 : Production et exploitation du brut (en baril)	31
Tableau 29 : Population Tchadienne pour la série temporelle	31
Tableau 30 : Consommation spécifique moyenne du bois énergie	31
Tableau 31 : Consommation de bois énergie	32
Tableau 32 : Produits énergétiques importés pour la série temporelle	32
Tableau 33 : Valeur des facteurs d'émissions par défaut	33
Tableau 34 : Valeur des facteurs de conservation par défaut	33
Tableau 35 : Quantité de GgECO2 émise pour la série temporelle	33
Tableau 36 : Taux de génération et population à divers horizon	35
Tableau 37 : Population de Ndjamenà à divers horizon	35
Tableau 38 : Taux de génération des déchets ménages à divers horizon	35
Tableau 39 : Production journalière des déchets des marchés à Ndjamenà	35
Tableau 40 : Production journalière des déchets des marchés à Ndjamenà	36
Tableau 41 : Taux de génération des déchets des marchés	36
Tableau 42 : Abattage contrôlés des animaux au Tchad	36
Tableau 43 : Poids moyen selon les espèces	37
Tableau 44 : Déchets / espèces animales	37
Tableau 45 : Poids des matières stercoraires	37
Tableau 46 : Déchets d'engrenage de coton	37
Tableau 47 : Déchets des huileries	38
Tableau 48 : Déchets de brasseries	38
Tableau 49 : Quantité totale des déchets industriels	38
Tableau 50 : Taux de génération des déchets industriels	38
Tableau 51 : Taux global de génération des déchets urbains	38
Tableau 52 : Composition hors sable et cendre des déchets	39
Tableau 53 : Composition et proportion déchets	39

Tableau 54 :Calcul de facteur	39
Tableau 55 : Emission de CH4 dues aux déchets mis en décharge	40
Tableau 56 : Consommation de protéine par personne	40
Tableau 57 : Population du Tchad (1998 – 2003)	40
Tableau 58 : Emission de N2O (1998 – 2003)	40
Tableau 59 : Emission de GES du secteur déchet (1998 – 2003)	40
Tableau 60 : Données statistiques sur la consommation des combustibles du Tchad	43
Tableau 61 : Données de scenario de base	43
Tableau 62 : Emission basées sur la consommation (2020 – 2030)	43
Tableau 63 : Economie de CO2 et revenue de la vente de quotas CO2	47
Tableau 64 : Récapitulatif des émissions des gaz à effet de serre	50
Tableau 65 : Répartition des émissions de gaz à effet de serre	50
Tableau 66 : Emission des différents gaz à effet de serre	50
Tableau 67 : Emission en équivalent CO2 (1998 – 2003)	51
Tableau 68 : Thèmes vulgarisés et en vulgarisation	56
Tableau 69 : Emissions des gaz à effet de serre	57
Tableau 70 : Dégradation des superficies de forêts	57
Tableau 71 : Projection des superficies de reboisement	57
Tableau 72 : Projection des superficies des forêts	57
Tableau 73 : Quantité de carbone fixé ou conservé	58
Tableau 74 : Evolution des émissions dans le temps	61
Tableau 75 : Evolution des déchets (kg)	62
Tableau 76 : Traitement et valorisation des déchets	64
Tableau 77 : Risques climatiques par zone bioclimatique	67
Tableau 78 :Groupes vulnérables par zone bioclimatique	68
Tableau 79 : Classement des secteurs vulnérables	68
Tableau 80 : Proportion des personnes malades	72
Tableau 81 : Répartition de la population effectuée	74

Tableau 82 : Statistiques de validation du modèle	76
Tableau 83 : Variation des températures	79
Tableau 84 : Options d'adaptation identifiées par secteur	88
Tableau 85 : Répartition des ménages	89
Tableau 86 : Récapitulatif des technologies existantes	97
Tableau 87 : Technologie identifiées par le secteur déchet	98
Tableau 88 : Liste des institutions avec leur technologie	99
Tableau 89 : Liste synthétiques des technologies androgènes	100
Tableau 90 : Secteur forêt	100
Tableau 91 : Analyse de technologie pour le secteur agriculture/Elevage	101
Tableau 92 : Technologie des forêts	102
Tableau 93 : Stations et variable météorologiques observées par le SMOC	106
Tableau 94 : Liste des stations synoptiques installées dans les aéroports	108
Tableau 95 : Station synoptiques ouvert mais non opérationnelle	108
Tableau 96 : Liste des stations hydrologiques	109
Tableau 97 : Principales contraintes	110
Tableau 98 : Initiatives de bonne pratique	111
Tableau 99 : Outils de sensibilisation du public	112
Tableau 100 : Etats des lieux de besoins prioritaires en matière d'E I S du public	113
Tableau 101 : Besoins résumé d'information, éducation et sensibilisation du public	116
Tableau 102 : Liste des prioritaires identifiées dans le cadre de PANA et la SCN	121

LISTE DES FIGURES

Pages

	4
Fig. 1 : Indices des températures maximales et la droite de régression de N'Djaména	
Fig. 2 : Indices des températures minimales et la droite de régression de N'Djaména	4
Fig. 3 : Indices des températures minimales et la droite de régression de N'Djaména	5
Fig. 4 : Indices des précipitations de la station de Moundou	5
Fig. 5 : Isohyètes	5
Fig. 6 : Hauteurs de pluies des années 1973, 1984 et la normale 1961-1990	6
Fig. 7 : Inondation au quartier Walia	7
Fig. 8 : Répartition des émissions par secteur	20
Fig. 9 : Représentation graphiques	20
Fig. 10 : Répartition des émissions en Gg ECO2	21
Fig. 11 : Evolution en potentiel de séquestration entre 1998 et 2003	29
Fig. 12 : Représentation graphique de l'émission de CO2 de 1998 à 2003	33
Fig. 13 : Comparaison des coûts de l'électricité avec et sans quotas CO2	47
Fig. 14 : Répartition graphique GES en Gg pour la période 1998 - 2003	50
Fig.15 : Absorption / Emission des gaz à effet de serre	57
Fig. 16 : Variation du module de Chari à Ndjaména	69
Fig. 17 : Troupeau décimé par les effets de la secheresse de 1984	70
Fig. 18 : Précipitation (mm) moyenne 2000 - 2009	75
Fig. 19 : Variation des précipitations	76
Fig. 20 : Répartition saisonnière des précipitations en 2030, 2050, 2100 et la normale 1961-1990	77
Fig. 21 : Probabilité d'augmentation des précipitations	78
Fig. 22 : Champ d'erreurs dans la simulation des précipitations	78
Fig. 23 : Variation annuelle de température moyenne	79
Fig. 24 : Variation des températures moyenne selon les saisons en 2030, 2050 et 2100	80

DEFINITIONS DES TERMES

(Extraits de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques)

1. On entend par « **effets néfastes des changements climatiques** », les modification de l'environnement physique ou des biotes dues à des changements climatiques et qui exercent des effets nocifs significatifs sur la composition, la résistance ou la productivité des écosystèmes naturels et aménagés, sur le fonctionnement des systèmes socio-économiques ou sur la santé et le bien-être de l'homme ;
2. On entend par « **changements climatiques** » des changements du climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables ;
3. On entend par « **système climatique** », un ensemble englobant l'atmosphère, l'hydrosphère, la biosphère et la géosphère, ainsi que leurs interactions ;
4. On entend par « **émissions** », la libération de gaz à effet de serre ou de précurseurs de tels gaz dans l'atmosphère au-dessus d'une zone et au cours d'une période données ;
5. On entend par « **gaz à effet de serre** » les constituants gazeux de l'atmosphère, tant naturels qu'anthropiques, qui absorbent et réémettent le rayonnement infrarouge ;
6. **La vulnérabilité** exprime le niveau auquel un système peut être dégradé ou endommagé face à l'évolution du climat. Elle dépend aussi bien des facteurs physiques que socioéconomiques ;
7. **L'Adaptation** est l'ensemble des réponses (des solutions) aux effets néfastes ou positifs des changements climatiques. Elle peut se faire naturellement, ou par une réaction spontanée (par exemple face à une catastrophe climatique) ou être anticipée dans le cadre d'une planification ;
8. **Les scénarios climatiques** sont des visions à long termes de l'évolution du climat futur (c'est à dire des paramètres climatiques) ainsi que des principaux paramètres socio-économiques dans une localité donnée. Ils permettent d'estimer la vulnérabilité de la contrée et d'anticiper avec des mesures d'adaptation.

SOMMAIRE

	Pages
Préface	I
Avant Propos	II
Liste des Acronymes	III
Liste des Symboles Chimiques	IV
Liste des Tableaux	VII
Liste des Figures	VIII
Définition des Termes des Changements Climatiques	XI
Résumé Analytique	X
INTRODUCTION	1
1^{ère} PARTIE : CIRCONSTANCES NATIONALES	
1.1 Caractérisation du Pays	2
1.2 Caractéristiques Climatiques du Pays	3
1.3 Caractéristiques Socio-économiques du Pays	7
2^{ème} PARTIE : SECOND INVENTAIRE DES GAZ A EFFET DE SERRE DU TCHAD	
2.1 Méthodologie Générale	12
2.2 Caractéristiques des Secteurs	12
2.2.1-Secteur d'Agriculture /Elevage	12
2.2.2 -Secteur Utilisation des Terres Changement d'Affectation des Terres et Forestières	22
2.2.3-Secteur Energie	29
2.2.4-Secteur des Déchets	34
3^{ème} PARTIE : MESURES ET POLITIQUES D'ATTENUATION	
3.1 Méthodologie	42
3.2 Présentation et Référence des secteurs	42
3.2.1-Secteur de l'Energie	42

3.2.2 -Secteur de Procédés industriels	48
3.2.3-Secteur de l'Agriculture / Elevage	48
3.2.4- Secteur Utilisation des Terres Changement d'Affectation des Terres et Forestières	56

4 ème PARTIE : VULNERABILITE ET ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

4.1 Vulnérabilité à la variabilité et aux changements climatiques passé et actuels	74
4.2 Evaluation de la variabilité aux changements climatiques	74
4.3 Impact des changements climatiques futurs sur les écosystèmes	81
4.4 Réponses aux changements climatiques	84

5 ème PARTIE : AUTRES INFORMATIONS VISANT LES OBJECTIFS DE LA CONVENTION CADRE DES NATIONS UNIES SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

5.1 Introduction	95
5.2 Besoin en Transfert de Technologie	95
5.3 Recherche et Objection Systématiques	95
5.4 Renforcement des capacités en matière Education Formation Sensibilisation du public	111

6 ème PARTIE : DIFFICULTES ET LACUNES OBSERVES RESSOURCES FINANCIERES ET EN RENFORCEMENT DE CAPACITES

6.1 Difficultés et lacunes	140
6.2 Ressources Financières	120
6.3 Capacités Techniques	120
6.4 Idées des Projets identifiés pour la Seconde Communication Nationale	120

CONCLUSION GENERALE	122
----------------------------	-----

BIBLIOGRAPHIQUES

RESUME ANALYTIQUE

Le Tchad a une superficie de 1 284 000 km². C'est un pays enclavé dont la frontière la plus proche de la mer est à 1000 km de Douala au Cameroun. Il est limité au nord la Libye, à l'est par le Soudan, au sud par la Centrafrique et à l'ouest par le Niger, le Nigeria et le Cameroun.

L'environnement naturel est austère, marqué par un régime climatique caractérisé par une pluviométrie faible, variable dans l'espace et dans le temps, et des températures élevées qui accentuent son aridité. Malgré ces contraintes naturelles, le secteur rural occupe une place primordiale dans l'économie nationale. Sa contribution à la formation du PIB et aux recettes d'exportation en fait le premier secteur d'activités.

La présente Seconde Communication Nationale du pays, traite successivement des inventaires de gaz à effet de serre, de la capacité du pays à atténuer les émissions de ces gaz, de la vulnérabilité face à la variabilité et aux changements climatiques, de l'adaptation, de l'organisation de l'État en matière de changements climatiques ainsi que des besoins pour faire face aux effets adverses de ces changements.

A) SECOND INVENTAIRE DES GAZ A EFFET DE SERRE

L'Inventaire de Gaz à Effet de Serre (IGES) présente l'intérêt d'aider le pays à définir les options d'atténuation des changements climatiques ou autres stratégies environnementales telles que la lutte contre la pollution de l'air. Il fournit également une base pour les mécanismes de flexibilité en particulier le Mécanisme pour un Développement Propre (MDP) et les mécanismes émergents comme la REDD (Réduction des Emissions dues à la Déforestation et la Dégradation des forêts).

Au titre de la Seconde Communication Nationale (SCN), les inventaires de GES ont été réalisés pour l'année de référence 2000, dans les secteurs Energie, Agriculture/Elevage, Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Foresteries (UTCATF) et Déchets.

Cet élément clé de la Communication Nationale porte sur l'année 2000 et a été réalisé selon les lignes directrices, version 1996, *Manuel Simplifié* ainsi que le *Manuel de Référence et les recommandations* du GIEC. Quatre secteurs sont concernés : Energie, Agriculture/Elevage, l'Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Foresterie et Déchets.

Ce rapport a été élaboré par une équipe nationale pluridisciplinaires d'experts nationaux (agrométéorologiste, énergéticien, forestier, hydrologue, vétérinaire, géomaticien,) ayant suivi des formations sur le guide de Bonnes Pratiques et recommandations du GIEC pour les inventaires du projet régional "Renforcement des Capacités pour l'amélioration de la qualité des inventaires des gaz à effet de serre en Afrique de l'Ouest et du Centre".

En effet des rencontres d'organisation de travail et une mission collecte des données (agriculture, déchets, forêts et énergie) ont été organisées auprès des structures détentrices des données d'activités. Les estimations des émissions ont porté sur trois (3) gaz à effet de serre directs et quatre (4) GES indirect. Il s'agit de :

- **Gaz à effet de serre direct** : (le dioxyde de carbone (CO₂); le méthane (CH₄); le protoxyde d'azote (N₂O)).

• **Gaz à effet de serre indirect :**(le dioxyde de soufre (S₂O); les oxydes d'azote (NO_x); les composés organiques volatiles non méthaniques (COVNM) ; le monoxyde de carbone (CO). Les substances halogénées portant sur les hydrofluorocarbures (HFC), perfluorocarbures (PFC) et l'hexafluorure de soufre (SF₆) ne sont pas estimées par le manque des données. Les tableaux ci-dessous résumant les émissions globales des GES au Tchad pour l'année 2000.

Tableau A : Synthèse des Emissions de tous les secteurs (en Gg) pour l'année 2000

Secteurs	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	NO _x	CO	COVNM
Energie						
Agriculture	292,14	52,25	0	10,84	617,72	0
Changement d'Affectation des Terres et Forêts						
Déchets	5,52	0,41				
Total	297,66	52,66	0	10,84	617,72	0

Tableau B : Synthèse des Emissions de tous les secteurs (en Gg ECO₂) en l'année 2000

Secteurs	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	Eq. CO ₂	SEQUESTRATION
Energie			304,99	304,99	
Agriculture	7 303,5	15 570,5	0	22 874,0	
Changement d'Affectation des Terres et Forêts	25,89	0,18	0	26,07	-20269,05
Déchets	126,96	121,36		248,32	
Total	7456,35	15692,04	304,99	+23453,38	-20269,05

Il ressort de ce tableau ci-dessus que les émissions pour l'année 2000 est de **+23453,38 GgECO₂** est la séquestration est de l'ordre **-20269,05**. Ce qui veut dire que le Tchad est émetteur à l'année 2000 de l'ordre de **3184,33 GgECO₂**. Le Tchad n'est pas une source, **il est un puits net**. La Synthèse des émissions des GES de l'année 2000 et ses tendances (tableau C)

Tableau C : Synthèse des Emissions – séquestration des GES (en Gg ECO₂) en 2000

Secteurs	Emission		Séquestration		Bilan
	GgECO ₂	%	GgECO ₂	%	GgECO ₂
Energie	304,99	0,56	0	0	304,99
Agriculture	22.332,44	41,05	0	0	22.332,44
UTCATF	31.525,31	57,94	65.588,71	100	-34.063,4
Déchets	243,02	0,45	0	0	243,02
Total	54.405,76	100,00	65.588,71	100	-11.182,95

Comme l'indiquent le tableau C et la figure A1, les émissions totales des GES de l'année 2000 dues aux activités des différents secteurs retenus pour l'inventaire s'élève à **54.405,76 GgECO₂**. Avec 57,94 % des émissions totales, le secteur "Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et forêts" est le plus émetteur. Il est suivi par le secteur Agriculture (41,05 %). Les émissions des secteurs Energie et déchets, quant à elles, ne représentent que 1 % des émissions totales des GES.

La séquestration des GES provenant uniquement du secteur "Utilisation des terres changement, d'affectation des terres et forêts" est estimée à **65.588,71 GgECO₂**. Il en résulte donc un bilan (émission – séquestration) de GES de **-11.182,95 Gg-ECO₂**. C'est autant dire que le Tchad reste, en 2000, un puits d'absorption des GES.

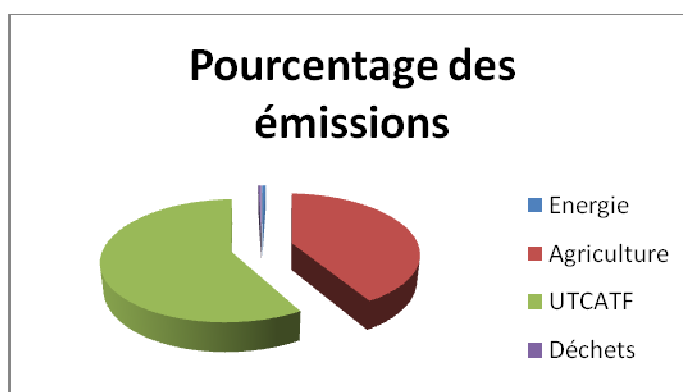


Figure A1 : Proportion des émissions en 2000

Tableau D: Evolution des émissions des GES en Gg-ECO₂ pour la période 1993 et 1998 – 2003

Secteur	1993	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Energie	309,65	334,6	358,58	304,99	368,59	452,77	4054,6
Agricultur e	19.355,6*	22.641,66	22.475,17	22.332,44	22.396,5	21.861,47	21.378,77
UTCATF	20.565,74	30.555,57	31.027,88	31.525,31	32.295,19	33.047,72	34.289,17
Déchet	135,25*	218,23	231,36	243,02	255,68	270,07	280,63
Total	40.366,24	53.750,06	54.092,99	54.405,76	55.315,96	55.632,03	60.003,17

* - *Inventaire révisé*

Comme l'indique le tableau D ci-dessus, les émissions totales pour la période allant de 1993 (année de référence du premier inventaire) à 2003 sont en progression même si ce n'est pas de façon linéaire. Celles de 2003 sont nettement importantes en raison de la prise en compte des éléments de l'exploitation pétrolière.

B) ATTENUATION DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Le Tchad, en tant que Partie non visée à l'annexe 1, n'a pas d'obligation en matière de réduction des émissions au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) et du Protocole de Kyoto (PK).

Toutefois, du fait que les mesures d'atténuation pourraient offrir au pays des opportunités de développement économique, social et écologique et, tenant compte du courant international invitant tout Etat Partie non visée à l'annexe 1 de la CCNUCC à promouvoir des actions des mesures nationales appropriées pour l'atténuation au niveau national et la Réduction des Emissions liées à la Déforestation et à la Dégradation des Forêts (REDD) le Tchad a jugé nécessaire d'aborder dans le cadre de la Troisième Communication Nationale (TCN) les questions relatives à l'atténuation.

A cet égard, sur la base de l'analyse des résultats des inventaires de (IGES), une évaluation guidée par le jugement d'expert a permis de proposer des options et mesures d'atténuation dans les secteurs à savoir : (i) l'Energie, (ii) , Agriculture/Elevage, (iii) Utilisation des Terres, Changements d'Affectation des Terres et Foresterie (UTCATF)., et (iv) Déchets.

Les scénarii sur la consommation des combustibles au Tchad résultants des récentes études ayant conduit à l'aboutissement du Schéma Directeur de l'Electricité ont permis de faire les projections ci-dessous pour les horizons 2020 - 2030. Trois scénarii ont été proposés à savoir scénario de base, scénario haut et scénario bas. Pour le cas de notre étude, nous avons traité les données d'un seul scénario ; celui de base. En effet, le secteur développement rural et en particulier celui de l'agriculture/élevage n'est qu'émetteur des gaz à effet de serre comme le montre les inventaires.

De ce fait les résultats attendus ne visent pas directement à la réduction et moins encore à la séquestration de ces gaz mais plutôt à l'amélioration de niveau de vie et la qualité de vie des

populations dans l'optique de lutte contre la pauvreté. Ainsi plusieurs projets ayant vu le jour sont achevés, d'autres sont en cours et ou en voie de recherche de financement.

La stratégie de développement économique et social du Tchad entraînera inéluctablement la croissance soutenue de la demande en énergies. Le Ministère de l'Energie table sur une demande du réseau de 153 MW en 2020 pour un coût d'investissement de 405 milliards de FCFA et 289 MW en 2030. Grâce aux kits solaires, l'accès direct à l'électricité atteindra 41% en 2020 et 70% en 2030 (SDE¹).

D'après l'inventaire de GES de décembre 2000 basé sur l'année de référence (2000), le secteur agriculture /élevage contribue par an dans les proportions des différents Gaz se présentent comme suit par ordre décroissant:

- Le monoxyde de carbone (**CO**) : 617,72 Gg soit 63,49 %
- Le méthane (**CH₄**) : 292,14 Gg soit 30,03 %
- Le Protoxyde d'azote (**N₂O**) : 52,25 Gg soit 5,37 %
- L'Oxyde d'azote (**NO_x**): 10,84 Gg soit 1,11%

Et les sous secteurs les plus émetteurs en équivalent CO₂ sont les sols agricoles (67,7%) suivis de la fermentation entérique. Pour l'ensemble du secteur une émission de 22.874 ECO₂ est obtenue contre 4947 ECO₂ en 1993.

L'analyse des données dans le domaine de l'agriculture ne répond à aucune fonction disponible à notre niveau. Celle de l'élevage paraît très linéaire car elle est basée sur des taux de croit. Ces deux situations ne permettent pas de faire des projections. La seule voie et moyen pour permettre de faire ce travail est l'usage d'un logiciel adapté notamment le « STAIR », un programme qui convient aux scénarios d'atténuation à long terme.

Les inventaires de GES, réalisés sur la base de l'année de référence 2000 pour un Potentiel de Réchauffement Global de 100 ans, les émissions se totalisent en 2003 à **34.289GgEqCO₂** pour le secteur d'étude. Les émissions de CO₂ provenant de la consommation de l'énergie et des activités d'exploitation se totalisent à **33.656,97GgECO₂**.

Avec ses 243,02Gg.ECO₂ d'émissions, le secteur Déchets tient la queue du peloton des quatre secteurs en termes de volume d'émissions de 2000. Provenant des deux sources comptabilisées dans ce secteur, les émanations de N₂O des détritux humains et celles du CH₄ des déchets solides urbains occupent le 16^{ème} et le 17^{ème} rang avec 0,104% et 0,095% respectivement des 28 catégories de sources sans toutefois être des sources clés. A l'intérieur de ce secteur, les émissions augmentent systématiquement d'année en année des ces deux sources depuis 1993 à 2003 comme l'indique le tableau ci-dessus. Il présente le rythme de progression des émissions.

C) VULNERABILITE ET ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Les études de vulnérabilité et d'adaptation aux changements climatiques réalisées au titre de la présente Communication Nationale couvrent les propositions pertinentes des premières études pour les compléter en se focalisant sur les secteurs Agriculture / Elevage, Ressources en eau, Foresterie, Habitat et Santé humaine.

A l'instar des autres pays subsahariens, le Tchad est très vulnérable à la variabilité et aux changements climatiques connus au cours des dernières décennies du 20^{ème} siècle. Les changements climatiques et les événements météorologiques extrêmes associés constituent une menace grave pour les ressources naturelles dont la majeure partie de la population tchadienne tire l'essentiel de ses moyens d'existence.

Outres les conditions climatiques passées et leurs impacts sur la population et les ressources humaines, il est nécessaire d'aborder les questions liées à la situation du climat futur. De l'analyse des résultats fournis par le couple de logiciels MAGICC/SENGEN utilisé pour les projections des paramètres climatiques, il ressort que : le Sud du pays ne connaîtra pas une modification sensible des cumuls des précipitations aux horizons 2030, 2050 et 2100 ; la zone sahélienne et la partie sud de la zone saharienne seront par contre sérieusement affectées par une diminution de précipitations.

En 2100, cette diminution sera beaucoup plus importante (-70%) qu'en 2030 (-20%) et 2050 (-30%). Quant à la partie Nord de zone saharienne, elle connaîtra une augmentation des précipitations. Il faut cependant noter qu'une augmentation même de 100% ne signifie pas grand-chose dans la mesure où cette partie du pays enregistre généralement de très faibles quantités de pluies.

Une autre particularité à relever dans les précipitations simulées est le déficit pluviométrique assez significatif qui s'enregistrera au mois de juin à tous les horizons temporels retenus. Cette anomalie (déficit pluviométrique de juin) qui s'observe il y a déjà quelques années, risque donc de s'accroître dans les années à venir.

S'agissant de la température, elle sera en augmentation sur tout le territoire aux trois horizons. Ladite augmentation sera beaucoup plus prononcée en 2100. Nous assisterons paradoxalement à des températures moins élevées dans la zone saharienne réputée être une région de climat habituellement sévère en terme de hausse température.

Les augmentations de températures dans cette zone seront en moyenne de l'ordre de 1,2° à l'horizon 2030, 2,2°C en 2050 et 4,1°C en 2100. Dans la zone soudanienne, les augmentations de températures seront presque les mêmes qu'en zone saharienne. La zone sahélienne sera la plus touchée par l'augmentation de températures pour les trois horizons choisis.

L'augmentation y sera en moyenne de l'ordre de 1,3°, 2,4°C et 4,5°C respectivement pour les horizons 2030, 2050 et 2100. En outre, les saisons JJA (juin, juillet, août) et SON (septembre, octobre, novembre) seront plus chaudes que d'habitude au niveau de toutes les latitudes et à tous les trois horizons temporels, tandis que MAM (mars, avril, mai) reconnue comme étant la saison de l'année la plus chaude connaîtra des faibles augmentations de températures.

Eu égard aux simulations ci-dessus décrites, les conditions climatiques seront défavorables et nous risquerons de connaître des années marquées par des déficits pluviométriques et des vagues de chaleur comme celle vécue en 1998. Ces conditions affecteront les ressources en eau, l'agriculture, l'élevage, les ressources halieutiques et la santé humaine.

Pour atténuer les effets de la dégradation des conditions climatiques vécues dans dernières décennies et futures, quelques tentatives de réponses ont été initiées et mises en œuvre aux niveaux régional et national.

D) AUTRES INFORMATIONS UTILES

Les informations jugées utiles pour l'application de la Convention et ayant fait l'objet d'un développement au titre de cette seconde communication nationale, englobent les aspects ou questions ci-après :

1) EVALUATION DES BESOINS EN TECHNOLOGIE

Le Tchad est un pays caractérisé par un faible niveau de développement technologique dans presque tous les secteurs. La présente évaluation est également orientée vers les secteurs ci-dessous :

➤ Secteur de l'Énergie

Pour une question de commodité, les différentes technologies tant existantes que susceptibles d'être utilisées dans le secteur énergie sont récapitulées dans le tableau ci-dessous.

Tableau E : Récapitulatif des technologies existantes et susceptibles d'être utilisées dans le secteur énergie

N°	Technologie
1	Centrales thermiques
2	Groupes électrogènes des particuliers
3	Gaz butane pour l'énergie domestique
4	Combustibles ligneux
5	Combustibles non ligneux
6	Foyers améliorés
7	Energie solaire et éolienne
8	Utilisation du gaz pour la centrale de N'Djaména
9	L'interconnexion avec les pays voisins

➤ **Secteur des Déchets**

Les structures de collecte et de traitement sont embryonnaires en ce qui concerne les déchets solides, et inexistantes pour ce qui est des eaux usées. Il n'existe pas de décharges contrôlées. Très peu de dépotoirs sont mis à la disposition de la population, qui de ce fait, jette les ordures dans les rues ou dans les caniveaux destinés à l'évacuation des eaux pluviales. Néanmoins, certaines institutions utilisent, pour la gestion des déchets, quelques techniques ci-dessous énumérées.

Tableau F : Les technologies identifiées pour le secteur déchets

N°	Technologies
1	Incinérateur
2	Méthanisation
3	Recyclage des déchets
4	Le compostage

➤ **Secteur d'utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresteries**

La liste des institutions avec leurs technologies utilisées par les Institutions, les Projets et les ONGs œuvrant dans le cadre de développement rural permettent de résoudre les questions liées aux changements climatiques notamment à l'atténuation/réduction des gaz à effet de serre sont : LRVZ ; PRASAC ; DDPAP ; ONDR ; SODELAC ; DREM ; ACORD ; ACRA ; DPFLCD et CNAR.

Au regard des technologies vulgarisées et en vulgarisation au niveau des institutions, ONGs, projets et particulièrement au niveau de l'ONDR, les technologies endogènes existantes sont nombreuses. Toutes ces structures œuvrent pour l'accroissement de la production agricole, animale, végétale, la protection des sols et la biodiversité et partant la protection de l'environnement avec une attention particulière accordée au boisement et reboisement. Ces deniers constituent une source de séquestration GES.

Les besoins en technologies identifiés dans le secteur d'utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresteries sont résumés dans le tableau ci dessous.

Tableau G : Le secteur d'utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresteries

N°	Technologies dans le domaine d'utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresteries
1	Création des plantations d'arbres, des forêts, reboisement, conservation de la biodiversité et mise en défens
2	Lutte contre les Incendies de forêts et de brousse
3	Gestion rationnelle des pâturages
4	Inventaire et de cartographie des ressources forestières

➤ **Secteur agriculture/élevage**

L'analyse des technologies identifiées est articulée autour de deux (2) options notamment les avantages et les inconvénients par rapport à l'atténuation des GES, l'adaptation aux changements climatiques et à l'environnement. Le tableau ci-dessous fournit les détails. L'usage du tableau a été dicté par le simple fait qu'il paraît fastidieux de faire des pages et des pages de commentaires.

Tableau F : Analyse des technologies pour le secteur agriculture/élevage

N°	TECHNOLOGIES	AVANTAGES	INCONVENIENTS
1	Apport d'engrais organiques dans les sols	Augmentation de la fertilité des sols par l'amélioration de la structure, augmentation de la capacité d'échange, amélioration de l'économie d'eau, meilleure aération, maintien de la population des micro-organismes.	Malgré le maintien de la fertilité des sols par les matières organiques, le sol lui-même, émet tout naturellement de GES (N ₂ O) par les actions microbiennes de nitrification et de dénitrification.
2	Jachère améliorée des légumineuses	Apport d'azote et d'aliments riches en protéines, fixation d'azote de l'air. Apport d'engrais verts dans le sol, Lutte contre l'érosion. Pâturage pour le bétail	Création d'habitats pour les déprédateurs et insectes nuisibles pour les cultures et pour l'homme même
3	Retenue d'eau par la construction de diguette	Irrigation, alimentation du bétail, l'homme et la faune sauvage, piégeage de poussières, etc.	Source des maladies d'origine hydrique
4		Limitation de l'évaporation, l'érosion.	Nécessite des moyens matériels et

	Labour perpendiculaire à la pente	Rétention de l'eau dans le sol	humains Emission de l'oxyde nitreux (N ₂ O)
5	Labour avant semi et sarclage à temps	Limitation de l'évaporation, aération des parcelles, destruction des mauvaises herbes	Dépense d'énergie et de moyens. Demande beaucoup d'effort Emission de l'oxyde nitreux (N ₂ O)
6	Lutte contre l'érosion hydrique et éolienne	Conservation de la fertilité des sols, accroître la diversité biologique, la perméabilité des sols. Réversibilité de l'érosion et régulation du régime des eaux dans le sol	Multiplification des insectes et des reptiles nuisibles. Nécessite des moyens matériels et humains. Création d'habitat des prédateurs et des insectes nuisibles
7	Utilisation efficace d'engrais minéraux	Amélioration de la fertilité du sol, augmentation de la productivité végétale et agricole	Emission de GES et pollution des nappes phréatiques à long. Cherté de coûts. Disparition de certains êtres vivants des sols (lombricidés, nématodes, etc.)
8	Utilisation des résidus agricoles /sous produits industriels pour alimentation du bétail	Complémentarité alimentaire pour bétail, augmentation de poids de l'animal, évitement de l'amaigrissement, limitation des pertes d'énergies dues au déplacement, accroître le rendement de l'animal dans la traction et au portage. Limitation d'émission de certain GES (CH ₄).	Nécessite des moyens de transports. Risque des maladies dues aux déchets toxiques issues des industries
9	Production de vaccin et suivi de la santé animale	Protection du bétail (immunisations du bétail)	Le vaccin n'éradique pas la maladie. Nécessite de moyens de conservation de transports.
10	Suivi de la transhumance et migration des populations	Adaptation dans le milieu, satisfaction des besoins du bétail animal en alimentation en eau et en nourriture	Dépense beaucoup d'énergie et d'efforts. Demande de moyens de transports et finance.
11	Gestion rationnelle des pâturages Technologies	Conservation de pâturages et des ressources ligneuses	Suivi fastidieux

Il ressort du tableau que les avantages l'emportent sur les inconvénients. D'ailleurs il n'y a qu'une seule technologie sur les onze qui porte un peu atteinte à l'environnement au point de vue changement climatique. C'est l'utilisation d'engrais minéraux. Cependant, ce n'est pas cet inconvénient qui conduira à l'écarter car sa rentabilité reste importante pour la fertilisation des sols.

2) RECHERCHE ET OBSERVATION SYSTEMATIQUE

Il y a au moins cent ans que le Tchad est l'un des pays d'Afrique francophone qu'on pouvait classer parmi les références dans le domaine d'observation météorologique, au niveau national et également les archives de la Direction des Ressources en Eau et de la Météorologie (DREM) ont indiqué que les observations météorologiques et les mesures hydrologiques ont débuté dans les années 1900. Ces observations ont concerné d'abord les hauteurs des cours d'eau (Lai, 1903) et ensuite celles relatives au climat (Fort Lamy, 1904).

Les principaux intervenants en matière d'observation systématique et de recherche sur le climat au Tchad, il s'agit de l'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA) ; la Direction des Ressources en Eau et de la Météorologie (DREM) ; le Réseau d'Observation des Pâturages Naturels (ROPN) et la Direction de la Connaissance du Domaine Hydraulique (DCDH).

La République du Tchad a bénéficié d'une station de réception d'imagerie satellitaire dénommée Météosat de Seconde Génération MSG logé au bloc technique de l'ASECNA. Cette station couvre l'ensemble du territoire national.

La recherche au Tchad est encore à l'état embryonnaire, mais il existe des institutions dont le champ d'activités touche plus ou moins l'évolution du climat. Et il s'agit des principales institutions orientées vers la recherche et l'observation systématique de façon variée on a : l'Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement (ITRAD) ; l'Institut National de Sciences Humaines (INSH) ; le Laboratoire de Recherches Vétérinaires et Zootechniques (LRVZ) ; le Pôle Régional et de recherche Appliquées au développement des Savanes en Afrique Centrale (PRASAC) ; le Centre National d'Appui à la Recherche (CNAR) ; les Universités de N'Djaména.

3) RENFORCEMENT DES CAPACITES NATIONALES EN MATIERE EDUCATION, FORMATION ET SENSIBILISATION DU PUBLIC

La mise en œuvre de la convention est une responsabilité globale mais différenciée suivant la catégorie des acteurs au niveau national. Le renforcement des capacités et la mise en place des canaux d'information, fournissant des outils de communication pour le dialogue et l'échange sur les bonnes pratiques ont permis d'accéder aux résultats suivants.

De l'état des lieux des politiques environnementales, on peut constater que, suivant le courant de mobilisation planétaire en faveur de la bonne gestion de l'environnement, le Tchad n'est pas resté en marge de la prise de conscience générale sur les problèmes environnementaux. Cette prise de conscience s'est traduite par l'adoption de politiques et stratégies en matière de protection et de gestion durable de l'environnement.

De l'état des lieux des principales parties prenantes et leurs activités, on note la volonté de gestion harmonisée de prendre en compte les effets du Changements Climatiques. Ceci est favorisé par l'intégration concrète sur le terrain à travers les programmes et projets. Les activités identifiées sont celles des principales parties prenantes au niveau national notamment les institutions d'appui, le secteur privé, la société civile, les acteurs de l'éducation, les acteurs de la communication, les partenaires techniques et financiers.

L'état des lieux et l'analyse des outils de communication ont porté sur les trois niveaux: régional, national et local. L'analyse des outils de communication existants a été effectuée à travers les canaux suivants: canal institutionnel, canal médiatique, canal socio-traditionnel, canal de communication participative.

L'état des lieux et l'analyse des besoins d'information, d'éducation et de sensibilisation du public, ont été effectués à partir des contraintes majeures soulevées au niveau national et local. Les besoins en information ont été analysés par catégorie d'acteurs en fonction des changements souhaités. L'analyse des besoins au niveau national a été menée à travers les institutions d'appui, le secteur privé, la société civile, les acteurs de l'éducation, les acteurs de la communication, les partenaires techniques et financiers.

4) CONTRAINTES ET LACUNES IDENTIFIEES

Les contraintes et lacunes majeures relevées à la suite des études et évaluations conduites au titre de cette Seconde Communication Nationale sont :

- l'absence de données spécifiques, les lacunes au niveau des données disponibles ;
- l'expertise technique très limitée dans toutes les thématiques clés en rapport avec les communications nationales ;
- la capacité d'expertise nationale limitée associée au manque d'équipements appropriés, à l'absence de planifications sectorielles à moyen et long terme, à l'inexistence de bases de données adéquates, ont quelque peu influencé le niveau des analyses effectuées ;
- des actions de renforcement de capacité s'avèrent toutefois indispensables au plan de l'expertise technique, de développement institutionnel, de la recherche, de l'observation systématique et du développement technologique ;
- cependant, des progrès significatifs ont pu être réalisés par rapport à la Communication Nationale Initiale, tant en ce qui concerne la gamme des thématiques traitées qu'en terme d'approche méthodologique utilisée.

5) IDEES DE PROJETS IDENTIFIEES DANS LE CADRE DE LA SECONDE COMMUNICATION NATIONALE

D'énormes difficultés ont confronté les premières activités de mise en œuvre de la Convention. Les idées de projet reflètent ces inquiétudes, ces interrogations et ces incertitudes de tout ordre, technique, politique et administratif dont la résolution doit être menée de manière systématique et cohérente.

Les idées de projets portent essentiellement sur les points les plus faibles et porteurs de menaces et de risques au processus de mise en œuvre de la Convention Cadre des Nations sur les Changements Climatiques : i) le renforcement des capacités ; ii) les inventaires des gaz à effet de serre et les mesures d'atténuation et, iii) les analyses relatives à la vulnérabilité et à l'adaptation.

La préoccupation fondamentale qui sous-tend ces propositions d'idées de projets est la durabilité du processus et de résultats sur des bases institutionnelles stabilisées, différenciées et renforcées.

Les idées de projets constituent un appel pressant à la mobilisation des ressources additionnelles soutenues pour que le Tchad, pays partie en développement le plus vulnérable, en raison des circonstances naturelles les plus sensibles aux variabilités extrêmes du climat puisse ne pas

connaître des dégradations irréversiblement néfastes à ses populations et à ses écosystèmes naturels.

INTRODUCTION GENERALE

Le Tchad a signé et ratifié la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) le 12 Juin 1992 et le 30 Avril 1993 et le Protocole de Kyoto (PK) a été ratifié le 10 Août 2009 et entré en vigueur le 17 Novembre 2009.

Conformément aux dispositions des articles 4 et 12 de la CCNUCC et aux directives de la décision 17CP/8, le Tchad, en tant que Partie à la CCNUCC, s'est engagé à communiquer à la Conférence des Parties (COP) des informations relatives à ses émissions anthropiques des Gaz à Effet de Serre (GES) à ses programmes et actions envisagés pour l'atténuation des émissions et l'adaptation aux changements climatiques, ainsi qu'à celles jugées pertinentes pour atteindre les objectifs de la convention.

Ainsi, la Communication Nationale Initiale (CNI) préparée depuis 1998 a été présentée à la 7^{ème} Conférence des Parties de la CCNUCC qui s'est tenue à Marrakech au Maroc en Novembre 2001. Le Tchad a après la publication de sa Communication Nationale Initiale entrepris un certain nombre d'activités dont entre autres :

-la mise en œuvre du Projet PNUD/FEM/RAF02-G31 « Renforcement des Capacités pour l'amélioration de la qualité des Inventaires des Gaz à Effet de Serre (IGES) en Afrique de l'Ouest et du Centre dont l'objectif est de renforcer les capacités des pays bénéficiaires, afin qu'ils puissent améliorer la qualité des données d'activités et des coefficients d'émissions utilisés dans leurs inventaires nationaux des gaz à effet de serre ;

-l'élaboration du Programme d'Action National pour l'Adaptation aux changements climatiques (PANA) dont l'objectif est de contribuer à atténuer les effets néfastes des changements climatiques sur les populations les plus vulnérables dans la perspective d'un développement durable et de lutte contre la pauvreté au Tchad ;

-l'élaboration et la mise en œuvre du Projet d'Autoévaluation Nationale des Capacités à Renforcer pour gérer l'environnement mondial (ANCR), ce Projet a pour objectif d'évaluer les besoins en renforcement des capacités et de proposer une stratégie et un plan d'action pour la mise en œuvre des actions de renforcement des capacités dans le cadre des conventions sur la lutte contre la désertification sur la diversité biologique et sur les changements climatiques ;

-la mise en œuvre du Projet Auto-évaluation de la Communication Nationale Initiale (CNI) son objectif était d'identifier les lacunes et les insuffisances liées à ladite communication et faire des propositions d'amélioration pour la Seconde Communication Nationale ;

Le présent document « Seconde Communication Nationale du Tchad » sur les changements climatiques est la synthèse des différentes études thématiques et sectorielles réalisées par les

consultants nationaux. La préparation de toutes ces études a été faite suivant les directives du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat (GIEC) et selon les recommandations de la décision 17 CP/8 relative à l'établissement des communications nationales des Parties.

Les informations contenues dans le document sont articulées sur les points suivants :

- les Circonstances Nationales ;
- l'Inventaire National des Gaz à Effet de Serre;
- la Vulnérabilité et l'Adaptation aux Changements Climatiques ;
- les Politiques et Mesures d'Atténuation des émissions des Gaz à Effet de Serre ;
- l'Evaluation de besoins en matière de Recherche et Observation Systématique ;
- l'Evaluation de besoins en Transfert de Technologie ;
- l'Education, Formation Sensibilisation du public en matière des changements climatiques.

PREMIERE PARTIE :
LES CIRCONSTANCES NATIONALES

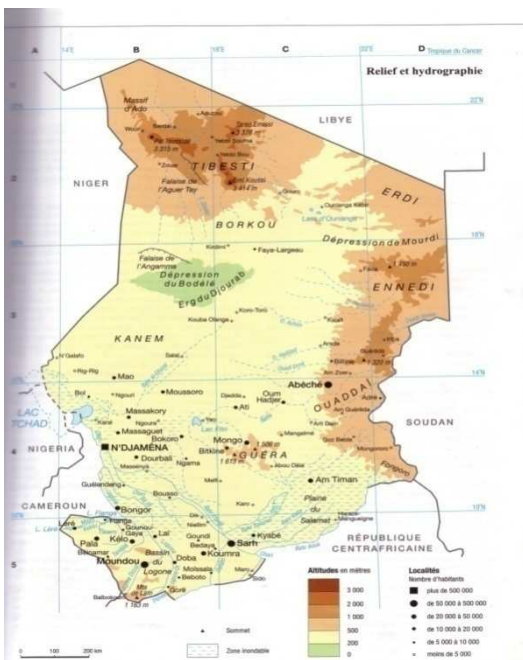
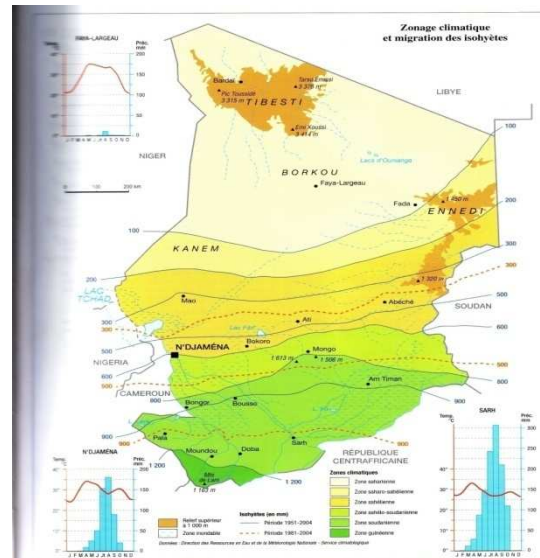
1.1- CARACTERISATION DU PAYS

1.1.1-Situation géographique

Pays enclavé d'Afrique Central, le Tchad est situé au cœur de l'Afrique, à cheval entre le Maghreb et l'Afrique subsaharienne. Avec une superficie de 1 284 000 km², le Tchad est le 21^{ème} pays le plus étendu du monde et le 5^{ème} pays du continent après le Soudan, l'Algérie, la République Démocratique du Congo et la Libye. Le Tchad s'étend entre 7° et 24° de latitude Nord et entre 14° et 24° de longitude Est. Il s'étale sur une longueur de 1700 km du nord au sud et sur 1000 km d'est en ouest. Et il est limité par six pays : au Nord la Libye, à l'Est le Soudan, au Sud la République Centrafricaine et à l'Ouest le Cameroun, le Nigeria et le Niger. Le port maritime le plus proche est celui de Douala (Cameroun) situé à 1700 km de N'Djamena. le Tchad fait partie du groupe continentaux de la sous – région d'Afrique central.

1.1.2-Relief

Le relief du Tchad est caractérisé par les ensembles naturels suivants :le Tchad méridional, au sud du 10^e parallèle, correspondant aux hauts bassins du Chari et du Logone, d'altitude moyenne de 400 à 500 m, avec des massifs montagneux culminant à 1163 m ; les plaines d'inondation du Logone entre Lai et N'Djaména (300 à 400 m d'altitude) et celle du Sud-Est le long de la frontière de la RCA (400 à 450 m) ; le massif du Guera au centre, culminant à 1500 m ;les deltas du Chari dont l'altitude varie de 300 à 350 m avec d'anciennes formations deltaïques aux alluvions argilo-sableux ; les zones inondables et les cordons dunaires des environnants du lac Tchad avec des altitudes variant de 280 à 290 m ;le massif du Ouaddaï à l'Est (500 à 1000 m) ;le massif du Tibesti au Nord, avec le pic d'Emi - Koussi atteignant 3415 m d'altitude. C'est aussi dans cette partie (B.E.T) du pays que l'on rencontre les dépressions les plus basses (175 m d'altitude).



113-Hydrographie

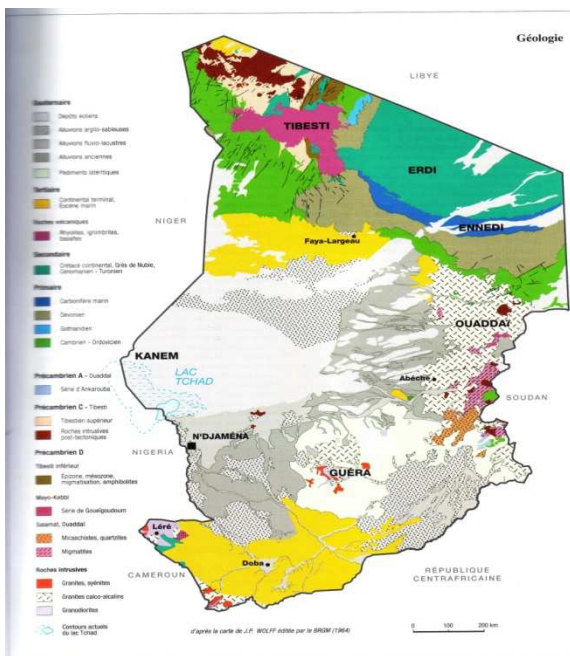
Victime d'un taux d'évapotranspiration pouvant aller jusqu'à 3000 mm dans certaines parties du pays, l'hydrographie du Tchad comprend essentiellement un réseau fluvial constitué par de cours d'eau et de lacs, les ressources en eau de surface sont peu importantes au Nord du 14^e parallèle, mais relativement abondantes en dessous de cette latitude. Les principaux cours d'eau permanents sont le Chari et le Logone. Le premier, long de 1200 km, prend sa source en RCA. Issu du Nord-Est

de l'Adamaoua au Cameroun, le Logone, long de 1000 km environ, rejoint le Chari à N'Djamena.

Le Chari, grossi du Logone a un module inter annuel de 1080 m³/s pour un bassin versant estimé à 600 000 km². Hydrographie. A ces deux fleuves, viennent s'ajouter les cours d'eau semi permanents et les temporaires. S'agissant des lacs, le plus important est le Lac Tchad, fraction résiduelle d'une vaste mer intérieure qui, au paléolithique aurait couvert environ 230 000 km². Avec les sécheresses persistantes qu'a subies le Tchad, le plan d'eau de ce lac a connu à partir des années 70, une baisse significative. Sa superficie est passée de 25 000 km² en 1963 à moins de 2000 km² à l'heure actuelle. Son volume est passé de 86 milliards de m³ en 1963 à 18 milliards de m³ en 1992. Il est alimenté essentiellement par les eaux du Chari qui représentent environ 82% des apports, les pluies directes 14% et le reste par Elbeid et Kamadougou (Nigéria-Niger).

Outre le Lac Tchad, il existe d'autres modestes réservoirs d'eau à savoir les lacs Fitri, Iro, Ounianga, Leré, Fianga, Tikem, Tréné etc..

114-GEOLOGIE



Le territoire du Tchad couvre la bordure méridionale du bassin de Koufra (bassin des Erdis) et la moitié orientale du bassin du lac Tchad. Ce bassin est limité par la bordure orientale du Djabo et le seuil du Damergou au Niger, le massif du Tibesti (3414m), et les massifs du Ouaddaï et de l'Ennedi (1 450m) au Tchad et le plateau de Jos au Nigeria.

Le socle précambrien affecté par l'orogénèse panafricaine (750-550 millions d'années) affleure dans l'Ouaddaï et le massif du Guéra (granitoïdes) et dans le Mayo Kebbi et le Tibesti (roches métamorphiques).

1.2- CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES DU PAYS

1.2.1-Répartitions saisonnière et interannuelle des éléments climatiques

1.2.1.1-Zones bioclimatiques

Comme le montre la figure 4 ci-dessous, on distingue trois grandes zones bioclimatiques, à savoir la zone saharienne, la zone sahélienne et la zone soudanaïenne, caractérisées du couvert végétal et par une pluviométrie croissant sensiblement du nord au sud et, à quelques variations près, parallèlement aux latitudes on a :

calculés sur la période d'étude fait ressortir les valeurs des augmentations qui varient entre 0.5 à 1.7°C suivant les stations pour les températures minimales et de 0 à 1.34°C pour les maximales. On remarque aussi que les températures minimales augmentent plus vite que les maximales. Cela peut être lié au phénomène de l'effet de serre qui se produit la nuit. Ces augmentations sont presque le double de la température moyenne globale de la terre au 20^{ème} siècle (0.6°C) (Duma et al., 2005) et (GIEC,2001) et constituent un signal significatif pour les changements climatiques.

Si cette tendance se maintient dans l'avenir, la situation des écosystèmes déjà précaire pourrait en être affectée, quelque soit l'augmentation des précipitations. Les perturbations du climat liées au réchauffement climatique observées au cours des dernières décennies sont caractérisées par des épisodes de fortes chaleurs dont les plus remarquables sont celles des années 1981-1987 et 1997-1999. A N'djaména la température moyenne a été de 42.6°C en avril 1999 avec un record journalière de 46°C.

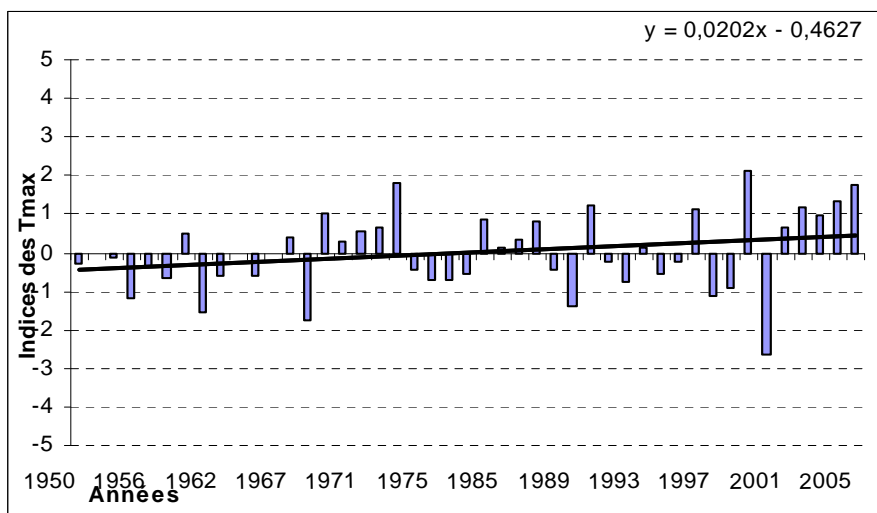


Figure.1 : Indices des températures maximales et la droite de régression de N'Djaména

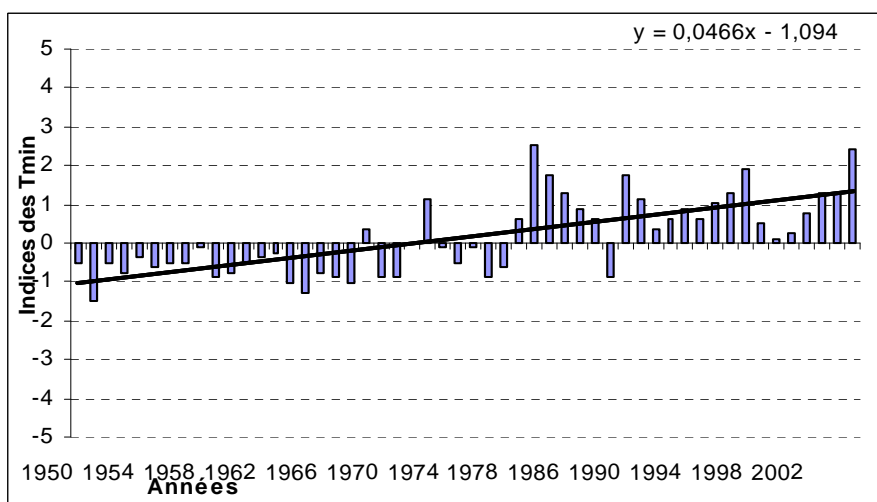


Figure.2: Indices des températures minimales et la droite de régression de N'Djaména

1.2.1.4- Précipitations

Les pluies au Tchad se caractérisent par une grande variabilité interannuelle et intermensuelle. Plusieurs facteurs peuvent entrer en jeu pour expliquer ces variabilités. Il s'agit, entre autres, des facteurs internes liés à la complexité des interactions au sein de l'atmosphère, entre l'atmosphère et les océans et aux conditions locales.

A l'instar des pays du Sahel, le Tchad a été touché par le phénomène de rupture climatique entre les années 60 et 70. D'une manière générale il existe, autour des années 1968-1972, une cassure dans la série des cumuls annuels (cf. Fig.1 et Fig 2). La moyenne des cumuls annuels observée après la cassure est de l'ordre de 30 % inférieure à celle d'avant la cassure. Il y a donc eu manifestement un changement de régime pluviométrique au Tchad après 1970. S'agit-il ici d'une manifestation d'un changement durable du climat dû à l'action de l'homme ou d'une simple variabilité naturelle du climat. Il est difficile de donner une réponse nette à cette question sans avoir mené des études statistiques et scientifiques pertinentes.

D'une manière générale, on peut retenir de ce changement du régime pluviométrique, les forts déficits pluviométriques enregistrés au cours des années 80 dans la plus part des localités du pays. Cependant on a assisté à partir de 1998 à une reprise des précipitations (voir fig.3 et fig.4) sur l'ensemble du territoire, mais qui n'a pas modifié de façon sensible la tendance en baisse de ce paramètre lorsque l'on considère une longue période. Cette reprise s'est maintenue au cours des années 2000 avec des pluies excédentaires et de fortes intensités par endroit.

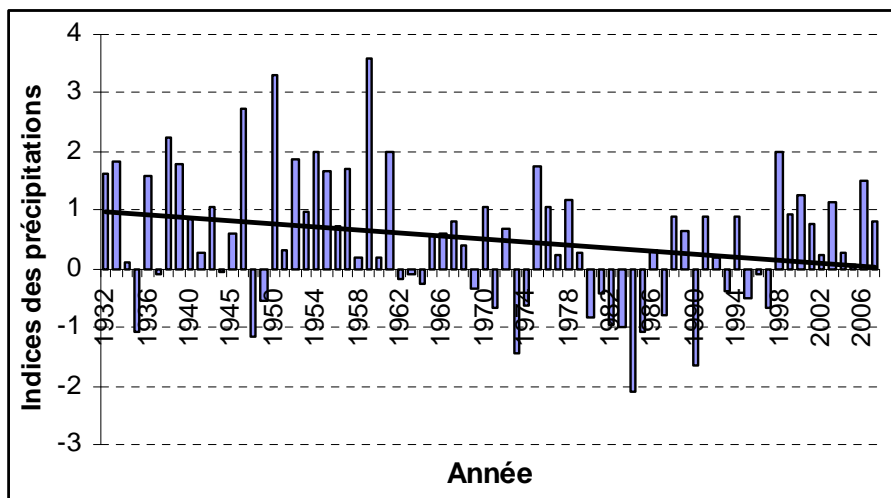


Figure.3 : Indices des précipitations de la station de N'Djaména

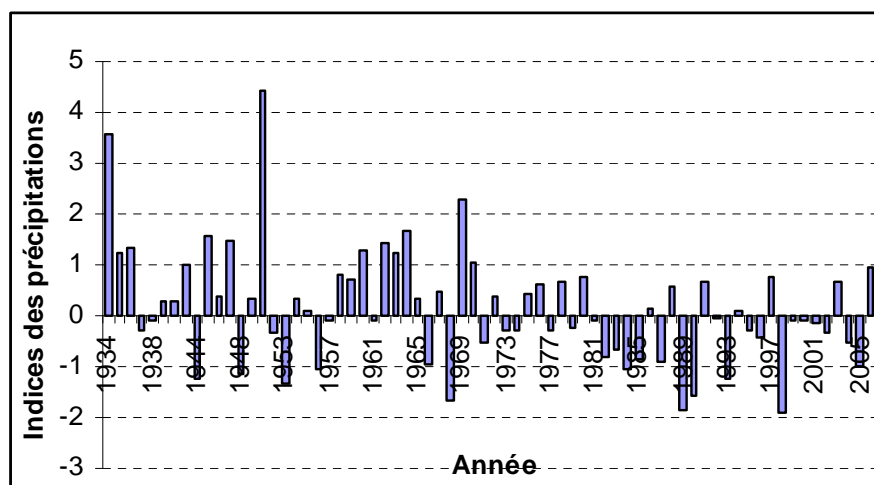


Figure 4 : Indices des précipitations de la station de Moundou

L'examen des isohyètes ci-dessous fait ressortir qu'il y a une modification dans la répartition des précipitations pour les périodes 1951-1980, 1971-2000 et la normale 1961-1990. L'iso ligne 300 mm qui se trouvait légèrement au dessus du 14^{ème} parallèle (fig.5a) s'est retiré vers le sud pour se positionner sur le 13^{ème} parallèle même si sa branche Est s'est localisée sur le 14^{ème} parallèle (fig. 5c). L'iso ligne 1200 mm quant à elle a failli quitter le territoire du pays lorsqu'on considère la moyennes de précipitations pour la période 1971-2000 alors qu'elle se localisait aux environs de 8° N dans le cas de la moyenne pour la période 1951-1980. Les précipitations de la période 1951-1980 ont été donc nettement excédentaires par rapport à celles de la période 1971-2000. Elles le sont également par rapport à l'actuelle normale (fig.5b) mais pas de manière très significative.

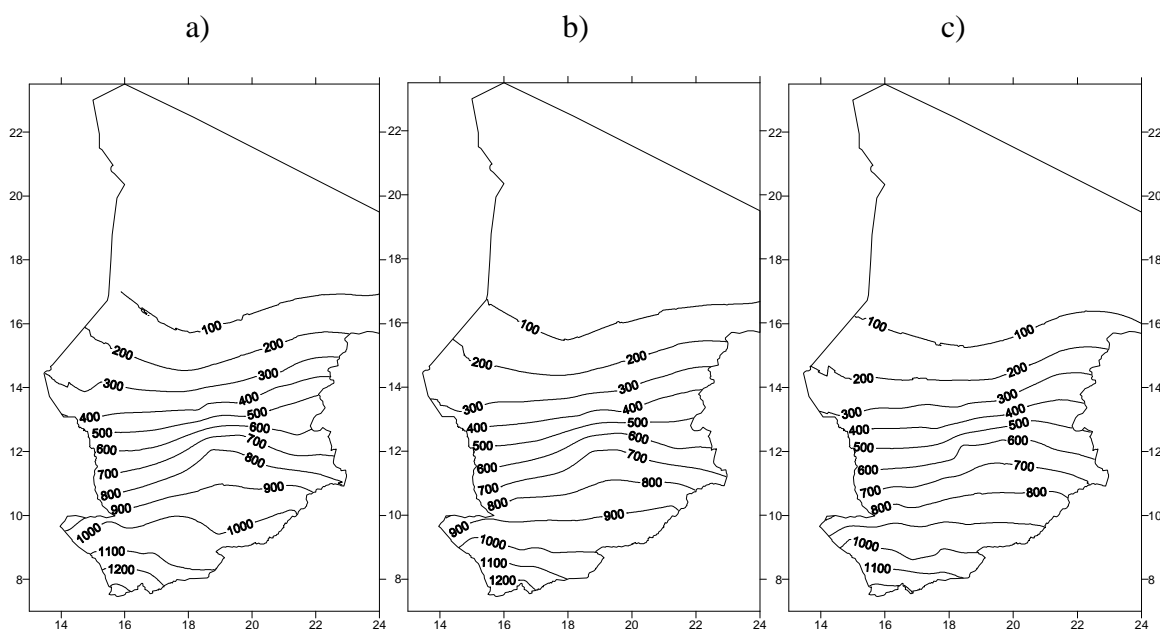


Figure 5 : Isohyètes : a) Moyennes 1951-1980 b) Normale 1961-1990 c) Moyennes 1971-2000

1.2.1.5-Humidité relative

Sur l'ensemble du territoire et pour toute l'année, les plus faibles valeurs d'humidité se situent entre novembre et février, tandis que les plus fortes valeurs se rencontrent entre mai et septembre avec un pic en août. Globalement l'humidité de l'air reste supérieure à 10 % et inférieure à 95% toute l'année.

L'évolution saisonnière de l'humidité relative de l'air est identique à celle des précipitations. Les maxima sont observés entre les mois de juillet et septembre, période au cours de laquelle 80 % des précipitations sont enregistrées.

1.2.1.6-Evaporation

L'évaporation est caractérisée par une variation spatiale très importante avec un fort gradient qui s'établit entre les zones arides et les zones humides selon les périodes sèches ou humides. L'évaporation a également la même variation saisonnière que celle de la température de l'air. Elle est donc marquée par deux maximums et deux minimums. Le maximum s'observe en mars-avril et les faibles valeurs en août et pendant la période froide (décembre-janvier). La valeur annuelle varie de 2000 à 3000 mm en moyenne en zone sahélienne et avoisine 2000 mm en moyenne dans la zone soudanienne.

1.2.1.7-Durée d'insolation

La durée d'insolation est peu variable de novembre à mai où sa valeur avoisine 9 heures en moyenne par jour ; son minimum s'observe en août (6-7 h). Le rayonnement global connaît une variation notable dans sa répartition saisonnière qui est presque identique à celle de la température de l'air. Son maximum mensuel (1800-1900 cal/cm²) à la station de N'Djaména se situe en mars-avril et son minimum (600 – 620 cal/cm²) en août.

1.2.1.8-Phénomènes météorologiques extrêmes

Sont considérés comme phénomènes météorologiques extrêmes, les sécheresses, les inondations, les vagues de chaleur, les vents violents et les vents de sable. Dans ce document nous n'évoquerons qu'exclusivement les sécheresses et les inondations qui sont des phénomènes les plus importants à cause de leurs impacts sur la situation socio-économique des populations et sur l'environnement.

a) Sécheresses

L'absence des pluies, les déficits pluviométriques ou sa mauvaise répartition spatio-temporelle au cours d'une saison peut entraîner une sécheresse. La sécheresse est généralement un phénomène à grande échelle lié aux périodes prolongées de temps relativement sec. Les sécheresses importantes enregistrées au cours des dernières ont un lien avec le phénomène El Niño/Oscillation australe (Quirion et. al, 2005). Les effets de la sécheresse peuvent durer plus d'une décennie comme c'est le cas des sécheresses des années 70 et 80 dont les conséquences restent visibles sur la végétation et le sol dans certaines zones climatiques notamment dans la partie sahélienne.

La sécheresse prolongée, qui dure une saison ou plus et touche un vaste territoire, constitue le plus grave danger climatique pour l'agriculture, les ressources en eau et les écosystèmes. Si les

sécheresses deviennent plus fréquentes, répandues et persistantes, la viabilité des systèmes de culture sera fortement compromise.

Les déficits pluviométriques au cours de ces années ont dépassé 40% (Andigué et al, 2006). La sécheresse de 1984 reste la plus sévère que le Tchad n'ait jamais connu (fig.5), avec des déficits d'environ 50 % par rapport à la normale par endroit surtout dans la zone sahélienne.

Les facteurs humains ont également influencé la sécheresse. On peut citer la croissance démographique, les effets des pratiques agricoles sur la demande en eau et les effets directs des modifications de l'utilisation des sols sur les conditions de stockage et le cycle hydrologique des bassins versants et donc sur leur vulnérabilité à la sécheresse.

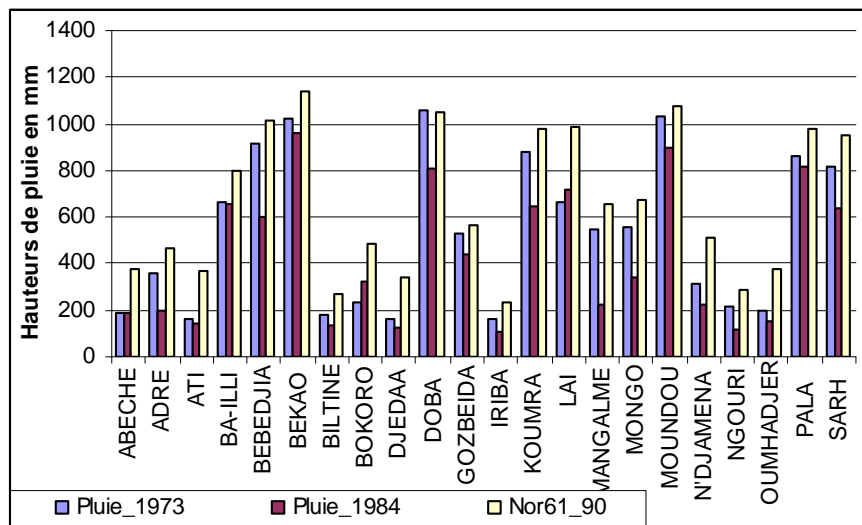


Figure 6: Hauteurs de pluies des années 1973, 1984 et la normale 1961-1990

b) Inondations

Les inondations au Tchad sont parmi les catastrophes naturelles les plus récurrentes et les plus désastreuses. Elles sont dans la plus part des cas d'origine pluviale et sont liées à trois principaux facteurs à savoir l'intensité des pluies, la fréquence des pluies et le relief. Les inondations se produisent le plus souvent dans les centres urbains cela faute d'une bonne canalisation où des occupations anarchiques des terrains. L'un des exemples est le cas d'inondation de 1998 de Walia, quartier périphérique de N'Djaména (fig.1). Cependant au cours de ces dernières années le phénomène d'inondations a atteint les zones rurales à cause de la dégradation des sols.

Considérée comme phénomène local, les inondations en année humide peuvent affectée tout une zone climatique ou même l'ensemble du territoire. C'est ainsi qu'au cours des dernières décennies nous assistons aux épisodes d'inondation les plus sévères qui ont affecté plusieurs localités tant dans la zone soudanienne que sahélienne.

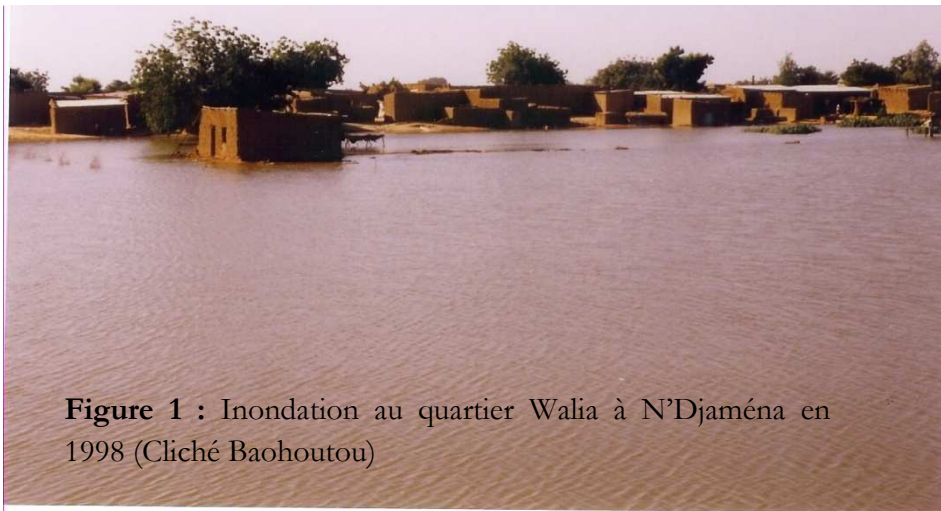


Figure 1 : Inondation au quartier Walia à N'Djaména en 1998 (Cliché Baohoutou)

Les inondations sont le plus souvent associées au phénomène EL Nino selon le résultat de certaines études qui établissent des relations éventuelles entre précipitations sahéniennes et événements El Niño/La Niña même si elles semblent être marginales face à la forte variabilité multi-décennale du climat en Afrique de l'Ouest sur les cinquante dernières années (Palmer 1986, Hastenrath et al. 1987, Wolter 1989, Ward 1992, Palmer et al. 1992). De fait, les études publiées régulièrement sur ce sujet fournissent des réponses contradictoires.

Les années humides notamment, 1988, 1999, 2005, 2006, 2007, 2008 et 2010 sont marquées par des pluies diluviennes et de fortes intensités enregistrées dans la plus part des localités du territoire national. La fréquence des inondations corroborent bien avec les analyses du Groupe Intergouvernemental d'Expert sur l'Evolution du climat (GIEC) qui affirme que le réchauffement de la planète accélère le cycle hydrologique et augmente le pourcentage de précipitations tombant sous une forme torrentielle (GIEC, 2001). Outre leurs conséquences directes, pertes en vie humaine et dégâts matériels, les inondations ont affecté la qualité d'eau avec les impacts sur l'état de santé des populations et les moyens d'existence.

1.3- CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUES DU PAYS

1.3.1 -POPULATION

La population est passée de 7.600.000 habitants en 2001 à 11.175.915 habitants selon le dernier recensement général de la population (RGPH 2) intervenu en 2009, révélant une augmentation de 70% en 8 ans. Elle est constituée de 5.509.522 hommes (49,3%) et de 5.666.393 femmes (50,7%).

On dénombre 387.815 nomades (3,5%) et 10.788.100 sédentaires (96,5%). La densité de la population est passée de 4,9 habitants au km² en 1993 à 8,7 au km² en 2009. Le taux annuel moyen d'accroissement intercensitaire est de 3,6% (3,5% sans les réfugiés). Les régions les plus peuplées sont le Logone Oriental, le Mayo Kebbi Est, le Ouaddaï le Logone Occidental, la Tandjilé et le Chari Baguirmi.

Selon le recensement de 1993, le taux de natalité est de 48,81‰ et le taux de mortalité, 15,71‰. Le taux de fécondité reste élevé à 6,63 enfants par femme (ECOSIT2). Enfin, l'espérance de vie des hommes est de 48,5 ans, contre 52,6 ans pour les femmes. La population active est estimée à 2 719 497 habitants. Les hommes représentent 52,1% contre 47,9% des femmes.

La population est répartie de manière inégale sur l'ensemble du territoire à cause, notamment, des conditions climatiques. C'est pourquoi la plus grande partie des Tchadiens vit dans les régions les plus fertiles, en l'occurrence celles du sud. Environ la moitié de la population est concentrée dans cette partie du territoire, c'est-à-dire sur 10% de la superficie du pays.

1.3.2-Santé

L'accès aux services de santé de base de qualité est caractérisé par une faible couverture. Le problème de l'accès aux services de santé, le manque d'eau potable et les conditions défavorables d'hygiène sont les principales causes de la morbidité et de la mortalité. Les pathologies dominantes qui constituent des problèmes de santé publique, sont le paludisme, la rougeole, la bilharziose et la méningite dont le développement est favorisé par la modification des conditions climatiques se traduisant, notamment par la variation des températures, du régime des précipitations.

Selon ECOSIT2, un ménage est considéré comme ayant accès à une structure sanitaire, en termes de distance, s'il se trouve au plus à 5 km de celle-ci. Ainsi, environ 36,5 % des ménages sont proches des services de santé à moins de 6 km. En dehors des personnes vivant dans les centres urbains, dans tout le reste du pays, cette distance moyenne est supérieure à 15 km. Beaucoup de tchadiens n'ont pas accès à des soins de santé de base (36%) non seulement à cause des difficultés liées non seulement à l'éloignement des structures sanitaires de leur lieu de résidence, mais aussi du coût des services de santé et de la pénurie de personnel qualifié et sa mauvaise répartition.

1.3.3-Education

Le système éducatif tchadien fait face à de nombreux défis tant sur le plan de la couverture scolaire que celui de qualité de l'éducation. Malgré les progrès notables enregistrés ces dernières années, le niveau de scolarisation demeure très bas. De 2001 à 2005, les effectifs scolaires ont augmenté en moyenne de 6,3% par an. Globalement, le taux brut de scolarisation primaire est passé de 71,6% en 2000 à 82,5% en 2003 et à 87,6% en 2004, retombant à 84,4% en 2005. Quant au taux brut de scolarisation des filles, il est passé de 54,7% en 2000 à 65,2% en 2003 et à 67,9% en 2005. Le taux brut de scolarisation au secondaire est de 16,0%. Il est de 24,4% chez les garçons et 7,5% chez les filles. La croissance des effectifs du secondaire a été encore plus rapide (environ 13% par an). Dans l'enseignement supérieur, le nombre d'étudiants est passé de 75/100.000 habitants en 2000 à 117 en 2003. Ces résultats s'expliquent en partie par un contexte économique jusque là défavorable, une faible capacité de l'état à mobiliser des ressources en faveur de l'éducation.

1.3.4-Habitat, source d'énergie et assainissement

Au Tchad, on note qu'environ 89,8 % de ménages habitent des logements dont les murs et les toits sont en matériaux traditionnels non durables (terre battue ou paille) qui nécessitent la réfection presque chaque années pour parer aux effets des pluies. Suite aux grosses pluies, beaucoup de cas d'écroulement des maisons occasionnant parfois des pertes de vie humaine sont, par exemple, enregistrés pendant les années humides. Les ménages qui occupent des logements durables (avec des murs en briques cuites, en pierre/parpaing) ne représentent donc qu'environ 10 %.

Dans l'ensemble, près de sept ménages sur dix (68,6%) utilisent la lampe à pétrole pour s'éclairer. Dans 23,9% des cas, les ménages utilisent une autre source d'éclairage (bois/tige/paille) et seuls 3,2% utilisent l'électricité ou le groupe électrogène. Comme source d'énergie pour la cuisine, la majorité des ménages utilisent le bois ou le charbon de bois (88,5%). Dans 9,2% des cas, les ménages utilisent d'autres sources d'énergie comme la bouse de vache et seuls 2,4% utilisent l'électricité ou le gaz (dont 0,4% pour l'électricité et 2,0% pour le gaz) pour cuisiner.

Globalement, une proportion importante des ménages ne disposent pas de toilette et utilisent par contre la nature comme lieu d'aisance. Seulement 8,7% des ménages utilisent des latrines améliorées et 3,3% disposent des WC (internes ou externes) avec chasse eau. S'agissant de l'évacuation des ordures et des eaux usées, la situation est également déplorable.

Dans l'ensemble, 62,7% utilisent la broussaille comme mode d'évacuation des ordures, 19,4% utilisent l'incinération et seulement 5,9% des ménages utilisent la voirie municipale ou privée pour se débarrasser des ordures ménagères. Les eaux utilisées, quant à elles, sont répandues soit dans la concession, soit dans la rue, ou alors simplement déversée dans les caniveaux d'évacuation des eaux de pluies qui, généralement bouchés de déchets, ne peuvent plus assurer correctement le drainage de ces eaux. Dans des telles conditions de logement et d'hygiène, la majorité de la population ne peut qu'avoir du mal à supporter un changement défavorable des paramètres climatiques tels que la température et la précipitation.

1.3.5-Accès à l'eau potable

L'accès à l'eau potable est le meilleur moyen de combattre un grand nombre de maladies dominantes. Le taux de desserte⁷ en eau potable est évalué en ne prenant en compte que les ouvrages hydrauliques qui garantissent en tout temps une eau saine. Ces ouvrages regroupent 2 580 forages équipés d'une pompe à motricité humaine (PMH), 44 forages munis chacun d'une station de pompage solaire et 6 forages équipés d'une station thermique. Ces équipements sont tous localisés dans des villages dont la population est égale ou inférieure à 2 000 personnes. Le taux d'accès à l'eau est passé de 23% en 2000, 32% en 2003 et 36% en 2004. Quoiqu'encourageante, cette évolution reste en deçà de la cible du Millénaire.

Globalement, les villages dont les populations sont comprises entre 300 et 2 000 personnes sont les mieux desservis en eau potable (22 % de la population de cette tranche de villages) alors que les villages de moins de 300 personnes ne sont desservis qu'à 7 %.

Au niveau national, 65,4% des ménages consomment l'eau provenant des puits, 25,0% consomment l'eau provenant des fontaines publiques ou des forages et seulement 3,7% consomment l'eau courante de la STEE. En outre dans 5,9% des cas, les ménages boivent l'eau des cours d'eau, de pluies ou d'autres sources et ce, avec tout le risque d'exposition aux problèmes de santé.

1.3.6-Principales activités économiques

Ce secteur occupe environ 80% de la population totale et représentait 43% du PIB en 1983 et 38% en 1998. Les cultures vivrières dominent l'agriculture avec un poids de 80 à 85% du sous secteur. En dehors du pétrole dont la production a commencé en 2003, l'économie tchadienne est basée sur le secteur primaire (agriculture et élevage et pêche). Les résultats du dernier recensement indiquent que 83% des personnes occupées travaillent dans ce secteur.

1.3.6.1- Agriculture

Au début des années 2000, le secteur agricole produisait à lui seul 50% de la production du secteur primaire et 16% du PIB tchadien. Néanmoins, la performance du secteur agricole depuis 15 ans est médiocre. Les aléas climatiques et l'inadaptation des technologies sont les principaux facteurs qui influencent la production.

Les productions vivrières représentent 90% environ des activités agricoles dont la composante principale reste la culture céréalière. La contribution au PIB est passée de 45% en 2001 à 25% en 2009. Cultivées selon les techniques traditionnelles peu performantes et dépendantes de quantité et la répartition des précipitations, les rendements de celles-ci restent très faibles sur l'ensemble du territoire, tandis que les superficies emblavées sont augmentation.

La part du PIB agricole générée par le coton a été également réduite, passant de 8% en 2001 à 4% en 2009 et cela a profondément affecté les revenus des producteurs. Cette culture industrielle dévaste également énormément la végétation naturelle. Concentré en zone soudanienne, domaine où il représente 22 % des cultures en terme de superficie, le coton, à lui seul, occupe 12 % des sols cultivés avec plus de 200.000 petits producteurs sur les 2 millions de personnes concernées (Profil environnemental). Il convient de relever que le aire géographique de production de coton se rétrécit surtout en raison de la baisse de la pluviométrie enregistrée ces dernières années.

La production du sucre est pour sa part, assurée grâce à l'exploitation d'environ 3.500 ha de canne à sucre sur périmètre irrigué. Elle est en moyenne de 30.000 tonnes/an, destinées au marché intérieur.

1.3.6.2-Elevage

Au Tchad l'élevage constitue l'un des piliers de l'économie nationale. Le secteur de l'élevage représente 53% du PIB du secteur primaire pour une contribution de 12% au PIB national et procure des revenus directs ou indirects à 40% de la population. La pratique de l'élevage est assurée par trois catégories d'éleveurs, à savoir :

- les éleveurs purs, nomades ou transhumants jouant sur la mobilité des troupeaux pour optimiser l'utilisation des ressources en eau et en pâturage, avec les points d'attache la bande sahélo saharienne ;
- les agro pasteurs (éleveurs nomades et transhumants s'adonnant aux pratiques agricoles) et agro-éleveurs (agriculteurs sédentarisés pratiquant l'élevage) que l'on rencontre dans la zone sahélo soudanienne ;

- système sédentaire semi intensif destiné à l’embouche paysanne et à l’aviculture qui se développe autour des grandes agglomérations pour faire face aux besoins croissants de consommation des populations urbaines.

La plus grande partie de l'alimentation du bétail provient des ressources naturelles et des récoltes. Pour cette raison, le développement de l'élevage rencontre depuis un certain temps assez de difficultés. Avec les sécheresses récurrentes qui ont réduit les pâturages herbacés, les points d'eau et les mares, beaucoup d'éleveurs, tout au long de leur transhumance, se voient obligés de couper les ligneux pour nourrir le bétail, ce qui n'est pas sans conséquences pour l'environnement.

1.3.6.3-Pêche

La production nationale des ressources halieutiques (poissons) est quasiment artisanale, l'aquaculture n'étant qu'à un stade quasiment expérimental. La pêche se pratique en toutes saisons sans respect des normes prescrites à tel point que certaines espèces de poissons ont disparu. Dans les années 1990, on estimait que la pêche occupait environ 300 000 personnes, sans compter des milliers d'emplois dans des activités induites. Le volume des prises a diminué ce qui traduit la surexploitation des espèces.

Depuis 2002 la contribution au PIB estimé à 10% est tombée à 3,2%. Cette dégradation est liée à l'utilisation des outils non adéquats de prélèvement de ces poissons. Selon SNRP2, les sécheresses et l'ensablement rétrécissent le réseau hydrographique et auraient supprimé 210.000 hectares de zones de fraie. On estime que la production a chuté d'environ 200.000 tonnes au début des années 1960 à 60-120.000 tonnes aujourd'hui. La raréfaction de certaines espèces et le pourcentage de juvéniles capturés semblent confirmer ce jugement. Outre les conditions climatiques, l'augmentation du nombre de pêcheurs et l'emploi généralisé de sennes de plage à petites mailles et d'engins actifs détruisent le potentiel à long terme du secteur.

1.3.6.4-Exploitation des produits forestiers

Le produit forestier qui a une importance dans l'économie nationale est la gomme arabique. Les potentialités placent le Tchad au deuxième rang mondial après le Soudan avec une production estimée à 20.000 tonnes par an. La gomme arabique contribue à 7% au PIB du pays. Le karité, le néré, le manguier, le citronnier le manguier et bien d'autres produits de collecte alimentaire dont les informations chiffrées font défaut, ne sont pas à négliger. Il convient de relever que ces produits contribuent à l'amélioration de l'alimentation et des revenus des exploitants.

1.3.6.5-Unités industrielles

L'industrie au Tchad est un secteur embryonnaire qui se caractérise par une faible diversité des unités de production et, de surcroît, est handicapé par de forts coûts de production (énergie, taxes sur les transports) et par l'existence d'une intense activité non maîtrisée de produits importés. La faiblesse du secteur de transformation est liée à celle d'un secteur privé plus tourné vers le commerce que vers les activités productrices. Le secteur industriel très restreint donc, est constitué entre autres de :

- Société Cotonnaire du Tchad (Cotontchad), avec ses usines que sont l'huilerie et la savonnerie qui utilisent les sous produits du coton pour la fabrication de l'huile et du savon ; la Compagnie Sucrière du Tchad (CST) qui fabrique du sucre à partir de la canne à sucre et le commercialise sous toutes ses formes (en morceaux en pains ou granulé) ;
- Brasseries Du Tchad (BDT), une entreprise de production de boisson alcoolisée et non alcoolisée, avec une production pour toutes les catégories de produits d'environ 50.000 hectolitres/mois. les
- Manufacture de Cigarette du Tchad (MCT) qui se charge de la production et de la vente des cigarettes ;
- Usine de filature de Sarh, ayant une capacité de production de 11 tonnes de coton fibre par jour pour obtenir 8,5 tonnes de files dont 80% est destiné à l'exportation ; et
- Société Tchadienne d'Eau et d'Electricité (STEE).

1.3.6.6-Secteur pétrolier

Avec l'exploitation du pétrole de Doba, ce secteur a considérablement amélioré la situation socio-économique du pays. Selon la SNRP2, de 2003 à 2005, le taux de croissance du PIB a atteint une moyenne annuelle de 18,7% et celui du PIB par tête, 15,6%. Le PIB non pétrolier a lui aussi cru à un rythme accéléré, 6,4% en moyenne sur la même période. En 2006, le déclin de la production pétrolière a bloqué la croissance du PIB, qui est tombée à 0,5%. Le PIB non pétrolier a continué de croître à un rythme relativement satisfaisant en 2006 (4,4%) mais s'affaiblira en 2007 pour se situer à environ 3,6%.

Tableau 2 : Données nationales en 2000

Données démographiques	Situation en 2000
Superficie en km ²	1 284 000
Population	11 100 000 hbts
Population urbaine en %	21,1
Population active (en % de la population)	43,9
Densité (habitants/ km ²)	4,9
Population vivant en situation de pauvreté absolue en %	54
Taux d'alphabétisation	12,9
Economie	
PIB en milliards de CFA	412
PIB par habitant en CFA	111 900
PIB du secteur informel en milliards de CFA	-
PIB de l'industrie en milliards de CFA	56,6

PIB de l'agriculture en milliards de CFA	100,0
PIB de l'élevage en milliards de CFA	95,9
Secteur primaire en %	43
Secteur secondaire en %	14
Secteur tertiaire en %	43
Ressources naturelles	
Superficie agricole (en km ²)	390 000
Terres cultivables (en % de la surface)	30,4
En zone soudanienne (en %)	70,0
En zone sahélienne (en %)	30,0
Superficie forestière (en km ²)	230 860
Taux annuel de déboisement (en %)	0,6
Elevage	
Bovins	5 514 183
Ovins	2 088 772
Caprins	3 085 687
Equins	209 684
Asins	248 311
Camélins	578 236
Porcins	15 290
Energie	
Consommation annuelle d'énergie en milliers de Tep	1 000
Consommation annuelle d'énergie par personne (en kep.)	160
Biomasse ligneuse (en %)	88
Produits pétroliers (en %)	10
Electricité (en %)	< à 1
Santé	
Espérance de vie à la naissance	50,3 ans
Taux brut de mortalité (en pour 1000)	16,3

Taux d'accroissement naturel (en pour 1000)	2,4
Taux brut de natalité (en pour 1000)	41,0
Nombre d'habitants par médecin	41 485
Nombre d'habitants en % total ayant accès à l'eau potable	23,6
Dépenses d'investissement santé en %	5,4
Education	
Taux brut de scolarisation primaire (6-15 ans)	31,8
Taux brut de scolarisation secondaire (12-22 ans)	7,6
Taux brut de scolarisation au supérieur	1,1
Dépenses publiques globales en %	12,5

Source : SNRP, 2003

**DEUXIEME PARTIE : SECONDE INVENTAIRE
DES GAZ A EFFET DE SERRE AU TCHAD**

Le Tchad a élaboré son premier Inventaire des Gaz à Effet de Serre (IGES) en 1999, comme année de référence et sa première Communication Nationale Initiale (CNI) en 2001. Pour la Seconde Communication Nationale, l'année 2000 a été retenue comme de référence. Cependant, à partir de l'année 2000, plusieurs réformes sont intervenues avec un impact direct sur les résultats de la communication nationale.

2.1-Méthodologie Générale

Pour la Seconde Communication Nationale (SCN), les Inventaires des Gaz à Effet de Serre (IGES) ont concerné quatre (4) secteurs notamment les secteurs de : l'Energie, l'Agriculture/Elevage, de Changement d'Affectation des Terres, Changements d'Affectation des Terres et Foresterie (ATCATF) et les Déchets.

Et se sont focalisés sur les principaux gaz à effet de serre à savoir : direct : le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4) et Le protoxyde d'azote (N_2O). Et indirect : Le dioxyde de soufre (S_2O) ; les oxydes d'azote (NO_x) ; les composés organiques volatiles non méthaniques (COVNM) et le monoxyde de carbone (CO).

Par manque des données sur les secteurs émetteurs des substances halogénées notamment hydrofluorocarbures (HFC), perfluorocarbures (PFC) et l'hexafluorure de soufre (SF_6), ses gaz ne sont pas estimés.

Les évaluations des gaz à effet de serre au Tchad se sont basées sur la méthodologie décrite dans les lignes directrices du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat (GIEC) dans sa version révisée de 1996 et les recommandations contenues dans les Guides de Bonne Pratiques (GPG) 2000 et Land Use Land use Change and Forestry (LULUCF) 2003.

La plupart des données qui étaient nécessaires pour l'évaluation des estimations des gaz à effet de serre n'étaient pas totalement disponibles dans les institutions publiques et privées et certaines données de base manquantes ont été générées ou ajustée à partir de jugement d'expert ou par extrapolation en tenant compte des circonstances nationales.

2.2-Caractérisation des secteurs

Comprenant quatre sous secteurs (agriculture, élevage, sols cultivés, riziculture, brûlage des résidus agricoles et des savanes), ce secteur est décrit sur la base des documents existants.

2.2.1- Agriculture / Elevage



Champ de mil à Mao



Zone de pâturage

L'agriculture tchadienne est extensive, plus ou moins mécanisée en zone soudanienne et moindre en zone sahélienne, à dominance exploitation familiale et essentiellement pluviale et de contre saison, les céréales dominent car elles constituent la base alimentaire et fournissent 80 à 90 % de calorie à la population.

Le mil, le sorgho, le maïs, le berbéré, le fonio et le blé sont ces céréales auxquels s'ajoutent les plantes à racine et tubercule (manioc, igname, patate douce, taro, pompe de terre), les oléagineux (arachide, sésame, courge), les maraîchères (oignon, ail, tomate, gombo, piment, salade, pastèque, etc.), les fruitiers (citronnier, manguier, goyavier etc.), les cultures de rente (cotonnier, canne à sucre, tabac) le niébé et le vandzou.

Variant à l'intérieur de saison et d'une année à une autre les superficies et productions ont une tendance à la hausse à cause de l'augmentation croissante de la population malgré la mauvaise répartition pluviale.

D'une manière générale, les systèmes agricoles du pays s'articulent autour d'une production de subsistance basée sur les cultures vivrières et d'une production de rente dominée par le coton auquel s'ajoutent la canne à sucre, le tabac et l'arachide.

Concentré en zone soudanienne, domaine où il représente 22 % des cultures en terme de superficie, le coton, à lui seul, occupe 12 % des sols cultivés avec plus de 200.000 petits producteurs sur les 2 millions de personnes concernées. Cette culture nécessite des apports d'intrants assez conséquents en l'absence desquels les rendements chutent. Outre les intrants figurent aussi des pesticides dont la maîtrise reste méconnue.

Le coton tchadien dont l'ITRAD assure la production des semences est une culture bien adaptée au climat mais handicapé par des coûts de transport. Ses aires géographiques de production se rétrécissent en raison des facteurs climatique et socio-économique (mauvaise répartition et la baisse de pluviosité, retard accusé dans l'achat).

L'entreprise privée du Groupe Vilgrain représenté par la Compagnie Sucrière du Tchad (CST) assure la production nationale du sucre basée à Banda près de Sarh sur une superficie comprise

entre 3.000 et 4.000 hectares par an à l'aide d'un système d'irrigation de goutte à goutte en pleine substitution du système pivot qui n'est pas le plus économe en eau dans le passé.

La production de tabac cloisonnée dans le sud du pays (département de Mont de Lam) et d'une manière éparse dans la Région du Mayo-Kebbi capitalisée en termes de tonnage reste très mal connue bien que la MCT en achète en complémentarité pour sa production de cigarette.

2.2.1.1-Brûlages des résidus agricoles

Constitués des pailles de céréales, des résidus de racine et tubercule, oléagineux, des maraîchères, cultures de rente, etc. ces résidus sont abandonnés et brûlés sur place lors de la préparation des champs en début de la prochaine campagne dans le passé après les récoltes à quelque rare exception pour usage domestique (clos, toit de chaume, alimentation du bétail et source d'énergie). De nos jours, ces résidus sont valorisés surtout en termes de base calorifique pour le bétail dans systèmes d'élevage d'une part et de générateur de fumier dans les parcelles des cultures dans la dynamique de l'intégration de l'agriculture et de l'élevage. Mais tous ces usages ne sont pas du tout comptabilisés en terme de poids sur l'ensemble des zones agricoles. Ainsi donc les quantités brûlées ne sont pas connues.

2.2.1.2-Elevage

Deux systèmes de production animale caractérisent l'élevage tchadien : les systèmes pastoraux en zones arides et semi-arides (Sahara, Sahel) et agropastoraux ou systèmes mixtes en zone soudanienne.

Si la disponibilité alimentaire et l'eau dictent les mouvements des troupeaux (nomadisme et la transhumance), définissent les modes de production des premiers cas détenant 80 % des effectifs du bétail du pays et que la vente du bétail sur pied ne concerne que les animaux de réforme et/ou surnuméraire aux besoins de renouvellement du troupeau, les seconds systèmes, quant eux, localisés dans la zone soudanienne combinent l'agriculture et l'élevage pour l'autoconsommation et la vente fournissent du fumier, traction, transport ainsi qu'une réserve de capital.

Constitués des ruminants (bovins, ovins caprins, asins et camélidés), les systèmes pastoraux utilisent surtout les ressources collectives dont la gestion pose de problèmes à cause des conditions climatiques et de la pression exercée par d'autres types d'utilisation des terres telles que l'agriculture et la foresterie. Dans ces systèmes, le lait est l'affaire des femmes qui utilisent les revenus pour l'achat des autres denrées alimentaires.

Il y a une complémentarité économique entre l'agriculture et l'élevage en systèmes mixtes dans la mesure où le revenu financier de culture est source d'achat des animaux et ceux-ci servent de traction, de lait et de viande. La diversité des espèces animales (volailles, bovins, ovins et caprins, etc.) lui confère une réelle souplesse du système. Très variables d'une région à une autre, les dynamiques d'intégration de l'agriculture et de l'élevage se prêtent facilement à l'intensification. La vente du lait permet parfois de rétribuer le gardiennage du troupeau.

L'élevage périurbain en plein essor vient s'ajouter à ces deux systèmes en vue de faire face à la demande croissante des villes et les Etats voisins. Cet élevage bénéficie d'avantages de complément d'aliments non seulement issus des résidus agricoles mais également de déchets industriels (tourteau, mélasse, grains de coton, bagasse).

2.2.1.3-Sols agricoles (sols organiques)

Environ treize (13) types de sols identifiés sont classés en trois grands groupes correspondant approximativement aux trois grandes zones climatiques du pays :

- ✓ En zone saharienne on rencontre les sols minéraux d'apport éolien, halomorphes alcalins plus ou moins salés, vertisols et sols hydromorphes.
- ✓ En zone sahélienne on observe des sols peu évolués, lithiques, iso humiques, lessivés et halomorphes sur minéraux sablo-argileux, minéraux à pseudogley ainsi les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions ferrugineuses et cuirasses.
- ✓ En zone soudanienne on observe des sols à sesquioxydes (ferrugineux tropicaux) plus ou moins lessivés et des sols ferralitiques (Koro), hydromorphes et vertisols (argiles noires tropicales).

Limités dans les deux zones climatiques (sahélienne et soudanienne) du pays, les sols agricoles couvrent l'ensemble de ces deux zones auxquels sont soustraits les affleurements composés des savanes arborées et arbustives estimées à 39 millions d'hectares soit 30 % de la superficie du territoire national selon le document de la Stratégie Nationale de la Réduction de la Pauvreté, version juin 2003. Bien qu'aucune documentation ne l'indique au moment de la collecte des données, la dégradation naturelle et anthropique des écosystèmes observés durant de décennies contribuent, sans nul doute selon le jugement d'expert, à la réduction de cette superficie.

2.2.1.4-Engrais

Deux types de fertilisants notamment les engrais azotés minéraux et les engrais organiques se rencontrent au Tchad. Utilisé comme engrais de fonds et d'entretien, les engrais minéraux (NPK, NPKSB et l'Urée) sont introduits dans les années 1950 destiné à la culture exclusive du cotonnier en vue d'augmenter la production en zone soudanienne et la frange sud de la zone sahélienne bien qu'il favorise l'augmentation des rendements, ces engrais constituent, par la suite, l'un des facteurs de dégradation considérable des sols par l'usage excessif et/ou les mauvaises applications. Conséquence, bon nombre de terres est abandonné et contribuant ainsi à l'accroissement de la culture extensive et itinérante.

Les composés organiques (fumier et de compost) vulgarisés à partir de 1990 par l'Office National de Développement Rural (ONDR), motivé par la cherté des engrais minéraux se poursuivant jusqu'à ce que le taux d'adoption étant supérieur à 36 % sont utilisées sous trois formes : mise en tas durant l'hivernage pour être répandu en début de campagne, parcage des animaux dans les

parcelles après récolte et le compostage. Mais aucun document n'a fourni des informations relatives à son poids et son volume depuis son introduction dans le système agricole.

2.2.1.5-Brûlages des savanes

Circonscrites dans les deux zones climatiques (sahélienne et soudanienne) du pays avec les mêmes superficies que les sols agricoles cultivables, deux types de savanes sont identifiés : la savane arbustive en zone sahéenne et la savane arborée en zone soudanienne. Faute de données spécifiques sur le pays, l'équipe s'est référée aux données de la FAO portant sur l'Evaluation des Ressources forestières Mondiales 2000 et 2005 résultants des travaux J.C MENAUT, édition 1993.

2.2.1.6-Riziculture

Pratiquée à différentes échelles le long des cours d'eau, plaines, dépressions et guidée et/ou dictée par les conditions climatiques, deux types de riziculture avec variantes sont identifiés au Tchad : la culture pluviale et la culture irriguée. Très souvent les surfaces emblavées varient d'un système de culture à un autre :

- Le système de maîtrise totale de l'eau concerne trois casiers para-étatiques notamment les casiers A de Billiam Oursi, B de Bongor et C de la Nya (Doba). Les casiers A et C utilisent l'eau de gravitation et celui de B, l'irrigation par gravitation et pompage.
- Le système de maîtrise partielle d'eau du ressort des exploitants de petits périmètres utilise les eaux de ruissellement (plaines d'inondation Logone et Chari et des dépressions) et de moto pompes dans les alentours de Ndjamena tels Zafaya, Ambedane. Les types de cultivars restent éparses et proviennent de tout bord.

Variante d'une région à une autre et même à l'intérieure d'une même zone, les sols sont généralement sableux à argileux et très peu d'engrais minéraux est utilisé.

La récolte se fait une seule fois l'an à l'exception de quelque rare périmètre établi le long des cours d'eau et alimenté par des motopompes qu'on ne peut généraliser. La température des eaux utilisées dépasse en général 20°C et les parcelles de cultures sont à aération multiple.

2.3-Données d'activités

Elles résultent du rapport du projet sur le Renforcement des capacités pour l'amélioration de la qualité des inventaires de gaz à effet de serre en Afrique de l'Ouest en en Afrique Centrale francophone, du Guide "Pas à Pas" de l'inventaire des gaz à effet de serre au Tchad, des Bonnes pratiques, Recommandations et *Manuel de Référence* du GIEC, version révisée 1996, de la collecte des données sur le terrain ainsi que de la publication de la FAO.

2.3.1-Brûlage des résidus agricoles

Les productions des principales cultures sont fournies par les statistiques agricoles du Ministère de l'Agriculture. Plus d'une quinzaine de cultures sont pratiquées au Tchad, mais les principales sont le sorgho, le mil, le berbéré, le blé, le maïs, l'arachide, le haricot, la canne à sucre, le cotonnier et le tabac. Le tableau 1 ci-dessous fournit les données de production annuelle des principales cultures.

Tableau 1 : Production annuelle (en tonnes) des principales cultures.

Année	Mil	Sorgho	Mais	Riz	Bérbré	Blé	Arachide	Haricot
1998	637259	513930	178047	100230	175058	3600	510940	72142
1999	361095	455634	94151	158282	174781	3585	353927	17760
2000	258826	391714	64014	92624	119284	2688	358791	71621
2001	397608	497227	105296	12167	205025	3562	448039	63349
2002	357425	480686	84349	134880	150700	4000	379968	29282
2003	516341	564717	117978	126024	287419	2890	414868	97357

Source : Ministère de l'Agriculture

Concernant le rapport déchet-produit, le seul Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement (ITRAD) ayant fait des essais sur trois cultures (riz, maïs et mil) dont les résultats sont donnés dans le tableau ci-dessous.

L'interprétation de ces résultats les responsables de l'institut ont trouvé que ceux ci seront moins importants dans les champs ordinaires qui ne bénéficient pas du même traitement que les parcelles d'expérimentation. Ainsi donc, l'équipe s'est rabattue sur les données par défaut de GIEC aussi bien pour ces cultures que le reste.

Tableau 2: Rapport résidus-produit

	A	B	C	D
Riz	1.157	780,93	1,48	1,4
Mais	1.600	1.500	1,07	1,0
MIL	2.178,5	1.250	1.74	1,4

Source : ITRAD BEBEDJIA (Campagne agricole 2007/2008)

A : Rendt paille (kg/ha), **B :** Rendt produit (kg/ha) , **C :** Rapport A/B, **D :** Rapport A/B IPCC

S'agissant de la fraction des résidus brûlés sur place, il n'y a pas des données spécifiques pour le Tchad. Cependant les bonnes pratiques du GIEC estiment que 10 % de la totalité des résidus des cultures sont brûlés sur place dans les pays en développement. Et c'est sur cette base que la fraction

brûlée sur place a été calculée. La fraction de matière sèche, la fraction oxydée ainsi que celle de carbone dans les résidus et également le rapport azote/carbone sont les valeurs par défaut de GIEC.

2.3.2- Elevage

Fournies par les rapports des statistiques du Ministère de l’Elevage de l’année 2008. les données de ce sous secteur concernent les bovins, ovins, caprins, équins, asins, camelins et porcins sur la base de recensement de 1976 jusqu’en 2007 auquel il est appliqué de taux de croît à savoir 2,4 % pour les bovins, ovins et caprins, 3% pour les camelins, 2 % pour les équins et asins et 5 % pour les porcins. L’inventaire ne peut se faire que de niveau 1 et non de niveau 2 comme sollicité les recommandations du GIEC parce que les données de recensement ne sont pas désagrégées du bétail. Celles-ci n’ont pas été prévues dans le recensement et de surcroît le caractère extensif de l’élevage dominé par la transhumance ne permet pas de catégoriser le cheptel par zone climatique.

A noter que le pays comprend trois grandes zones climatiques (Désert, Sahel et Soudanien) caractérisé par un climat tropical chaud avec une moyenne annuelle supérieure à 25 degrés Celcius. Le tableau 2.3 fournit les données sur le Cheptel. Ces données, s’il faut le signaler, sont celles obtenues en retranchant les abatages et les exportations des données brutes des effectifs du bétail.

Il convient de noter que pour l’année de référence (2000) l’on a considéré la moyenne des effectifs des années 1999, 2000 et 2001. Quant au total des exportations des espèces autres que les bovins, ovins et porcins (dernière ligne du tableau 3), il représente la somme des effectifs des caprins, équins, camelins, et asins.

Tableau 3 : Données sur le Cheptel en unité de tête

Espèce	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Bovin	5393261	5525914	5673019	5818191	5935947	6134402
Ovin	2037099	2124913	2270140	2299661	2347485	2412081
Caprin	4867827	5018228	5097330	5204828	5317937	5448373
Camelin	352929	361273	368022	376206	383570	390936
Asin	1022692	1053370	1084700	1117158	1150451	1185191
Equin	325569	332098	338765	345545	352453	359502
Porcin	54265	57605	60362	54116	64650	66289
Autres	6139705	6368085	6590979	6713520	6844584	6978119

Source : Division des statistiques de l’Elevage

2.3.3-Sols cultivés

Les données intégrées pour les estimations des gaz à effet de serre sont la quantité totale des fertilisants, l'effectif du cheptel, la quantité des légumes secs et graines de soja produites, la production sèche d'autres cultures ainsi que la superficie des sols organiques cultivés.

Concernant les fertilisants, deux types d'engrais sont utilisés au Tchad notamment les minéraux et organiques. Ces derniers, bien qu'utilisés depuis plus de deux décennies en zone soudanienne et dans la frange sud en zone sahélienne, ne sont pas capitalisés. Les premiers portant principalement sur le NPKSB et l'Urée sont fournis par la Société Cotonnière Tchad et la Compagnie Sucrière du Tchad (CST). Ces intrants font l'objet de spéculation entre des particuliers commerçants et agriculteurs ces dernières années. Autrement dit, les commerçants en achètent dans les pays environnants et les vendent aux producteurs mais les quantités restent inconnues.

Outre cela, l'ONDR et la Coton-Tchad se complétant dans l'achat de ces intrants restent les grands acquéreurs pour le pays. Quant à l'ITRAD, il reste le sous consommateur de la Coton-Tchad pour sa recherche et producteur de semences des céréales et du cotonnier. Le tableau.4 fournit les données sur ces engrais.

Tableau 4 : Engrais en tonnes

Année	NPKSB	UREE	TOTAL
1998	21122	2763	23885
1999	20497	8183	28680
2000	16662	9199	25861
2001	23000	9619	32619
2002	25000	9148	34148
2003	6616	9500	16116

Source : Division des statistiques agricoles

Diverses légumineuses sèches se pratiquent dans le pays mais ne sont pas capitalisés. Il s'agit, en plus de l'arachide et le tabac qui sont les cultures de rente, le niébé, le sésame, le pois de terre, le gombo, le piment, l'oxalis, le soja, le vandzou, etc.

Les cultures ne fixant pas d'azote sont les céréales produites dans le pays. Les données y afférentes sont celles présentées dans l'annuaire des statistiques agricoles, édition 2004 de la DSA assorties dans le tableau 5.

Tableau 5 : Production (tonne) de cultures ne fixant pas d'azote

	Mil	Sorgho	Mais	Riz	Bérbré	Blé
	P	P	P	P	P	P
1998	637259	513930	178047	100230	175058	3600
1999	361095	455634	94151	158282	174781	3585
2000	258826	391714	64014	92624	119284	2688
2001	397608	497227	105296	12167	205025	3562
2002	357425	480686	84349	134880	150700	4000
2003	516341	564717	117978	126024	287419	2890

Source : Annuaire DSA, édition 2004 P : production

Les superficies des sols organiques cultivés sont celles réellement emblavées annuellement fournies par l'annuaire des statistiques agricoles, édition 2004 de la DSA, présentées dans le tableau.6 ci-dessous.

Tableau 6 : Sols organiques (ha) réellement emblavés

Année	Mil	Sorgho	Mais	Riz	Berbéré	Blé	Arachide	Haricot	Sésame	Pois de terre	Manioc	Coton	Canne à sucre	Totale
1998	808655	711735	130582	76363	192243	2348	442754	128933	84261	70478	23851	578633	3477	3254313
1999	785709	644723	135668	90856	191826	2500	385120	30667	66472	42665	23210	583700	3531	2986647
2000	791753	641709	85014	89826	138024	1875	421648	134463	1E+05	24241	24933	478650	3481	2937854
2001	848359	789447	110936	87681	188463	1875	407126	118503	87815	51790	26656	502110	3492	3224253
2002	706935	697055	11773	103803	178000	2000	379498	56622	59324	46280	26008	509895	3464	2780657
2003	872056	97766	102975	106268	301712	1700	444066	189289	63471	58810	28886	387905	3485	2658389

Source : Annuaire DSA, édition 2004

2.3.4-Brûlages des savanes

Les deux types de savanes (arbustives et arborées) identifiées au Tchad ne connaissent pas de brûlage dirigé à proprement dit au Tchad mais force est de constater que bon nombre d'épars brûlage s'opère annuellement. Il s'agit de :

- brûlage incontrôlé fait par les éleveurs en vue de régénérer les repousses pour le bétail ;
- brûlage opéré par la chasse à la battue ;
- brûlage dû à la préparation des champs et celui par inadvertance des voyageurs.

Ces différents types de brûlage qui étaient pratiquement endémiques ont été freinés à partir des années 90 au moyen de la sensibilisation des populations par les ONGs et les services forestiers.

En l'absence des données spécifiques au pays celles de la FAO dans son Rapport Evaluation des Ressources Forestières Mondiales 2000 et 2005 sont utilisées. Ces données résultent des travaux de J.C MENAUT estimant que la zone soudanienne est touchée à 70% par les feux tandis que la zone sahélienne l'est à 30 %. Ces taux sont restés valables de 1988 à 1993. Ils ont commencé par diminuer à partir de 1994 notamment 50 % et 40 % respectivement en 2000 et 2005 en zone soudanienne et de 20 à 15 % en 2000 et 2005 en zone sahélienne. Cette diminution s'explique par les raisons déjà évoquées dans le précédent paragraphe. Le tableau 7 ci-dessous fournit les informations sur les superficies brûlées.

Tableau 7 : Superficies (1000 ha) des savanes brûlées

Année	Zone soudanienne	Zone sahélienne
1995	7667,8	2455,8
1996	7365,96*	2342,96*
1997	7064,12*	2230,12*
1998	6762,28*	2117,28*
1999	6460,44*	2004,44*
2000	6158,6	1891,6
2001	5880,56*	1787,84*
2002	5602,52*	1684,08*
2003	5324,48*	1580,32*
2004	5046,44*	1476,56*
2005	4768,4	1372,8

Source : FRA 2000 et 2005 (Evaluation des Ressources forestières Mondiales)

* : Données déterminées par interpolation

Les densités de biomasse, la fraction de biomasse brûlée, la fraction de biomasse vivante brûlée ainsi et la fraction les rapports d'émission sont celles par défaut de GIEC/IPCC à l'absence des données spécifiques au pays.

2.3.5-Riziculture

Les données utilisées sont celles des superficies réellement emblavées annuellement fournies par la Division des statistiques agricoles du Ministère de l'Agriculture auxquelles s'ajoutent les facteurs d'échelle, facteurs de correction pour engrais et ceux d'émissions intégrés saisonniers par défaut du GIEC/IPCC relatifs aux inondations intermittentes à multiple aération, puis ceux de la zone pluviale et sujette à sécheresse. La riziculture à inondation permanente ne se pratique pas au Tchad. Le tableau 8 fournit les superficies en hectares.

Tableau 8: Superficies (hectares) des rizicultures

Année	Culture Irriguée	Culture Pluviale
1998/1999	7643	68721
1999/2000	9374	81582
2000/2001	8103	81465
2001/2002	7635	77233
2002/2003	8590	85773
2003/2004	13350	99300

Source : Annuaire DSA, édition 2004

2.4-Méthodologie du calcul des émissions de l'année 2000

La méthodologie de calcul des principales émissions dans le secteur agriculture est basée sur l'usage du logiciel pour les inventaires des gaz destiné aux Parties non visées à l'annexe 1 de la Convention, version du 28 janvier 2007 avec l'appui des lignes directrices du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC), version révisée 1996.

Aussi, les facteurs d'émission et de conversion par défaut proposés dans lesdites lignes directrices ont été largement utilisés en l'absence des valeurs spécifiques au pays. Les émissions estimées grâce au logiciel susmentionné sont celles du méthane (CH₄), de l'hémioxyde/Protoxyde d'azote (N₂O), d'oxydes d'azote (NO_x) et du monoxyde de carbone (CO).

Comme recommandé pour la Seconde Communication Nationale (SCN), l'inventaire devrait se réaliser pour l'année de référence 2000 et pour une certaine période en vue de dégager la tendance des émissions des GES dans le pays. Ainsi, à part les inventaires de 2000, ceux de la période allant de 1998 à 2003, tenant compte de la disponibilité des données d'activités, ont été également réalisés.

2.5-Analyse des résultats

Les tableaux et figures ci-après illustrent les résultats des estimations des émissions des différents gaz accompagnés des commentaires.

2.5.1-Emissions des différents gaz à effet de serre

Le tableau 9 (tableau standard de présentation des émissions du module “OVERVIEW” du logiciel utilisé) récapitule les quantités d’émissions par sous-secteur.

Tableau 9 : Rapport sectoriel des émissions des GES pour l’année 2000

Catégories et sources clés	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC
Total Agriculture	292,14	52,25	10,84	617,72	0,00
A Fermentation Entérique	251,34				
1 Bovins	181,52				
2 Buffles	0,00				
3 Ovins	11,16				
4 Caprins	25,53				
5 Camelins	15,58				
6 Chevaux	6,63				
7 Mules et ânes	10,85				
8 Porcins	0,06				
9 Volailles	0,00				
10 Autres (à préciser)	0,00				
B Gestion du fumier	10,35	0,00			
1 Bovins	5,67				
2 Buffles	0,00				
3 Ovin	0,47				
4 Caprins	1,12				
5 Camelins	0,87				
6 Chevaux	0,80				
7 Mules et ânes	1,30				

8 Porcins	0,12				
9 Volailles	0				
10 Bassins anaérobies					
11 Systèmes liquides		0,00			
12 Déchets solides		0,00			
13 Autres (à préciser)		0,00			
C Culture du riz	6,84				
1 Irriguée	0,00				
2 Pluviale	6,84				
3 Autres (à préciser)	0				
D Sols agricoles	0,00	51,95			
E Brûlage dirigé des savanes	23,21	0,29	10,38	609,23	
F Brûlage sur place des résidus agricoles	0,40	0,01	0,46	8,49	

Source : Etude de la SCN, 2009

2.5.1.1- Emission de Méthane (CH₄)

Résultant de cinq (5) sources, les estimations des émissions du CH₄ de l'année 2000 sont de l'ordre 292,14 Gg contre 316,33 Gg en 1993 (CF inventaires de la CNI) soit une baisse d'environ 7,96 % par rapport à l'année 2000. Cela peut être dû aux insuffisances des inventaires de 1993 relevées dans le rapport de l'autoévaluation de la CNI, notamment :

- Les données sur la riziculture basées sur celles de la FAO qui ont été surestimées ;
- La prise en compte de 10.000 hectares de riziculture en inondation constante (permanenté), toujours selon la FAO alors que ce type de riziculture n'existe pas encore dans le pays comme plus haut noté (paragraphe II.5 Riziculture);
- Les savanes brûlées en 2000 résultent des données du document de la FAO portant sur l'Evaluation de Ressources Forestières Mondiales 2000 et 2005 alors celles de 1993 étaient établies sur la base de cartographie numérique des zones climatiques et qui surestimait les superficies ;

En 2000, les résidus agricoles brûlés sont liés aux superficies réellement emblavées alors que celles de 1993 considéraient toutes les terres agricoles du pays qui étaient très élevées.

Il ressort du tableau 2.9 que la plus grande part d'émissions du CH₄ est imputable à la fermentation entérique (251,34 Gg.) soit 86,03% du total des émissions de CH₄ issues du secteur Agriculture/Elevage. Le brûlage des savanes (23,21 Gg), la gestion du fumier (10,35 Gg), la culture du riz (6,84 Gg) et le brûlage des résidus agricoles (0,4 Gg) émettent également le CH₄, mais à des proportions relativement faibles.

2.5.1.2-Emission d'hémioxyde/protoxyde (N₂O)

Résultant principalement des sols agricoles (51,95 Gg), les estimations des émissions du N₂O sont de l'ordre 52,25 Gg. Les autres émissions du N₂O qui sont d'ailleurs très faibles proviennent du brûlage des savanes et de résidus agricoles. Les émissions du N₂O de 2000 sont de loin plus importantes que celles de l'inventaire de 1993 qui ne sont que de 2,12 Gg (CF inventaires de la CNI).

Ce grand écart est lié aux données d'activités utilisées. En 2000, l'on a considéré non seulement les superficies emblavées de toutes les cultures, mais aussi la production des cultures ne fixant pas d'azote. Ce qui n'a pas été le cas de l'inventaire de 1993.

2.5.1.3-Emission d'oxyde/monoxyde (NO_x)

Issues principalement du brûlage des savanes (10,38 Gg) et, à très faible quantité, du brûlage des résidus agricoles (0,46 Gg), les émissions des NO_x sont de l'ordre 10,84 Gg contre 75,74 Giga grammes en 1993 (CF inventaires de la CNI) soit une baisse de – **629,67 %** par rapport à l'année 2000. Cette forte baisse d'émission est attribuée au choix de données d'entrée, notamment les densités de biomasse des savanes. En 2000, ont été prises en compte les bornes inférieures desdites densités alors qu'en 1993, ce sont les bornes supérieures qui sont considérées.

2.5.1.4-Emission de monoxyde de carbone (CO)

Imputables aux brûlages des savanes (609,23 Gg) et des résidus agricoles (8,49 Gg), les estimations sont de l'ordre de 617,72 contre 29,17 Giga grammes en 1993, soit une augmentation de 95,28 % par rapport à l'année 2000. Cette forte augmentation d'émission est due au fait qu'en 1993, les superficies des savanes brûlées et celles des sols organiques ont été nettement sous-estimées. Le tableau 10 ci-dessous donne les résultats récapitulatifs des calculs des différents gaz estimés en giga grammes.

Tableau 10 : Récapitulatif des émissions des GES en 2000 (en Gg)

	CH₄	N₂O	NO_x	CO
2000	292,14	52,25	10,84	617,72

Source: Etude SCN,2009

2.5.1.5-Emissions des GES de 2000 en équivalent gaz carbonique (ECO₂)

Bien qu'en giga grammes, les émissions obtenues, n'aient pas les mêmes unités d'appréhension pour faire des comparaisons. Il y a lieu de les exprimer en Equivalent CO₂ qui est fonction du Potentiel du Réchauffement Global (PRG).

Le quatrième rapport du GIEC note que les PRG du CH₄ et du N₂O sont respectivement de 25 et 298 et qui sont utilisées pour convertir les émissions du CH₄ et du N₂O en équivalent CO₂.

Quant aux NO_x et CO, ils ont des effets indirects sur le changement climatique à travers leur influence sur d'autres gaz à effet de serre, mais les différentes analyses et scénarii n'ont pas pu quantifier ces effets indirects dont le GIEC n'a pas proposé des valeurs. Le tableau 11 donne les émissions en Equivalent CO₂ pour les principaux gaz à effet de serre.

Tableau 11 : Emissions des GES en équivalent CO₂ de 2000

GAZ	Gg	Gg-ECO ₂	Pourcentage
CH ₄	292,14	7.303,5	31,93
N ₂ O	52,25	15.570,5	68,07
Total Gg-ECO₂		22.874	100

Source : Etude de la SCN, 2009

Les émissions de l'année 2000 s'élèvent à 22.874 Gg-ECO₂ avec le N₂O représentant 68,07% et le CH₄, 31,93 % des émissions totales. Comparé au résultat du Niger (14.270, 92 Gg-ECO₂) un écart de 8.550,08 Gg-ECO₂ est observé soit +37,47%

Le tableau 12 et la figure 6 ci dessous présentent la répartition des émissions des GES par sous-secteur. Les émissions issues des sols agricoles arrivent en tête avec 15.481,1 Gg-ECO₂ soit 67,7% suivies de la fermentation entérique avec 6.283,5 Gg-ECO₂, soit 27,5% des émissions totales. Quant aux émissions dues au Brûlage des savanes (666,67 Gg-ECO₂), à la gestion du fumier (258,75 Gg-ECO₂), à la culture du riz (171 Gg-ECO₂) et au brûlage des résidus agricoles (12,98 Gg-ECO₂) ne représentent que 4,8 % des émissions totales.

Tableau 12 : Répartition des émissions des GES par sous-secteur (en Gg-ECO₂)

	CH ₄	N ₂ O	Total	Pourcentage
A Fermentation Entérique	6.283,5	0	6.283,5	27,5
B Gestion du fumier	258,75	0	258,75	1,1
C Culture du riz	171	0	171	0,7
D Sols agricoles	0	15.481,10	15.481,1	67,7
E Brûlage des savanes	580,25	86,42	666,67	2,9
F Brûlage des résidus agricoles	10	2,98	12,98	0,1
Total	7.303,5	15.570,5	22.874	100,0

Source : Etude de la SCN, 2009

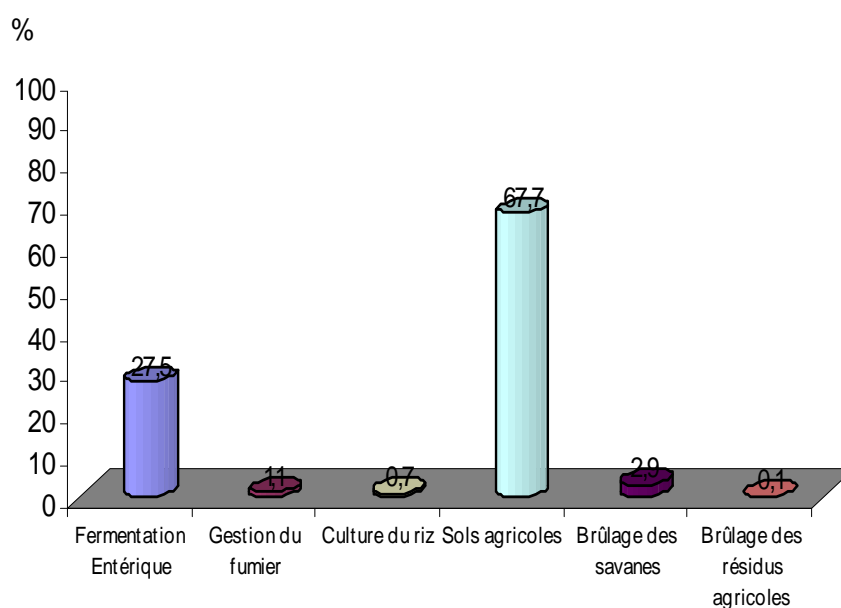


Fig. 6 : Répartition des émissions par secteur

2.6- Emissions des GES pour la période 1998-2003

Outre les inventaires de l'année de référence (2000), ceux de la période 1998 à 2003 ont été également effectués en vue d'apprécier la tendance desdites émissions. Le tableau 13 et la figure 7 ci-dessous présentent les résultats des inventaires de la période susmentionnée.

Tableau 13 : Emission des différents GES en Gg pour la période 1998-2003

Année	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO
1998	282,36	57,3	12,13	683,3
1999	287,57	53,02	11,43	649,8
2000	292,14	52,25	10,84	617,72
2001	297,7	56,55	10,47	591,81
2002	303,37	49,97	9,97	563,18
2003	312,27	47,81	9,67	538,72

Source : Etude la SCN, 2009

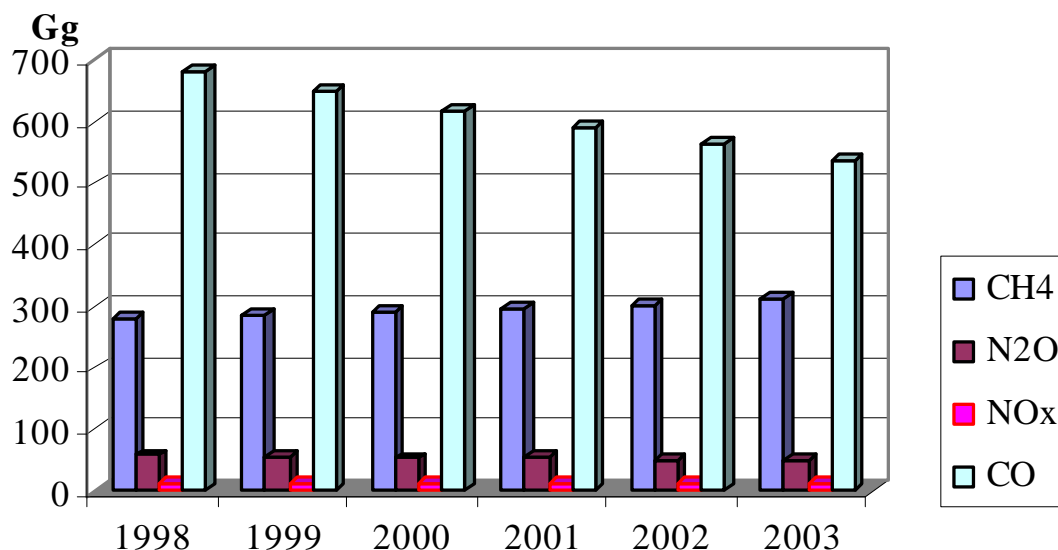


Fig. 7: Représentation graphique GES en Gg pour la période 1998-2003

2.6.1-Evolution des émissions du CH₄

La tendance des émissions totales du CH₄ durant la période 1998-2003 est en hausse comme le montrent le tableau 13 et la figure 7. Cette hausse est liée à l'évolution des données d'activités utilisées, notamment l'effectif du bétail (principale source d'émission du CH₄) qui s'accroît d'une année à une autre.

2.6.2-Evolution des émissions du N₂O

Durant la période 1998-2003, une fluctuation notable d'émissions de N₂O n'est pas observée, sauf en 1998 (57,3 Gg) et 2001 (56,55 Gg) où les superficies emblavées que l'on enregistre étaient des valeurs relativement plus élevées que celles des autres années variant entre 48 Gg et 53 Gg. On ne peut donc parler d'une tendance donnée des émissions de ce gaz.

2.6.3-Evolution des émissions des NO_x

Bien que la variation des émissions des NO_x reste très faible (de 12,13 Gg en 1998 à 9,67 Gg en 2003), une légère tendance en baisse dans sa répartition est observée. Cette tendance peut s'expliquer par la diminution progressive des superficies des savanes brûlées due à la multiplication de la sensibilisation des populations par les Services étatiques et les ONGs et à l'application des mesures de protection de l'environnement prises par le Gouvernement.

2.6.4- Evolution des émissions du CO

De 683,3 Gg en 1998, les émissions du CO diminuent progressivement pour atteindre 538,72 Gg en 2003. La tendance en baisse est donc assez nette comme le montre la figure 2.2. La raison de cette tendance est la même que celle évoquée dans le cas de l'évolution des NOx.

2.6.5-Emissions des GES pour la période 1998-2003 en Gg-ECO₂

Le tableau 14 ci-dessous présente les émissions de CH₄ et N₂O exprimées en équivalent CO₂. Celles de N₂O sont de loin plus importantes que celles du CH₄ pour toutes les années considérées. Etant donné que le PRG du N₂O est plus élevé que celui du CH₄, c'est l'inverse qui se produit lorsque les émissions sont exprimées en Gg.

Tableau 14 : Emissions en Equivalent CO₂ pour la série temporelle 1998-2003

Année	CH ₄	N ₂ O	Total (Gg-ECO ₂)
1998	7.059,00	17.075,40	24.134,40
1999	7.189,25	15.799,96	22.989,21
2000	7.303,50	15.570,50	22.874,00
2001	7.442,50	21.852,34	24.294,40
2002	7.584,25	14.891,06	22.475,31
2003	7.806,75	14.247,38	22.054,13

Source: Etude la SCN, 2009

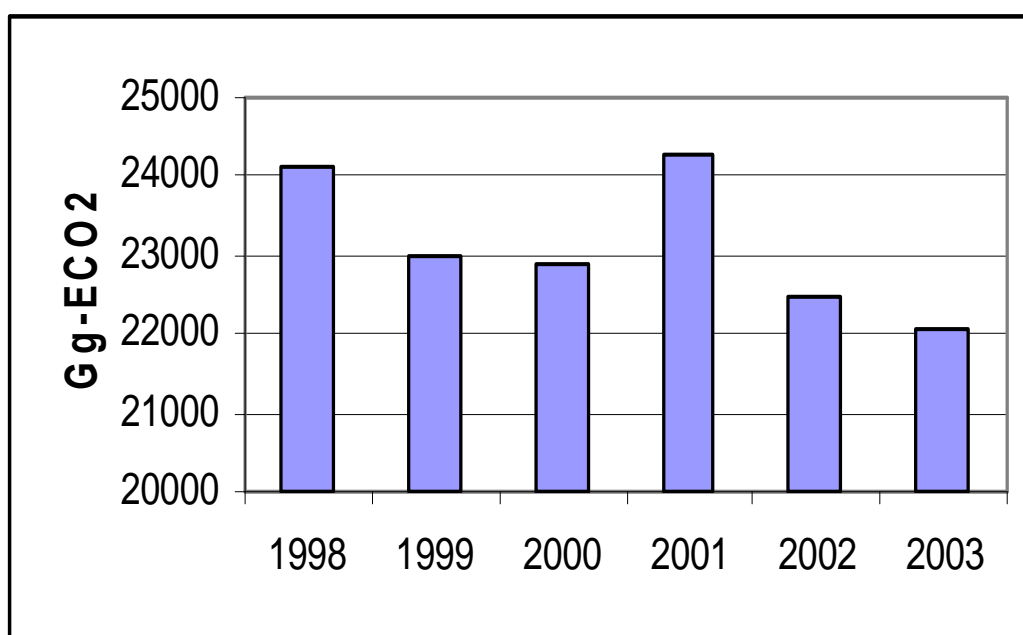


Fig. 8 : Répartition des émissions en Gg-ECO₂

La figure 8 ci-dessus montre que la tendance des émissions totales exprimées en Gg-ECO₂ est en baisse si des fortes valeurs ne sont pas enregistrées en 1998 et en 2001. Comme mentionné plus haut, les émissions du N₂O en 1998 (57,3 Gg soit 1.7075,4 Gg-ECO₂) et 2001 (56,55 Gg soit 21.852,34 Gg-ECO₂) ne sont plus élevées que celles des autres années.

Ce qui fait que les émissions totales (CH₄ et N₂O) en Gg-ECO₂ sont de l'ordre de 24.294,4 Gg-ECO₂ en 2001 et 24.134,4 Gg-ECO₂ en 1998, alors que pour les autres années, elles tournent autour de 22000 Gg-ECO₂.

2.7- Contrôle de la qualité

Les données collectées et rassemblées portant sur les effectifs du cheptel, la riziculture, les superficies et les productions agricoles etc. sont celles issues des bases des données des sites pourvoyeurs de données, notamment l'ONDR, la DSA, les services statistiques du Ministère de l'Élevage, la CotonTchad et le CST. Elles découlent des statistiques officielles du pays donc supposées passer par toutes les étapes et méthodes de contrôle de qualité relevé dans les *Recommandations du GIEC* au chapitre 8, page 8,9 en paragraphe 2. Il en est de même pour les données sur les savanes résultant des publications de la FAO (Évaluation des Ressources forestières Mondiales de 2000 et 2005). Les facteurs d'émissions, d'échelle, de conversion, les différentes fractions, rapports déchets/produits, etc. sont ceux par défaut du Guide de Bonnes Pratiques, *Recommandations et Manuel de Référence* du GIEC.

Au niveau de l'effectif du bétail, les données d'entrée sont celles pour lesquelles sont retirés les abatages et exportations mais malheureusement le cheptel n'est pas désagrégé comme noté dans les *Recommandations* du GIEC en vue de déterminer les émissions de niveau 2 pour les Bovins, Ovins et porcins. Ce qui sous-entend que l'inventaire est réalisé au niveau 1.

Il a été pris en compte l'effectif de type de bétail pour calculer l'excrétion d'azote dans le sol en kilogramme par animal et par an. Les calculs effectués sont arrondis au centième près. Les émissions obtenues sont comparées à celles de la Communication Nationale Initiale du Tchad et aux résultats d'un pays similaire en climat, notamment le Niger comme recommande la procédure de contrôle. L'atelier de validation du rapport complètera le contrôle de qualité de l'inventaire.

2.2.1- Utilisation des Terres Changement d'Affectation des Terres et Foresterie

Les principales catégories des sources qui caractérisent le secteur d'utilisations des terres changement d'affectation des terres et foresterie résultent de :

- a) L'évolution du patrimoine forestier et les autres stocks de biomasse ligneuse ;
- b) La conversion des forêts ;
- c) L'abandon des terres exploitées ;
- d) Les superficies affectées à l'agriculture.

Depuis son indépendance, le Tchad n'a jamais réalisé un inventaire national qualitatif et quantitatif de ses ressources forestières. Les ressources forestières demeurent mal connues sur le plan statistique. Plusieurs travaux segmentaires ont été réalisés dans diverses régions du pays en matière de cartographie et d'inventaire des ressources. A ce titre, le répertoire des travaux exécutés par des projets/programmes ou des études comprend : AEDE en 2001 (inventaire des ressources

du bassin de N'Djamena sur 7, 2 millions d'ha) ; PRODALKA en 2006 dans le Mayo Dalla ; CTNSC/AEDE en 2003 dans la zone pétrolière ; Millington et al. (1989-1990).

Du fait de la particularité de son zonage écologique, l'esquisse phytogéographique du pays a montré le développement spontané de type de formation suivant les gradients écologiques nord-sud. Ces formations estimées par la FAO et les travaux de Millington et al.(1989-1990) à travers l'analyse d'images AVHRR et l'examen comparatif de la pertinence des travaux antérieurs, ont évalué le potentiel forestier à 23 800 000 hectares réparties entre différentes formations. Malgré l'état de dégradation accélérée de ces ressources naturelles, le Tchad dispose encore d'énormes potentialités qu'il conviendrait de protéger et mieux gérer pour le développement des activités agro-sylvo- pastorales. Il s'agit des :

- Ressources en terre : 39 millions d'hectares de terres cultivables (30 % du territoire) réparties en 19 millions d'ha de terres arables, 13, 3 millions d'ha défrichés propres à l'agriculture, et 5.6 millions d'ha potentiellement irrigables ;
- Ressources en eaux : Les ressources renouvelables en eaux souterraines sont de l'ordre de 19,2 milliards de m³/an. Les ressources exploitables quant à elles, sont évaluées entre 260 et 540 milliards de m³. Cela devrait permettre d'augmenter le taux de desserte en eau de 34 % en 2006 à 60 % en 2015, conformément aux orientations du Schéma Directeur de l'Eau et de l'Assainissement (SDEA) et aux Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) auxquels le Tchad a souscrit.
- Ressources forestières : Elles oscillent entre 31 millions d'ha à 21 058 103 d'ha (Livre Blanc du MEE, 2005).

Les productivités forestières des formations naturelles sont également mal connues. Néanmoins, un certain nombre de travaux conduits ont donné une idée sur son ordre de grandeur. Les travaux de CATINO et al, de 1983 l'ont apprécié suivant le gradient écologique nord-sud. Elles oscillent entre 0,5 m³/ha/an au nord à 1,5 m³/ha/an au sud. Le tableau ci-dessus récapitule les valeurs de productivité des formations.

Tableau 15 : Productivités forestières des formations naturelles

Valeur de productivité	Source de vérification	Hypothèse de travail
0,5-1,5m ³ /ha/an	CATINO et al, 1983	L'appréciation de la productivité suivant le gradient écologique Nord/Sud
0,5 – 1,9 m ³ /ha/an	AEDE, 2001 et 2003	La production moyenne par strate comme déterminée dans les régions comparables ; La période de rotation prévue par strate

Source : AEDE, 2003

Dans le domaine des plantations/reboisements, après les années de sécheresses consécutives (1973 ; 1982 et 1985), l'Etat a instauré la semaine nationale de l'arbre. Cette approche a permis de réaliser des plantations communautaires, des arbres d'alignement, d'amorcer l'agroforesterie, d'initier et de mettre en œuvre des projets de reboisements en régie ou à travers le système de

« Food for Work » par l'appui du PAM et d'autres bailleurs dans le but d'inverser la tendance à la dégradation.

Cette vision a été renforcée par l'élaboration et l'adoption du PAN/LCD et la valorisation des formations naturelles des peuplements gommiers depuis que la demande de la gomme par le marché international s'est accrue. La demande mondiale de la gomme a inculqué le « réflexe de planter » chez les paysans. L'effet induit de la valeur économique des gommiers a amené les communautés et certains particuliers de disposer de leurs propres plantations.

Parallèlement, l'agriculture n'a pas connue une intensification tout comme l'élevage. De part ses pratiques, pour répondre au besoin croissant de la population en vivre, l'agriculture a empiété sur les formations forestières et dans les zones à fortes densités, elle a mis en culture même les sols à faible productivité et réduit de manière systématique les durées de jachère.

2.2.2.1- Description des catégories de sources

1- Evolution du patrimoine forestier

1.1- Formations naturelles

Le Tchad n'a jamais caractérisé ces formations naturelles. Le pays a utilisé la classification établie par Yagambi en 1956 du point de vue nomenclature et en termes de production et de productivité les résultats segmentaires décrits par Catinot et al (1983) ; Souleres (1992) ; AEDE (2001) ; etc. Les formations naturelles estimées par la FAO et les travaux de Millington et al.(1989-1990) à travers l'analyse d'images AVHRR et l'examen comparatif de la pertinence des travaux antérieurs comprennent les forêts denses et galeries forestières (1%), les forêts claires et savanes boisées (17%), les savanes arborées (38%) et les formations arbustives (44%).

1.2- Arbres hors forêts

Les arbres hors forêts sont constitués par les arbres d'alignement et d'ombrage dans les villages et les centres urbains, les arbres isolés dans les parcelles agricoles et l'espace pastoral. Les projections faites sur la base des données du premier inventaire national, donnent une estimation totale de 4 446 500 arbres hors forêts en 2000.

1.3- Plantations/reboisements

Les Plantations/reboisements englobent les forêts artificielles réalisées au titre de la semaine nationale de l'arbre et les reboisements effectués par l'Etat et les communautés comme mesure de reconstitution des forêts par l'appui des projets financés par les donateurs. Les superficies reboisées par l'Etat et les communautés depuis l'édition de la semaine nationale de l'arbre en 1978 à 2000 totalisent environ 15 589 ha à base d'espèces exotiques (*Eucalyptus sp*, *Prosopis juliflora*, *Parkiosonia aeuculata*, *Terminalia menthalis*, *Azadirachta indica*, etc.) et d'espèces locales à croissantes rapides dominées par les *Acacia sp*. Les plantations au Tchad sont regroupées en deux (2) catégories :

- Les Plantations de Production
- Les Plantations de Protection

1.3.1- Les Plantations de Production

Les Plantations de Production sont des forêts et autres terres boisées comprenant des espèces introduites et dans certains cas des espèces indigènes, établies par plantation ou semis principalement pour la production de bois et ou les produits ligneux.

1.3.2- Les Plantations de Protection

Elles sont des forêts ou autres terres boisées comprenant des espèces indigènes introduites établies par plantation ou semis principalement pour la fourniture de service. Toutes les plantations menées à travers le pays ont pour but la protection des sols. Le volume des différentes espèces constitue la ceinture verte.

Cette ceinture verte est constituée de : *Azadirachata indian* 15 à 20m³ par hectare ; *Eucaliptus camaldulensan* 20 à 30 m³ par hectare et Forêts naturelles et forêts enrichies 4 à 5 m³ par hectare.

1.4- Conversion des forêts et prairies

Les conversions des forêts résultent des pratiques agricoles sur brûlis et de l'utilisation des énergies traditionnelles comme combustibles de cuisson pour plus de 90% des ménages (CILSS, 1978 ; ESMAP, 1991 ; AEDE, 2001). Divers travaux ont évalué la régression des superficies forestières. Le MEERH après investigation a retenu le taux de régression annuel des superficies forestières de 0,6%, donnant lieu à une diminution annuelle de 142 800 ha.

Il y a lieu de noter également l'existence d'autres facteurs qui occasionnent la conversion des paysages et contribuent à l'évolution d'une dynamique régressive du couvert forestier. Il s'agit des feux de brousse, les besoins croissants de la population en bois de service, bois d'œuvre et en bois de chauffe et les pratiques d'élevage.

1.5- Abandon des terres exploitées

Le Tchad dispose d'énormes potentialités des terres cultivables. Mais suivant la densité d'occupation de l'espace, les besoins en terre cultivable ne sont pas les mêmes et les durées de jachère varient également selon les lieux de concentration des populations. Bien qu'aucun inventaire n'est réalisé dans ce sens, les jachères de longue durée (plus de 20 ans) sont rares aussi bien au sud qu'au nord à cause de :

- Densité au km² très élevée à élevée dans la partie méridionale ;
- Disponibilité réduite des terres cultivables dans la partie septentrionale ;
- Prépondérance de l'agriculture pluviale ;
- Faible mise en valeur des zones irrigables.

1.6- Les superficies affectées à l'agriculture

Les superficies des terres cultivables sont estimées à 39.000.000.ha soit 30% du territoire national dont environ 2,2 millions d'hectares seulement 5.6% sont actuellement cultivées. Les zones irrigables totalisent environ 5,6 millions d'hectares mais seulement 7.000 ha sont effectivement irriguées, c'est pour dire que les ressources en terres sont largement sous exploitées. Les superficies affectées à l'agriculture sont constituées des terres arables et des terres à cultures permanentes. Le pays recèle de potentialités considérables dans le secteur rural (SNRP2, 2006):

- 39 millions d'hectare cultivables (soit 30% du territoire), dont 19 millions d'hectares de terres arables, se répartissant entre 13,3 millions d'hectares défrichés propres à l'agriculture, et 5,6 millions d'hectares potentiellement irrigables, dont 335.000 ha facilement irrigables ;
- 84 millions d'hectares de pâturages naturels ;
- 23,3 millions d'hectares de formations forestières naturelles ;
- 22,4 millions d'hectares d'aires protégées.

2- Méthodologie

2.1- Evolution du patrimoine forestier

2.1.1- Formations naturelles

Depuis 1990, diverses sources ont observé une évolution régressive des superficies forestières au Tchad. En effet, entre 1990 et 2000, les statistiques forestières découlant des documents de la FAO et du Ministère de l'Environnement et de l'Eau ont fait ressortir l'évolution comme l'indique le tableau ci-après :

Tableau 16 : Superficies forestières et leur évolution au Tchad (1990 – 2000) selon diverses sources

Pays Source [réf]	Superficie forestière en 1990 (10 ³ ha)	Superficie forestière en 1995 (10 ³ ha)	Superficie forestière en 2000 (10 ³ ha)	Changement annuel (10 ³ ha)	Changement annuel en (%)
FAO[2]	11 496	11 025	-	-94	-0,8
FAO[43]	13 509	-	12 692	-82	-0,6
FAO[11]	32 450	-	-	-	-
MEE[48]	23 800	23 086	-	-143	-0,6

Source, FAO 2005

Sur la base du taux de régression annuel des superficies forestières de 0,6% donnant lieu à une diminution annuelle de 142 800 ha, chiffre du Ministère en charge de l'Environnement et de l'Eau, les simulations faites jusqu'à 2003 sont résumées dans le tableau ci-dessous : Le cumul de ces superficies forestières d'après l'étude de la FAO 2005 se décompose comme suit :

- Forêts denses sèches et galeries forestières;

- Savanes boisées et forêts claires;
- Formations arborées;
- Formations arbustives.

Tableau 17 : Evolution des superficies forestières de 1998 à 2003 (10³ ha)

Année	Forêts denses et Galeries forestières	Forêt Claire et Savane boisées	Formations arborées	Forêts arbustives
1998	198.669	3414.097	8870.397	9593.294
1999	197.477	3393.612	8817.175	9538.716
2000	196.292	3373.250	8764.272	9481.484
2001	195.115	3353.011	8711.686	9424.595
2002	193.944	3332.893	8659.416	9368.048
2003	192.780	3312.896	8607.47	9311.839

Source, FAO 2005

2.1.2- Arbres hors forêts

En l'absence d'un inventaire réel sur les arbres hors forêts, au travers un dispositif de sondage, l'inventaire initial de la 1^{ère} CNI a seulement recentré la question autour des arbres d'ombrage et d'alignement. Cette démarche a permis d'estimer le nombre à 3 134 000 en 1993. Mais, depuis lors, grâce aux campagnes de sensibilisation et les efforts entrepris par les groupes cibles (Etat, projets sectoriels, municipalité, groupement/association et ménages urbains et ruraux), l'effort national comptabilise 300 ha/an. Pour une densité moyenne de l'ordre de 5 x 5 m, soit une estimation de 625 pieds à l'hectare, les 300 ha totaliserons 187 500 pieds enfouis annuellement.

Par projection de 1993 à 2000 (année de référence), l'accroissement représente 1 312 500 pieds, soit un cumul de 4 446 500 arbres hors forêts, et 5 384 000 pieds en 2005, sur la base du taux d'accroissement qui est de 187 500 pieds par an, nous avons fait estimé des valeurs de la période de 1998 à 2003 (Voir tableau ?).

Tableau 18 : Evolution de nombre d'arbre hors forêts de 1998 à 2003

Année	Nombre d'arbres hors forêts (1000 arbres)
1998	4071,500
1999	4259,000
2000	4 446, 500
2001	4634,000
2002	4821,500
2003	5009,000

Source, Etude 2009

2.1.3-Plantations/reboisements

Pour le secteur d'utilisation des terres, Changement d'Affectation des Terres et Foresterie (UTCAF), la méthodologie utilisée est celle contenue dans la version révisée 1996 du manuel GIEC des lignes des inventaires. L'année de référence retenue est l'année 2000 telle que suggéré par le GIEC.

Les données couvrent les périodes 1990,2000 et 2005. Les superficies des plantations de l'année 2000 sont inférieures à celle de l'année 1990 et elles ont augmenté en 2005. Pour le reboisement les données couvrent la période 1998 à 2005 avec l'année de référence 2000.

Les superficies de reboisement croissent chaque année avec un taux de croissance de 300 ha par an. Les valeurs utilisées dans les calculs sont celles des plantations de protection (Voir Tableaux 19).

Tableau 19 : Situation des plantations pour la période 1990 à 2005

Années	Superficies de production (1000 ha)	Superficie de protection des sols et eaux (1000 ha)
1998	11320.2	13.2
1995	11. 559	12,3
2000	11.161	13.8
2005	10.764	15.3

Source : Rapport National 155 des Ressources forestières

2.1.4-Estimation et Prévision

On considère que la superficie des reboisements (domaine forestier classé) évolue dans le temps à raison de 300 ha par an. Les reboisements sont à 100 % protégés.

Tableau 20 : Situation des Reboisements de 1998 à 2003

Année	Superficie (1000 ha)
1998	13,200
1999	13,500
2000	13,800
2001	14,100
2002	14,400
2003	14,700

Source, DFLCD 2000

2.1.5- Abandon des terres exploitées

La FAO a estimé à 1.000.000 hectares la superficie des jachères (MEE, 1999) en 1983. Cette superficie a augmenté de 55.000 hectares en 10 ans (1983-1993) soit 5500 hectares / an. Si l'on s'en tient à cette augmentation moyenne annuelle de 5500 hectares, la superficie des jachères s'élèverait à 1 066 000 ha en 1995, 1.09 300 ha en 2000, et 1 110 000 ha en 2003.

Tableau 21 : Evolution des superficies des terres abandonnées en millier ha de 1998 à 2003

Année	Superficie (1000 ha)
1998	1082,500
1999	1088,000
2000	1093,500
2001	1099,000
2002	1104,500
2003	1110,000

Source : FAO 1993

2.1.6- Conversion des forêts

Les données sur les terres converties n'ont pas été disponibles. Nous avons jugé nécessaire d'utiliser les données issues du rapport de la FAO sur l'état des forêts dans le monde. Les superficies forestières du Tchad seraient réduites de 260,7 ha dans région sèche du Tchad entre 1980 et 1990 soit 26.1ha par an. Pour la zone humide, cette réduction est de 480,17 ha durant la même période, soit 48.2 ha par.

2.1.7- Bois de feu

Sur la base des données nationales, nous sommes parvenus à quantifier séparément le volume de bois de feu issu de la zone forestière et des autres terres boisées grâce à l'étude menée par Louis Berger qui a présenté une statistique de bois de feu extrait de préfecture en préfecture sur le territoire national. Cette méthodologie nous a permis de faire la part de l'extraction de bois provenant de la zone forestière et des autres terres boisées comme ci-dessous (1988).

Concernant l'estimation et la prévision du bois de feu, nous nous sommes servis du document intitulé situation des ressources naturelles dans les pays du CILSS par Gourmanda Koye CILSS (1981) et le document conservation des ressources naturelles et développement rural de 1988 pour obtenir l'accroissement annuel de ces deux catégories de bois. D'où l'accroissement du bois de feu est de 0,6% par an dans les zones forestières et de 0,3% dans les autres terres boisées. En utilisation les accroissements (0,6% et 0,3%), nous avons pu programmer les valeurs de la période 1998 à 2003 (voir tableau 22).

Tableau 22 : Evolution de bois de consommation de bois de feu en 10^6 m^3 de 1998 à 2003, prélevés sur les forêts et les autres terres boisées.

Année	Volume sur écorce en million de m3 de bois rond	
	Forêts	Autres terres boisées
1998	3,92	1,96
1999	3,95	1,96
2000	3,97	1,97
2001	3,99	1,97
2002	4,02	1,98
2003	4,04	1,99

Source : AEDE, 2000

2.1.8- Bois de service

A partir de ces quantités de bois de feu dans les deux zones nous sommes parvenus à déterminer la quantité de bois de service dans la zone forestière et aussi que dans les autres terres boisées en appliquant le ratio de 5% sur la quantité de bois de feu par zone comme on peut le lire sur le tableau 23 .

Tableau 23 : Evolution de bois de consommation de bois de feux en 10^6 m^3 de 1998 à 2003.

Année	Bois de service
1998	294
1999	295
2000	297
2001	298
2002	300
2003	301

Source : AEDE 2000

2.1.9- Superficies emblavées

Les superficies des sols organiques cultivés sont celles réellement emblavées annuellement qui sont utilisées. Fournies par l'annuaire des statistiques agricoles, édition 2004 de la DSA, elles sont présentées dans le tableau ci-dessous

Tableau 24 : Evolution des superficies emblavées de toutes les cultures de 1998 à 2003

Année	Mil	Sorgho	Mais	Riz	Berebéré	Blé	Arachide	Haricot	Sésame	Pois de terre	Manioc	Coton	Canne à sucre	Totale
1998	808655	711735	130582	76363	192243	2348	442754	128933	84261	70478	23851	578633	3477	3254313
1999	785709	644723	135668	90856	191826	2500	385120	30667	66472	42665	23210	583700	3531	2986647
2000	791753	641709	85014	89826	138024	1875	421648	134463	1E+05	24241	24933	478650	3481	2937854
2001	848359	789447	110936	87681	188463	1875	407126	118503	87815	51790	26656	502110	3492	3224253
2002	706935	697055	11773	103803	178000	2000	379498	56622	59324	46280	26008	509895	3464	2780657
2003	872056	97766	102975	106268	301712	1700	444066	189289	63471	58810	28886	387905	3485	2658389

Source : Annuaire DSA, Edition 2004

3- Méthodologie de calcul

3.1- Le Changement de forêts en stock de biomasse

Nous avons procédé retenu comme stipulé dans la description au choix de deux types de stock de biomasse. Il s'agit de :

- Formations naturelles composées des forêts denses et forêts galeries, des forêts claires et savanes boisées, les formations arborées et les formations arbustives. Les superficies des formations naturelles sont exprimées en kilohectare (kha).

- Les plantations : Arbres hors forêts (arbres d'ombrage, arbres alignement) et le reboisement. Les arbres hors forêts sont exprimés en milliers d'arbres et le reboisement en sont exprimées en kilohectare (kha).

3.2- Le Taux de croissance annuelle exprimé en tonne de matière sèche par hectare (tms/ha).

L'approche utilisée est celle de procéder au calcul sur la base des taux attribués aux zones soudano-sahélienne (3m³/ha/an) et sahélo-saharienne (1,5m³/ha/an). Ces données sont fournies par le résultat du premier inventaire des gaz à effet de serre (MEE, 1999). Le taux de 3m³/ha/an est attribué aux plantations soit 3m³/ha X 0,8 tms/m³= 2,4.

Le taux de 1,5m³/ha/an est attribué aux formations naturelles soit 1,5m³/ha X 0,8tms/m³=1,2. 0,8 est la valeur de tonne de matière sèche à l'hectare retenu dans les diverses consultations. C'est la valeur par défaut de GIEC, qui est de 0,5.

3.3- Modification de quantité de biomasse contenue dans les stocks constants de biomasse

Nous avons retenu deux types d'exploitation : bois de service et bois de d'œuvre. Selon les informations fournies par la situation des ressources génétiques forestières du Tchad, (FAO, 1998) il ressort que le volume exploité annuellement pour des fins de service est estimé à 400 000 m³ et 60 000 m³ pour le bois d'œuvre. C'est la valeur par défaut de GIEC, qui est de 0,5 Bois de chauffe consommée traditionnellement exprimé en ktms. Les valeurs utilisées sont celles de la FAO 2005. Nous avons utilisé la somme des valeurs par année des forêts et les autres terres boisées. C'est l'ensemble de bois de feu (charbon de bois et bois de chauffe).

3.4-Modification de quantité de biomasse contenue dans le stock de biomasse existant

- Conversion des forêts et savanes. Emission de CO₂ provenant de biomasse

La Terre convertie annuellement pour les formations naturelles, nous avons choisi les valeurs par défaut de la FAO tirées du tableau 5-4 du Manuel simplifié de l'inventaire de gaz à effet de serre (GIEC, 1996). Pour les plantations, nous avons choisi les valeurs fournies par le premier inventaire (MEE, 1999). Les forêts denses et claires : 48,2 ; les arbres ne subissent aucun dommage donc nous leur attribuons le chiffre 0. Le Reboisement (0,75).

- Biomasse avant conversion en tms/ha.

Au cours diverses consultations sectorielles, il est retenu : 40m³/ha pour le reboisement, 120m³/ha pour les forêts denses, 40 m³/ha pour les forêts claires et 31m³/ha pour les forêts arborées et arbustives. S'agissant des arbres hors forêt on suppose qu'ils ne subissent aucun dommage. Ces valeurs sont multipliées par le taux de 0,8 (MEE, 1999).

- Biomasse après conversion en tms/ha

La biomasse après conversion ne dépasse pas 20% de biomasse avant conversion. Il suffit de multiplier la biomasse avant conversion par 20% (MEE, 1999).

3.5.- Estimations des émissions de GES

Les émissions des GES sont récapitulées dans les tableaux ci-après entre 1998 et 2003. En résumé, les estimations des émissions liées au secteur UTCATF pour la série temporelle 1998 – 2003 en Gg sont présentées dans le tableau ci-contre.

Tableau 25: Récapitulatif des émissions de GES pour la série temporelle 1998- 2003

Changement d'exploitation des terres et Forêts					
Année	CO ₂ (GgCO ₂)	CH ₄ (GgCH ₄)	N ₂ O (GgNO ₂)	NO _x (GgNO _x)	CO(GgCO ₂)
1998	18807,12	47,11	0,32	11,71	412,23
1999	19771,45	25,89	0,18	6,43	226,51
2000	20269,05	25,89	0,18	6,43	226,31
2001	21035,76	25,89	0,18	6	227
2002	21785,98	26	0,18	6	227
2003	22539,50	27,3	0,19	7	239
Moyenne annuelle	20701,48	29,68	0,21	7,26	259,68

Source : Etude de la SCN, 2009

Il ressort de ce tableau qu'entre 1998 et 2003, la tendance des émissions est à la hausse non significative d'une année à une autre .Il est également observé un minima et un maxima d'émissions de CO₂(GgCO₂) respectivement pour les années 1998 et 2003 avec une faible dispersion autour de la moyenne annuelle de la série temporelle (1998 -2003).

3.6-Evolution du potentiel de séquestration de carbone du secteur forestier de 2000 à 2005

L'évolution du potentiel de séquestration du CO₂(GgCO₂) est résumé dans le tableau ci-après et représenté sur le graphique n° 9.

Tableau 26: Evolution du potentiel de séquestration entre 1998 et 2003

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Bilan CO₂(GgCO₂)	-38113,88	-26603,55	-45318,95	-44552,24	-43773,02	-37693,87

Source : Etude SCN, 2009

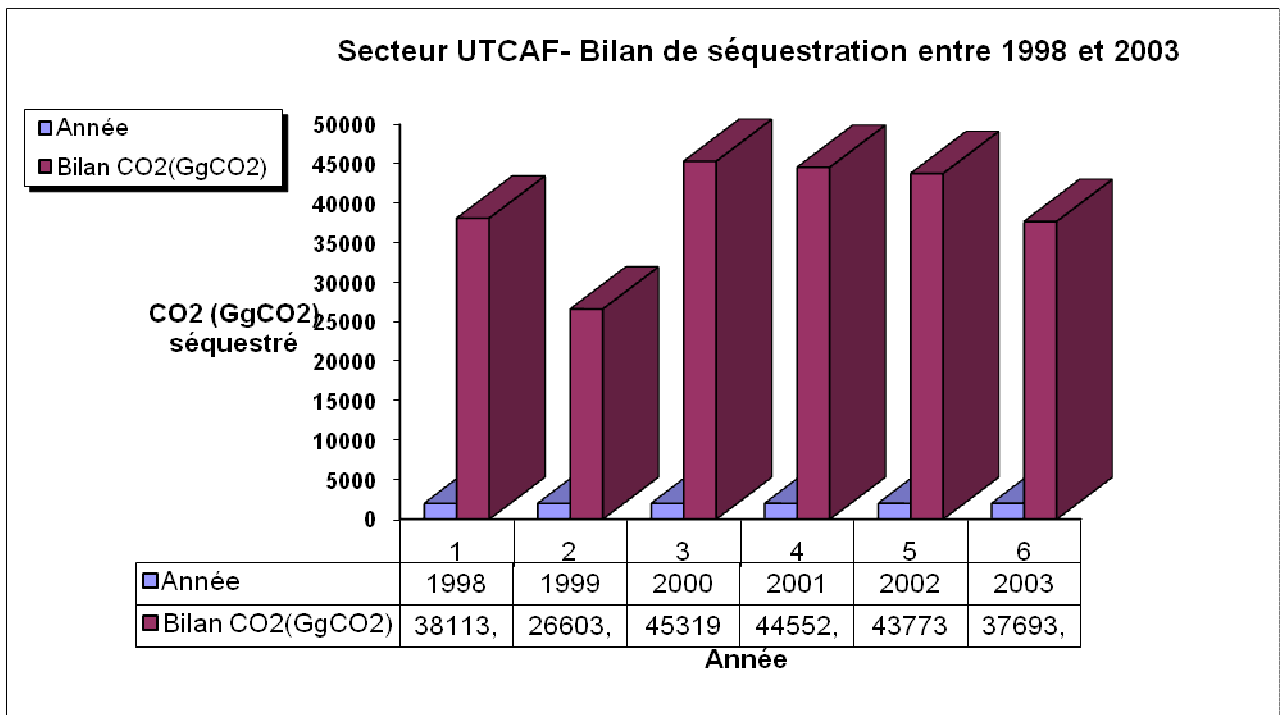


Fig : 9 : Evolution du potentiel de séquestration entre 1998 et 2003

Il est à noter que le potentiel de séquestration a évolué en dent de scie dans l'intervalle 1998 – 2003. Tel que le montre le graphique 1, il a connu une chute de 1998 à 1999 et de là, il a atteint sa valeur maximale pour la série temporelle. De 2000 à 2003, le potentiel de séquestration a diminué de manière graduelle, mais les valeurs atteintes d'une année à une autre ne sont pas significativement différentes.

La situation résulte du fait que les superficies forestières des séries temporelles ont été obtenues par considération du taux de dégradation de 0,6% l'an, de l'utilisation des facteurs par défaut et de l'évaluation peu fiable de certaines données à partir des démarches statistiques où la représentativité n'est pas de rigueur.

2.2.3- Energie

Le secteur de l'énergie du Tchad, faiblement développé, est caractérisé par une forte consommation des combustibles ligneux (bois et charbon de bois) qui représentent plus de 90% de la consommation totale d'énergie du pays. L'utilisation des énergies conventionnelles (produits pétroliers et électricité) occupe une part marginale dans le bilan énergétique national. Ces énergies, bien que déterminantes dans le développement d'une économie moderne, ne représentent qu'à peu près 10% de la consommation totale d'énergie dans le pays.

L'utilisation excessive des combustibles ligneux par les ménages pèse lourdement sur les ressources ligneuses nationales car, ajoutée aux effets néfastes de la sécheresse et à la pratique de l'agriculture itinérante, elle constitue l'une des causes principales de la déforestation et de l'inexorable avancée du désert.

Les énergies renouvelables, outre le solaire photovoltaïque qui ne connaît qu'un début d'utilisation, ne sont pas exploitées malgré d'appréciables potentialités. Des études spécifiques, financées sur un don japonais octroyé par la banque Mondiale, ont été menées entre 2000 et 2002 dans le but de mettre sur pied un programme d'électrification rurale et périurbaine décentralisée (ERPD). Ce programme aurait permis de développer ces énergies mais, malheureusement, les études n'ont pas été finalisées faute du financement qui a été suspendu par la banque.

La Société Tchadienne d'Eau et d'Electricité (STEE) a la charge de la production et de la distribution d'électricité. Depuis presque une décennie l'Etat s'est désengagé de la gestion de la STEE et, bien que la Loi N°014/PR/99, du 15 juin 1999, relative à la production, au transport et à la distribution de l'énergie électrique a levé le monopole de la production que détenait la STEE, c'est cette seule entreprise qui continue à produire et à distribuer l'électricité exclusivement à partir des centrales diesel consommant du gasoil importé des pays voisins.

Ces centrales dont la construction date du temps colonial sont actuellement vétustes (taux de vétusté : 98%) et ne peuvent fournir le rendement escompté. La dépendance de l'extérieur en gasoil et en pièces détachées fait que le kwh produit par la STEE est le plus cher de la sous région (200 FCFA). Le taux d'accès à l'électricité des populations tourne actuellement autour de 2%. Outre la capitale N'Djaména qui totalise presque 80% de la production d'électricité dans le pays, on ne compte que six autres villes et centres secondaires électrifiés disposant de réseaux de distribution indépendants. Il n'existe pas de réseaux de transport interconnectés dans le pays.

Les potentialités en hydrocarbures sont déjà confirmées par la découverte des gisements pétroliers à Sédigui, dans la région du Lac Tchad, et à Komé et Miandoum dans le bassin de Doba. Les réserves du gisement de Sédigui sont estimées à 15 millions de barils tandis que celles de Doba sont évaluées à environ 1 milliard de barils comprenant les réserves probables et les réserves prouvées. Les deux gisements pétroliers et notamment celui de Sédigui, comprennent de grandes quantités de gaz associés dont le potentiel est estimé à environ 20 000 tonnes par an. Outre ces gisements dont l'exploitation a démarré en octobre 2003, il y en a d'autres découvertes faites dans d'autres régions du pays.

Beaucoup plus concentrées dans le sud du pays, les formations naturelles occupaient jusqu'aux années 70 une superficie de 31,2 millions d'hectares. Du fait d'une exploitation anarchique et abusive conjuguée avec les sécheresses répétées, les superficies ont considérablement baissé vers les années 90 de 23 086 000 hectares.

Les gisements solaire et éolien du pays sont également importants. Concernant, l'énergie solaire, le Tchad se situe dans la zone d'ensoleillement supérieur de l'Afrique. Le nombre d'heures de cet ensoleillement par année varie de 2850 heures au sud à 3750 heures au nord du pays. L'intensité du rayonnement global varie en moyenne de 4,5 à 6,5 kwh/m²/j. Quant à l'énergie éolienne, la vitesse moyenne des vents calmes varie de 2,5 m/s à 5m/s du sud au nord.

Outre les potentialités citées là haut, le pays dispose également d'un site intéressant en matière de production hydroélectrique. Ce site, ce sont les chutes d'eau appelées « Chutes Gauthiot » situées dans la partie sud du pays.

1. Bilan énergétique

La consommation énergétique est passée de 200 kep en 1993 à 240 kep en 2002 puis à 292 kep en 2005. Les combustibles ligneux (bois et charbon) représentent encore 90% de la consommation d'énergie, contre seulement 10% pour les énergies conventionnelles (produits pétroliers et électricité).

Les ménages cuisinent principalement à l'aide des combustibles ligneux (88%) et s'éclairent majoritairement au moyen de lampes à pétrole (69% des ménages).

Il est également remarquable que ces comportements ne diffèrent pas de manière significative entre les différents niveaux économiques des ménages, ce qui illustre le niveau de pauvreté de la population et le faible niveau des infrastructures du pays.

Pour pallier à la crise énergétique qui pénalise lourdement l'économie nationale, le gouvernement Tchadien a énoncé une stratégie de développement du secteur : "La lettre de politique et stratégie pour le sous-secteur électricité (2002-2006)". Il s'agit notamment de désengager l'État de la gestion de l'énergie électrique, de réhabiliter et augmenter les capacités de production de la STEE (Société Tchadienne d'Eau et d'Électricité), de réhabiliter et d'étendre les infrastructures existantes de distribution et de gérer rationnellement le carburant et l'électrification des centres secondaires. Le Gouvernement a également entrepris un plan d'électrification rurale.

Les objectifs principaux étant de satisfaire à un moindre coût les besoins en énergie de l'ensemble de la population, d'élargir l'accès à l'énergie au profit de la production agricole et industrielle, de promouvoir des sources alternatives d'énergie (énergie solaire et éolienne) en vue de limiter l'impact de la coupe de bois de chauffe sur la régénération des ressources forestières.

1.1 -Production et exportation de l'énergie primaire

1.1.1 -Production et exportation du pétrole brut

L'énergie primaire au Tchad dont la production et l'exportation se résument à celle du pétrole brut, a commencé en 2003 se présente comme suit :

- Brut lourd issu des champs pétroliers de Doba, Miandoum, Komé au Sud du pays destiné exclusivement à l'exportation ;
- Pétrole léger de Sidigui et de Bongor de type 47° API destiné à la consommation local et pour le traitement duquel une raffinerie est en cours de construction à 40 km au Nord de N'Djamena. Il faut noter que le brut de Sédigui renferme une quantité importante de gaz qui servira, une fois exploité, de combustible de substitution à ceux utilisés jusqu'aujourd'hui à savoir le bois de chauffe et le charbon de bois.

Tableau 27. : Production et exportation du Brut (en barils) de 1998 à 2003

Années Sources	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Production annuelle	0	0	0	0	0	12 132 458
Exportation annuelle	0	0	0	0	0	8 584 461

Source : Ministère du Pétrole et de l'Énergie

1.1.2 -Production de la biomasse

Les estimations de la production de la biomasse pour la série temporelle 1998 - 2003 faites par l'AEDE sont réalisées à partir du :

- nombre d'habitants issus du recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) de 1993 : **6 279 931** habitants
- taux d'accroissement global de 2,5% par an ;

Le résultat de l'application du taux de croissance au nombre de la population du recensement de 1993 est rapporté au tableau ci-dessous.

Tableau 28 : Population tchadienne pour la série temporelle 1998 – 2003

Année	Population
1998	7105166
1999	7282795
2000	7464865
2001	7651486
2002	7842773
2003	8038843

Source : Ministère de Plan

Tableau 29 : Consommation spécifique moyenne du bois-énergie par zone (kg/pers./an)

Zones d'enquête	Catégorie de la zone	Bois de feu Cons./pers/J	Charbon de bois Cons./pers/J	Besoin en BE/J/pers	Besoin annuel en B.E/pers
N'Djamena	urbaine	0,36	0,244	2,07	755,55
Moundou	urbaine	0,337	0,342	2,769	1010,61
Doba	urbaine	0,593	0,295	2,659	970,5
Abéché	urbaine	1,2	0,15	2,25	821,25
Moyenne Urbaine		0,63	0,26	2,44	889,48
Massaguet	rurale	0,342	0,193	1,6996	620,34
Guel/mogroum	rurale	0,889	0,219	2,423	884,3
Larba/Boug.	rurale	0,910	0,0301	1,121	409,17
Mani	rurale	1,334	0	1,334	487,1
Assalé	rurale	0,903	0,0726	1,41	515,04
Bero	rurale	1,234	0,14	2,21	807
Beboni	rurale	1,231	0,098	1,919	700,74
Guel/Martawa	rurale	0,833	0,235	2,478	904,5
Moyenne Rurale		0,96	0,12	1,82	666,02
Moyenne Générale		0,80	0,19	2,13	777,75

Source : AEDE 2000

La consommation totale moyenne en bois énergie (colonne BE par personne et par an) est calculée à partir de 5 étapes :

- **Etape 1** : Estimation de la consommation moyenne de bois par personne et par jour à partir de la consommation moyenne globale des ménages pondérée à la taille de la population ;
- **Etape 2** : Estimation de la consommation moyenne du charbon par personne et par jour à partir de la consommation moyenne globale des ménages pondérée à la taille de la population ;
- **Etape 3** : Partant de l'hypothèse que pour avoir un kilogramme de charbon, il faut 7 kg de bois (Rapport de formation en carbonisation, AEDE 2002), nous avons procédé à la conversion de la consommation journalière du charbon en bois via ce facteur de conversion ;
- **Etape 4** : La consommation journalière en BE résultante par personne est le cumul de l'étape 2 et de l'étape 3 ;
- **Etape 5** : La consommation annuelle par personne en BE est déduite à partir des besoins en BE par personne et par jour fois 365 (le nombre de jours de l'année).

Moyenne de consommation de bois énergie ramené en kg éq.bois par personne et par an, suivant les différentes sources :

- CILSS (1978) 589 kg/personne/an
- ESMAP (1991) 602 kg/personne/an
- AEDE (2001) 627 kg/personne/an
- AEDE/PREDAS (2004) 777 kg/personne/an

Sur la base de ces résultats entre 1978 et 2004, chaque personne consomme annuellement en moyenne 649 kg éq.bois. Connaissant la taille de la population du pays et la moyenne de consommation, la consommation du bois en tonne est rapportée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 30 : Consommation de bois énergie ramenée en tonne éq.bois/an.

Année	Population	Cons. bois-énergie (kg éq.bois/an)	Cons. bois-énergie (T.eq.bois/an)
1998	7 105 166	4 611 252 416	46 112 524
1999	7 262 795	4 726 533 726	47 265 337
2000	7 464 865	4 844 697 069	48 446 971
2001	7 651 486	965 814 496	49 658 145
2002	7 842 773	5 089 959 859	50 899 599
2003	8 038 843	5 217 206 855	52 172 069

Source, AEDE, 2000

Importation des produits énergétiques

Pour sa consommation, le Tchad importe depuis toujours tous les produits énergétiques des pays voisins notamment du Cameroun et du Nigeria sous forme liquide, gazeux ou solide. Il s'agit entre autres pour l'essentiel de :

- Essence (super ou ordinaire) ;
- Gasoil ;
- Pétrole lampant ;
- Kérosène ou Jet A1 ;
- GPL ;
- Lubrifiants ;
- Bitume pour l'entretien des routes.

Tableau 31 : Produits énergétiques importés pour la série temporelle 1998 – 2003

Années Sources	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Super (m ³)	22 972	23 783	23 118	23 780	24 735	24 042
Gasoil (m ³)	63 062	68 053	58 918	77 756	109 416	120 587
Jet A1 (m ³)	17 066	17 406	16 782	16 946	17 080	18 403
Pétrole (m ³)	15 052	17 463	7 497	5 889	4 576	3 572
GPL (t)	278	273	375	442	561	609
Bitume (t)	0	0	0	770	2 000	4 450

Source : Ministère du Pétrole et de l'énergie, Fiscalité Pétrolière, SATOM, SNER, ARABE CONTRACTOR, TAM OIL

Les données sur l'importation des lubrifiants ne sont obtenues ni au niveau de la douane (principale point d'entrée de ces produits), moins encore au niveau des sociétés importatrices des produits pétroliers. Ce manquement influera certainement sur la comptabilisation des gaz à effet de serre dans le secteur énergie.

1.2 - Description des catégories sources

1.2.1 -Le transport (terrestre et aérien)

Les données recueillies au niveau de ce secteur sont inexploitable malgré l'importance de ce secteur quant aux émissions des gaz à effet de serre.

1.3.2 - Méthodologie

La méthodologie adoptée pour le calcul des émissions des gaz à effet de serre pour le secteur de l'énergie est basée sur celle recommandée dans les lignes directrices du GIEC. Les données sont collectées auprès des institutions de l'Etat tout comme privées dont les activités sont en rapport avec l'énergie telles que la Fiscalité Pétrolière, le Ministère du Pétrole et de l'Énergie, les services des douanes, les sociétés importatrices des hydrocarbures, les sociétés d'entretien et de construction de routes.

Pour des raisons techniques, les données désagrégées (sectorielles) n'ont pas fait l'objet de collecte

pour la présente étude. Il a été par la suite procédé au calcul des émissions pour l'année de référence et la série temporelle par la seule méthode dite de référence conformément aux lignes directrices de GIEC.

- Choix des facteurs d'émission

A défaut de disposer des facteurs d'émissions propres au pays, la présente étude a fait usage des valeurs par défaut disponibles dans les lignes directrices du manuel de GIEC (version révisée).

Tableau 32: Valeurs des facteurs d'émissions par défaut

Type de combustible	Facteur d'émission (tc/TJ)	Carbone stocké	Fraction de carbone oxydé
Pétrole brut	20,0		
Super (Essence)	18,9		0,99
Diesel	20,2		
Jet A1 (Kérosène)	19,5	0,5	
Pétrole	19,6		
GPL (t)	17,2	0,8	
Bitume (t)	22,0	1	
Biomasses	29,9		0,98

Source : Manuel de GIEC - Version révisée de 1996

- Choix des facteurs de conversion

Les facteurs de conversion correspondant aux types de combustible sont choisis dans le Manuel de GIEC, version révisée de 1996.

Tableau 33: Valeurs des facteurs de conversion par défaut

Produits (tonnes)	Facteur de conversion (TJ/10 ³ t)
Super (Essence)	44,80
Diesel	43,33
Jet A1 (Kérosène)	44,59
Pétrole	44,75
GPL (t)	47,31
Bitume (t)	40,19
Biomasse (t)	18,84

Source : Manuel de GIEC -Version révisée de 1996

- Choix de méthodes de calculs des GES

Pour la présente rubrique, le manuel de GIEC recommande l'utilisation des deux méthodes à savoir les méthodes dites de « Référence » et « Sectorielle ». Mais ne disposant pas des données sectorielles, nous allons utiliser seulement la première.

- Méthode de référence

Le calcul par cette méthode se base sur la consommation apparente des produits selon la formule ci-après :

$$C = P + I - E - VS - SM$$

Où :

C – Consommation apparente

P – Production de l'énergie primaire

I – Importation des produits énergétiques

E – Exportation des produits énergétiques

VS – Variation des stocks des produits énergétiques entendue comme VS = Stock en fin d'année – Stock début année

SM – Soute de l'aviation internationale

1- Méthode sectorielle

Comme nous l'avons déjà mentionné ci-haut, les données sectorielles recueillies étant inexploitables, l'inventaire des gaz à effet de serre dans le secteur énergie est réalisé uniquement par la méthode de référence.

2-Résultat des calculs

Comme recommandé, le calcul des gaz à effet de serre pour le secteur énergie est réalisé à l'aide des feuilles de calcul fournies par le secrétariat de la convention. Les résultats sont reportés dans le tableau ci-dessous

Tableau 34: Quantité de GgECO₂ émise pour de la série temporelle 1998 – 2003

Années	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Gg CO ₂	334,60	358,58	304,99	368,59	452,77	4054,60
Gg Eq. CO ₂	334,60	358,58	304,99	368,59	452,77	4054,60

Source : Etude la SCN, 2009

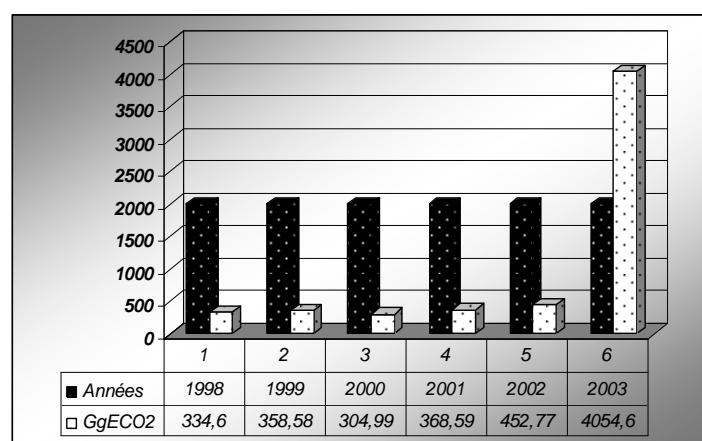


Figure 10 : Représentation graphique de l'émission du CO₂ de 1998 à 2003

3- Analyse des résultats

Les résultats des inventaires des GES au Tchad pour le secteur énergie pour l'année 2000 estimé à 305 GgEqCO₂ est inférieur à celui de 1993 qui est de 308 Gg Eq CO₂. Ceci s'explique par la non prise en compte de la quantité de lubrifiants consommée au niveau nationale dont les données ne nous ont pas été fournies par les sources. Quant à l'évolution de la quantité des GES émis entre 2000 et 2002, elle est en nette progression dans la mesure où la consommation même des combustibles fossiles a considérablement augmenté. Entre temps, la production du brut a contribué à l'augmentation des émissions presque 10 fois plus en 2003.

4- Procédés industriels

Le Tchad est un pays très faiblement industrialisé. La consommation de combustibles dans ce sous-secteur est en grande partie d'origine fossile notamment le gasoil et les lubrifiants. C'est le troisième poste de consommation des ces produits fossiles car il utilise en premier lieu l'électricité produite par la STEE. L'industrie sucrière, la Cotontchad à travers ses installations dont l'huilerie et les quelques usines d'égrainage de coton utilisent en cogénération avec la STEE, la bagasse de canne à sucre, les coques de coton et d'arachide pour produire leur électricité. Certains auto-producteurs utilisent des groupes électrogènes.

2. 2.4- Déchets

1- Méthodologie

Dans ce secteur, seules les émissions provenant des déchets solides mis en décharge et des excréta humains sont comptabilisées. Les émissions dues aux eaux usées sont supposées négligeables, les systèmes de traitement d'eaux usées en anaérobie étant rares au Tchad pendant la période concernée (1998-2003) car, selon une enquête menée par l'INSEED en 2003-2004, seulement 3,3 % des tchadiens utilisent un WC avec chasse d'eau et 8,7 % une latrine aménagée.



Comme en 1993 (année de référence de l'inventaire initial), il n'existe pas aujourd'hui de statistiques nationales indiquant la quantité et la composition des déchets. L'inventaire s'appuie essentiellement sur :

- l' « Etude sur l'amélioration de la gestion des déchets urbains de la ville de N'Djaména » publiée par le BCEOM en 2000 ;
- les résultats d'une collecte des données auprès des principales sociétés industrielles (Cotontchad, Compagnie Sucrière du Tchad, Brasseries du Tchad) ;

- l'Annuaire des Statistiques Agricoles 2004.

Les déchets solides urbains se composent des déchets ménagers, des déchets des marchés et des déchets industriels. Si l'estimation de la quantité des déchets industriels se fonde sur une collecte de données, celle des deux autres catégories résulte de la généralisation à toutes les villes du pays de taux de génération calculés à partir de l'étude sur les déchets de N'Djaména qui regroupe (en l'an 2000) environ 42% des citoyens tchadiens.

Dans ce contexte, la méthode choisie pour l'estimation des émissions de méthane par les déchets solides est la méthode de niveau 1 proposée dans les Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre— Version révisée 1996. En fait, il s'agit de calculer un taux de génération de déchets urbains toutes catégories confondues que l'on multiplie par l'effectif de la population urbaine du Tchad.

2- Estimation des émissions de méthane dues aux déchets urbains entre 1998 et 2003

2.1- Déchets ménagers

En considérant le tableau ci-dessous qui indique l'effectif de la population de N'Djaména à divers horizons temporels ainsi que le taux de génération des ordures selon le type d'habitat, l'on peut déduire le taux de génération des déchets sur la période de l'inventaire.

Tableau 35 : Taux de génération et Population à divers horizons

Type d'habitation	Taux de génération (kg/habitant/jour) sans sable	Population aux divers horizons		
			2005	2010
Traditionnel ancien	0,48	9	94 177	95 599
Traditionnel intermédiaire	0,43	22	256 438	283 129
Traditionnel récent	0,35	43	632 482	887 088
Résidentiel	1,08	2	29 358	29 505
Total		78	1 012 456	1 295 321

Source : BCEOM, 1999

Le taux de génération en 2000 par exemple, est égal à : $(0.48 \times 92317 + 0.43 \times 224456 + 0.35 \times 434464 + 1.08 \times 29066) / 780303 = 0,41558461$ kg/habitant/jour. Les taux pour les autres années de la période de l'inventaire sont calculés en utilisant les données du tableau ci-dessous qui dérive du tableau 35

Tableau 36 : Population de N'Djaména à divers horizons

Année	Traditionnel ancien	Traditionnel intermédiaire	Traditionnel récent	Résidentiel	Total	Déchets
1 998	91583	212809	373866	28950	707208	297586,843
1 999	91949	218555	403028	29008	742540	310502,553

2000	92317	224456	434464	29066	780303	324281,92
2001	92686	230516	468352	29124	820679	338988,845
2 002	93057	236740	504884	29182	863864	354692,122
2 003	93429	243132	544265	29241	910066	371465,816

Source BCEOM, 2000

Tableau 37 : Taux de génération des déchets ménagers à divers horizons

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Taux de génération (kg/habitant/jour) sans sable	0.421	0.418	0.416	0.413	0.411	0.408

Source BCEOM, 1999

2.2- Déchets des marchés

Le tableau suivant donne la quantité de déchets quotidiennement produite par les marchés de N'Djaména sur la période 2000 – 2010 (avec l'hypothèse d'un taux de croissance annuelle de 6 %).

Tableau 38 : Production journalière des déchets des marchés à N'Djaména

Années	Déchets produits		
	(kg/jour)	(m ³ /jour)	(m ³ /an)
2000	16 889	106	38 160
2001	17 902	113	40 640
2002	18 976	119	42 840
2003	20 115	126	45 360
2004	21 322	134	48 240
2005	22 601	142	51 120
2006	23 957	151	54 360
2007	25 395	160	57 600
2008	26 918	170	61 200
2009	28 534	179	64 440
2010	30 246	190	58 400

Source : BCEOM, 2009

On en déduit le tableau ci-après :

Tableau 39 : Production journalière des déchets des marchés à N'Djaména de 1998 à 2003

Années	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Déchets produits (kg/jour)	15 031	15 933	16 889	17 902	18 976	20 115

Source BCEOM, 2009

Ce tableau donne la production journalière de déchets hors sable dans l'ensemble des marchés de N'Djaména. En admettant l'hypothèse d'une relation de proportionnalité entre la quantité des

déchets des marchés d'une agglomération et l'effectif de ses habitants, on peut en déduire un taux de génération des déchets des marchés.

Tableau 40 : Taux de génération des déchets des marchés

Années	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Taux de génération des déchets des marchés en kg/habitant/jour	0,0241	0,0247	0,0253	0,0259	0,0266	0,0272

Source : ?

2.3-Déchets industriels

2.3.1- Déchets des abattoirs

A défaut des données d'activités directes intéressant les inventaires des gaz à effet de serre dans le secteur « Déchets », l'Annuaire des Statistiques Agricoles de 2004 a fourni le nombre annuel des abattages contrôlés des animaux par espèce dans les abattoirs au Tchad.

Tableau 41 : Abattages contrôlés des animaux au Tchad

Années	Bovins	Veaux	Ovins	Caprins	Camelins	Porcins
1997	125755	2017	243149		5616	767
1998	127412	2837	233773		4424	1223
1999	104149	2704	220004		1893	730
2000	89535	2160	109112	93397	1820	879
2001	90164	2337	132450	100390	2591	1188
2002	95691	3400	148962	129108	2720	2835
2003	113919	4282	141249	120056	2996	4536

Source : Annuaire des Statistiques Agricoles, 2004

L'abattoir de Farcha fournit le poids moyen des différentes espèces animales ainsi que la quantité de déchets par animal selon les espèces :

Tableau 42 : Poids moyen selon les espèces

Espèce	Poids (kg)
Bovins	130
Veaux	70
Ovins	14
Caprins	12
Camelin	200
Equin	150
Porcin	54

Source : Annuaire des Statistiques Agricoles, 2004

Tableau 43 : Déchets / espèce animale

Espèce animale	Déchets (kg matière sèche / tonne de carcasse)
Bovin	46,2
Ovin/Caprin	53,3
Veaux	46,2
Autres	40,0

Source : Abattoirs de Farcha

En appliquant au poids des carcasses animales les facteurs de conversion (déchet / espèce animale), on obtient le poids des matières stercoraires (Tableau 43).

Tableau 44 : Poids des matières stercoraires

	Poids des matières stercoraires (kg)						
	Bovins	Veaux	Ovins	Caprins	Camelins	Porcins	TOTAL
1997	755 285	6 523	181 438	0	44 928	1 657	989 830
1998	76 5236	9 175	174 441	0	35 392	2 642	986 886
1999	625 519	8 745	164 167	0	15 144	1 577	815 151
2000	537 747	6 985	81 419	59 737	14 560	1 899	702 347
2001	541525	7558	98834	64209	20728	2566	735421
2002	574720	10996	111155	82577	21760	6124	807332
2003	684198	13848	105400	76788	23968	9798	913999

Source : Abattoirs de Farcha

2.3.2- Déchets des usines d'égrenage de coton

Issus des traitements de coton graine, ces déchets étaient relativement importants quant au poids et au volume. Au cours de ces deux dernières décennies, ils sont sélectivement récupérés par des utilisateurs au niveau des sites de décharge. Les visites des sites de décharge de six des neuf usines ont permis d'estimer que 90 à 95 % de coton graine et 70 à 80 % de poussière de coton sont emportés par les marchands de matelas, les éleveurs et les maraîchers. En fonction des tableaux de bord de fonctionnement de chacune des usines et du taux de récupération estimé, il a été établi la quantité annuelle des déchets restés sur sites (Tableau 45).

Tableau 45 : Déchets d'égrenage de coton

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Déchets (kg)	476 285	2 149 845	593 768	1 057 519	1 899 647	741 964

Source : Cotontchad

2.3.3-Déchets des huileries de Moundou et Koumra

Ces déchets se composent des graines avariées, du Linth issu du nettoyage des graines et de la poussière de tourteau. La quantité annuelle de ceux-ci est déduite des informations fournies par les différents services concernés et le tableau de fonctionnement annuel des usines.

Tableau 46 : Déchets des Huileries

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Déchets (kg)	699 551	803 653	3 334 720	840 869	993 086	707 837

Source **Cotontchad****2.3.4 Déchets des Brasseries**

Le tableau ci-après fourni par la Direction de production des Brasseries du Tchad ne présente que le poids de la drêche. Les données sur les autres catégories de déchets ne sont pas disponibles.

Tableau 47 : Déchets des Brasseries

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Déchets (kg)	13 080 000	13 850 000	13 385 000	14 150 000	16 900 000	14 615 000

Source : **Cotontchad****2.3.5 Taux de génération des déchets industriels****Tableau 48: Quantités** totales des déchets industriels (en kg)

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Déchets Cotontchad	476 285	2 149 845	593 768	1 057 519	1 899 647	741 964
Déchets Huileries	699 551	803 653	3 334 720	840 869	993 086	707 837
Déchets Abbatoirs	986 886	815 151	702 347	735 421	807 332	913 999
Déchets Brasseries	13 080 000	13 850 000	13 385 000	14 150 000	16 900 000	14 615 000
Total	15 242 722	17 618 649	18 015 835	16 783 809	20 600 065	16 978 800

Source : ? **Cotontchad****Tableau 49: Taux de génération des déchets industriels**

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Effectif de la population urbaine	1 692 428	1 773 664	1 858 800	1 949 100	2 044 100	2 143 300
Taux de génération en kg/habitant/jour	0,0247	0,0272	0,0266	0,0236	0,0276	0,0217

Source : **Cotontchad**

2.3.6-Taux de génération des déchets urbains

Tous les déchets des marchés et des industries sont mis en décharge alors que selon le BCEOM, le taux de mise en décharge des déchets ménagers n'excède pas 40 %. Pour tenir compte de cette situation, le taux de génération des déchets à introduire dans la feuille de calcul 6.1A sera la somme du taux de génération des déchets ménagers, du taux de génération des déchets des marchés et du taux de génération des déchets industriels, les deux derniers taux étant pondérés par 1 / 0,40.

Tableau 50 : Taux global de génération des déchets urbains

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Taux de génération (kg/habitant/jour)	0,54	0,55	0,55	0,54	0,55	0,53

Source : BCEOM

2.4- Facteurs utilisés dans le calcul des émissions de méthane

Les facteurs qui entrent dans le calcul des émissions et dont les valeurs ne sont pas fixées à l'avance dans les feuilles de calcul sont :

- FCM : Facteur de correction de méthane ; il est égal à 0,4, valeur par défaut correspondant aux sites de décharge non aménagés et peu profonds (< 5 m), car il n'existe pas à l'heure actuelle au Tchad de décharge contrôlée. Les déchets collectés sont entassés à l'air libre ou jetés dans d'anciennes carrières à ciel ouvert.
- COD_F : fraction de carbone dégradé et libéré dans les déchets solides. On prend $COD_F = 0,77$, valeur par défaut proposée par le GIEC.
- COD : Carbone Organique Dégradable. Cette grandeur est obtenue à partir de la formule :

$$COD = (0,4xA) + (0,17xB) + (0,15xC) + (0,3xD)$$

où :

A = Fraction de déchets solides municipaux constituée de papier et de textiles ;

B = Fraction de déchets solides municipaux constituée des déchets de jardins et de parcs, ou d'autres déchets organiques non alimentaires putrescibles ;

C = Fraction de déchets solides municipaux constituée de déchets alimentaires

D = Fraction de déchets solides municipaux provenant du bois ou de la paille.

A, B, C et D peuvent être obtenus grâce aux tableaux ci-dessous. L'étude du BCEOM donne la composition suivante des déchets des ménages et des marchés :

Tableau 51 : Composition hors sable et cendres des déchets (des ménages et des marchés) produits à N'Djaména

Composants	%	Poids (tonnes/jour)
Sables / Cendres	45	270
Matières putrescibles	25	152
Bois /Pailles /Feuilles	15	89
Plastiques	6	34
Papiers / Cartons	3	16
Métaux ferreux	2	11
Textiles	1	9
Cuir /Os	1	9
Verres	1	7
Caoutchouc	1	4
Total	100	600

SOURCE : BCEOM, 1999

En éliminant le sable, on obtient :

Tableau 52 : Composition et proportion des déchets (hors sable) des ménages et des marchés de N'Djaména

Composants	Poids (tonnes/jour)	
Matières putrescibles	152	0,4592145
Bois /Pailles /Feuilles	89	0,26888218
Plastiques	34	0,10271903
Papiers / Cartons	16	0,04833837
Métaux ferreux	11	0,03323263
Textiles	9	0,02719033
Cuir /Os	9	0,02719033
Verres	7	0,02114804
Caoutchouc	4	0,01208459
Total	331	1

SOURCE : BCEOM, 1999

Considérant comme alimentaire la matière putrescible contenue dans les déchets des ménages et des marchés et comme putrescibles non alimentaires les déchets des abattoirs et des brasseries, si l'on applique les proportions ci-dessus à la totalité des déchets urbains produits au Tchad, on obtient :

Tableau 53 : Calcul du facteur COD

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003
A	0,07155972	0,07153	0,071797039	0,07177949	0,07135797	0,07198258
B	0,04849564	0,04901	0,045670645	0,04606153	0,0518143	0,04366015
C	0,43508308	0,43492	0,436526002	0,43641928	0,43385648	0,4376541
D	0,2547526	0,25466	0,255597467	0,25553498	0,25403439	0,256258
COD	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18

Source : BCEOM, 1999

2.5-Calcul des émissions de méthane de 1998 à 2003

En utilisant les données de population, le taux de génération et les facteurs déterminés dans les feuilles de calcul 6-1A et 6-1S1, on obtient :

Tableau 54 : Emissions de CH₄ dues aux déchets mis en décharge

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CH ₄ (en Gg)	4,93	5,26	5,52	5,68	6,07	6,13

Source : ?

2.6-Estimation des émissions indirectes de N₂O dues aux excréta humains

La consommation de protéines par personne par jour au Tchad a été estimée par la FAO à 53 g en 1997 et 61 g en 2003. La progression moyenne dans l'intervalle de temps considéré qui est de 1,33 g sera utilisée pour l'inventaire de 1998 à 2003.

Tableau 55 : Consommation de protéines par personne

Année	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
g/personne/jour	53	54,33	55,66	56,99	58,32	59,65	60,98
kg/personne/an	19,345	19,830	20,316	20,801	21,287	21,772	22,258

Source :FAO

L'effectif de la population du Tchad de 1997 à 2003, estimée à partir des données du recensement général de 1993, est :

Tableau 56: Population du Tchad de 1997 à 2003

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Population	7 434 937	7 671 893	7 916 400	8 168 700	8 432 600	8 705 500

Source : FAO

En entrant ces données dans la feuille de calcul 6-4S1, on obtient :

Tableau 57: Emissions de N₂O de 1998 à 2003

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003
N ₂ O (en Gg)	0,37	0,39	0,41	0,44	0,46	0,49

Source : FAO

2.7-Emissions totales du secteur déchets

Pour un PRG de 100 ans, on a $\text{CH}_4 = 23 \text{ ECO}_2$ et $\text{N}_2\text{O} = 296 \text{ ECO}_2$, ce qui donne :

Tableau 58 : Emissions des GES du secteur déchet pour la série temporelle 1998 - 2003

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CH_4 (en Gg)	4,93	5,26	5,52	5,68	6,07	6,13
CH_4 (en Gg ECO_2)	113,39	120,98	126,96	130,64	139,61	140,99
N_2O (en Gg)	0,37	0,39	0,41	0,44	0,46	0,49
N_2O (en Gg ECO_2)	109,52	115,44	121,36	130,24	136,16	145,04
TOTAL (en Gg ECO_2)	222,91	236,42	248,32	260,88	275,77	286,03

Source : Etude de la SCN, 2009

2.8- Contrôle qualité

Des activités de contrôle qualité telles que définies dans le plan adopté par le Tchad, il ressort ce qui suit :

- Les hypothèses et critères de sélection de données d'activités et de facteurs d'émissions sont vérifiés et documentés à l'exception des données sur la production des déchets des brasseries et des taux de prélèvement des déchets d'usines d'égrenage. Les premières reposent sur une estimation basée sur le ratio volume de bière produite / poids de la drêche, les secondes sur l'opinion d'experts ayant visité les sites de décharge des rejets de ces usines.
- Après vérification on note qu'il n'y a pas d'erreurs de transcription de références et des paramètres utilisés dans les calculs.
- Les émissions des GES dans ce secteur ont été évaluées en utilisant les feuilles de calcul proposées par le GIEC dans ses lignes directrices pour les inventaires nationaux des GES, volume 2.
- En dehors d'une erreur d'unité décelée et corrigée sur le taux de consommation de protéines par personne et par jour lors de la vérification des calculs d'émission, les paramètres et unités d'émission sont correctement enregistrés et les taux de conversion appropriés.
- La vérification des données de l'annuaire statistique agricole, 2004 a permis de déceler et corriger des erreurs dans le calcul de la somme des abattages contrôlés.
- La cohérence et le mouvement des données entre les catégories de source et les phases de traitement sont corrects mais les incertitudes ne sont pas calculées.
- Il existe une documentation interne détaillée à la base des estimations d'émissions. Les données d'inventaire et les justificatifs sont collectés et sont en instance de centralisation dans le système d'archivage et de stockage. Ils n'ont pas fait l'objet de vérification externe.
- Les méthodologies à la base des calculs d'émission des GES de la série temporelle 1998-2003 sont identiques à celles qui ont été utilisées pour l'année de référence (1993). Les recalculs, concernent :
 - le carbone organique dégradable (COD) surestimé dans l'inventaire initial ;

- l'erreur dans le choix de la valeur du Facteur de correction de méthane (FCM) dans l'inventaire initial ;
- l'utilisation du taux annuel de consommation de protéines par personne fourni par la FAO à la place du taux calculé par l'équipe d'inventaire en s'appuyant sur une enquête (unique) de 1998.

TROISIEME PARTIE : MESURES ET POLITIQUES D'ATTENUATION

Le Gouvernement Tchadien en signant et ratifiant la CCNUCC et le PK s'est engagé à apporter les changements à moyen et long termes nécessaires pour atténuer les émissions de gaz à effet de serre. Le but du volet atténuation est de réduire et / ou d'éliminer selon l'activité les émissions de gaz à effet de serre principalement par le déploiement à grande échelle des technologies existantes.

Les politiques et mesures que le Tchad mettra en œuvre dépendra du rythme et de l'ampleur des ressources financières et du transfert de technologies qui lui seront alloués compte tenu du fait que le développement économique et social ainsi que l'éradication de la pauvreté constituent les priorités du Gouvernement.

Cependant pour rester dans l'esprit du courant international invitant tout Etat Partie non visée à l'annexe I de la Convention, à promouvoir des Mesures Nationale Appropriées pour l'Atténuation (NAMA). Le Tchad a jugé utile de procéder au titre de la SCN a une évaluation des options et mesures d'atténuation dans les secteurs jugés prioritaires

Ainsi, ce chapitre décrit quelques politiques et mesures d'atténuation du Tchad dans les 04 secteurs : Energie, Agriculture/Elevage, Utilisation des Terres Changement d'Affectation des Terres et Foresteries et Déchets.

3.1- METHODOLOGIE

La méthodologie utilisée repose globalement sur le Jugement d'Expert et les choix des secteurs pour l'atténuation découlent d'une analyse de l'inventaire national de GES pour l'année de référence 2000 qui a mis en exergue les niveaux des émissions et des absorptions.

3.2- PRESENTATION ET REFERENCE DES SECTEURS

3.2.1- SECTEUR DE L'ENERGIE

3.2.1.1- Projection des GES à l'horizon 2020 – 2030

Les scénarii sur la consommation des combustibles au Tchad résultants des récentes études ayant conduit à l'aboutissement du Schéma Directeur de l'Electricité ont permis de faire les projections ci-dessous pour les horizons 2020 - 2030. Trois scénarii ont été proposés à savoir scénario de base, scénario haut et scénario bas. Pour le cas de notre étude, nous avons traité les données d'un seul scénario ; celui de base.

Les statistiques basées sur les données douanières utilisées n'incluent pas les produits non déclarés, en provenance du Cameroun et du Nigeria, revendus au bord des routes et qui ne sont pas insignifiants.

Pour l'essence, les données sur l'immatriculation des véhicules indiquent une consommation d'essence consistante avec les consommations d'essence indiquées dans le tableau ci-dessus¹¹. Seuls les véhicules de particuliers, les motos et des générateurs de faible puissance utilisent de l'essence. 90 % de ces voitures particulières sont des achats de seconde main et ont une durée de vie limitée de 3 à 4 ans. Début 2010 il est estimé un parc de véhicule à essence de 5.400.

Les données de consommation indiquées dans le tableau ci-dessus, incluent le gasoil alimentant les centrales électriques et les générateurs privés. Les prix du gasoil ex terminaux à N'Djamena

atteignent des tarifs de 2.5 à 3.5 fois les prix internationaux. Concernant le pétrole lampant son utilisation est limitée. Par contre les lampes torches à batterie se sont bien développées, particulièrement en zones rurales comme démontré dans l'enquête énergie.

La prévision de la consommation des différents combustibles se fait à la base des indications collectées dans les statistiques nationales et les informations obtenues par les importateurs-distributeurs confirment une croissance de consommation de tous les produits pétroliers, particulièrement du gasoil. Cette croissance sera limitée par les disponibilités, les infrastructures et les prix. Pour l'essence et le gasoil et autres produits, les tableaux et figures ci-dessous reflètent cette indication.

Tableau 59 : Données statistiques sur la consommation des combustibles au Tchad

GPL					
Tonnes	2011	2015	2020	2025	2030
Scénario de base	15.000	28.000	48.000	71.000	99.000
Scénario haut	15.000	37.000	71.000	113.000	163.000
Scénario bas	15.000	20.000	28.000	36.000	45.000
ESSENCE					
Tonnes	2011	2015	2020	2025	2030
Scénario de base	35.000	48.100	61.300	74.400	87.500
Scénario haut	35.000	52.500	70.000	87.500	105.000
Scénario bas	35.000	43.800	52.500	61.300	70.000
GASOIL					
Tonnes	2011	2015	2020	2025	2030
Scénario de base	200.000	275.000	350.000	425.000	500.000
Scénario haut	200.000	397.900	535.400	657.900	773.300
Scénario bas	200.000	250.000	300.000	350.000	400.000
FIOUL LOURD					
Tonnes	2011	2015	2020	2025	2030
Scénario de base	15.600	171.100	198.800	240.300	337.200
Scénario haut	15.600	171.100	226.500	268.000	392.600
Scénario bas	15.600	171.100	171.100	184.900	268.000
BOIS					
Tonnes	2011	2015	2020	2025	2030
Scénario de base	5.776.000	6.612.000	7.658.000	8.703.000	9.748.000
Scénario haut	5.776.000	6.946.000	8.233.000	9.519.000	10.805.000
Scénario bas	5.776.000	6.317.000	7.159.000	8.002.000	8.845.000

Source : Ministère de l'Énergie et du Pétrole

Tableau 60 : Données de scénario de base

Tonnes			
Produits / Années	2011	2020	2030
GPL	15 000	48 000	99 000
Essence	35 000	61 300	87 500
Gasoil	200 000	350 000	500 000
Fioul lourd	15 600	198 800	337 200
Bois	5 776 000	7 658 000	9 748 000

Source : Ministère de l'Énergie et du Pétrole

Tout comme pour les inventaires des gaz à effet de serre, La méthodologie utilisée pour le calcul des émissions aux horizons 2020 – 2030 est celle basée sur la consommation apparente des combustibles.

Tableau 61 : Emissions basées sur la consommation apparente de certains combustibles à l’horizon 2020 – 2030

Année	2000	2011	2020	2030
Emissions en GgEqCO ₂	304,99	747,78	1371,19	2041,80
Taux d’augmentation des émissions des GES		146,12%	83,37%	32,84%

Source : Ministère de l’Energie et du Pétrole

L’analyse de ces résultats montre que les proportions vont décroissantes de 2011 à 2030.

3.2.1.2- Cadre des politiques du Gouvernement en matière d’atténuation des GES

Le cadre stratégique de la politique énergétique au Tchad est défini dans « La lettre de politique et stratégie pour le sous-secteur électricité (2002-2006) ». La lettre fixe des objectifs principaux et secondaires. Il s’agit principalement d’une part, de satisfaire à un moindre coût les besoins en énergie de l’ensemble de la population en électricité particulièrement, et d’autre part, d’élargir l’accès à l’énergie au profit de la production agricole et industrielle. L’objectif secondaire est de promouvoir des sources alternatives d’énergie (énergie solaire et éolienne) pour limiter l’impact de la coupe de bois de chauffe sur la régénération des ressources forestières.

En référence à cette stratégie, le gouvernement a mis en place pour la période 2006-2008, un « programme dont l’objectif global est de résoudre les problèmes qui minent le secteur énergétique. Les objectifs spécifiques de ce programme sont quadruples : (i) réhabiliter et augmenter les capacités de production et des infrastructures existantes ; (ii) réaliser l’électrification des centres secondaires et des villes frontalières ; (iii) promouvoir l’utilisation des combustibles moins coûteux ; (iv) promouvoir l’utilisation des énergies renouvelables et de substitution.

3.2.1.3- Options de développement et mesures d’atténuation des GES du secteur énergie

3.2.1.3.1- Option de développement du secteur énergie

L’option de développement voulue par le Tchad devrait inévitablement occasionner l’accroissement des émissions de GES dans le secteur énergie. Dans les années à venir; les émissions provenant essentiellement de l’exploitation du pétrole, de la raffinerie et de la cimenterie, aggraveront la situation de l’Environnement en terme d’émission des GES.

Les principales caractéristiques du secteur énergie au Tchad se résument aux points suivants :

- une forte dépendance énergétique vis-à-vis de l’extérieur avant la construction de la raffinerie des produits pétroliers (2011) ;

- une part importante des énergies d'origine ligneuse (bois, charbon de bois et résidus végétaux) et animales dans la consommation finale à plus de 80% (AEDE) ;
- un très faible accès à l'énergie conventionnelle notamment de source fossile avec 3% de couverture en électricité.
- une faible vulgarisation des énergies renouvelables (éolienne et solaire).

Bien qu'au niveau mondial, le secteur énergie demeure le plus émetteur parmi tous les autres ayant fait l'objet des études mais au Tchad, il n'est pas considéré comme tel. La très faible industrialisation du pays explique ce fait. Aussi, nous allons proposer dans la présente étude, des mesures et quelques projets mesurables et vérifiables déjà retenus dans le schéma directeur de l'électricité du Tchad comme facteurs d'atténuation des GES au Tchad.

D'après la version récente du projet du Schéma Directeur de l'Energie, l'Etat doit axer sa politique énergétique permettant à tous les tchadiens d'accéder aux bénéfices de l'énergie, en identifiant les systèmes appropriés et en déterminant le rythme le plus fort possible de mise en place de ces systèmes (haut niveau de rétablissement des équilibres écologiques liés à la fourniture des combustibles domestiques, et forte pénétration du service d'électricité (moins de 10% aujourd'hui)). Ces deux démarches impliquent de dégager des structures de coûts compatibles avec le pouvoir d'achat de la population. Sont recensés un peu plus bas dans ce documents, les projets bancaables retenus dans le cadre de mise en œuvre du Schéma Directeur de l'Energie..

3.2.1.3.2- Option des mesures d'atténuation des GES dans le secteur énergie

La consommation énergétique du Tchad reste faible eu égard aux besoins importants de croissance économique nécessaire à la résorption du chômage, l'amélioration du niveau de vie des populations et le développement humain durable du pays.

La stratégie de développement économique et social du Tchad entraînera inéluctablement la croissance soutenue de la demande en énergies. Le Ministère de l'Energie table sur une demande du réseau de 153 MW en 2020 pour un coût d'investissement de 405 milliards de FCFA et 289 MW en 2030. Grâce aux kits solaires, l'accès direct à l'électricité atteindra 41% en 2020 et 70% en 2030 (SDE²).

Du fait de la faible consommation d'énergie au Tchad, l'analyse de l'évolution des émissions des GES montre que ce secteur n'occupe pas la part dominante dans les émissions globales. En revanche, elle doit être importante avec la construction de la cimenterie, de la raffinerie, de l'usine textile, des usines de transformation agroalimentaires et aussi de l'interconnexion avec le Cameroun.

Le Tchad essayera de trouver une partie de solutions à tous ses problèmes posés par la mise en œuvre de la convention sur les changements climatiques à travers les différents mécanismes proposés tels que le Transfert des Technologies existantes, le Protocole de Kyoto et l'Action de Coopération à Long-terme.

3.2.1.3.3- Options pertinentes pour le Tchad

Aussi, en vue de contribuer à l'atténuation des GES au Tchad, les actions suivantes sont proposées :

- utilisation des technologies à hautes efficacité énergétique. Ceci permettra d'économiser une certaine quantité d'énergie. Le Conseil Mondial de l'Energie (CME) estime les économies d'énergies possibles de 30 à 50 % d'ici 2020 par rapport aux poursuites des pratiques actuelles. Ce potentiel pourra être d'une grande importance dans les pays comme le Tchad.
- Conversion plus efficace des combustibles fossiles notamment pour la production d'électricité : les nouvelles techniques et technologies offrent de meilleurs rendements de conversion. On estime par exemple qu'il serait possible de faire passer le rendement de production d'électricité d'une moyenne mondiale d'environ 30 % actuellement, à plus de 60 % à long terme.
- Passage à des combustibles fossiles à faible teneur en carbone.
- Parmi les combustibles fossiles, le gaz naturel est celui qui rejette le moins de CO₂ par unité d'énergie produite : (23 % en moyenne de moins que les produits pétroliers). Les conditions sont réunies pour cette pratique au Tchad avec l'exploitation pétrolière.
- Récupération et utilisation comme carburant du gaz naturel associé au pétrole brut à Doba, (comme indiqué dans le document Tchad Export Project).
- Réduction de la consommation des carburants dans le domaine du transport. Les diagnostics approfondis, l'élimination des véhicules âgés ou en mauvais état mécanique, l'interdiction d'importation des véhicules vétustes, le contrôle des gaz d'échappement des camions surtout dans les grands centres, le renouvellement du parc automobile en optant pour l'introduction de véhicule à faible intensité énergétique et la réorganisation et le renforcement du transport en commun sont autant d'actions qui peuvent permettre des réductions des émissions des GES de 10 à 25 %.
- Intensification de l'utilisation des énergies renouvelables : hydroélectricité, énergie solaire et éolienne. Avec les progrès techniques, les rendements s'améliorent et les prix de production sont plus compétitifs. Les énergies renouvelables seront amenées ainsi à répondre à une partie de plus en plus importante de la demande énergétique surtout dans le milieu rural. Les projections du CME³ tablent sur une contribution des énergies renouvelables de 4 à 12% de la demande globale à l'horizon 2020.
- Passage de l'utilisation des combustibles ligneux aux combustibles de substitution tels que par exemple le gaz butane. Cela diminuera la forte dépendance et la forte pression sur les combustibles ligneux connue aujourd'hui au Tchad et pourra à la limite aider à la conservation de l'environnement. Pour le milieu rural, l'introduction à grande échelle des foyers améliorés pour la cuisson des aliments.
- Remplacement des équipements vétustes des centrales électriques ;
- Subvention des kits solaires spécifiquement pour le milieu rural ;

- Mise au point d'une chaîne de production et de montage des équipements solaires domestiques et industriels ;
- Mise au point d'une chaîne de production et de montage des équipements éoliens ;
- Mise en place d'une unité de production d'une gamme d'équipements adéquats à l'utilisation de ces combustibles (bouteilles à gaz et foyers améliorés) ;
- Promotion d'une fiscalité incitative en vue d'encourager les privés à s'investir dans le domaine des énergies renouvelables.

3.2.1.3.4- Projets ciblés pour les atténuations des GES dans le secteur énergie

3.2.1.3.4.1- Objectifs de la mise en œuvre des projets ciblés

Ces projets ont notamment pour ambition les objectifs suivants :

La création d'un « mixe énergétique » Le Tchad aujourd'hui produit toute son énergie à partir d'hydrocarbures et est donc dépendant de ces énergies jusqu'à aujourd'hui importées. En diversifiant les sources de production, le Tchad réduit sa dépendance aux hydrocarbures

Le développement des énergies renouvelables : Le gisement des énergies renouvelables est largement inexploité au Tchad qui en regorge pourtant de diverse nature tel que le solaire ou la biomasse. 3 des 4 projets sélectionnés dans cette étude utilisent les énergies renouvelables et gratuites existant sur le territoire Tchadien.

Une économie de diesel sans diminution de la production : Tout en permettant une augmentation du parc et de la production électrique les projets sélectionnés diminuent la consommation de diesel (ou hydrocarbures) et les émissions de CO₂ qui y sont associées.

Une baisse des coûts de production : Les coûts de production de l'électricité au Tchad sont actuellement parmi les plus élevés d'Afrique et du monde. Par ailleurs, les tarifs prélevés ne permettent pas de couvrir les frais de production et donc la maintenance de parc existant. L'utilisation des énergies renouvelables aujourd'hui permet une nette baisse des coûts de production.

3.2.1.3.4.2-Identification des projets

Le Tchad a pu identifier 12 projets ci-dessous brièvement décrits :

Projet 1: Centrale solaire photovoltaïque connecté au réseau HT de N'djamena, sans utilisation de batterie. La puissance est de l'ordre de 6 MVA ou 8 MWp.

Projet 2: Usine d'incinération des déchets ménagers dans la capitale. L'usine permet la production d'électricité et de vapeur. L'électricité peut être vendue au réseau SNE et la vapeur à des gros clients, comme la brasserie. Les revenus permettent non seulement d'amortir l'investissement mais aussi de faire des bénéfices.

Projet 3: Utilisation de la bagasse (reste de la récolte de la canne à sucre) et liaison MT jusqu'à Sarh pour y vendre l'énergie. La vapeur produite est utilisée par la sucrière et l'électricité est vendue à la SNE.

Projet 4: Projet combinant photovoltaïque et batterie au réseau actuel de Mongo afin d'économiser du diesel, d'étendre la couverture électrique, de connecter le pompage de l'eau et de baisser les coûts de production de l'électricité.

Projet 5: mise à neuf des transformateur BT/MT de Moundou.

Projet 6: Réhabilitation et extension du réseau MT/BT à N'djamena. Augmentation de la couverture géographique et diminution des pertes électriques.

Projet 7: Semblable au projet de Mongo, mais le système peut être optimisé dès la conception car Bokoro n'a pas encore de réseau.

Projet 8: Projet d'installation de petites éoliennes et batteries à Fada.

Projet 9: L'exploitation pétrolière d'Esso Tchad à Kobé produit de l'électricité à 60hz alors que le réseau Tchadien utilise du 50 Hz. Il y aurait a priori 10 MW de production disponible. Il s'agit donc d'installer un transformateur de fréquence pour pouvoir le connecter au réseau.

Projet 10: Extension et mise à jour du réseau à Bongor

Projet 11: interconnexion HT entre Bongor et Moundou

Projet 12: Barrage hydroélectrique à Gauthiot

Quatre projets sur les 12 proposés sont retenus pour études approfondies :

1. L'approvisionnement en énergie électrique d'origine photovoltaïque de 8 MW pour la ville de N'Djamena
2. La connexion au réseau de la ville de Sarh de l'unité de cogénération basée sur la bagasse de la CST
3. Incinération des déchets de la ville de N'Djamena pour la production d'électricité et de vapeur
4. Convertisseur de fréquence pour approvisionner la ville de Doba en électricité générée au site d'Esso Tchad à Komé

32 134 3 Pertinence environnemental - Economies de CO₂ et autre

Dans le cadre du protocole de Kyoto, le mécanisme pour un développement propre (CDM, « Clean Development Mechanism ») régleme le commerce de quotas de CO₂. Ce commerce permet aux industries polluantes d'acheter des quotas de CO₂ permettant le développement des industries non polluantes.

Sur la base de 2,6 kg de CO₂ rejeté par litre de diesel consommé, la production d'un kWh au Tchad émet actuellement 0,88 kg de CO₂. Ainsi, les quantités de diesel et de CO₂ évité sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 62: Economie de CO₂ et revenu de la vente de quotas CO₂

	Production annuelle moyenne sur 25 ans [MWh]	Economie de diesel [m³]	Economie de CO₂ [Tonnes]	Revenu annuel de la vente de quotas CO₂
Centrale solaire	11.500	3.800	10.100	202.000 €
Usine de cogénération	17.600	5.900	15.400	308.000 €
Usine d'incinération	41.000	13.700	36.000	720.000 €
Totaux	70.100	23.400	61.500	1.230.000 €

Source : Ministère de l'Énergie et du Pétrole

La mise en place des projets identifiés permettrait donc l'économie d'environ 60.000 tonnes de CO₂ annuelles soit des revenus d'environ € 1.2 millions sur une base de 20 € la tonne. En incluant les revenus indexés de la vente des quotas CO₂ dans la simulation de cash flow, on obtient les coûts unitaires de production montrés dans la figure suivante. L'avantage par rapport à la centrale de référence est donc renforcé.

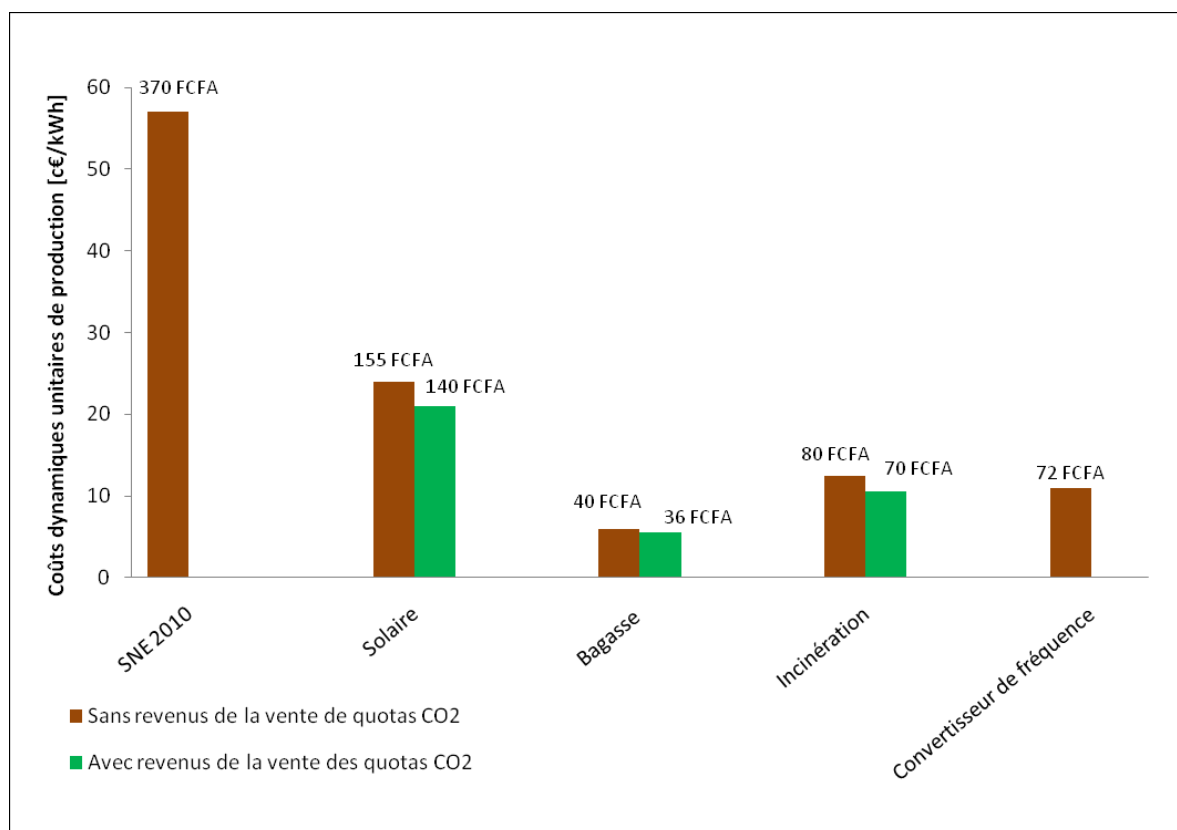


Figure 11: Comparaison des coûts de l'électricité avec et sans quotas CO₂

3.2.2- SECTEUR DES PROCÉDES INDUSTRIELS

Le Tchad est très peu industrialisé et les procédés industriels modernes sont quasi inexistantes. En conséquence les émissions de gaz à effet de serre imputable à ce secteur sont négligeables.

Dans les années à venir les émissions provenant de : la Raffinerie de Pétrole de Djarmaye, la Cimenterie de Pala et le Central électrique de Lamadji seront comptabilisé dans la troisième communication nationale du Tchad.

3.2.3- SECTEUR D'AGRICULTURE/ELEVAGE

3.2.3.1- Options de développement du Secteur d'agriculture/élevage

A l'occasion de la Consultation Sectorielle de juin 1999, le Tchad s'est doté d'une stratégie nationale du développement rural. Cette stratégie a pour but l'augmentation durable de la production dans un environnement protégé et le renforcement des capacités du secteur. Sur les six objectifs spécifiques définis aucune stratégie ne contribue à l'atténuation des émissions des gaz à effet de serre. Ce sont: (i) l'accroissement de la production agricole ; (ii) l'émergence de filières porteuses ; (iii) la gestion des ressources naturelles ; (iv) la promotion du monde rural ; (v) l'amélioration des interventions publiques ; et (vi) le renforcement des infrastructures rurales.

En effet le secteur développement rural et en particulier celui de l'agriculture/élevage n'est qu'émetteur des gaz à effet de serre comme le montre les inventaires. De ce fait les résultats attendus ne visent pas directement à la réduction et moins encore à la séquestration de ces gaz mais plutôt à l'amélioration de niveau de vie et la qualité de vie des populations dans l'optique de lutte contre la pauvreté. Ainsi plusieurs projets ayant vu le jour sont achevés, d'autres sont en cours et ou en voie de recherche de financement. Ceux-ci sont résumés dans le tableau ci-joint en annexe.

Sur un effectif de 41 projets listés en annexe dont plus de 53 % reste dominé par les aménagements hydro-agricoles et particulièrement la production du riz.

A travers les objectifs et les stratégies du développement du secteur et en se souscrivant déjà à l'approche du développement durable dès 1995 par la création du Haut Comité National pour l'Environnement (HCNE), le Tchad a lancé en 1999 même le Programme Spécial pour la Sécurité Alimentaire (PSSA) avec 4 composantes dont trois (3) concernent particulièrement l'agriculture et l'élevage pour résoudre le paradoxe entre des potentialités naturelles importantes du pays et l'état de pauvreté et d'insécurité alimentaire chronique. Ces trois composantes sont :

1. la maîtrise de l'eau dans les systèmes irrigués;
2. l'intensification de la production végétale;
3. la diversification des sources de revenus des populations rurales.

En 2002 s'est tenu le forum de validation du Plan National d'Action pour l'Environnement (PNAE) et la même année ont débuté les travaux de la Commission pour le Livre Blanc du Ministère de l'Environnement et de l'Eau (MEE).

Pour la période 1999-2005 le Programme d'Intervention pour le Développement Rural (PIDR) a été formulé pour servir de cadre stratégique à la mise en œuvre de la politique de l'ensemble du secteur. Ce PIDR comprend trois objectifs :

- l'instauration de la sécurité alimentaire à l'échelon national;
- la contribution du secteur rural à la croissance de l'économie nationale et la création d'emplois;
- la création d'une dynamique d'auto développement local et l'amélioration générale du niveau de vie des populations.

3.2.3.2- Programmes et Projets d'atténuation dans le secteur d'agriculture/Elevage

Le quatrième rapport d'évaluation du Groupe III de Travail du GIEC, édition 2007, fournit des technologies d'atténuation clés et pratiques.

Au Tchad, il n'existe pas de projet et moins encore de programme officiel clairement élaboré et destiné de réduction et ou de séquestration des gaz à effet de serre dans le secteur agriculture et élevage. Toutefois il existe beaucoup de pratiques potentielles culturelles et d'élevage qui y concourent et non élucidé au public. Ces pratiques sont les suivantes :

Dans le domaine de l'agriculture à propre parlé plusieurs pratiques sont vulgarisées par l'Office National de Développement Rural (ONDR) et plusieurs ONGs

- **Labour à plat et culture sur billons**

Pratiques de labour peu profond (maximum 15 cm), par l'usage de la charrue introduite durant les années 40, généralisée et renforcée actuellement par le tracteur en plein essor, consistant à enfouir les résidus agricoles, les adventices, les engrais verts (légumineuses) et les litières dans les sols contribue à l'amélioration des puits de stockage de carbone. Autrement dit c'est le stockage de carbone dans le sol. Ces pratiques concourent à la séquestration du carbone dans le sol.

- **Usage de fumier, purins et compost**

En plein essor dans la zone méridionale et la frange sud de la zone sahélienne et éparses dans la frange Nord de cette dernière, l'usage de cette pratique est devenu une aubaine pour les producteurs pour la simple raison que non seulement elle apporte des engrais organiques aux plantes cultivées mais également séquestre le CH₄ et SO₂ et connexes dans le sol. Ces pratiques, s'il faut le rappeler, épargnent les producteurs de la cherté des prix des engrais minéraux.

Selon le rapport d'évaluation de la campagne agricole 2005/2006 de l'ONDR portant sur le Projet des Services Agricoles et les Organisations des Producteurs (PSAOP), le taux d'absorption des producteurs d'usage de ces engrais organiques varie d'une zone agricole à une autre et reste supérieur à 36 %. A cela vient s'ajouter l'intégration de l'agriculture et l'élevage notamment par le parage et la pâture du bétail dans les parcelles après les récoltes où les déjections déposées dans les champs sont enfouis dans le sol lors de la préparation des champs pour les nouvelles cultures.

- **Brûlage de savanes (feux de brousse) et résidus agricoles (culture sur brûlis)**

La pratique de préparation des champs pour les cultures, faire la chasse à la battue et ou encore à favoriser les jeunes repousses pour le bétail constituent des sources de émissions de GES (CH₄, SO₂, CO et NO_x). Selon le rapport Mondial sur les forêts de la FAO, FRA 2000 et 2005, des séances de sensibilisation, des ateliers organisés par les agents forestiers et les ONGs auxquels s'ajoute l'éveil des consciences des populations pour la conservation de la biodiversité de leur terroir ont contribué à limiter ces pratiques de feux de brousse et des forêts depuis les années 1990. Il va sans dire que cette limitation est de nature à la réduction des émissions des GES. L'atténuation de GES par la meilleure gestion des pâturages prenant en compte l'intensité de pâture, l'augmentation de la productivité, la gestion des litières et la restauration des sols dégradés est encouragée. La culture sur brûlis est également très limitée dans la mesure où la majeure partie des résidus agricoles servent maintenant à d'autres fonctions (alimentation du bétail, enclos et énergie, etc.).

- **Culture du riz**

Introduite au Tchad vers le début des années 30, cette culture s'est développée rapidement dans la plaine du Logone avant de gagner les autres régions du pays mais jusque là elle reste limitée dans la zone et la frange sud de la zone sahélienne. Sa production est source d'émission de CH₄. L'inondation permanente est source d'énormes émissions de GES. Or au Tchad et selon les inventaires de GES de l'année 2000, la pratique est dominée, en irrigué, par une aération multiple et pluviale et par une inondation sujette à sécheresse. La conclusion qu'on peut tirer est que sa pratique, bien que se trouvant plus faible, constitue une source substantielle de limitation d'émission de ce GES. Autrement la culture du riz au Tchad émet le moins possible de CH₄

- **Elevage**

Tout comme dans le sous secteur de l'agriculture, l'élevage est l'activité qui produit le plus d'émissions de méthane (CH₄) au niveau de la fermentation entérique et la gestion de fumier comme le montrent les inventaires des GES de l'année 2000. Toutefois, des réductions moindres ou considérables de CH₄ peuvent être obtenues grâce à digestion en anaérobie des matières fécales mais aucune disposition n'existe au Tchad.

3.2.3.3- Synthèse des Emissions des GES de l'année 2000 et ses tendances

Les inventaires des Gaz à effets de serre de décembre 2009 basé sur l'année de référence 2000 ont couvert la période allant de 1998 à 2003 pour deux raisons :

- Manque des données dans les autres secteurs ;
- Estimation des émissions des GES pour la même période en vue de permettre des comparaisons avec les autres secteurs.

3.2.3.3.1- Synthèse des Emissions des GES de l'année 2000

D'après l'inventaire de GES de décembre 2000 basé sur l'année de référence (2000), le secteur agriculture /élevage contribue par an dans les proportions suivantes

Tableau 63: Récapitulatif des émissions des GES en 2000 (en Gg)

GES	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	Total
2000	292,14	52,25	10,84	617,72	
%	0,3003	0,0537	0,0111	0,6349	1

Source : Etude inventaire des GES au Tchad, 2009

Il ressort du tableau 63 ci-dessus que les proportions des différents Gaz se présentent comme suit par ordre décroissant:

- Le monoxyde de carbone (**CO**) : 617,72 Gg soit 63,49 %
- Le méthane (**CH₄**) : 292,14 Gg soit 30,03 %
- Le Protoxyde d'azote (**N₂O**) : 52,25 Gg soit 5,37 %
- L'Oxyde d'azote (**NO_x**): 10,84 Gg soit 1,11%

Tableau 64: Répartition des émissions des GES par sous-secteur (en Gg-ECO₂)

Sous module Agriculture	Emission en E _{CO2} en Gg	%
Fermentation Entérique	6.283,5	27,5
Gestion du fumier	258,75	1,1
Culture du riz	171	0,7
Sols agricoles	15.481,1	67,7
Brûlage des savanes	666,67	2,9

Brûlage des résidus agricoles	12,98	0,1
Total	22.874	100,0

Source : Inventaire GES au Tchad, 2009

Les sous secteurs les plus émetteurs en équivalent CO₂ sont les sols agricoles (67,7%) suivis de la fermentation entérique. Pour l'ensemble du secteur une émission de 22.874 ECO₂ est obtenue contre 4947 ECO₂ en 1993.

3.2.3.2.2- Emissions des Gaz à Effet de Serre pour la période 1998-2003

Outre les inventaires des émissions des GES de l'année de référence (2000), ceux de la période allant de 1998 à 2003 ont été également effectués en vue d'apprécier la tendance desdites émissions. Le tableau 65 et la figure 12 ci-dessous présentent les résultats des inventaires de la période susmentionnée.

Tableau 65 : Emission des différents GES en Gg pour la période 1998-2003

Année	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO
1998	282,36	57,3	12,13	683,3
1999	287,57	53,02	11,43	649,8
2000	292,14	52,25	10,84	617,72
2001	297,7	56,55	10,47	591,81
2002	303,37	49,97	9,97	563,18
2003	312,27	47,81	9,67	538,72

Source : Inventaire des GES au Tchad. 2009

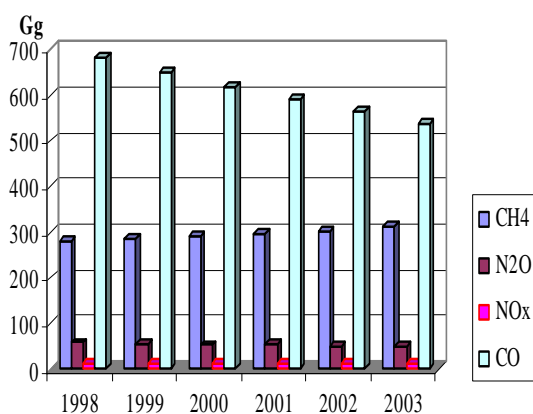


Fig. 12 : Représentation graphique GES en Gg pour la période 1998-2003

Il ressort du tableau 65 que la tendance des émissions totales du CH₄ durant la période 1998-2003 est en hausse. Cette hausse est liée à l'évolution des données d'activités utilisées, notamment l'effectif du bétail (principale source d'émission du CH₄) qui s'accroît d'une année à une autre. Une fluctuation notable d'émissions de N₂O n'est pas observée, sauf en 1998 (57,3 Gg) et 2001 (56,55 Gg).

Bien que la variation des émissions des NO_x reste très faible (de 12,13 Gg en 1998 à 9,67 Gg en 2003), une légère tendance en baisse dans sa répartition est observée. Cette tendance peut s'expliquer par la diminution progressive des superficies des savanes brûlées due à la multiplication de la sensibilisation des populations par les Services étatiques et les ONG et à l'application des mesures de protection de l'environnement prises par le Gouvernement.

De 683,3 Gg en 1998, les émissions du CO diminuent progressivement pour atteindre 538,72 Gg en 2003. La tendance en baisse est donc assez nette comme le montre la figure 1. La raison de cette tendance est la même que celle évoquée dans le cas de l'évolution des NO_x.

Le tableau 66 ci-dessous présente les émissions des principaux GES (CH₄ et N₂O) exprimées en équivalent CO₂. Comme indiqué dans ce tableau, les émissions du N₂O exprimées en Gg-ECO₂ sont de loin plus importantes que celles du CH₄ pour toutes les années considérées. Etant donné que le PRG du N₂O est plus élevé que celui du CH₄, c'est l'inverse qui se produit lorsque les émissions sont exprimées en Gg.

Tableau 66 : Emissions en Equivalent CO₂ pour la série temporelle 1998-2003

Année	CH4	N2O	Total (Gg-ECO2)
1998	7.059	17.075,4	24.134,4

1999	7.189,25	15.799,96	22.989,21
2000	7.303,5	15.570,5	22.874
2001	7.442,5	21.852,34	24.294,4
2002	7.584,25	14.891,06	22.475,31
2003	7.806,75	14.247,38	22.054,13

Source: Inventaire des GES du Tchad, 2009

3.2.3.3- Projections des GES à l'horizon 2030, Techniques et Mesures d'Atténuation des GES

3.2.3.3.1- Projections des GES à l'horizon 2030

L'analyse des données dans le domaine de l'agriculture ne répond à aucune fonction disponible à notre niveau. Celle de l'élevage paraît très linéaire car elle est basée sur des taux de croît. Ces deux situations ne permettent pas de faire des projections. La seule voie et moyen pour permettre de faire ce travail est l'usage d'un logiciel adapté notamment le « STAIR », un programme qui convient aux scénarios d'atténuation à long terme. Mais la coordination n'a pas du tout obtenu. La suggestion est de trouver les moyens nécessaires pour s'en quérir pour la prochaine fois.

3.2.3.3.2- Techniques et mesures d'atténuation des Gaz à Effet de Serre (GES)

En l'absence d'un logiciel qui permet de déterminer les émissions des GES à l'horizon 2030 et 2050 qui seraient, sans nul doute, élevées, il est proposé dans le tableau ci-dessous des techniques et mesures d'atténuation des Gaz à Effet de Serre. Tirées du Document Technique I du Groupe de travail II du GIEC, édition 1996, ces techniques et mesures peuvent être utilisées à court, moyen et long terme.

Le secteur de l'agriculture englobant l'agriculture elle-même et l'élevage est source d'émetteur de plusieurs gaz à effet de serre notamment le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'Oxyde d'azote (N₂O), l'oxyde de carbone (CO) et le monoxyde d'azote (NO_x). Mais les plus importants traduits en Equivalent carbone pour des comparaisons sont au nombre trois. Ce sont le CO₂, CH₄ et le N₂O. Les techniques et mesures ci-après s'appliquent à eux.

3.2.3.3.3- Techniques de réduction

Bon nombre des techniques de réduction des GES existent. Elles diffèrent selon la nature de gaz et d'un gaz à un autre. Dans les tableaux ci-dessous sont listées celles pouvant être applicables au Tchad et tirées du document technique ci-dessus.

Emissions nettes de CO₂ : Trois techniques sont retenues avec leurs solutions

Réduction des émissions de CO₂ par :

- L'irrigation régulière des parcelles ou des plantations d'arbres;
- L'amélioration des techniques de fertilisation des sols par l'utilisation efficace des engrais.

Accroissement des puits de carbone par :

- L'augmentation de la teneur du sol en carbone par une meilleure gestion des terres agricoles (labour peu profond des sols, alternance des jachères, etc.) ;
- L'augmentation de la teneur du sol en carbone par la mise en jachère assez longue les terres agricoles ;
- Le rétablissement de la teneur du sol en carbone dans le cas des terres dégradées.

Production de biomasse en compensation des émissions par :

- La production de bio combustible à partir de cultures spécialement destinées à cet usage tel que l'agroforesterie ;
- La production de bio combustible à partir de résidus agricoles.

Source : Document Technique I du Groupe de travail II du GIEC

Pour élaborer et diffuser largement ce savoir, il faudrait avoir recours, au niveau national comme international, à des programmes de recherche, de vulgarisation, de sensibilisation et de transfert de technologie. La garantie des récoltes ou d'autres programmes qui permettent de partager les risques imputables aux catastrophes naturelles pourrait faciliter l'adoption de ces pratiques améliorées. Ces trois techniques peuvent s'appliquer avec des solutions adéquates. Les tableaux ci-après présentent les solutions de ces techniques.

Réduction des émissions du Méthane : trois techniques retenues avec leurs solutions

Amélioration de la gestion de cheptel ruminant par

- Amélioration de la qualité du régime alimentaire et de l'équilibre nutritif ;
- Accroissement de la digestibilité des aliments;
- Amélioration de la génétique animale et de la reproduction.

Amélioration de la gestion des fumiers par

- Lagunage en milieu fermé
- Emploi de digesteurs en vue d'obtenir du méthane comme source d'énergie.

Amélioration des pratiques de riziculture

- Organisation de l'irrigation (irrigation à point)
- Gestion des éléments nutritifs (engrais minéraux) ;
- Emploi de nouveaux cultivars à haut rendement.

Source : Document Technique I du Groupe de travail II du GIEC

Les ruminants domestiques et la riziculture sont les principales sources d'émissions de méthane (CH₄). Pour que la mise en œuvre des techniques d'atténuation ci-dessus soit couronnée de succès, il y a lieu de s'assurer et démontrer que :

- Le rendement ne va pas diminuer et ne pourra qu'augmenter ;
- On fera des économies de main d'œuvre, d'eau et d'autres facteurs de production ;
- Les consommateurs et ou producteurs locaux s'accommoderont aux cultivars de riz qui rejettent moins de CH₄.

S'agissant de l'atténuation de CH₄, selon les recommandations du GIEC et les entretiens eus avec les services de l'élevage, il est possible de réduire les émissions de CH₄ imputables aux animaux domestiques en recourant à des systèmes pastoraux améliorés, fondés sur les consommations de fourrages de grande qualité.

A noter que les animaux qui paissent sur les parcours de qualité médiocre produisent davantage de CH₄ par unité d'aliment consommé. L'alimentation en vase clos à l'aide de ratios équilibrés facilitant la digestion d'aliments hautement énergétique peut aussi contribuer à réduire les émissions directes de CH₄ mais peut, par contre, augmenter les émissions indirectes liées à la production des aliments.

Aussi le méthane dégagé par les systèmes d'élimination des déchets d'animaux domestiques (digesteurs) peut, entre autre, constituer une source d'énergie directement exploitable sur place. Et c'est qui permet d'éviter le rejet dans l'atmosphère du gaz ainsi utilisé.

Réduction des émissions de l'oxyde nitreux : Une technique est retenue avec des solutions
--

Un meilleur usage des engrais azotés consistant à :

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Appliquer les techniques perfectionnées en matière d'épandage ; • Adopter l'offre d'azote à la demande des cultures ; • Intégrer les systèmes de production afin de porter la rentabilisation du fumier aux fins de production végétale à son maximum ; • Conserver l'azote provenant résidus des végétaux sur les lieux de leur production ; • Optimiser la préparation du sol, l'irrigation et le drainage. |
|---|

Source : Document Technique I du Groupe de travail II du GIEC

L'azote est élément nutritif essentiel des espèces végétales. Il rentre également dans la formule des certains des composés mobiles du système sol-plante-atmosphère. Etant également un des constituants des engrais minéraux, son rejet dans l'environnement associé aux activités agricoles suscitent des préoccupations grandissantes actuellement. La réalisation de son bilan sur une analyse d'intrants-extrants peut faciliter l'élaboration de la politique destinée à améliorer sa gestion dans les systèmes animale et végétale et atténuer l'incidence de cet élément sur l'environnement. Grâce à certains systèmes de gestion, on peut réduire et ou améliorer la quantité rejetée dans le milieu soit par lessivage des nitrates dans le sol soit sous forme d'ammoniac ou de N₂O. Des techniques existent pour parvenir à améliorer son efficacité. Les agronomes en savent bien.

Au niveau de l'agriculture, les principales sources d'azote sont les engrais minéraux, les cultures des légumineuses, la combustion de biomasse et les déchets. L'emploi des techniques telles que l'utilisation d'engrais à libération contrôlée et inhibiteur de nitrification, étalement des épandages d'engrais azoté, gestion des ressources en eau, etc. pourrait permettre de faire un usage plus efficace de cet élément et en conséquence de limiter la formation de N₂O.

Une harmonisation de l'offre et de la demande des cultures, l'intégration étroite de la gestion des déchets d'animaux et les résidus des récoltes pourrait permettre de réduire les émissions de N₂O.

3.2.3.3.4- Mesures de réduction

Un certain nombre d'initiatives susceptibles d'atténuer les émissions de GES dans le secteur agriculture existent. Le tableau liste ces mesures qui peuvent être appliquées au Tchad.

Mesures de réduction des GES : Quatre mesures sont retenues
--

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Programmes axés sur le marché. Ils portent sur :<ul style="list-style-type: none">- La réforme des politiques d'appui à l'agriculture ;- Les taxes sur l'utilisation des engrais minéraux;- L'octroi des subventions pour la production et l'utilisation d'énergie issue de la biomasse ;- Les taxes sur les combustibles d'origine fossiles.• Dispositions réglementaires. Elles se rapportent sur :<ul style="list-style-type: none">- La limitation /réduction de l'utilisation des engrais azotés ;- L'optimisation des engrais organiques.• Accords volontaires. Ceux-ci se rapportent aux :<ul style="list-style-type: none">- Pratiques d'aménagements des sols visant à améliorer la fixation de carbone dans les terres agricoles.• Programmes régionaux et internationaux. Ils portent sur :<ul style="list-style-type: none">- L'appui accordé au transfert de technologie dans le domaine de l'agriculture. |
|--|

Source : Document Technique I du Groupe de travail II du GIEC

La plupart de ces mesures ci-dessus vise des objectifs qui n'ont trait uniquement aux problèmes/questions touchant l'évolution climatique mais concernent aussi bien la lutte contre la pollution de l'environnement et l'atténuation de la dégradation des ressources naturelles. Les ministères en charge de l'agriculture et de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique pourraient promouvoir l'usage efficace des engrais azotés en modifiant les programmes et inciter les producteurs agricoles en adoptant des pratiques qui soient tributaires des engrais azotés.

Les initiatives visant à appuyer et à encourager les techniques améliorées de gestion des terres telles la restauration des sols et la lutte contre la pollution de l'environnement sont tout à fait compatibles avec les mesures de réduction des émissions de GES.

Aussi, les mesures visant à encourager de meilleure mode d'utilisation des terres pourront avoir un effet favorable sur le stockage de carbone. C'est le cas de mise en jachère assez long des terres de rendement faible ou dégradé.

3.2.3.4- Politiques Nationales de Développement du secteur d'agriculture/élevage

Plusieurs options de développement, des Programmes et Projets dans le secteur ont été réalisés pour le développement du pays.

3.2.3.4.1- Options de développement du Secteur

Les objectifs et les axes stratégiques de développement ci-dessous notés constituent le cadre idéal du développement des secteurs d'une part et dictent la mise en place des programmes, plans d'action et des projets issus des Conventions et des initiatives nationales d'autre part.

A l'occasion de la Consultation Sectorielle de juin 1999, le Tchad s'est doté d'une stratégie nationale du développement rural Cette stratégie a pour but l'augmentation durable de la production dans un environnement protégé et le renforcement des capacités du secteur. Sur les six objectifs spécifiques définis aucune stratégie ne contribue à l'atténuation des émissions des gaz à effet de serre. Ce sont: (i) l'accroissement de la production agricole ; (ii) l'émergence de filières porteuses ; (iii) la gestion des ressources naturelles ; (iv) la promotion du monde rural ; (v) l'amélioration des interventions publiques ; et (vi) le renforcement des infrastructures rurales.

En effet le secteur développement rural et en particulier celui de l'agriculture/élevage n'est qu'émetteur des gaz à effet de serre comme le montre les inventaires. De ce fait les résultats attendus ne visent pas directement à la réduction et moins encore à la séquestration de ces gaz mais plutôt à l'amélioration de niveau de vie et la qualité de vie des populations dans l'optique de lutte contre la pauvreté. Ainsi plusieurs projets ayant vu le jour sont achevés, d'autres sont en cours et ou en voie de recherche de financement.

Sur un effectif de 41 projets listés en annexe dont plus de 53 % reste dominé par les aménagements hydro-agricoles et particulièrement la production du riz.

A travers les objectifs et les stratégies du développement du secteur et en se souscrivant déjà à l'approche du développement durable dès 1995 par la création du Haut Comité National pour l'Environnement (HCNE), le Tchad a lancé en 1999 même le Programme Spécial pour la Sécurité Alimentaire (PSSA) avec 4 composantes dont trois (3) concernent particulièrement l'agriculture et l'élevage pour résoudre le paradoxe entre des potentialités naturelles importantes du pays et l'état de pauvreté et d'insécurité alimentaire chronique. Ces trois composantes sont :

4. la maîtrise de l'eau dans les systèmes irrigués;
5. l'intensification de la production végétale;
6. la diversification des sources de revenus des populations rurales.

En 2002 s'est tenu le forum de validation du Plan National d'Action pour l'Environnement (PNAE) et la même année ont débuté les travaux de la Commission pour le Livre Blanc du Ministère de l'Environnement et de l'Eau (MEE).

Pour la période 1999-2005 le Programme d'Intervention pour le Développement Rural (PIDR) a été formulé pour servir de cadre stratégique à la mise en œuvre de la politique de l'ensemble du secteur. Ce PIDR comprend trois objectifs :

- l'instauration de la sécurité alimentaire à l'échelon national;
- la contribution du secteur rural à la croissance de l'économie nationale et la création d'emplois;
- la création d'une dynamique d'auto développement local et l'amélioration générale du niveau de vie des populations.

3.2.3.4.2- Programmes et Projets d'atténuation dans le secteur

Le quatrième rapport d'évaluation du Groupe III de Travail du GIEC, édition 2007, fournit des technologies d'atténuation clés et pratiques qui sont déjà sur le marché :

- Amélioration de la gestion des terres et les pâturages visant à augmenter le stockage du carbone dans les sols ;
- Réhabilitation des sols tourbeux cultivés et des terres dégradées ;
- Amélioration des techniques rizicoles de la gestion du bétail et des fumiers pour réduire les émissions de CH₄;
- Amélioration des techniques d'épandage des engrais azotés pour réduire les émissions de N₂O ;
- Cultures des végétaux spécifiques pour remplacer les combustibles fossiles ;

Toutes ces technologies contribuent également à l'amélioration de rendement des récoltes prévues avant l'horizon 2030 poursuit le rapport.

Au Tchad, il n'existe pas de projet et moins encore de programme officiel clairement élaboré et destiné de réduction et ou de séquestration des gaz à effet de serre dans le secteur agriculture et élevage. Toutefois il existe beaucoup de pratiques potentielles culturelles et d'élevage qui y concourent et non élucidé au public. Ces pratiques sont les suivantes :

Dans le domaine de l'agriculture à propre parlé plusieurs pratiques sont vulgarisées par l'Office National de Développement Rural (ONDR) et plusieurs ONGs

- **Labour à plat et culture sur billons**

Pratiques de labour peu profond (maximum 15 cm), par l'usage de la charrue introduite durant les années 40, généralisée et renforcée actuellement par le tracteur en plein essor, consistant à enfouir les résidus agricoles, les adventices, les engrais verts (légumineuses) et les litières dans les sols contribue à l'amélioration des puits de stockage de carbone. Autrement dit c'est le stockage de carbone dans le sol. Ces pratiques concourent à la séquestration du carbone dans le sol.

- **Usage de fumier, purins et compost**

En plein essor dans la zone méridionale et la frange sud de la zone sahélienne et éparse dans la frange Nord de cette dernière, l'usage de cette pratique est devenu une aubaine pour les producteurs pour la simple raison que non seulement elle apporte des engrais organiques aux plantes cultivées mais également séquestre le CH₄ et SO₂ et connexes dans le sol. Ces pratiques, s'il faut le rappeler, épargnent les producteurs de la cherté des prix des engrais minéraux.

Selon le rapport d'évaluation de la campagne agricole 2005/2006 de l'ONDR portant sur le Projet des Services Agricoles et les Organisations des Producteurs (PSAOP), le taux d'absorption des producteurs d'usage de ces engrais organiques varie d'une zone agricole à une autre et reste supérieur à 36 %. A cela vient s'ajouter l'intégration de l'agriculture et l'élevage notamment par le parcage et la pâture du bétail dans les parcelles après les récoltes où les déjections déposées dans les champs sont enfouis dans le sol lors de la préparation des champs pour les nouvelles cultures.

- **Brûlage de savanes (feux de brousse) et résidus agricoles (culture sur brûlis)**

La pratique de préparation des champs pour les cultures, faire la chasse à la battue et ou encore à favoriser les jeunes repousses pour le bétail constituent des sources de émissions de GES (CH₄, SO₂, CO et NO_x). Selon le rapport Mondial sur les forêts de la FAO, FRA 2000 et 2005, des séances de sensibilisation, des ateliers organisés par les agents forestiers et les ONGs auxquels s'ajoute l'éveil des consciences des populations pour la conservation de la biodiversité de leur terroir ont contribué à limiter ces pratiques de feux de brousse et des forêts depuis les années 1990. Il va sans dire que cette limitation est de nature à la réduction des émissions des GES.

L'atténuation de GES par la meilleure gestion des pâturages prenant en compte l'intensité de pâture, l'augmentation de la productivité, la gestion des litières et la restauration des sols dégradés est encouragée. La culture sur brûlis est également très limitée dans la mesure où la majeure partie des résidus agricoles servent maintenant à d'autres fonctions (alimentation du bétail, enclos et énergie, etc.).

- **Culture du riz**

Introduite au Tchad vers le début des années 30, cette culture s'est développée rapidement dans la plaine du Logone avant de gagner les autres régions du pays mais jusque là elle reste limitée dans

la zone et la frange sud de la zone sahélienne. Sa production est source d'émission de CH₄. L'inondation permanente est source d'énormes émissions de GES. Or au Tchad et selon les inventaires de GES de l'année 2000, la pratique est dominée, en irrigué, par une aération multiple et pluviale et par une inondation sujette à sécheresse. La conclusion qu'on peut tirer est que sa pratique, bien que se trouvant plus faible, constitue une source substantielle de limitation d'émission de ce GES. Autrement la culture du riz au Tchad émet le moins possible de CH₄

- **Elevage**

Tout comme dans le sous secteur de l'agriculture, l'élevage est l'activité qui produit le plus d'émissions de méthane (CH₄) au niveau de la fermentation entérique et la gestion de fumier comme le montrent les inventaires des GES de l'année 2000. Toutefois, des réductions moindres ou considérables de CH₄ peuvent être obtenues grâce à digestion en anaérobie des matières fécales mais aucune disposition n'existe au Tchad.

Dans les deux principaux systèmes d'élevage pratiqués dans le pays (pastoral (limité en zones sahélienne et saharienne) et (agropastoral (limité en zone soudanienne)) auxquels s'ajoute un troisième en plein essor (péri urbain (autour des grandes villes et agglomérations)) les fèces et les urines se font directement sur les sol (aire de parcours, Paddock et enclos). Ces systèmes sont source d'apport de N₂O au sol qui émet naturellement ce gaz et de facto c'est un renforcement des émissions de N₂O du sol. Toutefois l'élevage péri urbain, en plein essor, dans la zone soudanienne et bénéficiant de complémentarité alimentaire issue des sous produits agro-industriels (tourteaux de coton, d'arachide, bagasse etc.) et des fanes d'arachide et haricots réduirait les émissions GES.

D'une manière générale l'efficacité des pratiques agricoles dépendant des facteurs climatiques tels que le climat, le type de sols et les systèmes culturels prenant en compte la restauration des sols organiques des terres arables cultivés ainsi que l'application des bonnes doses des fertilisants et produits phytosanitaires, selon les variations locales au niveau de la parcelle et la gestion des labours, etc. sont des thèmes vulgarisés par l'ONDR et les ONGs au Tchad. Ceux-ci contribuent d'une part à l'amélioration de la production et constituent des activités potentielles de réduction des GES.

Le quatrième rapport du Groupe III du GIEC souligne que environ 90 % du potentiel d'atténuation provient de l'amélioration des puits de carbone (stockage de carbone dans les sols) et 10 % de la réduction des émissions souligne le document. Toutefois beaucoup reste à faire par les acteurs de développement rural et les ONGs sur le terrain dans le domaine de vulgarisation car le taux d'adoption des thèmes, au niveau des producteurs, n'a pas encore atteint un envol optimum.

Le tableau 67 ci-dessous fournit les thèmes vulgarisés par l'Office National de Développement Rural (ONDR), les ONGs et qui se poursuivent.

Tableau 67 : thèmes vulgarisés et en vulgarisation

1. Apport d'engrais organiques dans le sol ;
2. Utilisation d'engrais minéraux ;
3. Utilisation résidus agricoles et sous produits industriels pour alimentation du bétail ;
4. labour avant semi et sarclage à temps ;
5. Suivi transhumance et migration des populations ;
6. lutte contre érosion hydrique/éolienne ;
7. Construction diguette de retenue d'eau ;
8. Production vaccin et suivi santé animale ;
9. Gestion des pâturages ;
10. Jachères améliorées de légumineuses ;
11. labour perpendiculaire à la pente ;
12. Utilisation de bouses des animaux comme source d'énergie ;

Source : Evaluation du PSAP par les bénéficiaires, septembre 1998

Selon les thèmes le taux d'adoption varie d'une zone à une autre mais reste supérieur à 36 %. Les thèmes ainsi vulgarisés viennent confirmer les quatre premiers points notés dans le rapport de Groupe III du GIEC ci-dessus.

3.2.3.4.3- Projections des GES a l'horizon 2030 d'atténuation des GES

L'analyse des données dans le domaine de l'agriculture ne répond à aucune fonction disponible à notre niveau. Celle de l'élevage paraît très linéaire car elle est basée sur des taux de croit. Ces deux situations ne permettent pas de faire des projections. La seule voie et moyen pour permettre de faire ce travail est l'usage d'un logiciel adapté notamment le « STAIR », un programme qui convient aux scénarios d'atténuation à long terme. Mais la coordination n'a pas du tout obtenu. La suggestion est de trouver les moyens nécessaires pour s'en quérir pour la prochaine fois.

3.2.4- SECTEUR DE L'UTILISATION DES TERRES CHANGEMENT D'AFFECTION DES TERRES ET FORESTERIES

3.2.4.1- Hypothèse et scenarii de référence/Projection de scénario de référence

Au Tchad d'après les inventaires de GES, réalisés sur la base de l'année de référence 2000 pour un Potentiel de Réchauffement Global de 100 ans, les émissions se totalisent en 2003 à **34.289GgEqCO₂** pour le secteur d'étude. Les émissions de CO₂ provenant de la consommation de l'énergie et des activités d'exploitation se totalisent à **33.656,97GgECO₂**.

3.2.4.2- Emissions/Séquestrations des GES pour la période 1998-2003 et ses tendances

Les émissions des GES liées au secteur Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie pour la série temporelle 1998-2003 sont récapitulées dans le tableau en Giga gramme Equivalent CO₂.

Tableau 68 : Emission des GES pour la série temporelle 1998-2003 en GgECO2 (PRG du CH4= 21 et N2O = 310)

Année	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	Total ECO2)	(Gg	Absorption
1998	29467,06	989,31	99,2	-	-	30555,57		64625,07
1999	30428,39	543,69	55,8	-	-	31027,88		65114,63
2000	30925,82	543,69	55,8	-	-	31525,31		65588,71
2001	31695,70	543,69	55,8	-	-	32295,19		66078,77
2002	32445,92	546,00	55,8	-	-	33047,72		66559,77
2003	3364							196,96

Source : IGES

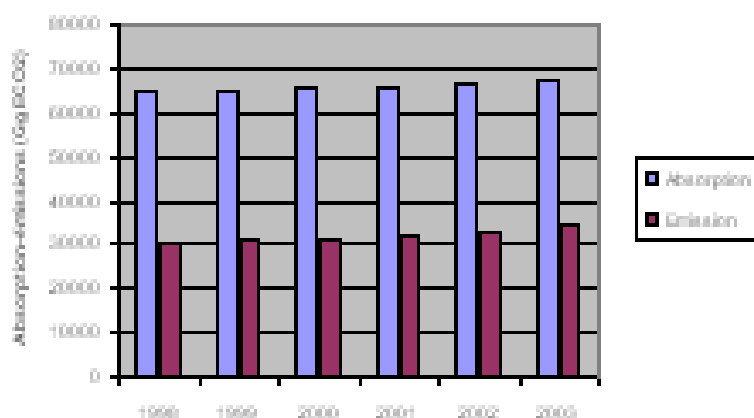


Fig. 13: Absorption/émission des GES

Durant les six années l'absorption comme l'émission sont en hausse. L'examen de leurs histogrammes a montré que l'absorption double un peu plus les estimations des émissions. Ce qui montre que malgré l'aridité climatique et édaphique limitant en partie le développement spontané des formations ligneuses, le pays regorge d'énormes potentialités qui s'établissent suivant un gradient bioclimatique Nord-Sud allant des steppes aux forêts claires. Les estimations ont montré qu'entre 1998 et 2003, un minima et un maxima sont observés respectivement en première et dernière année et la croissance est linéaire aussi bien pour l'absorption que pour les émissions. La tendance des émissions et d'absorption est en légère hausse.

3.2.4.3- Projection des GES à l'horizon 2030 d'atténuation des GES

3.2.4.3.1- Projection des superficies des forêts à l'horizon 2030

Le logiciel destiné à faire la projection n'est pas disponible au niveau de la coordination comme au niveau de la consultation. La coordination a été saisie afin de mener les actions permettant de l'obtenir pour la prochaine fois. Néanmoins beaucoup de techniques et des mesures d'atténuation des GES sont disponibles Projection de la Dégradation de la superficie des forêts à l'horizon 2030 L'étude sur l'inventaire des GES pour l'année 2000 éditions 2009 de la Seconde Communication Nationale fait ressortir un chiffre 23 800 000 ha avec une dégradation de 0,6 ha/an.

Tableau 69 : Dégradation des superficies de forêt à l’horizon 2030

Année	2000	2010	2020	2030
Superficie en ha	23 800 000	23 785 720	23 642 920	23 500 120

Les données de la FAO basées sur les imageries satellitaires, les estimations et prévisions donnent un taux de reboisement de 300 ha/an.

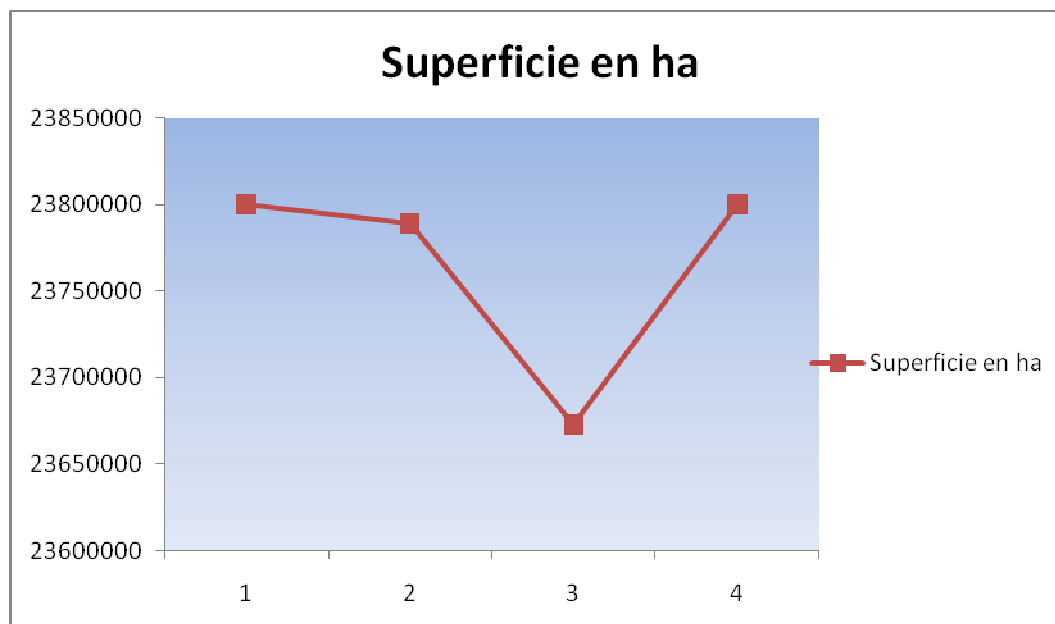
Tableau 70 : Projection des superficies de reboisement à l’horizon 2030

Année	2000	2010	2020	2030
Superficie en ha	300	3000	30000	300000

En faisant le cumul des superficies des forêts dégradées et les superficies de reboisement on peut faire la projection des superficies des forêts à l’horizon 2030

Tableau 71 : Projection des superficies des forêts à l’horizon 2030

Année	2000	2010	2020	2030
Superficie en ha	23 800 000	23 788 720	23 672 920	23 800 120



3.2.4.3.2- Principales option d’atténuation de GES et leurs incidences sur l’évolution de GES

- Techniques et mesures d’atténuation des Gaz à Effet de Serre

Les forêts constituent à la fois un puit et une source de CO₂ atmosphérique. Elles absorbent ce gaz par le biais de la photosynthèse et rejettent du carbone par voies de la décomposition lorsque les

arbres brûlent. Il est souhaitable de : i) gérer les forêts afin de retenir du carbone et d'accroître le carbone qu'elles contiennent, ii) stabiliser les concentrations de cet élément qui contribueront à réduire le taux d'émission de CO₂ dans l'atmosphère.

Selon le document du groupe de travail II du GIEG, édition novembre 1996, il existe de perspective d'atténuation de ce gaz par le biais de l'amélioration des méthodes de gestion des terres forestières aux fins de conserver, stocker et substituer le carbone. Les points qui suivent décrivent les pratiques et des mesures forestières applicables à l'échelle nationale dans les différents programmes et projets avec succès.

- **Techniques de réduction**

Les pratiques d'aménagements forestiers susceptibles de réduire l'augmentation de la concentration CO₂ dans l'atmosphère peuvent être groupées en trois catégories :

1. Aménagement en vue de la conservation de carbone ;
2. Aménagement en vue de la fixation et stockage de carbone ;
3. Aménagement en vue de la substitution du carbone.

Au nombre de pratiques de conservation de carbone figurent plusieurs options à savoir :

- La maîtrise de la déforestation ;
- La protection des forêts dans les réserves ;
- La modification des régimes d'exploitation ;
- La maîtrise d'autres perturbations anthropiques (coupe abusive de bois, feux de brousse).

Parmi les pratiques de fixation et stockage, il a été identifié les options suivantes:

- le renforcement des écosystèmes forestiers par l'accroissement des superficies et de la biomasse ;
- l'accroissement de la teneur du sol en carbone dans les forêts naturelles;
- la création de forêts et le boisement ;

Quant aux pratiques de substitution, elles visent les options suivantes :

- Accroissement de la consommation de gaz butane dans les ménages en vue de limiter celle du bois énergie ;
- Encouragement à l'utilisation des matériaux de construction non ligneux.

A titre d'exemple le tableau ci-dessous présente les perspectives mondiales en matière de fixation et de conservation du carbone par zone de latitude conseillée dans le document du groupe de travail II du GIEC.

Tableau 72: Quantité de carbone fixé ou conservé

Zone de latitudes	Mesures envisagées	Carbone fixé ou conservé (GtC)
Hautes	- Création des forêts	2,4
Moyennes	- Création des forêts - Agroforesterie	11,8 0,7
Basses	- Création des forêts - Agroforesterie - Régénération - Ralentissement de la déforestation	16,4 6,3 11,5 – 28,7 10,8 – 20,8

Source : Document du groupe de travail II du GIEC

C'est dans la végétation en dessous et au dessus du sol ainsi que dans la litière que le carbone se trouve fixé ou conservé. Etant donné que le Tchad se situe entre les 7^{ème} et 24^{ème} degrés de latitude nord, les mesures envisagées pour les zones de latitudes moyennes et basses conviennent le mieux. La réalisation de ces mesures conduirait le Tchad à fixer et/ou conserver de carbone allant de 0,7 GtC dans la zone de latitude moyenne à 28,7 GtC annuellement dans les zones de basses latitudes comme indiqué dans le tableau ci-dessus.

3.2.4.4- Mesures de réduction

Les pratiques ou encore mesures d'aménagement forestier ainsi que les perspectives en matière de conservation et fixation de carbone sont répertoriées dans le tableau ci-dessus mais par ordre décroissant d'importance, elles sont les suivantes :

- Le ralentissement de la déforestation et l'aide à la régénération ;
- La création des forêts ;
- L'agroforesterie....

Les contraintes socio-économiques et politiques, souvent liées aux besoins des populations et autres, sont les principales causes et facteurs responsables de la déforestation dans les pays tropicaux comme le Tchad. Il s'agit en fait du défrichement des espaces forestières à des fins agricoles, les cultures itinérantes, l'extraction des minéraux, la construction des infrastructures ainsi que la dégradation des forêts pour la production de bois de service et de chauffe.

Selon le document du groupe de travail II du GIEG édition novembre 1996, il y a plusieurs mesures dont l'application pourra ralentir la déforestation et faciliter la régénération de la biomasse. On peut citer :

- La limitation de l'agriculture sur brûlis ;
- La limitation des feux de brousse ;
- L'amélioration des techniques d'exploitation forestières ;
- L'utilisation des foyers améliorés ;
- La promulgation d'une législation sur la protection des forêts ;
- La promotion de l'agroforesterie et l'incitation à la création des forêts communautaires ;

- Gestion rationnelle des ressources naturelles ;
- Création des forêts ;
- Développement de la foresterie rurale et l'agroforesterie ;
- Création des conditions pour une meilleure connaissance du potentiel productif ;
- Préservation et sauvegarde de l'environnement.

L'avantage que présentent les programmes et les projets de création de forêts sont multiples par le fait qu'ils permettent de produire du bois à moyen et long terme susceptible de substituer les sources d'énergie comme les combustibles fossiles, construire les habitats ainsi qu'accroître beaucoup des matières premières non ligneuses.

La création des forêts engendre l'augmentation de la quantité de carbone dans la végétation (au-dessous et au-dessus du sol), les matières organiques mortes.

3.2.4.4.1- Principaux projet mis en œuvre ou en cours d'exécution

Depuis l'année 2000, un certain nombre de projet ont été mis en œuvre et ont contribué d'une manière ou d'une autre à l'atténuation des GES. On peut citer

- Le Programme de Développement Rural Décentralisé d'Assongha-Biltine-Ouara (PRODABO) dont un (1) des cinq (5) objectifs spécifiques prend en compte la gestion durable, entre autre, des forêts par les populations rurales elles-mêmes dans sa composante B
- Le programme d'Appui à la Filière Gomme Arabique en zone sahélienne dite Projet Gommerai dont l'objectif est d'asseoir la filière en améliorant en amont des conditions de production, en aval la régularité de l'approvisionnement et de la qualité du produit dans six (6) Sous /Préfectures ;
- Le Programme Régional pour la Gestion de l'Information Environnementale (PRGIE) dont ses objectifs sont la collecte des données, diffuser, archiver et organiser des tables rondes en vue de prendre des décisions au niveau national et harmoniser les politiques environnementales (politiques forestières) en particulier au niveau région
- Le projet d'Energie Domestique exécuté par l'Agence pour l'Environnement et l'Energie Domestique et l'Environnement dont l'un des objectifs est d'assurer la protection durable des combustibles ligneux dans une centaine des villages de la zone d'approvisionnement de Ndjamena ;
- Le Projet d'Appui au Développement local (PROADEL) dont un (1) des volets prend en compte la gestion communautaire des écosystèmes en vue de préserver la biodiversité et combattre la désertification ;
- Le Programme Régional de Développement Rural Décentralisé des départements du Mayo Kebbi, de Lac Léré et de la Kabia (PRODALKA) qui a pour objectif d'amener les populations rurales à pratiquer une gestion des ressources naturelles de leurs terroirs ;

- Le Projet de Gestion et de Valorisation des Ressources Naturelles en Zone Soudanienne (PGRN/ZS) qui vise : i) l'augmentation de la productivité naturelle en zone soudanienne sur une base durable, ii) le renforcement de la capacité des communautés et iii) l'accroissement durable de la productivité des principaux systèmes d'exploitation ;
- Projet pilote « Opération Acacia » (2004-2006) dont l'objectif est lutter contre la désertification et améliorer la sécurité alimentaire;
- Programme de Développement des Ceintures Vertes, une initiative de Son Excellence Monsieur le Président de la République, Chef de l'Etat, relatives à la production et plantation de plants dans toutes les régions. Il vise une prise en compte de la lutte contre la désertification dans les zones urbaine à l'échelle nationale autour des villes principales et secondaires. Aussi faut-il le rappeler que durant l'année 2009, le bilan du programme du développement de la ceinture verte totalise 2.274.766 plants produits et couvrent une superficie de 5.385 ha de plantation.
- Le Projet de Développement du Bassin du Lac Tchad à travers le volet environnement a pour objectif la plantation des forêts communautaires ; la fixation des berges ; la lutte contre l'ensablement et l'érosion.

3.2.4.4.2- Idée des nouveaux projets

La Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques tout comme le Protocole de Kyoto mentionne le forêt comme un secteur participant à la gestion des changements climatiques par le renforcement et la protection de puits et réservoir des Gaz à Effets de Serre. Des projets concrets peuvent être proposés dans le secteur des forêts.

- 1- Utilisation de technologies économes en énergie (biocarburant, énergie éolienne, solaire....)
- 2- Gestion des ressources naturelles et séquestration des carbones
- 3- Projets de l'agroforesterie
- 4- Projets de reboisement
- 5- Inventaire de la dégradation des forêts existants

3.2.5- SECTEUR DES DECHETS

Considérés comme des centres urbains, les chefs lieux des départements et N'Djaména (INSEED-RGPH2, 2009) sont issus de 22 régions du pays. Leurs activités génèrent une gamme de déchets relativement abondants. Ils concernent les ménages, les marchés et les industries ; quant aux eaux usées, aucune donnée ne permet de s'y prononcer.

Différentes études menées à N'Djaména à partir de 1991 ont permis de faire le constat de la situation réelle. C'est en 1998 que les autorités de la mairie de N'Djaména recherche un plan de gestion durable des déchets urbains. Plusieurs études et réflexions ont été menées et elles abordent la dernière phase. Ces études se sont consacrées aux ménages, marchés et visent également les constructions des sites contrôlés de décharges des déchets urbains, leur traitement et valorisation.

Avec la mise à contribution des comités d'assainissement des quartiers dans le pré collectent des déchets de ménages, le taux de mise en décharge finale de ceux-ci est passé de 29,5% à 40% entre 1993 et 2000. Il est quasiment de 100% pour ceux des marchés. Leur production nationale en 2000 est aux taux de 0,416 et 0,0253 kg/hbt/j pour les ménages et marchés respectivement. Selon les enquêtes de l'équipe chargée d'établir les inventaires des émissions des GES en 2000, les industries locales ont produit 0,0266 kg/hbt/j de déchets. Chacune d'elles gère sa propre production. Le taux national de déchets urbains générés est de 0,55kg/hbt/j.

3.2.5.1- Analyse Sectorielle des Emissions/Séquestrations des GES de 2000

3.2.5.1.1- Détermination des catégories de sources clés

Au Tchad, quatre secteurs (Changement d'Affectation des Terres et Foresterie, Agriculture/Elevage, Energie et Déchets) ont fait l'objet d'évaluation des émissions des GES pour l'année 2000. Selon le tableau de synthèse de ces émissions (Inventaires des émissions des GES de 2000), le premier dans la parenthèse ci-dessus tient la tête avec 97 824,24 Gg.ECO2 suivi du second et du troisième avec 24 001,48 Gg.ECO2 et 315,90 Gg.ECO2 respectivement. Le secteur Déchets boucle la série avec 243,02 Gg.ECO2.

Ce classement global ne permet pas une analyse sectorielle approfondie. Elle nécessite donc la détermination des sources clés. De ce fait, tous les secteurs doivent subir une désagrégation en leurs différentes sources/puits puis en leurs catégories de sources.

La détermination des catégories de sources clés se calcule en deux phases. La première écarte le secteur Changement d'Affectation des Terres et Foresterie puis calcule et classe par ordre décroissant les pourcentages des gaz émis par rapport au total des émissions des trois secteurs considérés.

Toutes les catégories de sources dont le pourcentage cumulé est égal ou immédiatement supérieur à 95 sont retenues comme catégories de sources clés. La deuxième phase intègre le secteur écarté dans le premier temps.

Le même processus se renouvelle par rapport au total des émissions et absorptions des quatre secteurs. Ils se dégagent de ces deux phases les catégories de sources clés suivantes :

- émissions du N₂O dues aux sols agricoles ;
- émissions du CH₄ issues de la fermentation entérique ;
- dégagements du gaz trace CO provenant de l'incinération des savanes ;
- dégagements du gaz trace CH₄ issus de l'incinération des savanes ;
- émanations du gaz trace NO_x dues à l'incinération des savanes ;
- séquestrations du CO₂ par la conversion des forêts ;
- libération du CO₂ due à l'impact des sols agricoles ;
- libération du CO₂ provenant de la conversion des forêts et savanes ;
- absorption du CO₂ par l'abandon des terres agricoles.

3.2.5.1.2- Analyse des émissions dans le secteur Déchets

Avec ses 243,02Gg. ECO2 d'émissions, le secteur Déchets tient la queue du peloton des quatre secteurs en termes de volume d'émissions de 2000. Provenant des deux sources comptabilisées dans ce secteur, les émanations de N2O des détritres humains et celles du CH4 des déchets solides urbains occupent le 16^{ème} et le 17^{ème} rang avec 0,104% et 0,095% respectivement des 28 catégories de sources sans toutefois être des sources clés. A l'intérieur de ce secteur, les émissions augmentent systématiquement d'année en année des ces deux sources depuis 1993 à 2003 comme l'indique le tableau ci-dessus. Il présente le rythme de progression des émissions.

Le système de gestion actuelle n'évacue que 29,5% en 1993 et 40% en 2000 les ordures des ménages dans les sites finals de décharge qui sont à ciel ouvert et à moins de 5m de profondeur sans aménagement. La définition du plan de gestion durable des déchets solides urbains ainsi que l'aménagement des SDDS qui proviendront des études en cours pourraient être la solution tant attendue en termes d'assainissement, de santé et de réduction des émissions des GES.

Tableau 73 : Evolution des émissions dans le temps

Année	1993	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CH4 (Gg)	2,16	4,98	5,26	5,52	5,68	6,07	6,43
CH4 (GgECO2)	45,36	103,53	110,46	115,92	119,28	127,47	128,73
N2O (Gg)	0,29	0,37	0,39	0,41	0,44	0,46	0,49
N2O (GgECO2)	89,90	114,70	120,90	127,10	136,40	142,60	151,90

Source : Inventaires des GES, 1998 et 2010.

3.2.5.2- Etude d'atténuation des émissions des Gaz à Effet de Serre

1- Modèle d'analyse

Le modèle d'analyse choisi pour ce secteur épouse la méthodologie dont la démarche est consécutive aux points ci-après :

- Estimation des données d'activité projetées en 2030 ;
- Estimation des émissions de GES en 2030 sans mesures d'atténuation et analyse de leurs impacts ;
- Estimation des émissions de GES en 2030 et les mesures d'atténuation ;
- Analyse et adoption des mesures technologiques applicables ;
- Evaluation des impacts environnementaux issus des mesures appliquées.

2- Choix du sous-secteur

Dans le secteur déchets, il y'a trois sous-secteurs. Ce sont les déchets solides urbains, les détritres humains et les effluents liquides. A défaut de données d'activités, ce dernier n'a pas fait l'objet d'évaluation des émissions des GES. Le second, quant bien même émet plus, est le moindre mal que le premier en termes d'assainissement et d'agression visuelle. En plus, les déchets solides offrent des opportunités en termes d'emplois, de la santé et de développement durable.

3- Scénario de référence

Le scénario de référence est une évaluation des émissions des GES projetées à une année donnée (dans le cas présent, l'année de projection est l'an 2030) sans qu'aucune disposition ne soit prise pour réduire ou éviter les émissions futures.

3.2.5.3-Estimation des données d'activité projetées à l'an 2030

L'emploi du taux de régression a porté l'effectif de la population urbaine estimée à 1 805 130 en 2000 et à 3 864 870 en l'an 2030.

Il n'existe pas de nos jours de statistiques nationales indiquant la quantité et la composition des déchets. Mais à N'Djaména, toutes les sensibilités culturelles du pays y sont représentées. En plus, les recensements généraux de la population et de l'habitat de 1993 et de 2009 ont montré que 40% et 42% respectivement de la population urbaine sont regroupées à N'Djaména. Ce qui, à défaut du mieux, autorise l'extrapolation à toutes les villes du pays les taux de génération des déchets de ménages et de marchés calculés sur la base de « l'étude sur l'amélioration de la gestion des déchets urbains de la ville de N'Djaména » publiée par BCEOM en 2000. Le taux de génération des déchets des ménages calculé en 1993 était de 0,265 kg/hbt/j. Il a atteint 0,416 en 2000, soit une augmentation annuelle de 0,021 kg/hbt/j ou 1,57 fois en 7 ans. Il ne serait pas exagéré que celui-ci double en 30 ans ; ce qui donnera en l'an 2030 un taux de 0,832 kg/hbt/j.

Les déchets des marchés augmentant annuellement de 6% (BCEOM, 2000), ainsi la quantité des déchets des marchés produite serait de 95.740.963,38 kg en 2030. En attendant l'élaboration du Plan Directeur de Gestion des Déchets Urbains, la mise à contribution partielle des partenaires des Mairies que sont les Comités d'assainissement des quartiers dans la pré collecte a fait augmenter le taux de mise en décharge finale des déchets de ménages entre 1993 et 2000 de 10,5%, soit 1,5%/an. Si ce rythme se maintient et avec l'application du plan directeur, il ne serait pas aberrant de préconiser un taux de 0,85% en 2030.

En 2010, une décision municipale interdit l'importation et l'utilisation des emballages polyéthylène dans le territoire national. Il sera soustrait des déchets de ménages et de marchés. Une enquête de CARE Tchad a relevé que 2t/j de ces emballages sont consommés à N'Djaména (Livre Blanc, 1999) donc 6.560.232,72 kg/an au niveau national.

Depuis quelques années déjà, certains déchets industriels ont été sélectivement enlevés aux fins d'autres besoins. Il s'agit des drèches des Brasseries et une partie des rejets de coton graine usiné. Le reste des déchets issus des industries s'élève à 4,631 Gg.

Tableau 74 : Evolution des déchets (en kg) de ménages

Année	Effectif de la population urbaine	Taux de génération de déchets des ménages	Quantité de déchets des ménages produite	Taux de mise en décharge	Quantité de déchets susceptibles d'être mise en décharge
2000	1.805.130	0,416 kg/hbt/j	274.090.939,2	40	109.636.375,69
2030	3.864.870	0,832 kg/hbt/j	1.173.683.721,6	85%	997.631.163,36

Source : BECOM, 2000

Quantité de déchets des ménages et marchés qui devraient être mise en décharge en 2030 :

$$997.631.163,36 \text{ kg} + 95.740.963,38 \text{ kg} = 1.093.372.126,74 \text{ kg}$$

Quantité de déchets des ménages et des marchés sans les emballages plastiques interdits :

$$1.093.372.126,74 \text{ kg} - 6.560.232,76 \text{ kg} = 1.086.811.893,98 \text{ kg} \text{ Ou } 1.086,812 \text{ Gg}$$

La totalité des déchets solides urbains à envoyer à la décharge finale en 2030 :

$$1.086,812 \text{ Gg} + 4,631 \text{ Gg} = 1.091,443 \text{ Gg}$$

Facteurs utilisés dans le calcul des émissions du méthane

FCM (facteur de correction du méthane) = 0,4 : valeur par défaut du GIEC

CODf (facteur de carbone dégradé et libéré) = 0,6 : valeur par défaut du GIEC dans ses recommandations

COD (carbone organique dégradable). Il s'obtient par la formule suivante :

$(0,4 * A) + (0,17 * B) + (0,15 * C) + (0,3 * D)$ d'où dans cette étude il est déterminé grâce au tableau 7 ci-dessus.

Poussière de tourteau : 38.678,4 kg ; Matières stercoraires : 702.347 kg

A : Fraction de déchets solides constituée de papiers/cartons et textiles

B : Fraction de déchets solides constituée de matières stercoraires et les résidus de tourteau

C : Considérées comme déchets alimentaires, les matières putrescibles issues de déchets des ménages et marchés

D : Fraction des déchets municipaux provenant du bois ou de la paille

$$\text{CODA} = 0,0331 \text{ 798 672} ; \text{CODB} = 0,000 \text{ 125 974 318} ; \text{CODC} = 0,075 \text{ 636 9990} ; \text{CODD} = 0,088 \text{ 570 599 45}$$

$$\text{COD} = \text{CODA} + \text{CODB} + \text{CODC} + \text{CODD} = 0,197513440868 \text{ environ } 0,20$$

Lo (potentiel d'émission de méthane) = $(FCM * COD * CODf * F * 16/12)$ où

F : (fraction par volume de méthane dans les gaz de décharge) = 0,5 : valeur par défaut du GIEC

$Lo = 0,4 * 0,20 * 0,6 * 0,5 * 16/12 = 0,032$

R (Méthane récupéré) = 0

Ox (facteur d'oxydation) = 0 : valeur par défaut du GIEC

- **Estimation des émissions du Méthane en 2030**

Cette estimation est définie par la méthode basée sur l'équation :

Emission de CH_4 (Gg) = $[(DSMt * DSMf * Lo) - R] * (1 - Ox)$ d'où

Quantité de déchets mis dans le SDDS = $DSMt$ (total des déchets solides produits) * $DSMf$ (fraction de DSM mis en charge) = 1 091,443 Gg

Emission de CH_4 = $[(1 091,443 * 0,032) - 0] * (1 - 0) = 34,93$ Gg

3.2.5.4- Analyse des impacts de la gestion des DSM sans mesures d'atténuation

Le système actuel de gestion des déchets solides municipaux n'observe pas les règles élémentaires d'hygiène et d'assainissement.

En effet, les déchets sont, en général, jetés dans les anciennes carrières considérés comme des sites finaux de décharge pour ceux qui ont été enlevés de la ville. Ceux abandonnés, dans la plupart des cas, dans des quartiers indigènes y séjournent au gré du climat. Ils y constituent le siège de pollution de l'air et des eaux de surface environnantes, de prolifération des parasites et des infections. Ils se décomposent et polluent l'atmosphère de leur méthane émis. Ils sont également des sources d'agressivité visuelle.

- **Emissions de méthane en 2030 dans l'hypothèse de SDDS contrôlés**

Dans le système de site de décharges des déchets solides (SDDS) contrôlés, des dispositions sont prises pour réduire voire éliminer les émissions de méthane afférentes.

- **Calcul des émissions de méthane en 2 030 dans des sites contrôlés**

Les émissions de méthane des SDDS contrôlés s'obtiennent par la méthode par défaut de niveau 1 basée sur l'équation suivante :

CH_4 (Gg) = $[(DSMt * DSMf * Lo) - R] * (1 - Ox)$

Cette équation prend en compte la modification du facteur de correction de méthane dont la valeur par défaut du GIEC est de 1 pour les SDDS contrôlés. Les autres facteurs restent inchangés

$$DSM_t * DSM_f = 1\,091,443\text{Gg} \text{ et } L_o = 1 * 0,20 * 0,6 * 0,5 * 16/12 = 0,08$$

$$\text{Emissions de CH}_4 = [(1\,091,443\text{ Gg} * 0,08) - 0] * (1 - 0) = 87,31\text{ Gg.CH}_4$$

3.2.5.5- Mesures d'Atténuation

Les mesures d'atténuation des émissions de méthane sont des dispositifs technologiques de traitement des déchets aux fins d'élimination ou de réduction de ses émissions.

1-Traitement des déchets solides

Le tableau ci-après présente les différents traitements qui pourraient être appliqués aux déchets solides dans les villes du pays.

Tableau 75 : Traitement et valorisation des déchets selon leur composition

Mode de traitement	Origine des déchets	Composition des déchets	Valorisation
Incinération	Déchets des ménages et des marchés	Papier/carton Textile Cuirs/os Caoutchouc Bois/paille/feuille	Energie électrique et/ou thermique
	Déchets industriels	Cornes, sabots, coques de graine de coton, bagasse	
Méthanisation	Déchets industriels	Matières stercoraires Sang d'abattoir	Energie électrique et/ou thermique et engrais organique
Compostage	Déchets des marchés et des ménages	Matières stercoraires, poussière de tourteaux	Engrais organique
	Déchets industriels	Gadoue des digesteurs	
Recyclage	Déchets industriels	Os, sang d'abattoir	Provende

Source : stratégie d'atténuation des GES, Octobre 1999

1. Incinération

L'incinération des déchets solides émet plutôt le CO₂ au lieu du CH₄ au PRG de 100 très élevé (21). Elle est tout de même une mesure d'atténuation.

Cette technique est déjà appliquée à la bagasse à la SONASUT à Banda dans le Moyen Chari et aux coques de graine de coton par la société cotonnière du COTONTCHAD à Moundou et à Koumra produisant de l'énergie autoconsommée. A la Coton Tchad, les services de la chaufferie incinèrent chacun plus de 500 kg de coques disponibles par heure.

2. Méthanisation

Les déchets des abattoirs, notamment les matières stercoraires dont les analyses ont montré qu'elles contiennent 12% de matières sèches dont 80% de matières organiques fermentescibles (Agri fore, juin 1991) se prêtent bien à la méthanisation.

Le plus grand abattoir du pays, celui de Farcha à N'Djaména s'est doté d'un digesteur pouvant traiter en 300 jours l'an 32 tonnes de matières sèches de ces déchets. Il peut produire sous conditions 182 m³/jour de biogaz contenant 75% de méthane, confirmés par des essais effectués à la Faculté des Sciences Exactes et Appliquées de l'Université du Tchad (Agri fore, 1991). Ce biogaz servira à produire chaque jour 382 kWh d'énergie électrique et 764 kWh d'énergie thermique pour ses besoins. En, ce traitement produira 25 tonnes de digestat par an utiles à l'agriculture.

3. Compostage

Depuis plusieurs années déjà, avec l'appui des organisations non gouvernementales de développement et de l'Office Nationale de Développement Rural, certains milieux paysans ne sont pas ignorants des pratiques de compostage et de la valeur du compost en agriculture. D'autres tests ont été effectués sur les déchets municipaux à N'Djaména. Malheureusement, nous demeurons ignorants des données chiffrées relatives à ces pratiques. La pratique du compostage devait d'ores et déjà s'intéresser à plus d'un titre aux déchets solides municipaux (déchets des ménages et des marchés) riches en matières organiques dégradables qui augmentent systématiquement d'année en année et créent de sérieux problèmes de pollution et de santé.

4. Recyclage

Il y'a quelques années de cela, les éleveurs, agriculteurs et certains commerçants se sont intéressés au recyclage d'une certaine catégorie de déchets, notamment les déchets industriels. C'est ainsi que des déchets issus du traitement de coton graine ont été sélectivement enlevés, les drèches des Brasseries dans sa totalité aux fins d'autres besoins. L'on peut également envisager la transformation du sang et des os en aliments pour la volaille.

3.2.5.6- Analyses des différentes mesures

Les options technologiques d'atténuations ci hautes présentées sont fonction des déchets à traiter. Leur analyse se base sur les intérêts socio économiques et la difficulté de leur mise en œuvre.

1. L'incinération

L'incinération des déchets solides concerne, dans ce cas, les déchets solides des ménages, des marchés et d'industries (sabots cornes). Les deux premiers nécessitent la pré collette et le tri pour les débarrasser des cendres, sables, métaux et verres. Seulement l'acquisition du chaudière et la mise en place du dispositif de récupération et de transformation de l'énergie thermique semblent

hors de portée des municipalités ; à moins que les communes abritant des grandes institutions nécessiteuses s'associent à elles pour ces installations à intérêts partagés. Autrement, il reste aux communes de Moundou, Koumra et Sarh de trouver avec la Coton Tchad et la Sonasut, un créneau pour l'utilisation de leurs installations existantes. Ces sociétés font usage de leur installation qu'en période de pointe durant 4 à 6 mois consécutifs de l'année. Le reste du temps, elles mettent des groupes Diesel pour compléter leurs besoins énergétiques. Pendant ce temps l'approvisionnement de ces chaudières en déchets solides d'origine externe tels que les déchets des ménages et des marchés économiserait la consommation du carburant fossile utile au fonctionnement de ces groupes auxiliaires.

En effet, l'usine de Moundou met en marche alternativement durant 5 à 6 mois deux chaudières de 17 et 15 tonnes à l'heure faisant tourner l'une ou l'autre des deux turbines à vapeur de 1 800 KVA chacune. Celles-ci sont suppléées par deux groupes Diesel de 1 200 KVA chacun. Dans la deuxième phase, ce sont deux autres groupes diesel de 600 et 400 KVA qui prennent la relève. Celle de Koumra emploie une chaudière de 15 tonnes/heure pour sa turbine. Le groupe diesel de relève est de 150 KVA. Ces usines engagent en moyenne 5 170 kg/heure de coques disponibles en incinération. Il faudrait donc 43 391 tonnes de déchets pour pouvoir couvrir le reste des mois de l'année et économiser 189 360 litres de gasoil. Cette masse de déchets est au-delà de la production actuelle de ces villes prises séparément.

2. La méthanisation par le digesteur

Cette option permet d'éliminer essentiellement les déchets des abattoirs, notamment les matières stercoraires. La disponibilité ne permet elle pas une exploitation commerciale à grande échelle qui d'ailleurs est condamnée d'avance par les projets nationaux d'énergie (voir secteur énergie dans « Stratégies d'atténuation des GES, Octobre 1999). Néanmoins elle demeure économique sur le plan d'autonomie énergétique pour certains abattoirs, nécessaire dans le cadre l'assainissement et l'hygiène du milieu et utile pour la production végétale.

Par ailleurs, mieux réfléchi, son exploitation serait plus rentable à plus d'un titre. Il a été installé au sein du plus grand abattoir du pays, celui de Farcha à N'Djaména un digesteur pouvant traiter 32 tonnes/an, le dixième de ses matières stercoraires disponibles. Si les communes s'associent aux abattoirs pour installer à proximité du grand marché de leur localité un digesteur capable de traiter toute leur production, il produira suffisamment d'énergie pour d'une part, alimenter une chambre froide ouverte aux commerçants pour la conservation des marchandises périssables et d'autre part, alimenter en électricité le marché.

Sur les 702 347 kg de matières stercoraires, 596 995 kg de récupération à 85% seront soumis à la méthanisation. Ils produiraient 53 300 m³ de biogaz à 75% de méthane, soit 40 950 m³ de méthane et 465 tonnes de digestat commercialisable (Agrifore, juin 1991)

3. Le compostage

C'est un traitement qui élimine le plus de déchets municipaux. Il est concerné par les déchets des ménages et des marchés, et ceux des abattoirs. Comme pour l'incinération, ceux-ci nécessitent la pré collecte et le tri. Une enquête dans le quartier d'Ambassatna à N'Djaména par le BCEOM

relève que 150Fcfa/hbt/an d'une population d'un effectif de 10 000 suffirait à employer 5 personnes équipées de matériel nécessaire de pré collecte des déchets de ménages. De ce fait, près de 200 emplois pourraient être dégagés rien que pour la pré collecte dans les ménages. Les déchets de ménages et de marchés équivalent à 727 766,37 tonnes. Compostés, ils produiront 240 162,6 tonnes de compost (Le Bulletin Africain no 10, Octobre 1998).

3.2.5.7-Evaluation des impacts

Ayant été retenues comme une des mesures de lutte contre la pauvreté, toutes les options technologiques retenues et analysées plus haut ont de chance d'être mises en œuvre excepté l'incinération dans les chaudières.

Avec la mise en œuvre de la technologie maîtrisée, la fuite de ces gaz sera minimisée. Ainsi, la quasi-totalité des émissions du méthane pourrait être évitées. Il pourrait donc en être récupéré environ 240 627 tonnes de compost. Selon le Bulletin Africain d'octobre 1998, 50 t/ha d'amendement de ce compost doubleraient le rendement de cultures. Cette production amenderait 4 812,5 ha de plein champ. En conséquent, un nombre équivalent de superficie défrichable pour l'implantation de nouveaux champs de culture pourraient être évitée. Selon la même source, 150 tonnes de carbone/ha pourraient s'estoquer dans les forêts évitées de défrichement. Ce qui impliquerait un stockage de 721 875 tonnes de carbone séquestré en forêts au cours de plusieurs années consécutives par cette méthode. De plus, l'usage de l'électricité issue de la transformation de ce biogaz économisera quelques centaines de litres de carburant fossile équivalent à la production de la même quantité d'électricité. Enfin, l'exécution de ces mesures se prélevera en véritable cadre d'assainissement et d'hygiène évitant tant de pollutions aquatiques, atmosphériques et des maladies.

Quatrième Partie: Vulnérabilité et Adaptation aux Changements Climatiques

4.1- Vulnérabilité à la Variabilité et aux Changements Climatiques Passés et Actuels

Aujourd'hui, il est connu d'un grand nombre de personnes que les impacts des changements climatiques affectent tous les secteurs et toutes les couches sociales de la planète. Cependant, le Tchad est particulièrement vulnérable auxdits impacts et cela se justifie par plusieurs raisons dont :

- *La situation géographique défavorable.* De par sa position géographique, au Sud du Tropique cancer et au cœur du continent africain, le Tchad est marqué par une continentalité accentuée dont l'étranglement économique est l'une des conséquences. En effet, le pays est dépourvu de toute façade maritime. Aussi, pays sub-saharien, avec un territoire à plus de la moitié (63%) désertique, il est soumis à un climat de type tropical sec sensible à la moindre modification du climat.
- *La dépendance des secteurs clé du climat.* Même s'il a commencé à exploiter les ressources pétrolières, le Tchad fonde son économie nationale sur l'agriculture et l'élevage, secteurs fortement tributaires des conditions climatiques devenues de plus en plus instables. A ces secteurs, s'ajoute la pêche qui dépend également des conditions climatiques. Selon ECOSIT2, 80 % de la population tirent leurs moyens d'existence de ces secteurs.

Pauvreté. Selon les résultats d'ECOSIT 2, le seuil de pauvreté au Tchad, base 2003, se situe aux alentours de 144.570 FCFA par personne et par an, soit 396 FCFA (moins d'un dollar EU) par jour. Environ 55% des tchadiens vivent en dessous de ce seuil, donc sont considérés comme pauvres. Les 20% les plus pauvres vivent avec seulement 153 FCFA par jour tandis que les mieux nantis (20%) dépensent en moyenne 1.105 FCFA par jour. A cela, s'ajoutent la *précarité de l'état sanitaire, la difficulté d'accès au logement décent, la difficulté d'accès à l'eau potable et le faible niveau d'éducation.*

Au regard de toutes les contraintes ci-dessus évoquées et de bien d'autres non citées, le pays ne peut pas efficacement faire face aux effets des changements climatiques sans des mesures de riposte appropriées. Pour la formulation de telles mesures, une évaluation de la vulnérabilité auxdits changements s'avère nécessaire. Le présent chapitre vise donc à définir les risques climatiques et les groupes vulnérables et évaluer les incidences des changements climatiques sur les systèmes naturels et humains. Ce travail devrait permettre de mieux apprécier les conditions climatiques futures devant être simulées par les modèles et de formuler des options réalistes d'adaptation aux changements climatiques.

4.1.1- Risques climatiques et Groupes vulnérables

4.1.1.1- Risques climatiques

Les perceptions de risques climatiques évoquées par les communautés rurales des différentes zones bioclimatiques du Tchad consultées lors du processus d'élaboration du Programme d'Action National d'Adaptation (PANA) sont présentées dans le tableau 75 ci-après.

Tableau 76 : Risques climatiques par zone bioclimatique

Classement	Zone soudanienne	Zone sahélienne	Zone saharienne
1	Pluies intenses	Sécheresse saisonnière	Crise caniculaire
2	Sécheresse saisonnière	Tempête de vent de sable	Froid intense
3	Inondation riveraine	Pluies intenses	Tempête de sable
4	Sécheresse aiguë	Sécheresses récurrentes	Sécheresse aiguë
5	Sécheresses récurrentes	Crise caniculaire	Sécheresse saisonnière
6	Crise caniculaire	Inondation riveraine	Pluies intenses
7	Tempête de vent de sable	Sécheresse aiguë	
8		Brume de poussière	

Source : PANA, 2009

Ce qui est considéré comme risque climatique par les populations de différentes zones est le phénomène climatique qui s'observe plus fréquemment dans la zone concernée. Par exemple, les populations de la zone soudanienne considèrent les pluies intenses comme étant le premier risque climatique, suivie de sécheresse saisonnière, des inondations riveraines, etc. Par contre, les populations de la zone sahélienne considèrent plutôt la sécheresse saisonnière comme le plus grand risque, suivi de tempêtes de vent de sable et des pluies intenses. Pour les populations de la zone saharienne, les trois premiers risques sont : la crise caniculaire, le froid intense, la tempête de sable.

4.1.1.2- Groupes vulnérables

La consultation des populations des différentes zones du pays lors du processus de réparation du PANA a également permis de classer par ordre d'importance, les groupes vulnérables aux changements climatiques. Le tableau 76 ci-dessous fait ressortir le classement des groupes prioritaires selon le degré de vulnérabilité.

Ainsi, dans la zone soudanienne les femmes et les enfants constituent le premier groupe vulnérable, suivis des personnes âgées (groupe 2) et des personnes déplacées et réfugiés (groupe 3). Pour la zone sahélienne, les trois premiers groupes sont les femmes et les enfants, les personnes âgées et les malades. Quant à la zone saharienne, les malades, les personnes âgées, les femmes et les enfants constituent les trois premiers groupes les plus vulnérables.

Tableau 77 : Groupes vulnérables par zone bioclimatique

N°	Zone soudanienne	Zone sahélienne	Zone saharienne
1	Femmes et enfants	Femmes et enfants	Malades
2	Personnes âgées	Personnes âgées	Personnes âgées
3	Personnes déplacées, réfugiés	Malades	Femmes et enfants
4	Populations rurales	Personnes déplacées, réfugiés	Mutilés de guerre
5	Agriculteurs, pêcheurs, commerçants, artisans, etc.	Populations rurales	Éleveurs
6	Malades	Agriculteurs, pêcheurs, éleveurs, commerçants, artisans, etc.	Agriculteurs
7	Handicapés physiques, orphelins, veuves, population urbaine)	Personne handicapées physiques	Commerçant
8	Population urbaine	Population urbaine	Artisans
9			Personnes déplacées et réfugiés

Source : PANA, 2009

4.1.2- Secteurs vulnérables

Comme les groupes de personnes vulnérables, les secteurs vulnérables ont été également définis et classés par ordre d'importance. Ainsi, pour la zone soudanienne, les cinq premiers secteurs considérés comme étant les plus vulnérables sont les ressources en eau, l'agriculture, l'élevage, la pêche et la forêt. Dans la zone sahélienne, ce sont les mêmes secteurs qui reviennent et dans presque le même ordre sauf que l'artisanat arrive en quatrième position avant la pêche. Par contre dans la zone saharienne, le schéma est assez différent. C'est plutôt l'élevage qui prend la tête, suivi de l'agriculture et le commerce. Au vu du tableau 78 ci-dessous, l'on peut déduire que les personnes les plus vulnérables sont aux changements climatiques sont principalement les agriculteurs, les éleveurs et les pêcheurs. Les points qui suivent indiqueront comment la variabilité et les changements climatiques affectent les différents secteurs d'activités et la population.

Tableau 78: Classement des secteurs vulnérables

Classement	Zone soudanienne	Zone sahélienne	Zone saharienne
1	Ressources en eau	Ressources en eau	Elevage
2	Agriculture	Agriculture	Agriculture
3	Elevage	Elevage	Commerce
4	Pêche	Artisanat	Steppe
5	Forêt	Pêche	Artisanat
6	Energie	Forêt	Ressources en eau
7	Commerce	Energie	

Source : PANA, 2009

4.1.2.1- Incidences des changements climatiques sur les systèmes naturels et humains

Les phénomènes climatiques extrêmes tels que les sécheresses, les inondations et la vague de chaleur, comme indiqué plus haut, ont de lourdes conséquences sur les ressources naturelles desquelles la population tchadienne, majoritairement rurale, tire ses moyens d'existence. C'est autant dire que ces phénomènes affectent directement ou indirectement les conditions de vie de la population.

Les populations subissent un stress lorsque les événements menacent leur gagne-pain et leur productivité. En périodes de sécheresses, on constate la diminution de prises de poissons. De ce fait, les revenus des pêcheurs ont non seulement baissé mais ils sont devenus irréguliers, les mettant dans une situation de précarité permanente.

Les agriculteurs non plus ne sont épargnés en périodes de sécheresse car ils ont vu leur production agricole et leurs revenus baissés, ce qui les met en situation de famine et de malnutrition. Bref, nombre de personnes n'étaient pas en mesure de travailler comme à l'habitude et cela a entraîné des pertes économiques.

4.1.2.2- Incidences sur les ressources en eau

La meilleure illustration des impacts des changements climatiques sur les ressources en eau de surface est aujourd'hui la réduction de la superficie des eaux libres du lac Tchad. Depuis les sécheresses des dernières décennies, ce lac n'est plus ce qu'il était. Son volume est passé de 44 milliards de m³ en 1963 à 18 milliards en 1992, tandis que sa superficie est passée de 25.000 km² à environ 2.000 km² (NASA).

La baisse progressive du niveau du lac s'est observée à partir de 1965 et par la suite, elle est devenue brutale et accélérée à partir de 1972-73. C'est en juillet 1973 que le Lac est scindé en deux cuvettes, après l'exondation de la grande barrière et l'isolement de l'archipel de Bol et c'est au cours de cette année aussi qu'a commencé l'assèchement de la cuvette nord.

En 2001, il n'y avait plus d'eau dans les parties nigérienne et nigériane du lac et celles des parties camerounaise et tchadienne ne devraient pas dépasser 2.000 Km². A la faveur d'un certain

redressement de la situation pluviométrique à partir 2002 à ce jour, la superficie des eaux libres de ce lac connaît une petite amélioration et avoisine 7.500 Km².

D'après les études de Coe et Foley (2004), la dérivation des eaux fluviales et d'irrigation était seulement responsable de 5% de la baisse du volume du lac entre 1966 et 1975, la baisse de la pluviométrie comptant pour les 95% restants. A mesure que la démographie du bassin galopait, les besoins en matière d'irrigation augmentaient au quadruple entre 1983 et 1994, comptant pour 50% de la baisse subséquente du volume du lac.

Plusieurs raisons l'expliquent: sécheresse persistante qui limitait toute confiance à accorder à la pratique de l'agriculture pluviale, l'absence d'intégration dans la planification et les politiques sectorielles de développement au détriment de l'environnement, des normes peu satisfaisantes de sensibilisation et d'éducation en matière environnementale qui empêchaient d'apprécier les impacts négatifs. Les autres lacs du pays également étaient durement touchés par les sécheresses des années 70 et 80. Le lac Fitri par exemple, s'est asséché complètement en 1973 et 1984 quand les apports s'étaient amoindris.

Les deux grands fleuves du pays que sont le Chari et le Logone qui, tout le long de leurs parcours, alimentent, au moment des crues annuelles, des dizaines de milliers d'hectares de plaines d'inondation, des mares, marécages favorables à diverses activités (riziculture, pêche, cultures de décrue etc.) connaissent également une variabilité marquée dans leurs régimes hydrologiques.

Comme le montre la figure 14 ci-dessous, de 1954 à 2002, le plus faible module (235 m³/s) du Chari au niveau de N'Djamena/TP a été observé en 1984, et même si après cela il y'a eu une certaine amélioration de la situation, la tendance globale est nettement à la baisse. Il convient également de signaler que l'année hydrologique 1984-1985 a été marquée par l'arrêt d'écoulement du Chari à N'Djaména/Chagoua, et la réduction de son volume à 6,7 milliards de m³ alors que celui-ci est estimé à 39 milliards m³ en année de bonne hydraulité.

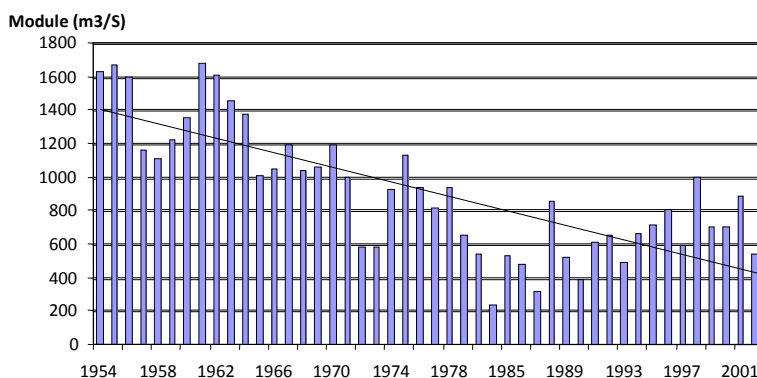


Fig. 14: Variation du module du Chari à N'Djaména TP (DREM)

Les autres cours d'eau, les plaines d'inondation, les mares et les marécages ne sont plus suffisamment approvisionnés en eau comme dans le passé et partant, ils s'assèchent très précocement après les saisons de pluies et ceci n'est pas sans conséquence sur les activités (culture de décrue, riziculture, culture maraîchère, pêche et élevage) économiques qui en dépendent.

4.1.2.3- Incidences sur les ressources agricoles

L'agriculture tchadienne comme dans beaucoup de pays africains est une agriculture itinérante sur défriche et brûlis. Chaque année, des milliers d'ha de végétation sont en effet défrichés pour les cultures. Avec la forte proportion de la population rurale (environ 80% de la population totale), le non respect des durées des jachères et la pratique des feux de brousses, cette agriculture favorise fortement le processus de la désertification.

Essentiellement pluviale, l'agriculture tchadienne dépend fortement du régime pluviométrique qui, malheureusement n'est pas stable ces dernières décennies.

Les années sèches accompagnées souvent des températures élevées, engendrent souvent d'importantes baisses de la production agricole dues non seulement au déficit pluviométrique mais aussi à l'installation tardive des saisons de pluies ou à leur arrêt précoce ne permettant pas aux cultures de finir normalement leur cycle végétatif.

De même, l'excédent des précipitations réduit la production agricole. Ce fut le cas vécu en 1988 et 1998 où de nombreux champs ont été abandonnés suite aux inondations pluviales. A cela, s'est ajoutée l'attaque des ennemis des cultures et des maladies dont le développement est souvent occasionnée par des précipitations accrues et des températures élevées.

Il convient de noter que les changements climatiques touchent non seulement les cultures vivrières mais aussi de rente. C'est le cas du coton, principale culture industrielle du pays qui subit les effets néfastes de la dégradation du climat. En effet, l'aire géographique du cotonnier qui s'étendait jusqu'à la zone sahélienne s'est progressivement rétrécie pour se limiter à la zone soudanienne. Ce décrochage de l'espace géographique du coton est essentiellement le fait des conditions climatiques même si les difficultés économiques ne sont pas à écarter. Des études ont montré qu'un minimum de 700 mm de pluies est nécessaire pour permettre au cotonnier de terminer son cycle. Or, on constate de nos jours un recul des isohyètes du nord au sud, ce qui rétrécit l'aire de culture de cette plante.

4.1.2.4- Incidences sur les ressources pastorales

Comme la production végétale, la production animale est sensible au changement du climat. Les changements climatiques peuvent affecter le bétail lui-même et la production de laitière. Le stress thermique, par exemple, est connu pour avoir une diversité d'effets néfastes sur le bétail, avec l'effet significatif sur la production laitière et la reproduction.

La production animale au Tchad est de type extensif, basée quasi exclusivement sur le pâturage qui est la source principale d'alimentation du bétail. De ce fait, la production en élevage fluctue selon la disponibilité des ressources fourragères. Or, on constate aujourd'hui une nette régression des aires pastorales due non seulement la pression anthropique, mais aussi à la baisse des précipitations.



Fig. 5 : Un troupeau décimé par les effets de la sécheresse de 1984 (Crédit Agrhymet)

Les sécheresses des années 70 et 80 ont sérieusement affecté l'économie avec ses implications socio-économiques, notamment la dégradation de l'environnement, la famine, la migration de personnes et d'animaux, les conflits éleveurs-agriculteurs, la baisse considérable de la production agropastorale, ainsi que d'énormes pertes de vie animales. .

Les changements climatiques affecteraient également le bétail par leurs impacts sur les maladies. Les maladies du bétail dont la trypanosomiase, sont susceptibles d'être liées aux conditions climatiques, puisque la plupart d'entre elles sont transmises par des vecteurs tels que les mouches dont les étapes de développement dépendent souvent fortement de la température. En 2009, par exemple, avec le démarrage tardif de la saison de pluies, il y'a eu un sérieux problème de pâturage accompagné d'une crise zoo sanitaire. Selon la mission effectuée par les agents du Ministère de l'Elevage, il y'a eu une forte mortalité des bovins pouvant atteindre en moyenne 30 % (soit 780.000 têtes) du cheptel des Régions du Kanem, du Lac du Chari-Baguirmi, de Hadjer Lamis et du Bahr El Gazal. En valeur monétaire, ces pertes représentent une bagatelle d'environ 117 milliards de FCFA en raison de 150.000 FCFA le prix moyen d'un bœuf vendu à l'état normal. Les autres espèces telles que les dromadaires ne sont pas épargnées par cette dramatique situation. Le Bahr El Gazal, par exemple, a enregistré une perte de quelques 400 têtes de dromadaires.

4.1.2.5- Incidences sur les ressources halieutiques

Les changements environnementaux qui ont affecté le pays ont un impact sur la composition des ressources en poisson et en retour, la composition des captures enregistrées par les pêcheurs. Certaines espèces en adaptant leur respiration et leur reproduction aux régimes des eaux, ont survécu et sont devenues dominantes dans cet environnement hostile et instable (eaux basses, haute température et faible quantité d'oxygène dans l'eau), mais d'autres n'ont pas survécus aux dures conditions évoquées ci haut et ont disparu.

Tributaire des crues des fleuves, la production de poisson est fortement influencée par la variabilité et les changements climatiques se traduisant soit par la réduction des étendues d'eau due aux sécheresses, soit par des fortes quantités d'eaux même si l'augmentation du nombre de pêcheurs et l'emploi généralisé des filets à petites mailles et d'engins actifs peuvent aussi avoir des effets négatifs sur le potentiel halieutique. La raréfaction de certaines espèces et l'augmentation de la capture des juvéniles en sont les conséquences.

Les sécheresses et l'ensablement qui en résulte rétrécissent le réseau hydrographique et auraient supprimé 210.000 hectares de zones de fraie. Dans le diagnostic économique et financier du secteur de l'eau dans la partie tchadienne du bassin du lac Tchad, on estime que la production a chuté d'environ 200.000 tonnes au début des années 1960 à 60-120.000 tonnes aujourd'hui. Cela témoigne de la dégradation des zones de fraie et des conditions climatiques.

4.1.2.6- Incidences sur les ressources forestières

Le Tchad regorge d'énormes potentialités de formations forestières s'étendant des steppes aux forêts denses lorsqu'on va du Nord au Sud. Selon les estimations de l'AEDE (à partir des informations de la FAO), ces ressources ont vu leur superficie se réduire de façon significative. De 23,1 millions d'hectares en 1990, cette superficie a régressé à 21,7 millions en 2005. Cette régression de la superficie des ressources forestières s'explique par l'exploitation anachronique et abusive de ces ressources due à une demande accrue de la population en pleine croissance. Cependant, la variabilité et les changements climatiques y sont aussi pour quelque chose car l'insuffisance et l'irrégularité des pluies peuvent freiner le développement d'une végétation ou entraîner son dépérissement.

Dans la zone saharienne, l'insuffisance et l'irrégularité des pluies ne permettent pas à une végétation de se développer. Cependant, dans les bas fonds, les plaines d'épandage et les zones d'affleurement, se rencontre une végétation qui s'adapte mieux aux conditions de la zone grâce à la nappe phréatique peu profonde, mais la pression exercée par l'homme pour sa survie fragilise ces ressources au point qu'elles sont actuellement très vulnérables aux conditions climatiques.

En milieu sahélien, le dépérissement accru des ligneux et la fissuration des sols constatés ces dernières années dans la zone sont des signes probants de la dégradation de l'environnement due, non seulement aux actions anthropiques qui prennent de l'ampleur avec la croissance démographique, mais aussi aux conditions climatiques peu favorables ces dernières décennies.

Dans la zone soudanienne, les ressources ligneuses sont relativement abondantes, mais les populations ressentent aujourd'hui les impacts des changements climatiques sur ces ressources même si celles-ci sont beaucoup plus affectées par les activités agricoles. L'on y a noté une réduction des grands arbres et des espèces ligneuses. Les changements climatiques ont donc influencé et continuent à influencer la couverture végétale de toutes les zones bioclimatiques du pays.

4.1.2.7- Incidences sur la santé humaine

Les préoccupations initiales au sujet des changements climatiques au début des années 1990 se sont focalisées sur les impacts environnementaux, ignorant leurs liens avec la santé. Ce déséquilibre tend enfin à s'estomper, avec l'émergence de la recherche sur les probables effets des changements climatiques sur la santé des populations et la propagation des maladies.

4.1.2.7.1- Maladies liées aux conditions climatiques

Selon la Deuxième Enquête sur la Consommation et le Secteur Informel au Tchad (ECOSIT2) effectuée par l'INSEED, les principales maladies citées par la population portent sur la fièvre et/ou le paludisme (38,8%) et les diarrhées/dysenteries (18,5%). Comme le montre le tableau 4 ci-dessous, les autres pathologies citées représentent moins des 43,0% des cas. Selon cette même source, les taux de morbidité les plus élevés sont pour l'essentiel observés dans le rural méridional du pays (les deux Logones, le Moyen-Chari et la Tandjilé). Ces taux élevés (plus de 25 %) de morbidité seraient en partie liés à l'existence d'un climat favorable au développement des maladies telles que le paludisme, la fièvre, la diarrhée et la dysenterie.

Tableau 79 : Proportion des personnes malades au cours des 30 derniers jours ayant précédé l'ECOSIT2 par type de maladie

Type maladie/blessure	Pourcentage
Fièvre/Paludisme	38.8
Diarrhée/Dysenterie	18.5
Accident/Blessure	4.4
Problème dentaire	3.1
Problème de peau	5.1
Problème des yeux	6.2
Problème d'oreille/nez/gorge	4.8
Autres	19.1
Total	100

Source : INSEED/ECOSIT2

Certes, il existe peu d'études statistiques fiables reliant des pathologies définies à des variations extrêmes des conditions climatiques. Cependant, quelques études indiquent qu'un réchauffement important peut augmenter sensiblement certaines pathologies, notamment les **épidémies** de choléra, les **maladies infectieuses**, celles à transmission vectorielle comme le paludisme, la méningite, ainsi que les maladies respiratoires et cardiovasculaires.

4.1.2.7.2- Demande de services de santé

Les services de santé subissent une pression supplémentaire lorsqu'ils doivent répondre à l'accroissement de la demande en raison de catastrophes naturelles liées au climat, comme des inondations. Les dernières inondations survenues au Mayo Kebbi et au Moyen Chari en 2008, par exemple, ont détruit des habitations ayant entraîné l'exposition des personnes démunies (femmes, enfants et personnes âgées) aux intempéries liées aux conditions d'hébergement de fortune. Les lieux d'hébergement (écoles, églises, mosquées, etc.) où règne la promiscuité portaient atteintes à la dignité des personnes qui ne disposaient plus de leurs biens personnels. Le nombre des malades ayant considérablement augmenté, les centres de santé ne pouvaient prester les services dont les victimes avaient besoin. Cela peut amener les malades à se contenter de l'auto traitement, pratique qui n'est pas sans danger pour la santé.

4.1.2.8- Incidences sur les infrastructures essentielles

Les évènements météorologiques extrêmes comme les inondations peuvent dangereusement affecter les infrastructures telles que les installations de production alimentaire, de gestion des eaux, de production d'énergie, les égouts pluviaux, les systèmes de drainage, ainsi que les infrastructures d'habitation et de santé. Lorsque l'un ou l'autre de ces systèmes cesse de fonctionner ou est en danger, il va de soit que le problème de santé se pose.

4.1.2.9- Mouvements migratoires liés aux changements climatiques.

L'un des impacts des changements climatiques sur les populations est le déplacement de celles-ci. En effet, les changements climatiques ont des incidences considérables sur les systèmes de ressources naturelles, et les changements dans le milieu naturel peuvent avoir des effets sur les moyens d'existence des populations. Cet état de choses peut à son tour conduire à des mouvements de migration avec toutes les conséquences (dégradation de l'environnement, conflits entre migrants et autochtones, exposition aux maladies etc.) que cela peut entraîner.

La sécheresse de 1984 ayant touché l'ensemble du pays a, par exemple, contraint des familles entières du Guéra et du Batha à quitter leur lieu de résidence en direction d'autres régions aux conditions climatiques plus clémentes. Il s'agit, notamment, de plus de 300 migrants Tama qui sont installés à Guité (sous-préfecture de Karal) au sud du Lac Tchad.

Actuellement, ce ne sont plus seulement les zones saharienne et sahélienne du pays déjà en danger sous l'effet de la désertification, mais l'ensemble du pays qui est touché par le phénomène migratoire lié aux changements climatiques. Même à l'extrême sud du pays, des mouvements des populations ont été observés : c'est le cas des populations de Béboto qui se sont installés à Timbéri. D'autres ont poursuivi leurs mouvements jusqu'à Goigamla aux alentours de Pala. On note aussi l'installation des Ngambaye du Logone Occidental à la lisière de la forêt classée de Timbéri.

Les mouvements ont provoqué une pression sur les ressources naturelles des régions d'accueil à la fois par les animaux et les hommes. La concurrence pour ces ressources occasionne très souvent des conflits mortels connus sous le terme de conflits agriculteurs/éleveurs. Les conflits naissent généralement à partir de la destruction des champs par le bétail. Dans certains endroits, la conduite des animaux est contraignante pour les pasteurs au point où la destruction des champs est inévitable. C'est notamment le cas de l'implantation des champs le long des berges des points d'eau naturels ou des puits (devenus rares surtout au cours des années de sécheresse) rendant ainsi difficile à l'abreuvement. Le nombre des morts de ce genre de conflits occasionnés est parfois impressionnant et dramatique. En janvier 2003, un conflit violent opposant agriculteurs Kouka et pasteurs Creda à Moito a fait 75 morts et 182 blessés (Observateur du 30 janvier 2003).

Il convient également de relever que faire coexister sans heurt des différents modes de vie, cultures, coutumes et mœurs, n'est pas une chose facile. Accueillir des déplacés, quand bien même il s'agirait de petits nombres de personnes, peut en effet perturber la cohésion sociale et constituer le point de départ de tensions sociales déstabilisantes et subversives.

4.1.2.10- Insécurité alimentaire

Selon les premiers résultats du Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2009 (RGPH2), la majorité de la population tchadienne, soit environ 78%, vit en milieu rural. La pauvreté et l'insécurité alimentaire sont des problématiques qui touchent en premier lieu ces populations rurales qui vivent essentiellement de l'agriculture, de la pêche, de l'élevage et des activités non agricoles telles que le commerce et l'artisanat.

Les estimations de l'Institut National des Statistiques, des Etudes Economiques de l'INSEED, au niveau national, 1.663.000 personnes sont en insécurité alimentaire, représentant 16,4% des ménages et 2.507.000 personnes sont à risque d'insécurité alimentaire représentant 25,0% des ménages.

Selon l'enquête de sécurité alimentaire et de vulnérabilité structurelle au Tchad, sur les 4.170.000 personnes en insécurité alimentaire et à risque d'insécurité alimentaire, environ 284.000 de celles-ci sont affectés par la sécheresse et 371.000, par l'inondation. Ces deux éléments (sécheresse et inondation) constituent donc environ 17% des personnes en insécurité alimentaire et à risque d'insécurité alimentaire, ce qui n'est pas négligeable par rapport à d'autres facteurs comme la pauvreté, la hausse des prix des produits alimentaires, les maladies, la qualité des produits consommés, etc.

Comme le montre le tableau 5 ci-dessous, la sécheresse affecte beaucoup plus les habitants des régions de la zone sahélienne, notamment le Wadi Fira/Biltine (14%), le Lac (12%), le Hadjer Lamis (12%) même si ceux de certaines régions de la zone soudanienne comme le Logone Oriental, la Tandjilé et le Moyen Chari ne sont pas épargnés. Les inondations, quant à elles, concernent principalement les personnes de la zone soudanienne.

Tableau 80 : Répartition de la population affectée par les chocs et en insécurité alimentaire

Régions/villes	Population en insécurité alimentaire et à risque	affecté par la sécheresse	affecté par l'inondation	Maladies/ ennemis des cultures	Maladie des animaux
Batha	281,000	21,027	0	88,237	118,020
Wadi Fira/Biltine	189,000	27,000	5,400	22,826	9,450
Chari- Baguirmi /Hadjer Lamis	474,000	58,041	33,857	82,435	42,660
Guéra	153,000	6,245	4,371	2,957	4,590
Kanem/Bahr-El-Ghazal	188,000	7,673	2,686	9,082	18,800
Lac	121,000	13,993	5,186	7,599	8,470
Logone Occidental	186,000	2,531	5,314	899	1,860
Logone Oriental	251,000	40,980	46,614	3,638	2,510

Mayo-Kebbi	611,000	16,626	122,200	2,952	12,220
Moyen-Chari/Mandoul	508,000	51,837	101,600	22,087	25,400
Ouaddaï	475,000	12,925	13,571	80,314	47,500
Salamat	113,000	4,612	3,229	1,092	1,130
Tandjilé	256,000	15,673	14,629	3,710	10,240
Ville de NDjaména	239,000	3,252	6,829	0	0
Moundou & Sarh	100,000	1,361	5,714	0	0
Ville de Abéché	25,000	0	0	0	0
Total	4,170,000	283,776	371,200	327,826	302,850

Source : Enquête de Sécurité Alimentaire et de Vulnérabilité Structurelle

4.2- Evaluation de la Vulnérabilité aux Changements Climatiques

4.2.1- Scenarii climatiques

Pour évaluer les impacts des changements climatiques futurs, il est nécessaire d'avoir une description quantitative de ces changements. Les scénarii climatiques sont des représentations plausibles du futur qui sont conformes aux hypothèses des futures émissions des gaz à effet de serre (GES) et d'autres polluants. Ils peuvent être utilisés pour identifier la sensibilité d'une unité exposée aux changements climatiques et partant, aider les décideurs à prendre des mesures politiques appropriées.

4.2.1.1- Approche méthodologique

L'outil utilisé pour aborder cette partie du présent document est le couple de logiciels MAGICC/SENGEN (Model for Assessment of Greenhouse gas Induced Climate Change/SCENario GENERator), version 5.3 dont la résolution (2,5 latitude x 2,5 longitude) est deux fois meilleure que celle de la version 5.1 (5 latitude x 5 longitude) utilisée pour la première communication nationale.

A partir des scénarii d'émission des gaz à effet de serre, MAGICC calcule les concentrations de ces gaz dans l'atmosphère, ainsi que le réchauffement global et l'élévation du niveau des mers. Ces valeurs sont ensuite transmises dans SENGEN qui les intègre dans un ou plusieurs modèles de la circulation générale pour déterminer les paramètres climatiques (température, précipitations, niveau des mers, pressions etc.) dans une région donnée et à l'horizon temporel désiré.

4.2.1.2- Scenarii d'émission

Un scénario d'émission est une représentation plausible de l'évolution future des émissions des substances susceptibles d'avoir des effets radiatifs, fondée sur un ensemble cohérent et homogène d'hypothèses relatives aux éléments moteurs (évolution démographique et socioéconomique, progrès technologique, etc.) et à leurs interactions.

Pour l'élaboration des scénarii climatiques, l'on doit passer par le choix de deux scénarii d'émission : scénario de référence et un scénario de politique. MAGIC dispose d'une liste de 29 scénarii d'émission en propose deux par défaut parmi ceux-ci. Les scénarii par défaut proposés par MAGIC sont A1B-A1M désignant le scénario de politique et B2-MES, le scénario de référence. Le groupe de scénarii A1B projette un équilibre des sources d'énergie. Cela fait référence à une situation où l'on ne recourt pas excessivement à une source d'énergie particulière, en admettant que toutes les technologies d'approvisionnement énergétique se perfectionnent à un rythme similaire.

La famille de scénarii B2, quant à elle, décrit un monde où l'accent est mis sur des solutions locales en matière de viabilité économique, sociale et environnementale. Tenant compte du fait que ces deux scénarii font partie des six scénarii d'illustration du RSSE (Rapport Spécial sur les Scénarii d'Emission) du GIEC et que la proposition par défaut des éléments faite dans MAGICC semble être une meilleure approximation selon le manuel de MAGIC/SENGEN, ce sont ceux là (A1B-A1M et B2-MES) qui ont été retenus comme scénarii d'émission.

4.2.1.3- Choix des modèles

Une méthodologie standard pour le choix de modèles est celle basée sur leur capacité à représenter avec précision le climat actuel et c'est ce qui nous a amené à tester les sorties des différents modèles en rapport avec les données d'observation. Comme indiqué dans le manuel de MAGIC/SENGEN, il est utile d'examiner ce que peut fournir non seulement un modèle donné, mais aussi un groupe de modèles. Ainsi, nous avons testé un certain nombre de modèles pris individuellement et quelques groupes de modèles. Outre cela, les statistiques de validation des modèles de MAGIC/SENGEN ont été également utilisées. Comme variable de sélection des modèles, nous avons utilisé les précipitations du fait que celles-ci sont plus difficiles à modéliser que les températures. Ceci dit, l'usage des précipitations peut être considéré comme un test rigoureux de sélection de modèles.

Pour la comparaison des données simulées à celles observées, l'idéal était de choisir une période climatologique de référence dite « normale » de 30 ans définis par l'Organisation Mondiale de la Météorologie, donc l'actuelle normale qui est 1961-1990. Etant donné que l'année de référence fixée dans SENGEN est 2000, on ne peut donc utiliser la période normale ci-dessus et c'est ainsi que la moyenne de la période 2000-2009 a été considérée.

A l'issue du test de plusieurs modèles individuels et de groupes de modèles, il ressort que les résultats du groupe de modèles GFDLCM21, MPIEH-5 et UKHAGEM sont plus proches des valeurs observées. Pour les autres cas, les statistiques de validation sont plus ou moins bonnes, mais les précipitations simulées sont largement surestimées par rapport aux valeurs observées.

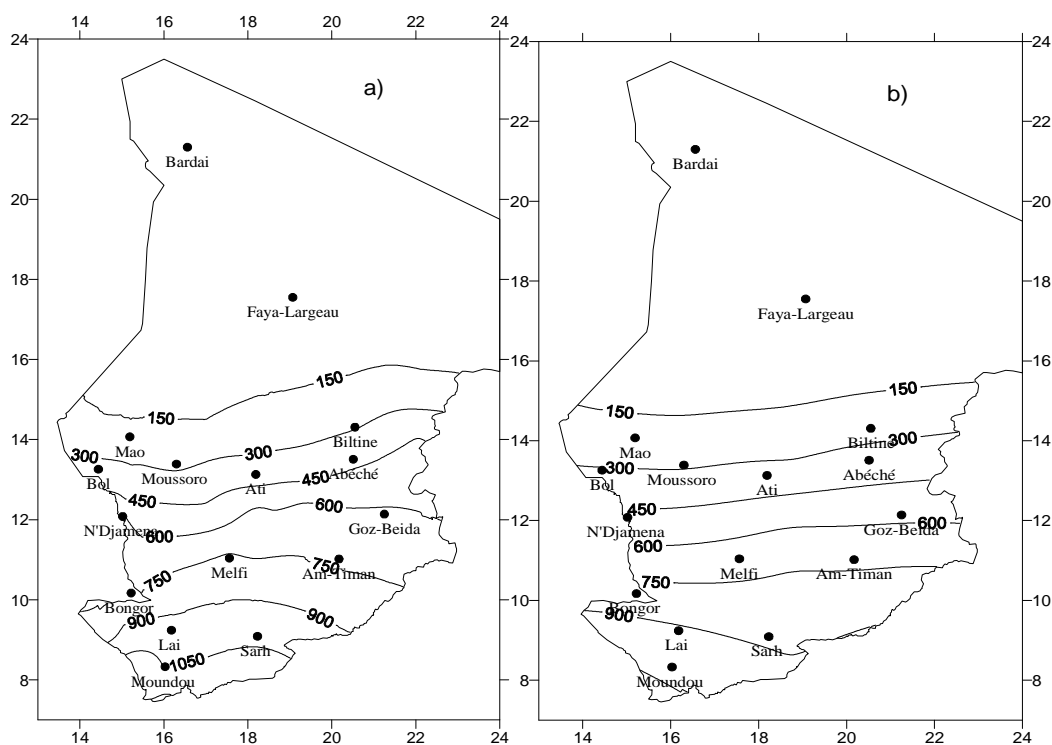


Fig. 6 : Précipitations (mm) moyennes 2000-2009
 a) Valeurs observées
 b) Valeurs simulées par le groupe de modèles GFDLCM21, MPIEH-5 et UKHAGEM

Les isohyètes résultant des moyennes de précipitations observées pour la période 2000-2009 et celles construites à partir des précipitations simulées par le groupe de modèles de GFDLCM21, MPIEH-5 et UKHAGEM pour la même période ont pratiquement la même configuration. La différence remarquable à relever est que pour les précipitations simulées (fig.6b), les isohyètes sont marquées par un caractère zonal et homogène dans leur répartition, ce qui n'est pas le cas pour les données observées (fig.6a). Ceci s'explique par le fait que les points de grille à partir desquels les précipitations ont été simulées sont régulièrement repartis alors que les stations desquelles sont issues les données observées sont installées sans le respect des normes. Aussi, on note une légère sous-estimation de précipitations simulées par rapport à celles observées. Outre cela, les statistiques de validation de MAGIC/SENGEN pour le groupe de ces modèles sont appréciables (tableau 80).

Tableau 81 : Statistiques de validation des modèles

Modèle	Corrélation	Moyenne quadratique	Biais	Moyenne quadratique corrigée	Indice de Reichler et Kim
GFDLCM21	0,979	0,863	0,586	0,633	3,233
MPIEH-5	0,987	0,179	-0,14	0,112	1,425
UKHAGEM	0,963	0,392	-0,307	0,244	2,056
Moyenne	0,996	0,154	0,047	0,147	2,238

Sources: MAGIC/SENGEN

Tenant compte de l'existence d'une certaine cohérence entre les données simulées et observées et des statistiques de validation qui sont bonnes, on estime que le groupe de modèles de GFDLCM21, MPIEH-5 et UKHAGEM peut être considéré fiable pour les projections des précipitations et des températures.

4.2.2- Projection des précipitations aux horizons 2030, 2050 et 2100

4.2.2.1-Variation spatiale

Comme on peut le constater sur la fig.7a, le Sud du pays ne connaît pas une modification sensible des cumuls des précipitations en 2030 car ce n'est qu'à partir du 11^{ème} parallèle qu'une légère diminution (-5%) sera enregistrée. Cette diminution s'accroîtra progressivement pour atteindre -20% à l'extrême Nord-Est, avant de s'amoindrir jusqu'à s'annuler aux environs du 19^{ème} parallèle.

Au-delà de cette limite, on assistera à une augmentation rapide des précipitations surtout lorsqu'on va vers le Nord-Est où elle atteindra 35% (la plus forte valeur) entre 21 et 22 degrés Nord et 19 et 21 degrés E.

En 2050, la variation des précipitations sera relativement plus importante qu'en 2030. L'iso ligne -5% qui se trouve au voisinage du 11^{ème} parallèle en 2030 descendra au 10^{ème} parallèle, les plus fortes valeurs négatives (jusqu'à -30%) affecteront non seulement le Nord-Est mais aussi le centre du pays (fig.7b) et l'augmentation des précipitations qui débute à partir du 19^{ème} parallèle progressera plus rapidement pour atteindre 65% (au lieu de 35% en 2030) à l'extrême Nord.

En 2100 (fig. 7c), la configuration de la variation des précipitations reste pratiquement la même qu'en 2030 et 2050 : une modification peu sensible des cumuls annuels de précipitations au Sud, un creusement de la diminution atteignant la plus grande valeur négative (-70%) au environs du 16^{ème} parallèle (partie centrale) avant un amincissement évoluant jusqu'à l'annulation au 19^{ème} parallèle et une augmentation allant au-delà de 100% à l'extrême Nord mais qui ne signifie pas grand chose étant donné qu'il pleut très peu dans cette partie du pays. Ce qui est important à relever c'est que la diminution significative des précipitations (allant de -30% à -70%) affectera les régions comprises entre les 13^{ème} et 19^{ème} parallèles, soit pratiquement toute la zone sahélienne et une partie de la zone saharienne.

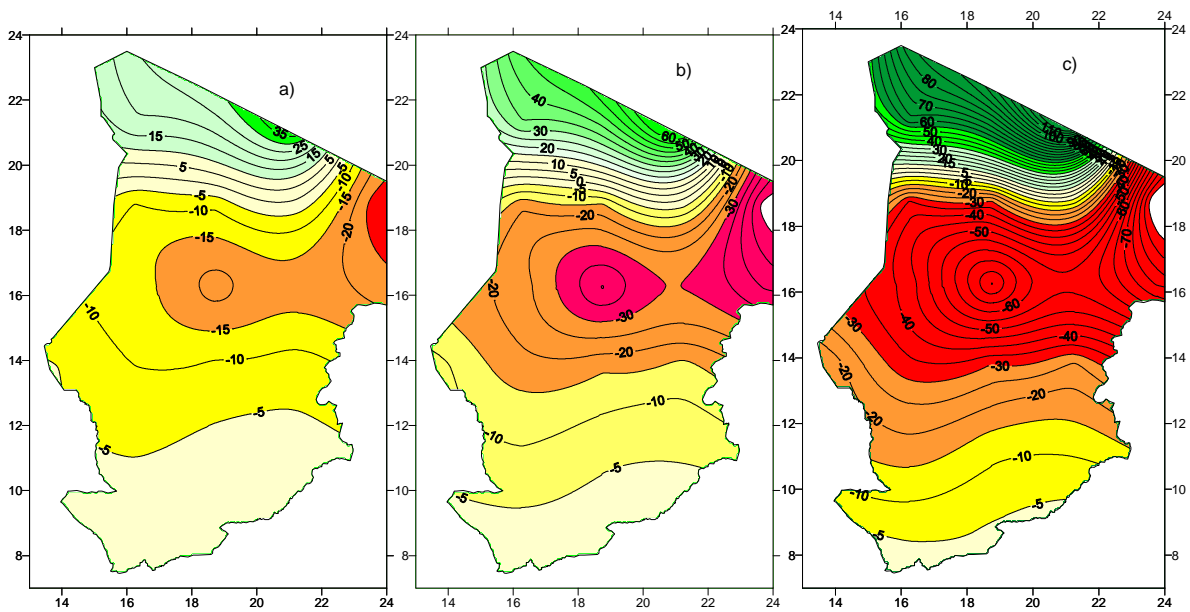


Fig. 7 : Variation des précipitations (%)

a) en 2030 b) en 2050 c) en 2100

4.2.2.2- Variation saisonnière selon la latitude

Pour apprécier la répartition saisonnière des précipitations, ont été utilisées les données mensuelles simulées et celles de la normale 1961-1990. La figure 12 ci-dessous présente cette répartition pour les différents horizons. Si seulement trois latitudes (13,75 N, 11,25N et 08,75N) ont été choisies, c'est qu'au-delà du 13^{ème} parallèle, il n'y a pas de stations disposant d'une série de données couvrant la période normale 1961-1990. Comme le montre la figure 15, la marche saisonnière des précipitations aux horizons 2030, 2050 et 2100 est presque identique à celle de la normale. Les pluies débutent pratiquement en mars et prennent fin en novembre, et août reste le mois le plus pluvieux.

Cependant, il faut noter que d'un horizon à un autre, les quantités des pluies projetées pour ce mois diminuent surtout au niveau des 11^{ème} et 13^{ème} parallèles. Par rapport à la normale, ces quantités sont nettement inférieures au niveau de toutes les latitudes choisies. Par contre, les quantités de précipitations des premiers mois (mars, avril et mai) et des derniers mois (octobre et novembre) excéderont les normales de ces mois. En d'autres termes, le début et la fin de saisons de pluies seront plus arrosés par rapport aux normales observées. Le problème de déficit pluviométrique n'affectera donc que les mois de juin, juillet, août et septembre.

Une autre particularité à relever est la rupture de la tendance de l'évolution des quantités de pluies en juin. Comme on peut le constater sur les différentes figures représentant la répartition des précipitations simulées, le mois de mai enregistra des quantités de précipitations égales ou supérieures à celles de juin, ce qui n'est pas normale. Cette anomalie (déficit pluviométrique de juin) qui s'observe il y a déjà quelques années, risque donc de s'accroître dans les années à venir et l'on craint que cela touche également juillet, un des deux principaux mois pluvieux.

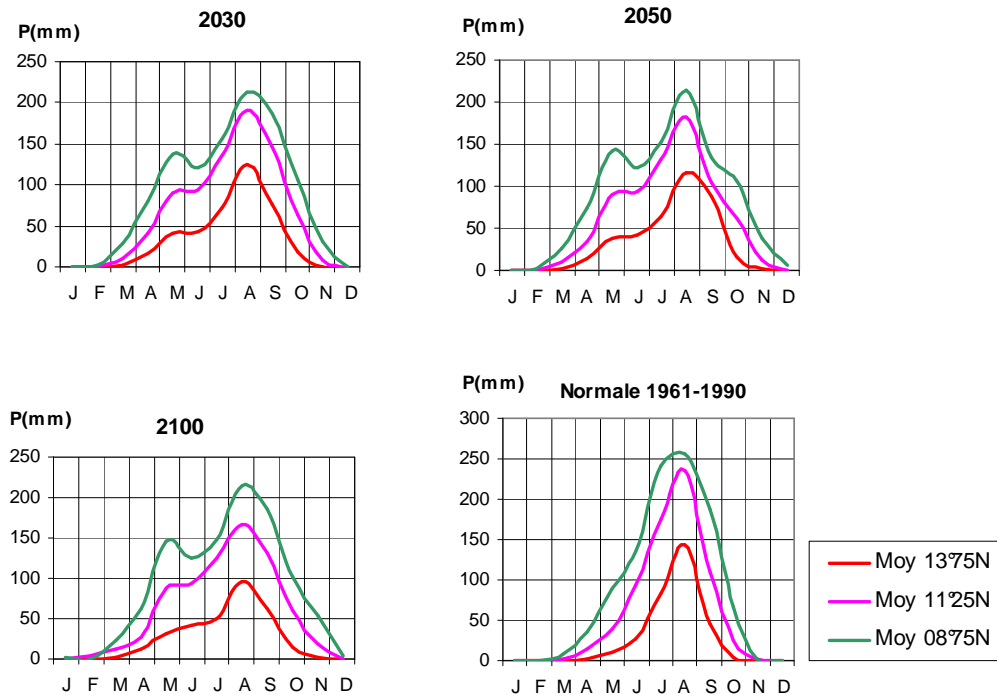


Fig.15 : Répartition saisonnière des précipitations en 2030, 2050, 2100 et la Normale 1961-1990

4.2.2.3- Probabilité d'augmentation des précipitations annuelles et erreurs dans la simulation

Les figures 15 et 8 représentent la répartition spatiale de la probabilité d'augmentation des précipitations et les erreurs dans la simulation de ce paramètre par les modèles. Statistiquement, les régions avec une probabilité $P > 90$ ont une forte chance de connaître une augmentation des précipitations et celles avec $P < 10$, une forte chance d'une diminution des précipitations. C'est le cas de la partie Est du pays (fig.12). Dans la partie où la probabilité varie entre 10% et 40%, on peut estimer qu'une diminution des précipitations est jusqu'à quatre fois plus probable qu'une augmentation.

S'agissant des erreurs des modèles dans la simulation des précipitations, de la figure 8, il ressort que les résultats du groupe de modèles utilisé sont biaisés en ce qui concerne la partie Nord du pays (où la probabilité d'augmentation est assez élevée) en ce sens qu'ils sont surestimés. C'est autant dire que l'augmentation des précipitations allant jusqu'à plus de 100% projetée dans cette partie est quelque peu trompeuse. Cela peut s'expliquer non seulement parce qu'il pleut rarement dans cette partie du pays, mais aussi du fait qu'il peut avoir des incertitudes quant à la fiabilité des données d'observation disponibles dans SENGEN. Etant donné qu'il n'existe pas de station d'observation dans cette partie du territoire, les données observées dont dispose la base de données de SENGEN ne peuvent que provenir des estimations par les satellites ou d'autres procédés.

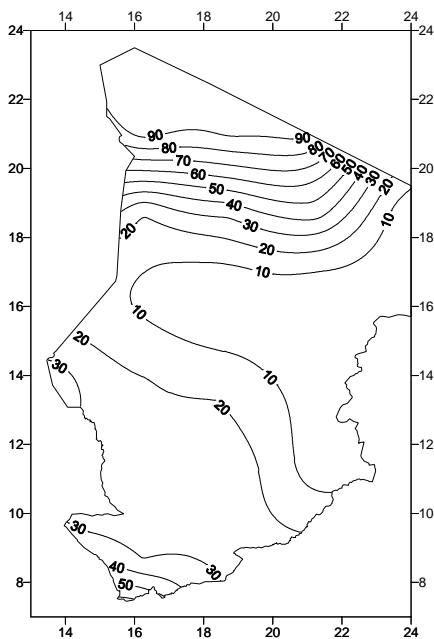


Fig. 8 : Probabilité d'augmentation des précipitations

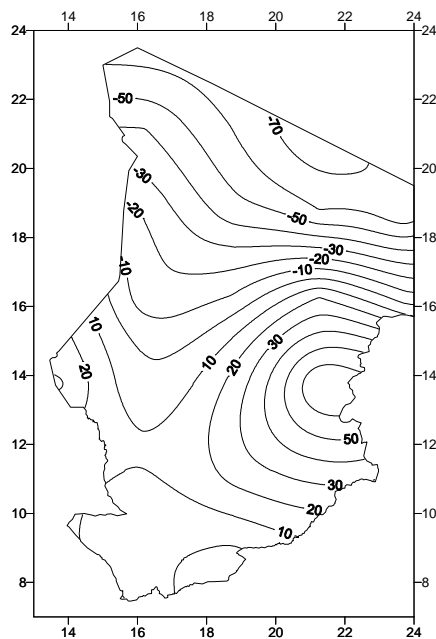


Fig.9 : Champ d'erreurs dans la simulation des précipitations

4.2.3- Projection des températures aux horizons 2030, 2050 et 2100

4.2.3.1- Distribution spatiale de températures

Les simulations des températures relèvent donc des augmentations sur l'ensemble du territoire national aux horizons 2030, 2050 et 2100. S'agissant de la distribution spatiale (fig.10 a, b et c), nous assisterons paradoxalement à des températures moins élevées dans la zone saharienne (entre 16° et 24° nord) réputée être une région de climat habituellement sévère. Les augmentations de températures dans cette zone seront en moyenne de l'ordre de l'ordre de 1,2° à l'horizon 2030, 2,2°C en 2050 et 4,1°C en 2100.

Les régions comprises entre les 10^{ème} et 16^{ème} parallèles seront les plus touchées par l'augmentation de températures pour les trois horizons choisis. L'augmentation y sera en moyenne de l'ordre de 1,3°, 2,4°C et 4,5°C respectivement pour les horizons 2030, 2050 et 2100. Dans la zone soudanienne, les variations températures seront en moyenne de 1,2°C en 2030 de 2,2°C en 2050 et 4,2°C en 2100.

Ces résultats confirment bien les projections du GIEC (GIEC, 2007) relatives au réchauffement climatique en Afrique durant le 21^{ème} siècle qui sera plus important qu'au niveau mondial. Selon ces projections, la hausse des températures moyennes entre 1980/99 et 2080/99 s'échelonne entre 3 et 4°C sur l'ensemble du continent, soit 1,5 fois plus qu'au niveau mondial.

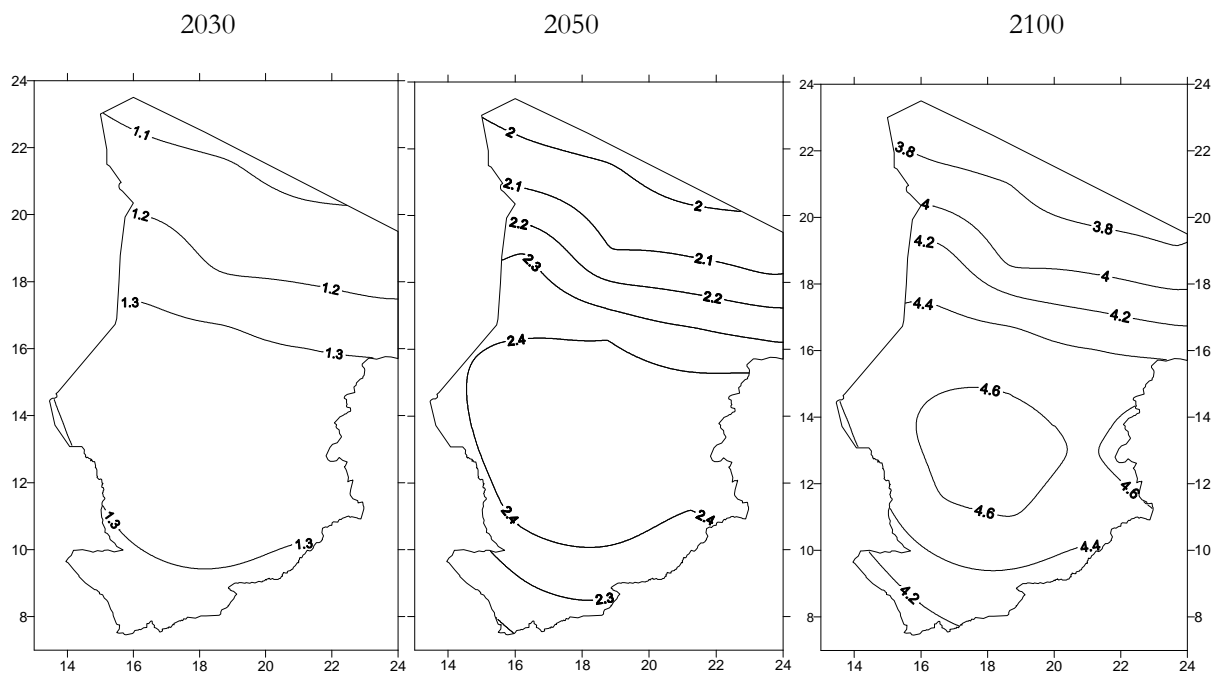


Fig. 10 : Variation annuelle de températures moyennes

4.2.3.2- Variation saisonnière

La répartition saisonnière des températures à divers horizons ne sera pas la même que celle de la situation actuelle. Les périodes de juin, juillet et août et celle de septembre, octobre et novembre seront plus chaudes que d'habitude tandis que la période mars, avril et mai reconnus comme étant la période de l'année la plus chaude connaîtront des faibles augmentations de températures.

Tableau 82 : Variation des températures (°C) selon les saisons en 2030, 2050 et 2100

Lat	Long	2030				2050				2100			
		DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON
23,75N	16,25E	0,9	0,8	1,2	1,3	1,6	1,5	2,2	2,4	3,1	2,8	4,1	4,4
23,75N	18,75E	0,8	0,8	1,2	1,3	1,5	1,4	2,3	2,3	2,9	2,7	4,2	4,3
23,75N	21,25E	0,8	0,8	1,3	1,3	1,5	1,5	2,3	2,3	2,8	2,7	4,3	4,3
23,75N	23,75E	0,8	0,8	1,3	1,3	1,5	1,5	2,4	2,3	2,8	2,8	4,4	4,3
Moy_23,75N		0,8	0,8	1,3	1,3	1,5	1,5	2,3	2,3	2,9	2,7	4,3	4,3
18,75N	16,25E	0,9	1,1	1,6	1,5	1,7	2,0	2,9	2,7	3,1	3,8	4,6	4,8
18,75N	18,75E	0,8	1,0	1,5	1,4	1,4	1,9	2,7	2,5	2,6	3,6	4,8	4,7
18,75N	21,25E	0,8	1,0	1,4	1,4	1,4	1,9	2,5	2,6	2,7	3,5	4,7	4,8
18,75N	23,75E	0,7	1,0	1,4	1,4	1,3	1,8	2,5	2,6	2,5	3,3	4,7	4,8

Moy_18,75N		0,8	1,0	1,5	1,4	1,5	1,9	2,6	2,6	2,7	3,6	4,7	4,8
13,75N	16,25E	0,8	1,3	1,6	1,6	1,5	2,4	3,0	3,0	2,9	4,6	4,8	4,9
13,75N	18,75E	0,9	1,4	1,7	1,5	1,6	2,5	3,1	2,8	3,0	4,6	4,7	4,8
13,75N	21,25E	1,0	1,3	1,6	1,6	1,7	2,3	2,8	2,9	3,2	4,3	4,8	4,7
13,75N	23,75E	0,9	1,3	1,7	1,7	1,7	2,4	3,1	3,0	3,1	4,4	4,8	4,7
Moy_13,75N		0,9	1,3	1,7	1,6	1,6	2,4	3,0	2,9	3,1	4,5	4,8	4,8
08,75N	16,25E	1,0	1,3	1,3	1,4	1,9	2,4	2,4	2,5	3,5	4,4	4,4	4,7
08,75N	18,75E	1,1	1,3	1,4	1,3	2,0	2,4	2,5	2,4	3,7	4,5	4,6	4,4
08,75N	21,25E	1,0	1,3	1,4	1,3	1,9	2,3	2,5	2,4	3,5	4,3	4,6	4,4
08,75N	23,75E	1,0	1,3	1,4	1,3	1,8	2,3	2,6	2,4	3,4	4,3	4,8	4,5
Moy_08,75N		1,0	1,3	1,4	1,3	1,9	2,3	2,5	2,4	3,5	4,4	4,6	4,5

Comme le montrent le tableau 81 et la figure 16, les augmentations de températures sont relativement plus importantes en JJA (juin, juillet, août) et SON (septembre, octobre, novembre) qu'en DJF (décembre, janvier, février) et MAM (mars, avril, mai) au niveau de toutes les latitudes et à tous les trois horizons temporels. Cependant, les augmentations de températures en JJA et SON sont plus marquées entre les 13^{ème} et 18^{ème} parallèles. Elles sont de l'ordre de 1,4-1,6°C en 2030, 2,9-3°C en 2050 et 4,6-4,8°C en 2100. Une autre particularité à relever est que dans la zone méridionale, les augmentations de températures moyennes de DJF seront plus importantes que dans d'autres zones. Les augmentations de températures moyennes seront de 1,0°C en 2030, 1,9°C en 2050 et 3,5°C en 2100.

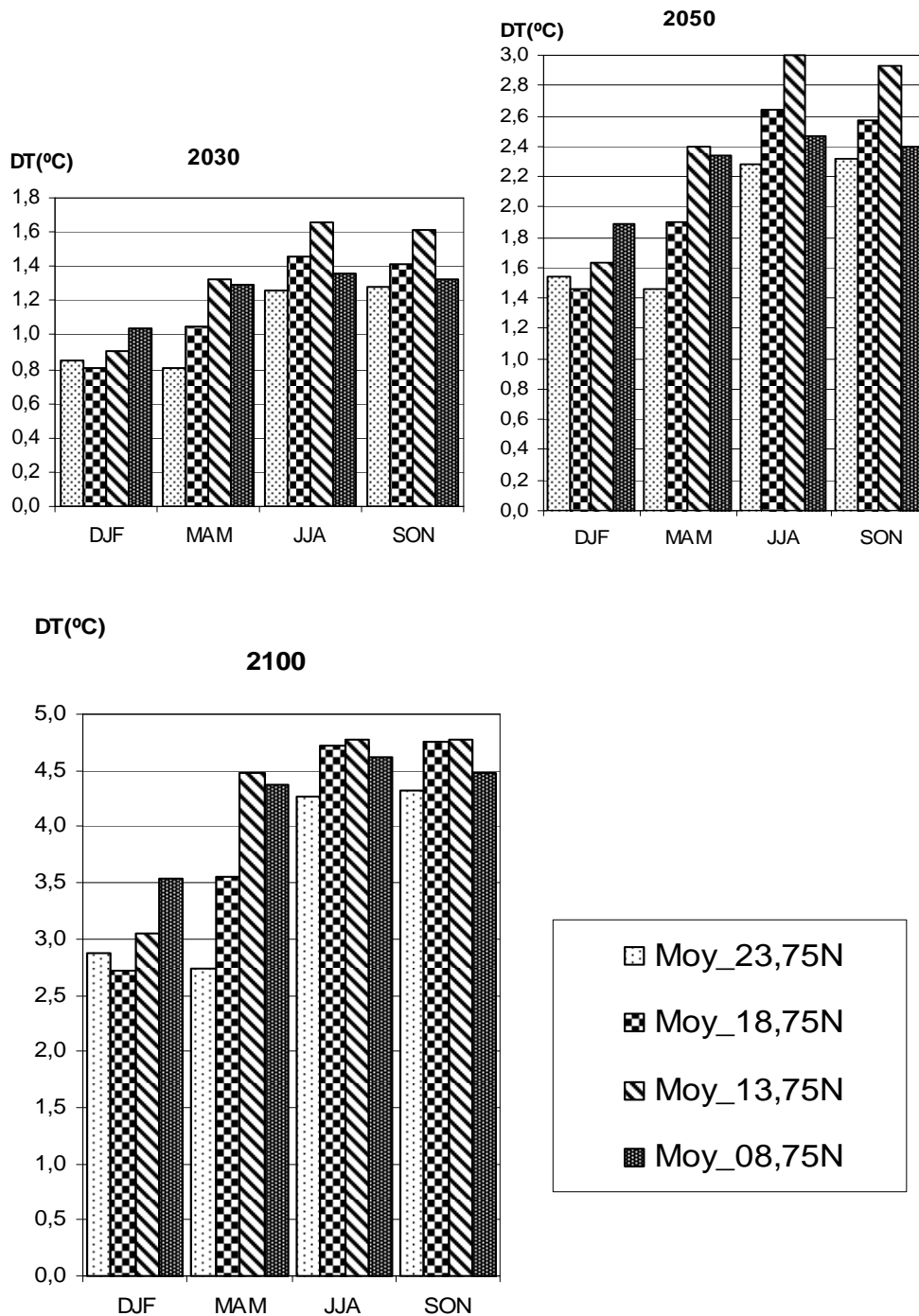


Fig.16 : Variation des températures moyennes selon les saisons en 2030, 2050 et 2100

Les projections de précipitations et de températures pour l'horizon 2100 ci-dessus décrites sont presque similaires à celles présentées dans le profil du pays en matière de changement climatique du PNUD (UNDP Climate Change Country Profiles-Chad) pour 2090. L'essentiel qu'on peut retenir ce document peut se résumer comme suit :

- Les températures moyennes augmenteront de 1,0 à 3,4°C dans les années 2060 et de 1,6 à 5,4 dans les années 2090 ;

- Les projections indiquent une augmentation substantielle dans la fréquence des jours et des nuits considérés chauds ;
- Selon les saisons, la fréquence des jours chauds augmentera plus rapidement en JAS atteignant 35-84% du total des jours de toutes les saisons en 2090 ;
- la fréquence des nuits considérées comme chaudes de la période 19970-99 représentera 26-49% des nuits de 2060 et 31-63% de 2090 ;
- la fréquence des nuits chaudes sera beaucoup plus importante en JAS (48-95% des nuits de chaque saison) en 2090 ;
- les augmentations des jours et des nuits chauds seront plus importantes au Sud qu'au Nord du pays ;
- les augmentations des jours et nuits considérés comme froids dans le contexte du climat actuel ne seront pas observées dans la majeure partie du pays en 2090 ;
- les projections issues des différents modèles indiquent une large gamme de variations des précipitations au Tchad ;
- dans l'ensemble, les variations projetées seront de -28 à +29% en moyenne à l'horizon 2090 ;
- les variations relatives des précipitations dans les régions désertiques sont surestimées du fait que ces régions enregistrent généralement de très faibles quantités de pluies (par exemple une augmentation de 400% ne représente peut-être que 5mm de pluies additionnelles).

Vu les projections faites dans le cadre du présent rapport, celles du PNUD ci-dessus et du GIEC dans son 4^{ème} rapport, les conditions climatiques dans les prochaines décennies seront très défavorables pour les systèmes tant humains que naturels. Le chapitre qui suit aborde les incidences possibles des futures conditions climatiques sur ces systèmes.

4.3- Impacts des Changements Climatiques Futurs sur les Ecosystèmes

A défaut de l'utilisation des outils d'impact sur les écosystèmes, nous avons procédé à l'évaluation par expérience et jugement d'expert en tenant compte des situations antérieures.

Les projections des températures et des précipitations aux l'horizon 2030, 2050 et 2100 indiquent une modification des conditions climatiques actuelles qui se traduira par une aggravation des risques climatiques sur les ressources et les secteurs vulnérables. Le Tchad pays à moitié aride sera plus que jamais menacé par les effets néfastes liés à l'augmentation des températures.

4.3.1- Impacts sur l'agriculture

La faiblesse et l'instabilité de la production agricole est due au fait que ce secteur est fortement dépendante des aléas climatiques. Aussi le système d'irrigation qui est une approche alternative reste embryonnaire et beaucoup plus pratiqué dans les périmètres contrôlés que dans le milieu paysan.

Dans le contexte des changements climatiques exacerbés par l'explosion démographique et la dégradation des terres cultivables, l'agriculture deviendra de plus en plus vulnérable, car les conditions d'une hausse de la température associée à une variabilité accrue des précipitations entraîneront un dysfonctionnement du calendrier agricole.

Etant donné une augmentation des températures moyennes sur l'ensemble du territoire et une diminution modérées des précipitations à l'horizon 2030 dans les zones agricoles, on peut s'attendre à une diminution des rendements des cultures céréalières. De plus, les plantes C4 (mil sorgho, maïs) qui tolèrent plutôt bien les variations de chaleur mais sont très vulnérables au stress hydrique (Quirion, 2005) connaîtront une baisse de rendement.

Le développement et la croissance d'une plante dépend des besoins en températures dont l'optimum se situe autour de 30°C. L'augmentation de la température va se traduire par une réduction de la durée des stades de développement et de la durée totale du cycle.

Aussi, l'augmentation des températures au cours des mois pluvieux que nous avons mentionné dans le chapitre précédent, peut entraîner une forte évapotranspiration et, par effet induit, une augmentation des besoins en eau des cultures. Les pertes vont s'accroître si la période de chaleur extrême coïncide avec le stade critique de développement des plantes.

En dépit d'une diminution peu sensible des cumuls des précipitations prévues à tous les horizons (2030, 2050 et 2100) dans la zone soudanienne, il y aura une baisse de production agricole conséquente à l'augmentation des températures. Cependant il est difficile d'évaluer le niveau de la baisse de rendement faute des données sur les variations diurnes et nocturnes des températures maximales et minimales qui agit sur l'efficacité de l'utilisation de l'eau des cultures.

Des études récentes du CILSS/Agrhymet (Sarr et al. 2007, AGRHYMET, 2009) ont montré que les rendements des cultures comme le mils/sorghos vont baisser de plus 10 % dans le cas de l'augmentation des températures de + 2°C et de variations peu significatives des précipitations à l'horizon 2050. Une hausse de + 3 °C engendrera une baisse de rendements agricoles de l'ordre de 15 à 25 %. De ce qui précède, on peut s'attendre à une baisse de rendement tant pour les cultures pluviales que irriguées.

Dans la zone sahélienne comprise entre les 10^{ème} et 15^{ème} parallèles Nord, la diminution des précipitations de 5 à plus 20% accompagné d'une augmentation de température entrainera une nette diminution de production qui peut être estimée à plus de 50%.

Les événements extrêmes (inondations et sécheresses) projetés par le GIEC (2001) affecteront la productivité des terres agricoles. Cependant il est difficile de prévoir de manière quantitative les impacts sur les cultures faute des données sur la variation de leur fréquence et intensité.

En revanche, l'augmentation des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère pourrait améliorer la productivité en stimulant la photosynthèse, particulièrement chez les plantes à photo-respiration dites de type C3 (riz, blé, coton, manioc). Cela s'explique par le fait que la hausse des concentrations de CO₂ a tendance à améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau par les plantes.

Les expériences menées sur la base d'une augmentation des concentrations actuelles de CO₂ ont confirmé que la "fertilisation par le CO₂" pouvait augmenter le rendement moyen des cultures C3 de 15% dans des conditions optimales d'alimentation en eau (CNUCC et. al 2001).

Cependant, à plus long terme, l'effet dépressif des hautes températures va compenser cet « effet fertilisant » de CO₂ et on assistera à la diminution des rendements de riz et du coton (Keita, C. O, 2009). La production cotonnière déjà instable connaîtra d'avantage une baisse accrue liée à l'effet conjugué de l'augmentation des températures et de la variabilité des précipitations.

Des températures journalières élevées, même pendant quelques heures, peuvent entraîner la stérilité pollinique chez certaines plantes comme le riz et le blé (FAO, 1990).

L'élévation des températures va favoriser le développement des ennemis des cultures et l'extension de leurs aires géographiques contribuant ainsi à la diminution de la production agricole

4.3.2- Impacts sur les ressources en eau

Les ressources nettes en eau sont principalement déterminées par la différence entre la quantité d'eau que la Terre reçoit sous forme de précipitation et la quantité d'eau qui s'évapore et qui est prélevée pour satisfaire les besoins d'hydrauliques agricole, pastorale et industrielle.

Dans un contexte de changement climatique qui sera marqué par l'augmentation des températures et une diminution des précipitations, il faut attendre à une forte évaporation et par conséquent une modification du bilan hydrique climatique. Ces perturbations pourront se traduire par une baisse du potentiel des eaux de surface, alors que les besoins auront augmenté et que le potentiel des nappes phréatiques aura diminué. Cette situation va probablement exacerber de nombreuses formes de pollution de l'eau, ce qui impactera les écosystèmes, la santé humaine, la fiabilité du réseau d'eau potable.

Le résultat des travaux de recherche d'Ardoin (2004) relative aux impacts des changements climatiques sur les ressources en eau dans les grands bassins de l'Afrique de l'ouest et du centre permet d'évaluer la variation de l'évapotranspiration potentielle et des écoulements des eaux de surface dans les bassins versants du Logone et du Chari aux horizons 2020, 2050 et 2080.

Les résultats de cette recherche donnent les situations suivantes :

A) Variation de l'évapotranspiration potentielle simulée :

➤ Bassin du Logone

- Baisse de 3 à 2,2 % à l'horizon 2020 ;
- Baisse de 7,9 à 6,6 % l'horizon 2050 ;
- Hausse de 16,2 à 17,2 % à l'horizon 2080.

➤ Bassin du Chari

- Hausse de 2,1 à 3,3 % à l'horizon 2020 ;
- Hausse de 6 10,8 % à l'horizon 2050 ;
- Hausse de 11,6 à 23,1 à l'horizon 2080.

B) Variation des écoulements des eaux de surface simulées :

➤ **Bassin du Logone**

- Evolution des écoulements moyens annuels
 - a) Hausse de -50 à +40 % à l'horizon 2020 ;
 - b) Hausse de 17 à 25 % à l'horizon 2050 ;
 - c) Hausse de 5% à l'horizon 2080.

➤ **Bassin du Chari**

- Evolution des écoulements moyens annuels
 - a) Hausse de -30 à +40 % à l'horizon 2020 ;
 - b) Hausse de 19 à 23 % à l'horizon 2050 ;
 - c) Hausse de plus de 45 % à l'horizon 2080.

C) Variation temporelle des écoulements d'eau de surface dans les bassins (Logone et Chari)

Les hydrogrammes calculés à partir des débits moyens mensuels simulés font ressortir des modifications du régime hydrologique tant en ce qui concerne les basses eaux que les pics de crue. Quelque soit l'horizon et le bassin considéré, les mois où se produisent les pics restent août, septembre, octobre. Un décalage est observé au niveau du pic de septembre à octobre. S'agissant de la période des basses eaux, elle passe de 6 mois à 4-5 mois.

D'une manière générale, malgré l'augmentation des écoulements d'eau dans les bassins versants du Logone et du Chari aux horizons 2020, 2050 et 2080, les niveaux observés au cours des années 50 et 60 ne seraient jamais atteints (PANA, 2009).

4.3.3- Impacts sur la santé

Tenant compte des affirmations du GIEC sur l'augmentation des fréquences et d'intensités des événements climatiques extrêmes (inondations, sécheresse, vague de chaleur, tempête de sable...) signalées ci-dessus et en considérant l'alternance des épisodes d'inondations et des sécheresses au cours des dernières décennies, on peut s'attendre à la recrudescence de certaines pathologies telles que le choléra, le paludisme et d'autres maladies hydriques si le niveau d'hygiène des populations ne s'est pas amélioré. La projection des variations des températures au 2030, 2050 et 2100 entraîneront des maladies cardiovasculaires surtout chez les personnes les plus vulnérables (vieillards, jeunes enfants et femmes enceintes).

Les hausses températures et la diminution des précipitations prévues dans la zone sahélienne augmenterait les risques d'épidémie de méningite cérébro-spinale et entraînera la modification de la répartition spatiale de certains vecteurs de maladie infectieuse. On assistera à un accroissement du nombre de décès, maladies et accidents dus aux vagues de chaleur, aux inondations, aux tempêtes, aux feux de brousse et aux sécheresses. Cette situation peut être aggravée par la désorganisation des systèmes d'assainissement, de drainage des eaux de pluie et d'évacuation des eaux usées dans les centres urbains qui seront de plus en plus peuplés. Des vagues de chaleur va faire beaucoup de victime comme c'est fut le cas en 1998.

4.3.4- Impact sur la foresterie et la biodiversité

L'augmentation des températures associées à la variabilité des précipitations à différents horizons accentuera le phénomène de l'évapotranspiration et exposerait le couvert végétal à l'assèchement et aux feux de brousse. La diminution d'environ 50% des précipitations dans la zone sahéenne à l'horizon de 2050 sera dramatique pour les arbres qui seront exposés à l'avancée du désert même s'ils vont bénéficier des effets fertilisants du CO₂ (évoqué dans la partie précédente) en tant que plante en C3 (FAO, 1997).

L'augmentation des températures associée à la baisse des précipitations va accélérer le processus de la désertification et mettre en péril les terres cultivables qui perdront de plus en plus leur potentialité. Le Tchad sera confronté à une menace réelle des effets de la sécheresse qui va lourdement peser sur la végétation. Lorsque des sécheresses à grande échelle persistent sur de longues périodes, la couverture végétale disparaît et l'érosion éolienne survient, formant des dunes de sable qui viennent à faire partie du paysage de façon permanente. Selon les projections du GIEC (2007) parut dans son quatrième rapport, un réchauffement moyen de surface du globe dépassant 1,5 à 2,5°C associé à un accroissement de la concentration du CO₂ dans l'atmosphère entraînera d'importants changements dans la structure et le fonctionnement des écosystèmes.

Certaines espèces animales vont perdre leur biotope et seront menacées de disparition du fait de l'augmentation des températures et de la rareté des pluies. Les ressources halieutiques soumises à multiples pressions seront de plus en plus menacées par les effets associés à la baisse des ressources en eau.

4.3.5- Impact sur l'élevage

La variation des régimes pluviométriques et l'augmentation des températures auront un impact négatif sur l'environnement en général et les écosystèmes pâturés en particulier. En effet la baisse des précipitations entraîne à la fois un problème de production fourragère et un manque d'eau pour l'abreuvement du bétail. La fréquence des phénomènes extrêmes comme les sécheresses, aura beaucoup d'impacts négatifs sur la dynamique spatiotemporelle des mares, qui occupent au sahel une place stratégique dans les sociétés pastorales (Agrhymet, 2010). Elles sont déterminantes dans la définition des axes de transhumance et les sites de campement des éleveurs et assurent un rôle prépondérant dans l'équilibre des écosystèmes.

Le pastoralisme sera affecté également par les effets du changement climatique à cause de la baisse de production des pâturages surtout dans la zone sahéenne. Nous avons en mémoire les effets des graves sécheresses de 1973, 1984 et récemment en 2009 qui se sont soldés par la destruction du cheptel et le départ massif des éleveurs vers les zones favorables.

La baisse des ressources en eau évoquée dans le paragraphe précédent sera dommageable pour le bétail. Cela va accentuer les pressions sur les ressources existantes et exacerber la pollution des eaux et les conflits autour des puits et marres.

4.4- Réponses aux Changements Climatiques

4.4.1- Réponses au niveau régional

L'Afrique sahélienne confrontée à des graves sécheresses depuis le début des années 70. Face à cette situation quelques tentatives de réponses ci-après ont été mises en œuvre.

a) Projet « Appui aux capacités d'adaptation du Sahel au changement climatique » du Centre AGRHYMET, institution spécialisée du CILSS. Sur financement de l'Agence Canadienne de développement International, le CILSS à travers le Centre Régional AGRHYMET met en œuvre depuis 2002, le projet « Appui aux capacités d'adaptation du Sahel aux changements climatiques ». Le principal effet attendu du projet est de réduire à terme la vulnérabilité des populations sahéliennes vis à vis des effets adverses de la variabilité et des changements climatiques. L'objectif global est le renforcement des capacités du Centre Régional AGRHYMET (CRA), à promouvoir et renforcer les capacités des pays et des populations et mettre en place, à travers une approche participative, des actions pilotes d'adaptation dans les domaines de la gestion intégrée des ressources en eau, du pastoralisme et de la fertilité des sols. AGRHYMET est appuyé dans ce projet par des agences nationales d'exécution, Environnement Canada et l'Université du Québec à Montréal. Au terme de l'exécution de ce projet : (i) les bases de données thématiques régionales du CRA ont été mises à jour et leur gestion renforcée ; (ii) les connaissances sur les productions agricoles et les ressources en eau de surface ont été actualisées ; (iii) des cadres des pays membres du CILSS ont été formés aux méthodologies d'études sur les changements climatiques (impacts, vulnérabilité, stratégies d'adaptation) ; (iv) les impacts des changements climatiques sur les ressources en eau et sur les productions agricoles ont été évalués ; (v) des projets pilotes d'adaptation ont été mis en œuvre à travers une approche participative dans le domaine de la gestion intégrée des ressources en eau, du pastoralisme et de la fertilité des sols en étroite collaboration avec les populations rurales. Les projets pilotes ont permis d'une part, de mieux connaître à l'échelle du terroir les différents impacts et mesures mises en place vis-à-vis des variabilités climatiques passées et d'autre part, de dégager des stratégies d'adaptation pouvant être facilement mises en œuvre par les populations elles-mêmes.

b) Le projet HYCOS-AOC. L'Autorité du Bassin du Niger et le Centre AGRHYMET exécutent depuis janvier 2000 la phase pilote de HYCOS-AOC qui est la composante Afrique de l'Ouest du système d'observation du cycle hydrologique mondial (WHYCOS) de l'Organisation Mondiale de la Météorologie. Elle couvre 11 pays. L'objectif du projet HYCOS-AOC est de créer un système d'information sur les ressources en eau de surface en mettant en place un mécanisme de collecte et de transmission de données, fournissant en temps réel ou quasi-temps réel, l'information sur la disponibilité des ressources en eau de surface dans la sous région. La pertinence d'un tel mécanisme consiste à contribuer à une meilleure gestion des ressources en eau, l'échange d'informations entre les pays du même bassin hydrographique et à donner l'alerte en cas d'inondation/déficit d'écoulement. Des fonds sont en train d'être collectés en vue de l'extension du projet à tous les pays de la sous région à travers une approche par bassin (Niger-HYCOS, Volta- HYCOS, Sénégal-HYCOS, Lac Tchad- HYCOS,...) pour une période d'au moins cinq années. S'agissant du projet Niger-HYCOS, sa première phase d'exécution a pris fin en septembre 2010 et le document de sa deuxième phase est en bonne voie.

c) Le processus PRESAO (Prévisions Saisonniers en Afrique de l'Ouest au Cameroun et au Tchad) mis en place en 1998 par le consortium ACMAD-AGRHYMET-ABN. Ce processus fournit des prévisions qualitatives de la saison des pluies pour la période de juillet à septembre et des écoulements des cours d'eau pendant la période des hautes eaux. A travers une classification d'indices observés, on dira avec une certaine probabilité que la saison des pluies sera déficitaire, normale ou excédentaire, ou encore que l'hydraulicité d'un fleuve sera faible, moyenne ou forte. Le processus PRESAO œuvre dans sa zone d'intervention pour la réduction de la vulnérabilité à la variabilité du climat. Les informations fournies permettront de prendre des mesures qui s'imposent pour une meilleure gestion de la ressource en eau et la planification dans les secteurs vulnérables à la sécheresse et à l'inondation.

d) Le programme AMMA (Analyse Multidisciplinaires de la Mousson Africaine et ses impacts) est un programme international de recherche qui est en train d'être mis en œuvre par la communauté internationale scientifique. Le programme AMMA a deux buts principaux : améliorer la compréhension de la Mousson Ouest Africaine (MAO) et de son influence sur l'environnement physique, chimique et la biosphère aux échelles régionale et globale d'une part, et produire les connaissances qui permettront de relier la variabilité du climat aux problèmes de santé, des ressources en eau et de la sécurité alimentaire pour les nations d'Afrique et définir les stratégies de surveillance appropriées d'autre part.

e) L'initiative Grande Muraille Verte. Face aux défis environnementaux liés en grande partie aux changements climatiques et aux effets récurrents de la désertification, l'Afrique et en particulier l'Afrique au Sud du Sahara est condamnée à faire front. L'initiative Grande Muraille Verte, projet transcontinental, initié par la CEN-SAD et endossé par l'Union Africaine est une réponse de l'Afrique. Elle repose sur une approche concertée, multisectorielle mettant en synergie des actions de lutte contre la désertification, la pauvreté et le changement climatique. L'initiative GMV a pour objectif global : (i) la contribution à la lutte contre l'avancée du désert (ii) la mise en valeur intégrée des zones dégradées du sahel en vue d'une gestion durable des ressources naturelles et (iii) la lutte contre la pauvreté. Les effets et impacts attendus sont, entre autres, la réduction de l'érosion des sols, la restructuration des sols dégradés, l'accroissement du taux de reforestation des pays traversés par la GMV, la relance, le développement et la diversification de l'agriculture et de l'élevage, la restauration, la conservation et la valorisation de la biodiversité végétale et animale, l'accroissement de la couverture des besoins locaux en produits forestiers et l'amélioration du niveau de vie et de la santé.

4.4.2- Réponses au niveau national

Au niveau national, outre la signature et la ratification d'un certain nombre Conventions et accords internationaux l'Etat tchadien a eu à entreprendre des actions visant à atténuer les émissions des GES et à permettre à la population de s'adapter aux effets des changements climatiques. Quelques unes de ces actions sont ci-après citées.

a) Adoption de la Stratégie de croissance et de Réduction de la Pauvreté (SNRP)

En 2008, le Gouvernement a révisé la SNRP1 qui a pris le nom de la Stratégie Nationale de Réduction de la pauvreté phase 2 (SNRP II), considérée désormais comme le cadre de référence de la politique gouvernementale et le lieu de convergence de tous les efforts pour lutter contre la pauvreté et atteindre les OMD auxquels le Tchad a souscrit. La SNRP2 a retenu 5 axes stratégiques dont la valorisation du potentiel de croissance du secteur rural, étroitement liée aux conditions climatiques. Il s'agit ici à la fois d'accroître la capacité de production et les revenus des producteurs et des populations rurales et de restaurer l'équilibre écologique par une meilleure gestion des ressources naturelles. Ce sont ces objectifs qui dominent les stratégies applicables aux sous-secteurs : l'agriculture, l'élevage, la pêche et l'environnement. Des stratégies ont été développées pour chacun de ces sous-secteurs.

- **La stratégie agricole.** Elle est axée sur la sécurité alimentaire, l'intensification des cultures, la diversification des produits (arachide, gomme arabique, fruits et légumes, racines et tubercules) et la relance de la production cotonnière. Les moyens de la mise en œuvre de cette stratégie reposent sur (i) des interventions publiques plus efficaces, notamment la relance de la recherche, de la production de semences et de la vulgarisation, (ii) une politique axée sur la réorganisation et la promotion des organisations des producteurs et le secteur privé dans la perspective du désengagement progressif de l'Etat, (iii) la promotion d'une petite irrigation gérable par les producteurs eux-mêmes ou leurs groupements, et (iv) la mise en œuvre de la feuille de route pour la restructuration de la CotonTchad.
- **La stratégie de l'élevage.** Elle vise : (i) le renforcement des acquis en matière de santé animale, notamment le nombre et compétence des vétérinaires publics ; développement des services de proximité (vétérinaires privés et auxiliaires) ; (ii) une meilleure exploitation des ressources pastorales (hydraulique pastorale couplée avec la mise en place de cadres de concertation pour une gestion rationnelle des ressources) ; (iii) la modernisation progressive des techniques d'élevage et de transformation (coopération avec le secteur privé pour le développement de l'embouche et d'une transformation locale des produits du secteur) ; et (iv) la promotion de l'aviculture et de l'élevage des petits ruminants, deux activités accessibles aux populations les plus pauvres.
- **La stratégie de la pêche.** Elle consiste à tester et promouvoir des méthodes permettant à la fois d'optimiser la gestion du secteur et d'améliorer la commercialisation du poisson. C'est dans cet esprit que le gouvernement a lancé le projet de développement de la pêche (PRODEPECHE) devant encourager l'élaboration des plans d'aménagement intégrés pour assurer la durabilité de la ressource halieutique.
- **La stratégie de protection de l'environnement.** Dans un pays menacé par la déforestation, la désertification et un déclin de la fertilité des sols les plus productifs, cette stratégie vise à garantir la pérennité des ressources sur lesquelles l'économie rurale est bâtie. Une meilleure connaissance du potentiel et du rythme de sa dégradation est indispensable pour la définition d'une stratégie et de programmes et projets efficaces.

b) L'adoption du Schéma Directeur de l'Eau et de l'Assainissement du Tchad (SDEA)

Le Schéma Directeur de l'Eau et de l'Assainissement (SDEA) constitue un cadre stratégique et multisectoriel d'orientation pour la mise en valeur durable et la gestion des ressources en eau du Tchad en vue de satisfaire les besoins de base des populations et d'assurer le développement économique et social du pays, dans le respect de son environnement. Il répond aux objectifs fixés par l'État tchadien pour la réduction de la pauvreté et s'avère cohérent, en fonction de l'horizon 2015, avec les objectifs du Millénaire pour le développement (OMD) tels que précisés et complétés lors du Sommet Mondial pour le Développement Durable de Johannesburg.

Le SDEA constitue un instrument de référence adaptatif pour tous les acteurs internes et externes qui interviennent ou interviendront au Tchad dans le secteur de l'eau. Les principaux axes sont :

- une analyse détaillée de la situation actuelle pour tirer les leçons d'expérience des projets et approches du passé;
- la nouvelle politique de l'eau au Tchad;
- les stratégies générales de mise en œuvre retenues pour le développement durable de chacun des sous-secteurs liés à l'eau ainsi que des stratégies générales retenues pour les mesures d'accompagnement.

c) L'adoption du Schéma Directeur de l'Agriculture (SDA). Un autre programme sectoriel visant à concrétiser certains objectifs de la SRNP est le SDA dont le but est de contribuer à l'augmentation durable de la production agricole dans un environnement préservé et sécurisé. Plus spécifiquement, le SDA assurera la sécurité alimentaire, l'augmentation des revenus et la création des emplois notamment en milieu rural, l'amélioration durable du niveau et de la qualité de vie des ruraux.

d) L'adoption des plans d'action nationaux relatifs à la protection de l'environnement. L'Etat tchadien a adopté plusieurs plans d'action dans le cadre de la mise en œuvre des conventions relatives à l'environnement dont il est signataire. Il s'agit notamment du plan d'action national pour la conservation de la diversité biologique (PAN-CDB), de la lutte contre la désertification (PAN-LCD), du plan national d'action pour l'environnement (PNAE) et du PANA. la mise en œuvre de ces différents plans d'action pourrait permettre de résoudre certains problèmes liés à l'environnement et aux changements climatiques.

e) L'institution de la semaine nationale de l'arbre. La semaine nationale de l'arbre a été instituée depuis le début des années 1970 a permis de mettre en terre des milliers de plants chaque année, ce qui contribue en partie à la lutte contre la désertification.

f) La mise en œuvre du Programme National Gaz. Le lancement en 2000 à N'Djamena du Programme National Gaz qui a fait suite au Programme Régional Gaz du CILSS vise à remplacer l'emploi de combustibles ligneux par l'utilisation du gaz butane.

g) **La mise en œuvre du projet ‘Conservation et utilisation durable de la biodiversité dans le Moyen-Chari.** Ce projet vise à réhabiliter le Parc National de Manda dégradé par les activités humaines.

h) **La mise en œuvre du Programme National de Développement de la Ceinture Verte pour la ville de N’Djaména.** Couvrant une superficie d’environ 800 ha, cette ceinture verte vise à favoriser la restauration du couvert végétal et du potentiel productif des terres dégradées de la zone d’intervention. Ce projet devrait être étendu dans d’autres villes du pays.

4.5- Stratégies d’Adaptation

L’adaptation du Tchad aux changements climatiques a déjà fait l’objet de deux études. Elaboré selon un processus participatif à travers des ateliers régionaux organisés dans les trois grandes zones climatiques (saharienne, sahélienne, soudanienne) du pays, le Plan d’Action National d’Adaptation (PANA) a dressé une liste de dix (10) options potentielles prioritaires d’adaptation traduits en projets.

Auparavant, la Communication Nationale Initiale (CNI) avait, quant à elle, identifié des mesures dont certaines ont été reprises par le PANA. Toutes ces options s’accordent avec les objectifs et les priorités de la Stratégie Nationale de Réduction de la Pauvreté (SNRP) qui constitue l’épine dorsale de la politique du Gouvernement. La SNRP préconise en effet la protection de l’Environnement par une meilleure gestion des ressources naturelles, la diversification de la production du monde rural, la lutte contre l’insécurité alimentaire, l’amélioration des conditions de vie des groupes vulnérables.

La présente étude reprend les propositions pertinentes des premières études pour les compléter en se focalisant sur les secteurs Agriculture / Elevage, Ressources en eau, Foresterie, Habitat et Santé humaine.

4.5.1- Les options

4.5.1.1- Approche PANA

➤ Pratiques traditionnelles

Les stratégies ont été répertoriées lors du processus de l’élaboration du PANA (2009). Elles sont basées sur des pratiques traditionnelles en réponses aux risques climatiques notamment la sécheresse et l’inondation. Ces pratiques consistent aux :

- Techniques de conservation de céréales ;
- Utilisations des tubercules des plantes forestières pour la subsistance ;
- Pratiques de la cueillette et de la chasse ;
- Repérages des gîtes de poissons surtout des silures ;
- Préparations de poisson et sa conservation dans une marmite à enterrer à une profondeur d’un mètre au maximum du sol pour une période de 6 mois à un an ;
- Dispersions du bétail dans plusieurs endroits pour éviter une mort collective ;
- Stockages de foin et fourrage aérien ;

- Transhumances des éleveurs ;
- Constructions sur pilotis des greniers surélevés ;
- Constructions des digues sur le passage de l'eau ;
- Extractions des termitières pour approvisionnement en céréales des stocks par les fourmis ;
- Pratique de soins traditionnels à partir des feuilles de plantes et cérémonies rituelles pour guérir certaines maladies ;
- Conservations de l'eau dans les jarres enfouies ;
- Déplacements des personnes ;
- Stockages et conservations des dattes dans les grottes et fûts ;
- Stockages et conservations des dattes dures ;
- Stabilisations de la dune par les feuilles du palmier dattier ;
- Immobilisations des dromadaires pour lutter contre les piqûres des scorpions pendant un laps de temps ;
- Organisations de la pâture pendant les nuits ;
- Refuges dans les grottes.

➤ Options modernes d'adaptation identifiées par PANA

Le PANA a identifié un certain nombre d'options d'adaptation aux changements climatiques, lesquelles sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 83: Options d'adaptations identifiées par secteur et sous secteur

Secteur/sous secteur	options
Ressources en eau	Maîtrise et gestion de l'eau
Agriculture	<ol style="list-style-type: none"> 1. Développer des cultures intensives adaptées et diversifiées ; 2. Encourager les cultures maraîchères ; 3. Mettre en place l'élaboration, la diffusion et la pérennisation des calendriers culturaux ; 4. Vulgariser les techniques de transformation et conservation des produits agricoles ; 5. Mettre en place d'une structure intégrée (service phytosanitaire-météorologie) pour la surveillance acridienne et autres maladies climato sensibles ; 6. Réaliser des ouvrages de défense et restauration des sols pour le développement des activités agricoles ; 7. Promouvoir et vulgariser les nouvelles techniques agroforestières : régénération naturelle assistée (RNA) ;
Elevage	<ol style="list-style-type: none"> 1. Valoriser les sous produits agroindustriels (tourteaux, bagasse, dresh, etc.) et résidus agricoles pour l'alimentation du bétail ; 2. Promouvoir l'élevage périurbain ; 3. Domestication de certaines espèces ; 4. Créer et vulgariser les banques fourragères ;

	<ol style="list-style-type: none"> 5. Revoir les couloirs de transhumance et les zones de pâturages intercommunautaires ; 6. Création et vulgarisation des banques fourragères 7. Valoriser le savoir et savoir-faire endogènes en matière de santé animale.
Santé humaine	<ol style="list-style-type: none"> 1. Valoriser le savoir et savoir-faire endogènes en matière santé humaine ; 2. Alerte précoce sur les épidémies associées aux variabilités et changements climatiques ;
Ecosystèmes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identification et vulgarisation des espèces adaptées 2. Promotion de l'agroforesterie notamment la Régénération Naturelle assistée (RNA).
Paysages et infrastructures	<ol style="list-style-type: none"> 1. Construire des infrastructures de défense contre les inondations dans les zones périurbaines ; 2. Promouvoir la fabrication des briques en terre stabilisée
Energie	Vulgarisation des énergies de substitution (charbon vert, biogaz, etc).
Institution	Observatoire sur les changements climatiques et des Politiques d'Adaptation ;
Hydroclimatologie	Améliorer de la prévision saisonnière climatique des précipitations et des écoulements
Education/Communication	Education, information et sensibilisation à l'adaptation aux changements climatiques

Source : PANA, 2009

➤ Approche basée sur l'Enquête de Vulnérabilité Structurelle du Tchad (EVST)

Les stratégies adoptées par les ménages varient en fonction des ressources du milieu naturel (Physique et climatique) et les capacités locales de leur mise en valeur. En conséquence, les Stratégies adoptées par les ménages pour faire face aux chocs subis sont diversifiées et visent à fournir une réponse ponctuelle aux effets engendrés (EVST, 2009). Cependant, certaines des stratégies de survie, pratiquées par les ménages tchadiens, sont incompatibles et portent atteinte aux valeurs humaines. Il s'agit entre autre de la stratégie qui consiste à réduire la quantité des repas et le nombre de repas par jour ou même la baisser la qualité de repas (tableau...). Le Tableau ci-après donne les proportions des ménages ruraux et urbains ayant pratiqué des stratégies d'adaptation.

Tableau 84 Répartition des ménages suivant les principales stratégies d'adaptation

Stratégies adoptées	Proportion (en termes de réponses)	Proportion (en termes de ménages concernés parmi ceux ayant subi un choc)
Baisse de la quantité des repas	12,8%	29,6%
Changement des habitudes alimentaires	11,6%	26,8%
Emprunt familial inhabituel	9,2%	21,3%
Baisse du nombre de repas	7,5%	17,4%
Baisse de la qualité des repas	6,6%	12,2%
Passer des journées sans manger	3,5%	8,1%
Réduction des dépenses alimentaires	2,9%	6,7%
Vente des biens productifs	2,9%	6,7%
Déstockage inhabituel du bétail	2,6%	6%
Emprunt usurier	2,1%	4,8%

Source : EVST, 2009

Eu égard au caractère récurrent des phénomènes et événements générateurs de chocs, des mesures alternatives doivent être prises et mises en place progressivement. Bien que les ressources naturelles soient inégalement réparties à travers le pays, il n'en demeure pas moins nécessaire d'envisager une diversification et une extension des mécanismes permettant, surtout aux populations rurales, de se prendre en charge dans des conditions difficiles, quand elles le peuvent.

4.5.1.2- Autres options potentielles

4.5.1.2.1- Secteur Agriculture / Elevage

En tirant la conclusion de l'impact des changements climatiques dans un contexte de diminution de précipitations et d'augmentation des températures, il faut s'attendre au pire des scénarios compte tenu des incertitudes qui entourent les sorties des modèles. Dans le secteur de l'Agriculture très fragilisé par des années de sécheresse, il est nécessaire de mettre en place des mesures cohérentes suffisamment ouvertes et souples pour une gestion durable en vue de faire face aux situations qui pourraient se présenter.

S'agissant de l'agriculture, il est convenable de distinguer clairement parmi les mesures d'adaptation à être mises en œuvre celles qui sont pour les cultures pluviales et pour les cultures irriguées.

✓ **Cultures pluviales**

La vulnérabilité de la production agricole au Tchad est liée à la forte dépendance des cultures aux aléas climatiques. Dans le contexte des changements climatiques où les précipitations seront de moins en moins importantes, il paraît urgent de mettre en place des mesures ci-après pour faire face aux effets néfastes.

- Redéfinir les zones agro-climatiques et ré-évaluer la structure des cultures de façon à limiter les cultures les plus exigeantes aux zones ayant les plus grandes potentialités en sols (bonne fertilité) et conditions climatiques favorables ;
- Renforcer la défense et la restauration des sols contre la dégradation liée aux événements extrêmes (inondation et sécheresse) par la mise en place des ouvrages tels que la construction des digues, des barrages, des demi-lunes des zaï et autres dispositifs anti-érosifs ;
- Elaborer et diffuser les calendriers prévisionnels des cultures pour l'exécution des différentes opérations agricoles suivant les zones bioclimatiques. Semer lors des conditions météorologiques favorables afin de profiter au maximum des pluies ou des périodes d'ensoleillement. Une meilleure connaissance de données météorologiques est donc nécessaire afin d'être à même de prévoir de façon assez fiable le temps pour la prochaine saison de culture ;
- Appliquer de manière rationnelle les fertilisants chimiques en combinaison avec les engrais organiques surtout les azotés. L'utilisation de tout intrant doit se faire dans le but d'augmenter le rendement des cultures tout en préservant l'environnement de la dégradation et de la pollution ;
- Utiliser les variétés de cycles courts qui s'adaptent à la durée des périodes humides et des facteurs de production tels que matières organiques et azoté ;
- Promouvoir et encourager l'intensification des cultures en procédant à la production et la distribution des semences de qualité et assurer une distribution plus efficace des intrants agricoles à toutes les régions agricoles et pour tous les types de culture ;
- Sensibiliser les producteurs à diversifier les cultures par le développement des plantes à racines et tubercules (manioc, igname, patate). Ce type de culture peut donc aider les familles paysannes à mieux gérer les pénuries en période de soudure et réduire leur vulnérabilité face aux extrêmes climatiques ;
- Encourager la production arachidière qui dispose d'un marché national et régional important et se développe déjà à un rythme rapide tant dans la zone soudanienne que dans la zone sahélienne (SNRP2, 2008) ;
- Mettre en place le système d'assurance des agriculteurs face aux catastrophes naturelles afin d'aider les agriculteurs en périodes de sécheresse importante ou lors d'inondations qui affectent irrémédiablement les cultures.

- Relancer la filière du coton qui est la principale source de revenu monétaire pour 350.000 familles paysannes, donc plusieurs millions de tchadiens (SNRP2, 2008).
- Utilisation des variétés améliorées et adaptées aux conditions agro-climatiques du pays. Les travaux de sélection des variétés et d'amélioration génétique en cours par les institutions de recherche sont très importants et doivent continuer. Il faudrait promouvoir la recherche vers des plantes plus résistantes aux changements (chaleur, humidité, fréquence des maladies...).
- Dans le domaine de la protection des végétaux, promouvoir la lutte intégrée des cultures en tenant compte des recommandations de la FAO sur les pesticides et des mesures de contrôle biologique.

✓ **Systèmes d'irrigation et cultures de contre saison**

Le système d'irrigation et les cultures de contre saison (bérébéré et légumes) sont l'une des réponses possibles aux variabilités et changements climatiques. En dehors de quelques aménagements rizicoles réalisés dans les casiers A, B, C respectivement à Biliam Oursy, à Bongor et à Doba et les périmètres irrigués de Satégui Dérréssia et également la culture maraichère sur la rive des cours d'eau, les cultures irriguées et de contre saison restent marginales par rapport aux potentialités que dispose le Tchad avec 5,6 millions d'hectares irrigables, dont 335.000 ha facilement irrigables (SNRP II, 2008).

L'augmentation récente des surfaces irriguées mérite d'être encouragée. La culture de bérébéré et d'autres cultures de contre saison doivent être développées en augmentant le rendement par l'utilisation des intrants. Cette approche permettra de réduire la vulnérabilité des populations soumises aux effets des sécheresses ou des inondations une année sur trois. Pour la maîtrise et la gestion rationnelle de l'eau, il convient d'utiliser le système d'irrigation goutte-à-goutte particulièrement dans l'horticulture et la canne à sucre. Outre cela, d'autres options ci-après nécessitent d'être préconisées.

- **le recensement de l'agriculture et le recensement du bétail.**

Ces deux mesures importantes de portée générale sont en voie de mise en œuvre dans l'ensemble du pays. Bien menés ces travaux donneront une bonne vision du secteur et fourniront aux techniciens et décideurs les paramètres qui font actuellement défaut dans la conception des interventions appropriées visant à assurer l'optimisation des activités et leur durabilité. Aujourd'hui, ni l'effectif ni la structure du cheptel tchadien n'est connue.

Les données dans ce sous-secteur découlent d'extrapolations faites à partir des résultats du recensement de 1976. Le sous-secteur agriculture est mieux loti : les productions annuelles des diverses spéculations et les superficies emblavées font l'objet d'enquêtes. L'inventaire initial des gaz à effet de serre a cependant noté plusieurs données manquantes : ratios grains / paille, utilisation des résidus des récoltes, portion brûlée sur site, etc. L'urgence des recensements précités n'est donc pas à démontrer. Il faut espérer qu'ils combleront les lacunes constatées.

- l'acquisition et le développement des modèles de simulation des productions pour éclairer les réactions des cultures à l'accroissement de la concentration atmosphérique du CO₂ et aux effets des changements climatiques.
- Grâce à ces modèles, l'agriculture tchadienne pourrait devenir plus scientifique et serait mieux gérée dans les circonstances difficiles et changeantes.
- le développement par la génétique de variétés végétales et animales plus résistantes au stress hydrique et performantes du point de vue rendement.
- la lutte contre l'érosion et l'aménagement des bassins versants ainsi que la lutte contre l'ensablement des bas-fonds.

L'érosion (hydrique ou éolienne) est une vraie menace contre les sols du pays. On remarque de larges plages de sols nus dans plusieurs régions dues à l'érosion mais aussi au compactage consécutif aux piétinements des animaux.

Dans les régions comme le Kanem, arbres et arbustes qui devraient constituer des remparts contre l'ensablement sont déchaussés et terrassés par le vent. Les ouaddis, bas-fonds au sol limoneux, seuls endroits où peut se pratiquer l'agriculture ou l'arboriculture, sont menacés d'ensablement s'ils ne sont pas déjà remplis de sable inculte.

Les techniques de protection, de restauration et de fertilisation des sols existent : les techniques basées sur l'emploi des banques fourragères, des légumineuses de couverture du sol, des cultures en allée utilisant les légumineuses herbacées ou ligneuses, les jachères améliorées etc. sont à la portée des producteurs car elles ne nécessitent pas d'investissements coûteux. Elles ont déjà de nombreux adeptes au Tchad :

- Les haies vives avec des arbustes locaux tels qu'Acacia ataxacanta, acacia nilotica, Acacia tomentosa, Bauhinia rufescens, Parkinsonia aculeata, Prosopis juliflora, Ziziphus mauritiana, coupés tous les ans à un mètre de hauteur.
- Les défrichements raisonnés : les souches d'arbres utiles sont généralement laissées lors du défrichage. Les rejets sont systématiquement coupés pendant les cultures et protégés au cours des années de jachères. Ce type de pratique est particulièrement apprécié dans les zones densément cultivées et dégradées.
- la création des parcs à Acacia albida : l'utilité de l'Acacia albida qui perd ses feuilles pendant la saison des pluies et dont les gousses sont appréciées par le bétail est bien connue par les paysans de certaines régions du pays.

Par leur apport en matières azotées, les parcs à *Acacias albida* constituent un moyen de lutte contre la baisse de la fertilité des sols. Répandus dans le Nord-Cameroun et dans le Mayo-Kébbi, ces parcs peuvent être utilement généralisés dans les zones de cultures du Tchad sahélien et méridional. Après l'arrêt vers la fin des années 1970 d'un grand projet de plantation d'Acacia albida, des ONG ont pris le relais de façon localisée. Ces initiatives devraient être appuyées et développées.

- **Les jachères améliorées de courte durée (deux à trois ans)**

La recherche a recommandé deux types de jachère :

- la jachère améliorée avec des légumineuses herbacées et non pâturée est destinée à la fertilisation des sols ;
- la jachère pâturée par les animaux assure le maintien de la fertilité des sols.

Les premières diffusions des jachères améliorées n'ont concerné au départ que les jachères non pâturées. Les ligneuses ci – après ont eu du succès chez les producteurs au Tchad : *Dolichos lablab* pour les sols fertiles, *Mucuna pruriens*, *Vigna unguiculata* (niébé fourrager) ou *Stylosanthes hamata* qui est bisannuelle, *Calopogonium mucunoides*. L'effet de ces légumineuses en jachère sur les rendements agricoles sont appréciables. D'après J. N'Gamine, 1995, l'augmentation des rendements est de l'ordre de 15 à 25 % pour *Calopogonium mucunoides*.

- **L'utilisation des matières organiques transformées (Compost, Fumier)**

L'intégration de l'agriculture et de l'élevage dont les mérites sont connus et vantés passe par la valorisation des résidus de récolte et des déjections animales grâce au fumier et au compost.

Le compost et le fumier sont des matières organiques évoluées qui, lorsqu'elles sont utilisées correctement donnent des rendements très appréciables. Selon les données de la Direction de la Statistique Agricole et de l'Office Nationale de Développement Rural, les rendements moyens des deux principales cultures au Tchad (le sorgho pour l'alimentation de base et le coton, principale culture d'exportation) sont respectivement de 0,64 tonne/ha et 0,60 tonne/ha entre 1988 et 1996. Un taux élevé d'adoption généralisé de ces technologies pourrait accroître sensiblement les productions agricoles. En restant au plus faible niveau d'amélioration qui est de 15%, on augmenterait la production de sorgho de 157 500 tonnes à 181 125 tonnes en 1995/96.

Les ressources fourragères déjà dégradées par des sécheresses récurrentes le seront d'avantage avec les effets des changements climatiques. Cette situation sera exacerbée par la dégradation des sols et l'avancée du désert mettra en péril la vie du bétail. Le système pastoral très affecté par le surpâturage lié à la croissance du bétail et les conditions climatiques qui perturbent sérieusement le mouvement saisonnier des éleveurs transhumants qui font des descentes de plus en plus précoces sur les zones agricoles. Pour faire face en partie à cette situation, quelques mesures méritent d'être préconisées :

- Cultiver des espèces fourragères dans les zones avec moins de potentialités agricoles. La recherche avec le maïs hybride, *Johnson Grass*, *Sorghum Halepense* et autres espèces doivent être développée comme alternative. Ces espèces peuvent aider dans le contrôle de l'érosion et augmenter la production fourragère. Une importance plus grande accordée à la production fourragère, peut contribuer au revêtement de la couverture végétale et à la conséquente réduction de transport solide, ce qui favorise la recharge des aquifères ;
- Développer et intensifier l'élevage dans les zones arides ;
- Valoriser les cultures alternatives telles que le haricot et l'arachide ;

- Construction des réservoirs avec capacité de captation et emmagasinage des excédents d'eau d'écoulement superficiel provenant des pluies et leur postérieure utilisation dans les activités agraires et d'élevage, tel que l'irrigation de compensation et l'abreuvement des animaux ;
- Adéquation de l'effectif d'élevage aux potentialités fourragères ;
- sensibilisation sur l'utilisation des complémentarités alimentaires telles que les sous produits agro-alimentaires et agricoles, les résidus de récoltes ;
- Plantation et diffusion des graminées vivaces et des légumineuses dont le pouvoir germinatif est adaptatif et fort, pouvant être de nature à améliorer la qualité et la quantité des pâturages ;
- Le fourrage amélioré. Même si la transhumance est une stratégie éprouvée d'adaptation au changement climatique, celle-ci ne peut durer, sous sa forme connue, dans le contexte changeant et aléatoire actuel qui engendre une rude compétition pour l'utilisation de l'espace. Un début d'intensification s'impose à moyen ou long terme. Le fourrage amélioré, notamment par certaines légumineuses fourragères telles que *Stylosantes hamata*, *Vigna unguiculata* par exemple constitue une alternative à la transhumance. Cependant, à court terme il convient de définir par des techniques spatiales (télédétection et Système d'Information Géographique) les couloirs optimaux de transhumance et les meilleurs schémas d'utilisation des sols. Cela permettra de résorber les conflits agriculteurs /éleveurs ;
- La formation – information des producteurs avec leur implication dans le transfert des connaissances techniques devra recevoir l'attention nécessaire parce que sa contribution est essentielle pour la permanence et la durabilité des systèmes.

4.5.1.2.2- Secteur Ressources en eau

Les ressources en eaux de surface et souterraines sont abondantes mais fragiles. Le pays compte de nombreux cours d'eaux et lacs et la nappe phréatique est facilement accessible même dans une partie du désert. Malheureusement, la plus grande étendue d'eau, dont il porte le nom - le lac Tchad- est menacée de disparition au point qu'un mégaprojet de transfert des eaux inter-bassins pour l'alimenter est en cours d'étude. Ce projet porté par tous les Etats riverains du lac doit, comme l'a dit la CNI, faire l'objet d'une analyse minutieuse pour ne pas se transformer en une mesure de mal adaptation.

Le lac Tchad comme le système Chari-Logone dont il dépend largement sont transfrontaliers et donc sont sollicités par plusieurs Etats pour divers usages dont principalement l'irrigation. Les besoins en la matière risquant d'aller croissant, les pays du bassin du lac Tchad doivent renforcer leur capacité de gestion de l'eau et entreprendre des études faisant appel à des scénarios climatiques pour déterminer les besoins et la rentabilité de l'irrigation. Le développement des modèles d'utilisation optimale de l'eau et du sol dans les activités agro-sylvo-pastorales en fonction des zones agroclimatiques contribuerait à rompre le fataliste lien entre l'agriculture et les aléas climatiques sans mettre en danger les ressources en eau.

4.5.1.2.3- Secteur Foresterie

Des mesures drastiques ont été prises récemment dans le but de diminuer la pression anthropique sur les espèces ligneuses : interdiction de la carbonisation et interdiction de l'abattage du bois vert. Ces mesures qui sont à saluer, même si elles imposent une transition brutale dans le mode de consommation énergétique des ménages, devraient être accompagnées d'une véritable offre abordable de sources d'énergie alternatives.

L'utilisation de l'énergie solaire dans la cuisson des aliments par exemple, pourrait être encouragée. Elle nécessite (au préalable) la mise au point de matériels culinaires adaptés et peu chers et de méthodes de préparation des mets locaux.

La gestion des aires protégées fait depuis longtemps l'objet d'efforts remarquables avec l'aide de la coopération étrangère : réhabilitation du parc national de Zakouma, projet de réhabilitation du parc de Manda, inscription de Ouadi Arché au patrimoine de l'Humanité, etc. L'exemple de la création du nouveau parc de Binder-Léré est à suivre, le Parc de Sena Oura . Elle émane d'une initiative de la population locale elle-même, organisée dans des instances de décision et d'aménagement du territoire qui ont suivi un long processus de maturation avec l'appui de la coopération allemande. Les conflits d'intérêts et d'usage observés entre les autres parcs nationaux et leurs riverains constituent de véritables menaces envers ces aires protégées. Le parc de Binder-Léré devrait échapper à ce risque.

Le Tchad à l'instar d'autres pays sahéliens s'est engagé dans la réalisation de la grande « muraille verte », plantation d'arbres depuis le Sénégal jusqu'à Djibouti sur quinze kilomètres de largeur. Cette œuvre gigantesque si elle aboutit, avec l'implication des populations, pourrait participer à l'inversion des tendances à la dégradation des sols et à l'avancée du Sahara.

4.5.1.2.4- Secteur Habitat

Il faut répondre à un double défi :

- assurer le confort dans les maisons pendant les canicules récurrentes que connaît le pays ;
- assurer la résistance des maisons quand surviennent les inondations.

L'habitat traditionnel (mur en terre crue, toit de paille) qui semble adapté aux fortes températures est très vulnérable aux intempéries telles que pluies abondantes ou vents violents. C'est pourquoi, ceux qui le peuvent s'investissent dans la coûteuse construction de maisons en blocs de ciment ou en briques cuites très consommatrices d'énergie avec des toits de tôles.

Ces bâtiments constituent de véritables fours où les médecins déconseillent de dormir pendant les grosses chaleurs.

Il faut noter que les populations des différentes zones climatiques ont développé un savoir-faire certain dans l'utilisation des matériaux facilement disponibles (son de riz, gomme arabique, etc.) pour augmenter la résistance des briques en terre crue. Il existe par ailleurs des techniques modernes peu gourmandes en ciment et en énergie comme les briques en terre stabilisée. Toutes ces techniques devraient faire l'objet de recherche avec pour objectif la mise à disposition de procédés et matériaux peu coûteux pour un habitat sain et confortable.

La paille étant devenue une ressource qui se raréfie à cause de la compétition entre éleveurs partisans des feux de brousse précoces favorisant la repousse des espèces herbacées et les utilisateurs de ces plantes comme matériaux de construction, la recherche d'arbitrages ou de solutions de rechange devient une nécessité.

Il est clair par ailleurs que la salubrité et la durabilité des habitations ne peuvent être assurées sans une gestion commune des déchets tant solides que liquides et un système efficace d'évacuation des eaux de pluie. Les efforts déployés dans la capitale pour améliorer le système d'évacuation des déchets solides et dans la construction des caniveaux d'évacuation des eaux pluviales est un signe indicateur de la prise de conscience, par les décideurs, de l'importance du problème. Ces efforts remarqués dans les plus grandes agglomérations devraient être généralisés à l'échelle du pays.

4.5.1.2.5- Secteur Santé humaine

Prémunir la population contre les maladies liées aux phénomènes climatiques défavorables, tel est le problème. Ces maladies peuvent provenir d'extrêmes climatiques diamétralement opposés comme les vagues de chaleur et les vagues de froid, les sécheresses et les inondations, ou simplement d'une augmentation graduelle de la température ou de l'humidité. Dans un contexte aussi incertain, équiper les centres de santé et les rendre accessibles géographiquement et financièrement à toute la population est une nécessité.

L'on peut d'ores et déjà penser qu'il faut augmenter l'effort de protection contre les maladies cardiovasculaires, les maladies provoquées par les vecteurs dont la prolifération peut être favorisée par l'augmentation de la température et de l'humidité, les maladies dues à une baisse brusque de la température ainsi que les maladies liées à l'eau.

Accroître l'accès à l'eau potable et à un logement décent dans un environnement assaini est une mesure d'adaptation en matière de santé humaine.

**Cinquième Partie : Autres Informations Visant les
Objectifs de la Convention Cadre des Nations Unies sur
les Changements Climatiques**

Les informations jugées utiles pour l'application de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) et ayant fait l'objet d'un développement au titre de cette communication englobent :

- L'intégration des changements climatiques dans les politiques nationales ;
- Les Besoins en Transfert de Technologie ;
- Les Besoins en Renforcement des Capacités ;
- La Recherche et l'Observation Systématique ;
- L'Education, la Formation et la Sensibilisation du Public.

5.1- INTÉGRATION DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LES POLITIQUES NATIONALES

Prenant conscience que les effets des changements climatiques peuvent constituer un frein au développement social, économique et écologique, le Tchad a élaboré des lois-cadres sur l'Environnement constituent le cadre légal général de l'action du pays en matière d'environnement. Elles permettent d'asseoir une certaine homogénéité dans la législation environnementale et de constituer un document de référence. Elles définissent les principes généraux, les règles fondamentales devant régir la protection et la gestion de l'environnement dans sa globalité, les institutions correspondantes en même temps que les grands secteurs sur lesquels devra être axée la politique nationale en matière d'environnement et de préservation des ressources naturelles.

La prise en compte de la gestion et de la protection de l'Environnement a fait l'objet des dispositions des Lois Fondamentales (Constitution) qui font obligation à l'État de «veiller à la protection de l'Environnement» et que toute personne a droit à un environnement sain ».

Ainsi on note entre autres les spécificités suivantes :

- l'existence d'institutions nationales dans le domaine de la gestion de l'environnement et de façon spécifique dans le domaine de Changements Climatiques ;
- la prise en compte des questions environnementales dans la constitution ;
- l'existence de politiques environnementales ;
- l'existence de textes spécifiques dans le domaine des Changements Climatiques;
- le reboisement de la ceinture verte de Gaoui;
- la création de la grande muraille verte.

Cette érection des changements climatiques en priorité par le Gouvernement Tchadien justifie la participation du Tchad à toutes les sessions préparatoires de la Conférence des Parties et surtout son adhésion à l'Accord de Copenhague.

5.2- BESOINS EN TRANSFERT DE TECHNOLOGIE

Le Tchad dont les capacités économiques et techniques sont limitées, il est ici question d'identifier des technologies sensées être à sa portée quant à la possibilité de les acquérir et de les mettre en œuvre. En se fondant sur les priorités nationales exprimées dans la politique du gouvernement pour le développement durable

L'identification, la hiérarchisation et l'évaluation de la rentabilité des technologies pour les quatre secteurs retenus et ayant fait l'objet des inventaires des gaz à effet de serre, à savoir : l'Energie, l'Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Foresteries, l'Agriculture/Elevage et les Déchets.

5.2.1- Identification et Evaluation des Technologies d'Atténuation des Gaz à Effet de Serre d'Adaptation aux Changements Climatiques

Le Tchad est un pays caractérisé par un faible niveau de développement technologique dans presque tous les secteurs. La présente évaluation est également orientée vers les secteurs précités.

5.2.1.1- Centrales Electriques et Groupes Electrogènes

Les cours d'eau au Tchad ne possèdent pas un potentiel énergétique suffisant étant donné qu'ils n'ont pas des débits très importants de dénivelés aménageables. Seul les chutes de Gauthiot, situées à environ 350 km au sud-ouest de N'Djaména dans la région de Binder, offrent une possibilité d'aménagement hydroélectrique dont la capacité de production annuelle est estimée entre 24 et 45 Gwh.

La centrale de N'Djaména, constituée de groupes vétustes fonctionnant au gas-oil, est la plus importante de toutes les centrales électriques de la Société Tchadienne d'Eau et d'Electricité (STEE) puisqu'elle totalise à elle seule 80% de toute la production de la société. Tenant compte de la vétusté des installations de la centrale de N'Djaména, une nouvelle centrale a été construite à Farcha/N'Djaména.

La vétusté des installations ne concerne pas que la centrale de N'Djaména, mais aussi celles des autres centres urbains. Aussi, ces centrales ne disposent pas de dispositif approprié de suivi, de contrôle et des émissions des GES.

Bien que le Tchad a commencé à exploiter ses ressources pétrolières à partir de 2003, les produits pétroliers consommés dans ce pays sont exclusivement importés des pays voisins.

L'essence est utilisée en grande partie par le secteur des transports, notamment le transport routier. Le jet est consommé dans l'aéronautique civile et militaire. Le gasoil est utilisé dans la production de l'électricité, dans le secteur des transports et dans celui de l'industrie. Le pétrole lampant et le GPL sont utilisés uniquement par les ménages pour l'éclairage et pour la cuisson des aliments.

Le développement de l'industrie pétrolière, la construction de deux centrales électriques prévues dans le cadre des activités de production et de raffinage du pétrole, et le développement des autres sous secteurs de l'industrie et du secteur des transports grâce à l'avènement pétrolier conduiront à

une augmentation des produits pétroliers et partant à un accroissement significatif des émissions des GES.

Les besoins en nouvelles technologies s'exprimeront en termes de technologies qui pourront aider le passage de la mode de production thermique à une autre beaucoup plus propre limitant au maximum les émissions des GES.

5.2.1.2- Gaz butane

Le Programme National Gaz ayant vu le jour en 2000 et qui a fait suite au Programme Régional Gaz du CILSS (1994-1998) du gaz butane connaît un certain succès malgré la rareté des gaz sur le marché. Le gaz butane connaît une utilisation très réduite et uniquement par les ménages urbains (2 %). Il sert notamment à la cuisson et, en petite partie, à l'éclairage. De nos jours, la consommation du gaz est estimée à 300 tonnes par an. Le renforcement du programme susmentionné pourrait amener la population à utiliser davantage le gaz. Ce qui pourrait réduire la consommation du bois et contribuer ainsi à la réduction des GES.

5.2.1.3 Combustibles ligneux

La principale caractéristique du secteur énergétique au Tchad est la prédominance du combustible ligneux (bois de chauffe et charbon de bois) dans le bilan énergétique national. Le combustible ligneux représente plus de 90% de la consommation totale d'énergie du pays. Sa consommation est très préjudiciable à l'environnement car elle se trouve être l'une des causes principales du déboisement dont l'ultime stade est la désertification.

Selon l'ECOSIT2, la plupart des ménages utilisent le bois ou le charbon de bois (88,5%) comme source d'énergie pour la cuisine. Dans 9,2% des cas, les ménages utilisent d'autres sources d'énergie comme la bouse de vache et seuls 2,4% utilisent l'électricité ou le gaz pour cuisiner. Du point de vue de niveau de vie, cette même source relève que les pauvres utilisent essentiellement du bois (79,0%) alors que les non pauvres partagent leur source d'énergie entre le charbon de bois et le bois (20,3% et 67,5% respectivement).

Connaissant l'effectif de la population et la consommation spécifique par personne et par an, la consommation globale est évaluée à 3.937.517 tonnes (1.575.000 Kep avec un taux de conversion de 0,4) en 1991 et 9.175.426 tonnes (3.670.170 Kep) en 2009 pour une population estimée à 11.176.000 hbt selon le deuxième recensement général de la population et de l'habitat (RGPH2) de 2009. En moins de 20 ans (18 ans), la consommation globale du bois énergie a augmenté donc de 133 %, soit plus du triple. Ce qui constitue une réelle menace pour l'environnement d'où il y a la nécessité de chercher les sources d'énergie alternatives.

5.2.1.4- Biomasse non ligneuse

La biomasse non ligneuse issue des résidus agro-alimentaires, des déchets agricoles et animaux constitue une part non négligeable du potentiel biomasse-énergie. Il s'agit des coques de coton et d'arachide, de la bagasse, des tiges de mil, du coton, du sorgho et du maïs, très importantes dans la partie méridionale du pays où se pratiquent la culture de rente et les cultures vivrières, ainsi que la bouse de vaches et de dromadaires dans la partie sahélienne. Cette biomasse ne connaît pas une utilisation comme le cas de la biomasse ligneuse, à part la bagasse et les coques de coton et

d'arachide qui sont utilisées pour la cogénération par l'industrie sucrière, l'huilerie et les usines de la Société Cotonnière du Tchad. Son utilisation pourrait, comme d'autres sources d'énergie alternative, contribuer à préserver les ressources forestières et renforcer les puits d'absorption des GES.

Dans le cas de l'utilisation de cette technologie, le bilan quantitatif CO₂ est nul mais à condition que toute l'énergie qu'il faut dépenser pour extraire du combustible de la biomasse soit elle aussi d'origine biomasse, sinon il y aurait un bilan CO₂ défavorable. La biomasse est donc une énergie qui peut être chimiquement polluante lorsqu'elle est mal utilisée car elle libère du CO₂ en brûlant, comme le charbon, le gaz ou le pétrole. Il faut aussi faire très attention à ne pas libérer d'autres gaz à effet de serre, comme le méthane (CH₄) qui a un pouvoir de réchauffement plus important que celui du CO₂ car la moindre fuite sérieuse dans une installation peut occasionner son rejet.

5.2.1.5- Foyers améliorés

Parmi les voies et moyens pour la rationalisation de la demande en combustible ligneux, l'Agence pour l'Energie Domestique et l'Environnement (AEDE) a introduit et diffusé, depuis quelques années, des foyers améliorés qui, selon les rapports de cette Agence, auraient réalisé 30% d'économie énergétique en bois et charbon de bois. Même si ces instruments font l'économie du bois, ils ne sont pas considérés comme des technologies propres dans la mesure où ils utilisent le charbon ou le bois pour leur fonctionnement.

5.2.1.6- Energies solaire et éolienne

La combustion de ressources naturelles pour produire de l'énergie engendre de la fumée, provoque des pluies acides, pollue l'eau et l'air. Cela génère aussi du dioxyde de carbone (CO₂), l'un des principaux gaz à effet de serre. C'est pourquoi aujourd'hui, le regard est beaucoup plus tourné vers les énergies renouvelables.

5.2.1.7- Autres technologies susceptibles d'être utilisées dans le secteur Energie

Outre les technologies citées dans les points précédents, il existe actuellement bien d'autres techniques prometteuses pouvant permettre de réduire les émissions des GES dans le secteur de l'énergie. Cependant, tenant compte des réalités du pays et de ses capacités humaines et financières, certaines technologies dont le stockage du CO₂, ne peuvent pas être à sa portée. Néanmoins, l'utilisation du gaz pour faire fonctionner une centrale électrique et l'interconnexion avec les pays voisins semblent envisageables.

5.2.1.8- Récapitulatif des technologies pour le secteur Energie

Pour une question de commodité, les différentes technologies tant existantes que susceptibles d'être utilisées dans le secteur énergie sont récapitulées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 85 : Récapitulatif des technologies existantes et susceptibles d’être utilisées dans le secteur énergie

N°	Technologie
1	Centrales thermiques
2	Groupes électrogènes des particuliers
3	Gaz butane pour l’énergie domestique
4	Combustibles ligneux
5	Combustibles non ligneux
6	Foyers améliorés
7	Energie solaire et éolienne
8	Utilisation du gaz pour la centrale de N’Djaména
9	L’interconnexion avec les pays voisins

Source : étude transfert de technologie, 2009

5.2.2-Technologies existantes et susceptibles d’être utilisées dans le secteur Déchets

Les structures de collecte et de traitement sont embryonnaires en ce qui concerne les déchets solides, et inexistantes pour ce qui est des eaux usées. Il n’existe pas de décharges contrôlées. Très peu de dépotoirs sont mis à la disposition de la population, qui de ce fait, jette les ordures dans les rues ou dans les caniveaux destinés à l’évacuation des eaux pluviales. Néanmoins, certaines institutions utilisent, pour la gestion des déchets, quelques techniques ci-dessous énumérées.

5.2.2.1- Incinération

Les deux plus grandes entreprises du pays, à savoir la Compagnie cotonnière (Cotontchad) et la CST (société sucrière du Tchad (CST) utilisent aujourd’hui cette technologie. Elles produisent de l’électricité pour leurs besoins propres, par incinération de leurs déchets (les résidus de cannes à sucre pour la CST et les coques de graines de coton pour la Cotontchad).

L’Hôpital Général de Référence Nationale dispose également d’un incinérateur mais son état n’est pas bien connu. Bien qu’émettant du CO₂, l’incinération des déchets solides peut être considérée comme une mesure d’atténuation des GES, puisqu’elle élimine le méthane, gaz au potentiel de réchauffement plus élevé.

Aussi, un inconvénient majeur de ce procédé réside sur le fait qu’un incinérateur de déchets ménagers pollue l’environnement en répandant des substances toxiques comme les Dioxines, les métaux lourds, des poussières extrêmement toxiques, des acides, etc. En utilisant cette technologie, toutes ces substances se retrouvent finalement dans nos assiettes et dans notre organisme. Face à un risque potentiel aussi important, il convient d’envisager toutes les solutions alternatives moins toxiques plutôt que de s’engager dans l’incinération.

5.2.2.2- Méthanisation

La méthanisation est une digestion anaérobie ou fermentation méthanique, qui transforme la matière organique en compost, méthane et gaz carbonique par un écosystème microbien complexe fonctionnant en absence d'oxygène. La méthanisation permet d'éliminer la pollution organique tout en consommant peu d'énergie et en générant une énergie renouvelable : le biogaz.

5.2.2.3- Recyclage des déchets

Créé par une Décision Municipale le 19 avril 2001, le Centre d'Etudes et de Recherche pour la Valorisation des Déchets (CERVALD) a pour mission d'assainir efficacement par les opérations de collecte, de tri sélectif, de recherche des possibilités de recycler certaines composantes des déchets solides et de donner une valeur commerciale aux produits qui en découlent. Il est question de mécaniser la transformation des papiers usagés en bûches et briquettes, des plastiques "leda" en pavés et ardoises, etc.

5.2.2.4-Le compostage

Le compostage est un procédé biologique simple et naturel par lequel la matière organique (résidus verts ou résidus de jardin, résidus de cuisine et restes de table) se décompose sous l'action des micro-organismes. La fabrication du compost permet de réduire le volume de la poubelle et de produire, à partir de déchets organiques un humus de qualité nécessaire au bon développement des plantes.

5.2.2.5- Récapitulatif des technologies pour le secteur déchets

Tableau 86 : Technologies identifiées pour le secteur déchets

N°	Technologie
1	Incinérateur
2	Méthanisation
3	Recyclage des déchets
4	Le compostage

Source : Etude, transfert de technologie, 2009

5.2.3- Technologies existantes et susceptibles d'être utilisées dans le secteur Agriculture /Elevage

Un grand nombre de technologies utilisées par les Institutions et les ONGs œuvrant dans le cadre de développement rural permettent de résoudre les questions liées aux changements climatiques notamment à l'atténuation/réduction des gaz à effet de serre. Le tableau 86 ci-dessous liste ces technologies par institutions, organismes et projets.

Tableau 87 : liste des institutions avec leurs technologies

Institution	Technologies existantes et les besoins en nouvelles technologies
LRVZ	Le LRVZ dispose des équipements et du personnel pour ; <ul style="list-style-type: none"> • le suivi de la santé animale ; • la production des vaccins ; • le contrôle des aliments ; • l'innovation des pâturages et de leur capacité de charge ; • l'étude de la mobilité des hommes et des troupeaux pour l'utilisation rationnelle des ressources pastorales.
PRASAC	Le PRASAC utilise le SIG et les bases de données pour : <ul style="list-style-type: none"> • la transhumance du bétail ; • la structure de l'espace ; • la migration des populations. <p>Il entend</p> <ul style="list-style-type: none"> - mettre en place d'un système de modulation des pratiques culturales en fonction des conditions climatiques, parasitaires et de fertilité ; - Promouvoir des innovations techniques pour améliorer la productivité agricole.
DDPAP	<ul style="list-style-type: none"> • La technique de pépinière et de reboisement; • La fabrication des foyers améliorés; • L'utilisation de la bouse des animaux comme source d'énergie; • L'amélioration de l'alimentation du bétail par la vulgarisation de complément alimentaire.
ONDR	<ul style="list-style-type: none"> • Promotion des innovations techniques pour améliorer la productivité agricole ; • Production des fumiers et du compost pour améliorer la qualité et la fertilité des sols au détriment des engrais minéraux ; • Utilisation des résidus agricoles notamment pour la complémentation alimentaire du bétail ; • Petits périmètres irrigués avec maîtrise d'eau; • La lutte contre des feux de brousse par les pare-feu ; • Labour selon les lignes de niveaux pour lutte contre l'érosion hydrique; • La plantation des arbres, l'habillage des certains arbres existant dans les parcelles, les défrichements raisonnés pour l'installation des cultures etc. ;
SODELAC	<ul style="list-style-type: none"> • La fourniture de matériels agricoles (charrue.) ; • La protection de l'environnement par reboisement ; • Sauvegarde des bovins de la race Kouri.
DREM	<ul style="list-style-type: none"> • Bases de données hydro-météorologiques
ACORD	<ul style="list-style-type: none"> • Création des pare-feu • Construction des barrages collinaires • Plantation d'Acacias albida comme brise vent et fertilisation des sols • Utilisation des résidus agricoles comme engrais
ACRA	<ul style="list-style-type: none"> • Fabrication de compost et installation des haies vives • Techniques de fertilisation et de restauration des sols à partir de résidus des gommiers et des massifs

	forestiers ; • Utilisation des résidus agricoles comme foins.
DPFLCD	• Observation des Feux de Brousse ; • Inventaire et de cartographie les ressources forestières.
CNAR	De par ses attributions, le CNAR contribue indirectement à la réduction des gaz à effet de serre au Tchad. Cette contribution se fait grâce au : <ul style="list-style-type: none"> - service de documentation qui compte près de 14.000 références documentaires portant essentiellement sur les domaines agro-sylvo-pastoral et une cartothèque couvrant l'ensemble du territoire national ; - service de la télédétection dont les compétences se situent au niveau du traitement et de l'interprétation des images satellitaires, de la création et de la gestion de bases de données géographiques. Ce service travaille également en étroite collaboration avec certaines organisations internationales dans les zones d'intervention de leur projet pour la protection de l'environnement

Source : document des besoins en technologie mars 2004

Au regard des technologies vulgarisées et en vulgarisation au niveau des institutions, ONGs, projets et particulièrement au niveau de l'ONDR, les technologies endogènes existantes sont nombreuses. Toutes ces structures œuvrent pour l'accroissement de la production agricole, animale, végétale, la protection des sols et la biodiversité et partant la protection de l'environnement avec une attention particulière accordée au boisement et reboisement. Ces deniers constituent une source de séquestration GES. L'agencement et le regroupement de ces technologies endogènes du pays a conduit à lister synthétiquement lesdites technologies dans le tableau 87 ci-dessous.

Tableau 88: Liste synthétique des technologies endogènes

N°	Technologies dans le domaine de l'Agriculture/Elevage
1	Apport d'engrais organiques dans les sols
2	Utilisation efficace des engrais minéraux
3.	Labour perpendiculaire à la pente (selon les lignes de niveau)
4	Jachère améliorée à base légumineuse
5	Construction de diguette de retenue d'eau et création des mares
6	Lutte contre l'érosion et dégradation des terres
7	Labour avant semis et sarclage à temps
8	Régénération du couvert végétal par la restauration des sols
9	Utilisation des résidus agricole et des sous produits agro-industriels pour alimentation du bétail
10	Production des vaccins et suivi de la santé animale
11	Suivi de transhumance et migration des populations

Source : étude, Besoin en Transfert de Technologie, 2009

5.2.4- Technologies existantes et susceptibles d'être utilisées dans le secteur d'Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Foresteries

Les besoins en technologies identifiés dans le secteur d'utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresteries sont résumés dans le tableau 88.

Tableau 89 : Le secteur d'utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresteries

N°	Technologies dans le domaine d'utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresteries
1	Création des plantations d'arbres, des forêts, reboisement, conservation de la biodiversité et mise en défens
2	Lutte contre les Incendies de forêts et de brousse
3	Gestion rationnelle des pâturages
4	Inventaire et de cartographie des ressources forestières

Source : Etude, Besoin en Transfert de Technologie, 2009

5.2.5- Technologies prioritairement retenues pour le secteur agriculture/élevage

L'analyse des technologies identifiées est articulée autour de deux (2) options notamment les avantages et les inconvénients par rapport à l'atténuation des GES, l'adaptation aux changements climatiques et à l'environnement. Le tableau 89 ci-dessous fournit les détails. L'usage du tableau a été dicté par le simple fait qu'il paraît fastidieux de faire des pages et des pages de commentaires.

Tableau 90 : Analyse des technologies pour le secteur agriculture/élevage

N°	TECHNOLOGIES	AVANTAGES	INCONVENIENTS
1	Apport d'engrais organiques dans les sols	Augmentation de la fertilité des sols par l'amélioration de la structure, augmentation de la capacité d'échange, amélioration de l'économie d'eau, meilleure aération, maintien de la population des micro-organismes.	Malgré le maintien de la fertilité des sols par les matières organiques, le sol lui-même, émet tout naturellement de GES (N ₂ O) par les actions microbiennes de nitrification et de dénitrification.
2	Jachère améliorée des légumineuses	Apport d'azote et d'aliments riches en protéines, fixation d'azote de l'air. Apport d'engrais verts dans le sol, Lutte contre l'érosion. Pâturage pour le bétail	Création d'habitats pour les déprédateurs et insectes nuisibles pour les cultures et pour l'homme même
3	Retenue d'eau par la	Irrigation, alimentation du bétail, l'homme et	Source des maladies d'origine hydrique

	construction de diguette	la faune sauvage, piégeage de poussières, etc.	
4	Labour perpendiculaire à la pente	Limitation de l'évaporation, l'érosion. Rétenion de l'eau dans le sol	Nécessite des moyens matériels et humains Emission de l'oxyde nitreux (N2O)
5	Labour avant semi et sarclage à temps	Limitation de l'évaporation, aération des parcelles, destruction des mauvaises herbes	Dépense d'énergie et de moyens. Demande beaucoup d'effort Emission de l'oxyde nitreux (N2O)
6	Lutte contre l'érosion hydrique et éolienne	Conservation de la fertilité des sols, accroître la diversité biologique, la perméabilité des sols. Réversibilité de l'érosion et régulation du régime des eaux dans le sol	Multiplication des insectes et des reptiles nuisibles. Nécessite des moyens matériels et humains. Création d'habitat des prédateurs et des insectes nuisibles
7	Utilisation efficace d'engrais minéraux	Amélioration de la fertilité du sol, augmentation de la productivité végétale et agricole	Emission de GES et pollution des nappes phréatiques à la long. Cherté de coûts. Disparition de certains êtres vivants des sols (lombricidés, nématodes, etc.)
8	Utilisation des résidus agricoles /sous produits industriels pour alimentation du bétail	Complémentarité alimentaire pour bétail, augmentation de poids de l'animal, évitement de l'amaigrissement, limitation des pertes d'énergies dues au déplacement, accroître le rendement de l'animal dans la traction et au portage. Limitation d'émission de certain GES (CH4).	Nécessite des moyens de transports. Risque des maladies dues aux déchets toxiques issues des industries
9	Production de vaccin et suivi de la santé animale	Protection du bétail (immunisations du bétail)	Le vaccin n'éradique pas la maladie. Nécessite de moyens de conservation de transports.
10	Suivi de la transhumance et migration des populations	Adaptation dans le milieu, satisfaction des besoins du bétail animal en alimentation en eau et en nourriture	Dépense beaucoup d'énergie et d'efforts. Demande de moyens de transports et finance.
11	Gestion rationnelle des pâturages technologies	Conservation de pâturages et des ressources ligneuses	Suivi fastidieux

Source : étude Besoins Transfert en Technologie, 2009

Il ressort du tableau que les avantages l'emportent sur les inconvénients. D'ailleurs il n'y a qu'une seule technologie sur les onze qui porte un peu atteinte à l'environnement au point de vue changement climatique. C'est l'utilisation d'engrais minéraux. Cependant, ce n'est pas cet inconvénient qui conduira à l'écarter car sa rentabilité reste importante pour la fertilisation des sols.

5.2.6- Technologies prioritairement retenues pour le secteur forêt et affectation des terres

Les technologies identifiées sont analysées avec la même méthodologie comme dans le cas de l'agriculture/élevage. Le tableau 16 ci-dessous fournit les détails.

Tableau 91 : technologies d'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresteries

N°	Technologies	Avantages	Inconvénients
1	Création des plantations arbres, forêts, reboisement, conservation. biodiversité et mise en défens	Production bois, gibier, cueillette – Protection des sols, brise vent, source de séquestration de CO ₂ - atténuation des écarts de température (effet tampon), piégeage de poussières, production d'oxygène, lieu de détente, promenade, de chasse, habitat, contribution à la tombée des pluies, la pharmacopée, etc.	Plantation onéreuse et entretien fastidieux Multiplication des insectes nuisibles et rongeurs. Création effet de serre la nuit suite à absorption de O ₂ le jour et rejet de CO ₂ la suite aux activités chlorophylliennes
2	Régénération du couvert végétal par la restauration des sols	Limitation de la dégradation des sols et du couvert végétal, réduction des GES et limitation d'évaporation et d'évapotranspiration	Création d'habitats des rongeurs et de reptiles nuisibles
3	Lutte. contre les incendies de forêts et de brousse	Conservation de la biodiversité et la fertilité du sol, augmentation de la biomasse végétale, accroissement des pâturages.	Nécessite des moyens financiers, matériels et humains Création des habitats des insectes et des biotopes nuisibles
4	Inventaires et cartographies des ressources forestières	Connaissance du milieu et de son couvert forestier, planification de son exploitation et contribution à l'étude d'inventaire des GES	Nécessité d'avoir des moyens matériels et financier pour élaboration

Bien la plantation des arbres et le reboisement produisent de CO₂ la nuit, elles constituent de sources de séquestration de ce gaz

5.2.7- Barrières et Contraintes du Transfert de Technologies

Le contexte national doit favoriser et susciter l'action concertée des acteurs impliqués (Etat, secteur privé, ONG, etc.) dans l'acquisition et la diffusion des technologies pour l'atténuation et l'adaptation. Or, l'environnement socio-économique et juridique national n'est toujours pas favorable à ces processus. Il existe, en effet, des contraintes et barrières qui sont de plusieurs ordres : le manque d'information, l'insuffisance des capacités humaines et institutionnelles, l'instabilité politique et économique du pays, la non prise en compte des besoins des parties prenantes et la non prise en compte des questions liées aux changements climatiques dans les plans nationaux ou sectoriels de développement.

5.2.7.1- La difficulté d'accès à l'information

Pour réussir un transfert de technologies, il y a la nécessité de disposer d'une base de données relatives non seulement aux dites technologies, à leurs impacts, à leurs fournisseurs, au mode de leur acquisition, mais aussi aux activités sectorielles et au cadre juridique et institutionnel.

Il est en effet important d'avoir une vision des technologies utilisables dans les différents secteurs d'activités et cela nécessite une telle base de données qui malheureusement fait défaut, du moins, à l'heure actuelle.

Aujourd'hui, chaque secteur d'activités fait face à ses difficultés propres pour assurer la connaissance et le suivi de ses moyens de production. Il n'existe donc pas un mécanisme formel de centralisation d'information liée aux actions visant à aborder les questions des changements climatiques et d'échange d'information entre les différents secteurs d'activités du pays ou avec les institutions sous-régionales, régionales ou internationales qui traitent des mêmes questions.

Pour pallier en partie le problème lié à l'information, la mise en place d'un comité permanent chargé de la collecte, de l'archivage et de l'actualisation des données visant à aborder les questions liées aux changements climatiques s'avère nécessaire.

5.2.7.2- L'insuffisance des capacités humaines et institutionnelles

Le renforcement des capacités est un facteur fondamental sur lequel doit s'appuyer l'évaluation des besoins en technologies et le transfert de ces technologies. Ne disposant pas d'experts formateurs en la matière, il faut relever que pour ce renforcement des capacités, l'on devra faire appel à des appuis extérieurs. Il s'agit ici du renforcement des capacités aux fins de l'assimilation des technologies à transférer et de leur adaptation à la situation locale par secteur. Il en est de même pour les niveaux systémique et institutionnel.

Plusieurs possibilités s'offrent pour le renforcement des capacités : coopérer avec des experts extérieurs pouvant intervenir pour former les formateurs nationaux en vue de mener une action interne de renforcement de capacités, collaborer avec des universités et des centres de recherche/développement pour la mise au point de technologies novatrices. Le renforcement des capacités devrait concerner, entre autres, les points ci-après :

- La formulation des projets dans le domaine des changements climatiques ;
- L'évaluation des besoins en technologies ;
- La définition des données spécifiques au pays.

5.2.7.3- Non intégration des questions liées aux changements climatiques dans les plans nationaux de développement

Plusieurs stratégies et programmes ont été initiés par le Gouvernement, mais il en ressort que l'environnement ne bénéficie pas d'une stratégie nationale propre et explicite. De ce fait, il se trouve affaibli en termes de priorité, par rapport aux autres secteurs que sont l'eau, le développement rural, la sécurité alimentaire, avec lesquels il est pourtant fortement lié.

Le document de la Stratégie Nationale de Réduction de la Pauvreté (SNRP), par exemple, prend en compte la dimension environnementale dans son ensemble, mais le volet « changements climatiques » n'y figure pas de façon explicite. Il est donc préférable que les résultats issus des différents rapports nationaux élaborés dans le cadre de la mise en œuvre de la CCNUCC dont la première communication nationale sur les changements climatiques, le plan d'action national d'adaptation aux changements climatiques et l'évaluation des besoins en technologie soient pris en compte dans les plans nationaux de développement.

5.2.7.4- Instabilité Politique et Economique

Après la proclamation de son indépendance en 1960 et jusqu'au début des années 90, le Tchad a vécu, une vie politique marquée par une grande instabilité. Les nombreux conflits meurtriers qui en ont découlé ont profondément affecté son économie et sa population. Dans un tel contexte, des notions comme la préservation et la gestion durable des ressources naturelles sont restés pendant longtemps au stade de souhaits sans actions concrètes.

Aussi, lorsqu'une instabilité politique et économique sévit dans un pays, il va de soit que cela constitue un grand handicap pour le processus de transfert de technologie. On espère qu'avec le retour de la stabilité politique et de l'apport économique potentiel que représente désormais le pétrole, des énergies se mobiliseront pour reprendre à leur réelle dimension les différentes problématiques environnementales, y compris celles des changements climatiques.

5.2.7.5- Financier

- l'absence d'institutions financières capables de soutenir les entreprises en leur offrant des taux d'intérêt compétitif ;
- la faiblesse du pouvoir d'achat des populations (rurales et urbaines) ;
- l'absence de marché organisé ;
- faible capacité financière pour acheter les brevets et Licences des technologies

5.2.7.6- La non prise en compte des besoins des parties prenantes

Il convient de relever que la réussite de toute action de développement nécessite une participation effective de toutes les parties prenantes, y compris les populations locales, et leur inclusion dans les processus de prise de décision de manière à favoriser la prise en compte de leurs besoins, la responsabilité et l'acceptation des décisions, et à garantir une mise en œuvre effective et efficace des politiques décidées.

5.3- RECHERCHE ET OBSERVATION SYSTEMATIQUE

5.3.2- Evaluation du Système national existant

5.3.2.1- Contexte de l'observation systématique

Les défis que posent les changements climatiques à l'Humanité deviennent chaque jour plus préoccupant que jamais. Les Parties à la Convention Cadre sur les Changements Climatiques des Nations Unies ont reconnu dès 1992 l'importance des observations systématiques à la compréhension du changement du climat, préalable indispensable à l'élimination ou à la réduction de ses effets néfastes. Elles ont également noté que , dans la plupart des cas, la couverture géographique des observations, la quantité et la qualité des données produites au niveau aussi bien mondial que régional étaient inadéquates. Dans ce domaine, les pays en développement présentaient plus des lacunes dues notamment à la carence des ressources financières, d'infrastructures et d'équipements modernes et à la qualification insuffisante du personnel.

Le Système Mondial d'Observation du Climat (SMOC) a été créé afin de faire en sorte que les observations et les informations nécessaires pour traiter les questions liées au climat soient obtenues et rendues disponibles pour tous les usagers potentiels. Le SMOC est co-parrainé par l'Organisation météorologique mondiale (OMM), la COI de l'UNESCO, le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et le Conseil international pour la science (ICSU). Le Système SMOC a été prévu pour être un système opérationnel de longue durée, dont le fonctionnement est déterminé par ses utilisateurs. Ce Système doit pouvoir fournir les observations globales nécessaires pour surveiller le système climatique, pour la détection et l'attribution du changement climatique, pour évaluer les effets de la variabilité et des changements climatiques, et pour soutenir la recherche en vue d'une compréhension, d'une modélisation et d'une prédiction meilleure du système climatique. Le Système SMOC traite du système climatique dans son ensemble, notamment : propriétés physiques, chimiques et biologiques, ainsi que les processus atmosphériques, climatiques, océaniques, hydrologiques, cryosphériques et terrestres.

Le Système Mondial de Télécommunication (SMT) est un système intégré de réseaux de communication de données administrés de circuits point à point et de systèmes de collecte et de diffusion de données à satellites, qui relie les centres météorologiques entre eux, à l'aide des procédures et des services convenus. Il assure les services de télécommunications pour la collecte et l'échange des données d'observation (en particulier des données de SMO) et la diffusion des informations traitées fournies par le SMTDP et d'autres centres associés.

Le SMT est exploité par des services météorologiques nationaux, des agences spatiales nationales ou internationales ou des prestataires de services de télécommunications privés sous contrat. Lorsque les conditions économiques ou techniques restreignent la portée du SMT, il est complété par l'Internet ou les systèmes de téléphonie cellulaire. Dans le futur proche le SMT devra répondre aux besoins croissants de tous les programmes de l'OMM en matière de données et exploitera les nouvelles opportunités techniques et économiques.

Le SMT facilite la transmission des observations du SMO, qui ont d'innombrables objectifs, qui vont de l'échelle de prévision immédiate à celle du climat et qui portent sur des sujets divers et trans-sectoriels tels que les tempêtes tropicales, l'atténuation des effets des catastrophes, les ressources en eau, la météo dans les aéroports et l'agriculture. Pour répondre aux besoins et à

l'attente du public, les Services Météorologiques et Hydrologiques Nationaux (SMHN) ont une vaste gamme d'impératifs techniques :

- ✓ accès à des observations locales, régionales et mondiales en temps réel ;
- ✓ accès à des données de prévisions numériques ;
- ✓ capacité de traitement des données et des produits ;
- ✓ mis en place d'un processus d'accroissement de la valeur ajoutée ;
- ✓ capacité d'offrir des services (et notamment un système de diffusion de produits) ; et enfin alertes précoces rapides et efficaces.

En même temps le système d'information météorologique, composés de systèmes de gestion et de traitement de données et de télécommunications, devient progressivement le centre d'attention de la plupart des SMHN. L'Internet et le système GSM (Réseau mondial de téléphonie mobile) sont des exemples de techniques répandues, économiques et utiles.

Le Système Mondial de Traitement des Données et Prévisions (SMTDP) est composé du réseau des centres météorologiques qui produisent les analyses, prévisions, messages-avis, alertes et produits spécialisés des prévisions météorologiques et climatiques des pays Membres pour assurer une prestation des services effective. Le SMTDP est destiné à fournir à tous les SMHN de produits des prévisions numériques du temps plus spécialisés et de plus en plus fiables, couvrant les échelles de prévision allant de l'instantané au long terme et du local au mondial.

L'application des nouvelles technologies à la météorologie relève surtout du SMT et du SMTDP. En général, les SMHN ont besoin d'une association de ces deux systèmes pour établir une capacité d'assimilation et d'analyse des informations provenant de grands centres et de préparation de produits à valeur ajoutée.

La Veille de l'Atmosphère Globale (VAG), créée depuis 1989 assure la surveillance de la composition chimique de l'atmosphère. Sa coordination est assurée par l'OMM et son fonctionnement par un certain nombre de SMHN. Elle s'appuie sur un réseau de stations de surveillance à l'échelle mondiale, régionale et nationale, établies en des endroits stratégiques et comporte deux grands volets :

- ✓ le réseau de surveillance de la pollution atmosphérique de fond (BAP MON) et
- ✓ le système mondial d'observation de l'ozone (SMO03)
- ✓

La surveillance de la VAG au sol porte sur :

- ✓ les gaz à effet de serre ;
- ✓ la couche d'ozone ;
- ✓ le transport des polluants à longue distance ;
- ✓ l'acidité et la toxicité des pluies ;
- ✓ la concentration d'aérosols.

Les réseaux définis par le SMOC comprennent le réseau de stations d'observation en surface pour le SMOC (GSN), le réseau des stations d'observation en altitude pour le SMOC (GUAN), les données de sondages satellitaires en hyperfréquence et la VAG.

La présente étude d'observation systématique s'inscrit dans le cadre du SMOC et porte sur la contribution du Tchad au réseau mondial et vise le renforcement des capacités institutionnelles, humaines et matériel du pays. Le tableau ci-après donne une idée sur les variables météorologiques observées par le SMOC.

Tableau 92 : stations et variables météorologiques observées par le SMOC

Observations	Stations	Eléments observés
Synoptique en surface	Stations terrestres	1) temps présent 2) temps passé 3) direction et vitesse du vents 4) quantité des nuages 5) genre de nuages 6) hauteur de la base de nuage 7) visibilité 8) température 9) humidité 10) pression atmosphérique 11) tendance de la pression atmosphérique 12) caractéristiques de la tendance 13) température extrême 14) quantité de précipitation 15) état du sol 16) direction des nuages 17) phénomènes spéciaux
	Stations météorologiques océaniques	Idem avec des éléments ayant trait aux navires, à la température de la mer etc.
Synoptique en altitude	Avec moyen électronique	1) pression atmosphérique 2) température de l'air 3) humidité 4) vitesse et direction de vent
	Avec moyen optique	1) pression atmosphérique 2) température de l'air 3) humidité 4) vitesse et direction de vent
Climatologique	Principale	1) temps 2) vent 3) quantité de nuages 4) identification de nuages 5) hauteur de la base de nuage 6) visibilité 7) humidité 8) température (y compris les températures extrêmes) 9) précipitation 10) pression atmosphérique 11) insolation 12) température au sol
	Ordinaire	1) températures extrêmes 2) précipitation (y compris certains éléments mesurés par la principale)
Météorologique agricole	Milieu physique	1) température et humidité de l'air à différents niveaux 2) température du sol à différentes profondeurs 3) humidité du sol à différentes profondeurs 4) turbulence et mélange de l'air dans les couches basses 5) hydrométéorologie et autres facteurs du bilan hygrométrique (grêle, rosée ; brouillard, évaporation de la surface du sol, transpiration des plantes, ruissellement et hauteur de nappe phréatique) 6) insolation et rayonnement
	Caractères biologiques	1) observation phénologique 2) observation de la croissance 3) observation sur le rendement quantitatif et qualitatif des plantes et des animaux 4) observation sur les dommages causés aux plantes et aux animaux (gel, grêle, sécheresse, inondation)
Stations spéciales	Généralités	1) nuages et hydrométéores par radar 2) rayonnement et/ou éclaircissement 3) parasites atmosphériques 4) éléments observés au cours d'un vol de reconnaissance 5) température, vent et densité à haute altitude 6) ozone 7) pollution de fond 8) variables de la couche limite planétaire
	Observations du rayonnement	1) enregistrement continu du rayonnement solaire global et du rayonnement du ciel 2) mesures régulières du rayonnement solaire direct 3) enregistrement de la durée d'insolation.
	Observation au cours d'un vol de reconnaissance	1) pression atmosphérique à l'altitude du vol de l'aéronef 2) température 3) humidité 4) vents 5) temps présent et temps passé 6) turbulence 7) condition de vol (nébulosité) 8) changement significatif du temps 9) givrage et traînées de condensation
	Observation de la pollution de l'air	1) gaz carbonique 2) composantes des précipitations humides 3) rayonnement solaire 4) N ₂ O, CO, CH ₃ 4) noyau de condensation 5) O ₃ en surface

5.3.1.2- Etat des lieux des observations systématiques et de la Recherche au Tchad

Le Tchad est l'un des pays d'Afrique francophone qu'on pouvait classer parmi les références dans le domaine d'observation météorologique, il y a au moins cent ans. Les différentes publications de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM) de Centre Inter Etat Hydrologique (CIEH), ainsi que les consultations au niveau national et également les archives de la Direction des Ressources en Eau et de la Météorologie ont indiqué que les observations météorologiques et les mesures hydrologiques ont débuté dans les années 1900. Ces observations ont concerné d'abord les hauteurs des cours d'eau (Laï, 1903) et ensuite celles relatives au climat (Fort Lamy, 1904).

A l'époque, les structures d'observations étaient tenues et gérées par plusieurs institutions françaises comme l'ORSTOM, Coton-Franc et l'Institut de la Recherche Scientifique et Technique d' (IRCT)Outre-Mer).

A la création de l'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA) dans les années 50, une partie des structures météorologique est mise à la disposition de cette agence. L'ASECNA, a non seulement recentré les structures mais a également améliorer les réseaux climatiques, synoptiques et pluviométriques sur l'ensemble du territoire national.

Et dans les années 70, la DREM, pratiquement toutes les structures d'observations climatologiques, hydrologiques et pluviométriques sont mises à la disposition de cette institution nationale.

5.3.1.1.1- Principaux intervenants

Les principaux intervenants en matière d'observation systématique et de recherche sur le climat au Tchad, il s'agit de :

- L'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar ;
- La Direction des Ressources en Eau et de la Météorologie ;
- Le Réseau d'Observation des Pâturages Naturels
- La Direction de la Connaissance du Domaine Hydraulique

5.3.1.1.2- Observations en altitude

1) Mesure par les stations RSBR

Les observations en altitude à Sarh et à Ndjamena sont réalisées à l'aide de deux types d'équipements de sondage :

- Le Pilot qui mesure la direction et la vitesse du vent en altitude à l'aide des théodolites optiques ;
- La Radio sondage, sur la base des équipements dits DIGICORA, fournit les données en Pression Température Humidité et Vent (PTHV) à tous les niveaux standards, c'est-à-dire de 100 hpa à 1000 hpa.

Les observations (sondage en altitude) se font deux fois par jours dans les deux stations notamment à 06 heures et à 18 heures Temps Universel (TU) pour le Pilot et à 00 heures et 12 heures TU pour la Radio sondage.

Le problème à ce niveau est que dans le sondage à base de Pilot, la présence des pluies et de brumes ainsi que la position du ballon lorsqu'il est au zénith ne permet pas de faire normalement les observations.

La Radio sondage quant elle peut se faire à tout moment avec pour seul inconvénient que les mesures du vent ne peuvent se faire que lorsque les signaux se présentent à l'écran récepteur. Notons que les appareils de vent satellitaires sont incorporés dans la Radio.

2) Mesure satellitaires et d'aéronefs

1) Satellites

Les satellites présentent un potentiel très élevé de contribution à l'observation de l'atmosphère, de l'océan et de la terre. Ils fournissent des données essentielles diversifiées destinées à être utilisées non seulement par le SMHN mais également par d'autres secteurs d'observation des ressources naturelles. D'ailleurs, dans beaucoup de cas les satellites s'avèrent constituer la seule source d'observation disponible.

Les observations in situ jouent le rôle principal actuellement dans la VMM (Veille Météorologique Mondiale). Grâce aux capteurs embarqués sur les satellites les images et données observées peuvent servir plusieurs applications incluant la météorologie, l'hydrologie, etc. La télédétection satellitaire permet à combler les carences d'observation à moindre frais pour une bonne partie d'applications.

A ce titre les satellites ont une grande importance pour l'Afrique en général et le Tchad en particulier où le réseau d'observation in situ est lacunaire. S'agissant de la météorologie le sous-système spatial est composé de 2 sortes de satellites :

- ✓ Le satellite géostationnaire situé à 36.000 km ;
- ✓ Le satellite à défilement dont l'orbite est à environ 750 km.

La République du Tchad a bénéficié d'une station de réception d'imagerie satellitaire dénommée Météosat de Seconde Génération MSG logé au bloc technique de l'ASECNA. Cette station couvre l'ensemble du territoire national.

2) Aéronefs

Concernant les mesures d'aéronefs, appelées AIRGPS, elles sont réalisées par les avions (munis d'équipements nécessaires à bord) qui lors de leur navigation les transmettent à la station de N'Djaména.

5.3.1.1.3- Observations en surface

Aussi pour des fins de transports aériens, d'autres types de stations sont installées au Tchad ; il s'agit des stations synoptiques installées dans les abords des aéroports par l'ASECNA. Le Tchad en dénombre 22 actuellement. A l'exception des trois stations (N'Djaména, Sarh et Doba) qui fonctionnent normalement, les autres sont dans un état de délabrement plus ou moins avancé. Elles méritent d'être réhabilitées. Au niveau des stations, on rencontre en plus de ce qu'on trouve dans

la station climatologique, les équipements de mesure de vent installés à 10 mètres de hauteur et des équipements pour faire des mesures en altitude (vent, pression, humidité, etc.)

Tableau 93 : Liste des stations synoptiques installées dans les aéroports

No	Code AGRHY	Nom de la station	Observations		
			Ouverte	Fermée	Ré ouverte
1	460017	Abéché	1927	1979	Juin 84
2	460042	Am-Timan	1945	xxxx	01 fév 83
3	460014	Ati	1936	1979	26 juil 87
4	460001	Bardai P+	1956	xxxx	15 nov 89
5	460009	Biltine		xxxx	27 mai 89
6	460026	Bokoro	1946	1979	01 juil 88
7	460011	Bol berim	1950	xxxx	01 juil 91
8	460045	Bongor	1935	xxxx	16 août 91
9	460048	Boussou	1945	1979	09 janv 90
10	460230	Doba Aéro	1957	xxxx	01 sept 90
11	460004	Fada P+	1934	xxxx	19 nov 89
12	460003	Faya Largeau	1933	1979	03 août 89
13	460033	Gozbeida P+	1947	xxxx	
14	460130	Lai	1953	xxxx	03 août 90
15	460008	Mao	1926	1977	15 avril 90
16	460029	Mongo Aero	1946	1979	01 janv 90
17	460072	Moundou Météo	1931	1979	Fév 83
18	460089	Moussoro	1946		
19	460020	Ndjamena Aéroport	1904	1979	23 déc 80
20	460054	Pala Aéro	1946	1979	1988
21	460067	Sarh Météo	1931	1933	1937
22	460087	Zouar	1944	1968	

Source : DREM

- C+ : Station actuellement climatologique
- P+ : Station actuellement pluviométrique
- xxxx : date inconnue

Tableau 94: Stations synoptiques ouvertes mais non opérationnelles

N°	Code AGRHY	Nom de la station	Longitude : Degré et Min E/O	Latitude : Degré et Min N/S	Altitude en mètre
1	460001	Bardai	16 55 E	21 30 N	102
2	460230	Doba	16 51 E	08 42 N	387
3	460004	Fada	21 33 E	17 10 N	380
4	460002	Ounianga kebbir	21 30 E	19 00 N	401

Source : DREM

Toutes ces stations sont actuellement dans un état avancé de délabrement faute de moyens matériel et financier après le programme AGHRYMET qui a pris fin en 1993. Elles méritent d'être réhabilitées. Il en est de même pour les stations climatologiques.

5.3.1.1.4- Observations hydrologiques

Selon le document de la DREM, on dénombre 55 stations limnométriques et près de 5 stations automatiques. A l'exception d'une dizaine installées au Mayo – Kebbi, entretenus récemment par un projet de l'autorité du Bassin du Niger, les autres fonctionnent tant bien que mal. Elles méritent des réfections adéquates pour leur fonctionnement.

Tableau 95 : liste des stations hydrologiques

N°	Cours d'eau	Station	Bassin	Longitude	latitude	Super. bassin versant (Km ²)
1	Lac Léré	Léré	Mayo Kebbi	14 12 E	09 39 N	
2	Mayo Kebbi	Mbourao	Mayo Kebbi	14 47 E	09 50 N	
3	Lac Tikem	Tikem	Mayo Kebbi	15 03 E	09 49 N	
4	Lac Fianga	Fianga	Mayo Kebbi	15 11 E	09 56 N	
5	Kabia	Patalao	Mayo Kebbi	15 16 E	09 51 N	6040
6	Kabia	Pont Carol	Mayo Kebbi	15 30 E	09 17 N	
7	Kabia	Gounougaya Pont	Mayo Kebbi	15 31 E	09 39 N	3840
8	Mayo Dorbo	Balané	Mayo Kebbi	----	---	
9	Lac Tchad	Bol Dune	Lac Tchad	14 04 E	13 27 N	
10	Chari	Djimtilo	Chari	14 42 E	12 50 N	
11	Chari	Mani	Chari	14 41E	12 44 N	
12	Chari	NDjamena TP	Chari	15 01 E	12 07 N	
13	Chari	Chagoua Pont	Chari	15 05 E	12 05 N	
14	Logone	Katoa	Logone	15 05 E	10 50 N	
15	Logone	Logone Gana	Logone	15 09 E	11 33 N	
16	Logone	Koumi	Logone	15 12 E	10 31 N	
17	CHari	Mailao	Chari	15 17 E	11 35 N	
18	Logone	Bongor	Logone	15 22 E	10 16 N	73.700
19	Ba Illi	Moulkou	Chari	15 52 E	10 44 N	
20	Chari	Guelendeng	Chari	15 33 E	10 55 N	470
21	Nya	Argao	Logone	15 37 E	08 16 N	2.840
22	Logone	Baibokoum	Logone	15 40 E	07 45 N	21.360
23	Logone	Panzangue	Logone	15 46 E	07 56 N	
24	Tandjilé	Bologo	Logone	15 48 E	09 07 N	3.850
25	Logone	Eré	Logone	15 50 E	09 45 N	68.700
26	Lim	Oulibangala	Logone	---- E	07 50	4.360
27	Logone	Moundou	Logone	16 04 E	08 32 N	33.970
28	Tandjilé	Tchoa	Logone	16 04 E	09 20 N	5.870
29	Logone	Lai	Logone	16 18 E	09 24 N	56.700
30	Pendé	Goré	Logone	16 37 E	07 57 N	12.020
31	Chari	Bouso	Chari	16 43 E	10 29 N	50.000

32	Pendé	Doba	Logone	16 50 E	08 39 N	14.800
33	Petit Mandoul	Narabanga	Chari	17 28 E	08 46 N	4.100
34	Lac Fitri	Yao	Fitri	17 33 E	12 51 N	
35	Barh Sara	Moissala	Chari	17 46 E	08 20N	67.600
36	Barh Sara	Manda	Chari	18 12 E	09 11 N	80.000
37	Chari	Hélibongo	Chari	18 19 E	09 15 N	17.000
38	Batha	Ati	Fitri	18 20 E	13 12 N	46.000
39	Babr Salamet	Tarangara	Chari	18 20 E	09 36 N	35.000
40	Bahr Ko	Balimba	Chari	18 21 E	09 08 N	7.850
41	Chari	Sarh	Chari	18 25 E	09 09 N	93.000
42	Melmele	Delep	Firi	18 39 E	12 39 N	
43	Barh Keita	Kyabé	Chari	18 59 E	09 39 N	14.000
44	Lac Iro	Boum Kebir	Chari	19 23 E	10 10 N	455
45	Batha	Oum Hadjer	Fitri	19 41 E	13 18 N	32.950
46	Barh Azoum	Am Timan	Chari	20 17 E	11 02 N	80.000
47	Batha	Am Dam	Fitri	20 28 E	12 46 N	
48	Batha	Am Guéréda	Fitri	21 10 E	12 51 N	
49	Lac Tchad	Kalom	Lac Tchad	14 35 E	13 11 N	
50	Logone	Nguely	Logone	---	---	
51	Logone	Kim	Logone	15 55 E	09 43 N	
52	Ouaddi Enné	Biltine				
53	Bitéa	Mourchoud				
54	Chari	Kouno	Chari			
55						

Source: DREM, 2002

5.3.1.1.5- Prévisions

Les prévisions générales sont faites une fois par jour et pour une échéance de 24 heures. La prévision à moyenne échéance est élaborée circonstanciellement sur la base des directives de l'ACMAD ou des sorties de modèles de prévision numérique de temps.

La prévision saisonnière en Afrique de l'Ouest, au Cameroun et au Tchad (PRESAO) est l'un des outils indispensables à prédire le caractère qualitatif de la saison pluviométrique et hydrologique de chaque année ; il y a un volet climat et santé qui passe de temps en temps. Cet outil est piloté par un consortium (ACMAD-AGRHYMET-ABN). Elle consiste à prévoir la qualité de la saison de pluie entre juillet et septembre et des écoulements d'eau de surface selon la période des hautes eaux dans le bassin versant.

Le PRESAO, en dépit des incertitudes, demeure l'un des outils existants de la planification d'alerte précoce. Cependant il ne fournit aucune information sur la répartition temporelle des

précipitations. De plus, cette prévision est mal connue et peu utilisée par les producteurs d'où la nécessité d'améliorer sa performance et de promouvoir son utilisation dans le milieu rural.

Au Tchad, les prévisions climatiques, notamment les prévisions saisonnières et décennales sont élaborées par le personnel de la DREM dans le cadre des prévisions saisonnières sous régionales.

5.3.3- Recherche

D'une manière générale, la recherche au Tchad est encore à l'état embryonnaire. Il existe des institutions dont le champ d'activités touche plus ou moins l'évolution du climat. Et il s'agit des principales institutions orientées vers la recherche et l'observation systématique de façon variée on a :

- L'Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement (ITRAD) ;
- L'Institut National de Sciences Humaines (INSH) ;
- Le Laboratoire de Recherches Vétérinaires et Zootechniques (LRVZ) ;
- Le Pôle Régional et de recherche Appliquées au développement des Savanes en Afrique Centrale (PRASAC) ;
- Le Centre National d'Appui à la Recherche (CNAR) ;
- Les Universités de N'Djaména.

5.3.3.1- Identification et analyse des barrières pour le développement des systèmes d'observation

Hormis les barrières inhérentes à la nature humaine, le développement des systèmes d'observation fiables et de la recherche sur les changements climatiques ne se fait pas toujours de manière automatique et aisée. Au Tchad il fait face aux obstacles d'ordre institutionnel, légal, administratif, technique et financier. Les principales contraintes, leurs conséquences et quelques pistes de solutions sont reprises dans le tableau ci-après :

Tableau 96 : Principales Contraintes

Intitulé	Barrières	Conséquences	Suggestions
Aspect institutionnel et juridique	Manque de structure de coordination dans le cadre d'observations systématiques et de recherche	Faible partenariat Rétention de l'information	Se référer à la création de l'observation proposé par Pana et renforcer ses capacités
	Lourdeur des processus administratifs	Retard dans l'exécution des Projets	Amélioration de la gouvernance
	Manque de texte régissant l'observation systématique et la recherche dans le cadre des changements climatiques	Difficultés d'accès aux informations	Elaboration et application effective des textes juridiques réglementant la gestion et l'accès aux informations
Aspect humain	Insuffisances des expertises nationales à élaborer des projets éligibles	Insuffisances des Projets	Renforcement des capacités et recrutement du personnel qualifié
	Faible motivation	Non fiabilité des données et retard dans leur traitement et leur transmission	Amélioration des conditions de travail

Aspect financier	Insuffisance de moyens pour la mise en œuvre des activités sur les changements climatiques au Tchad	Faible exécution des activités liées aux changements climatiques	Inscrire dans le budget de l'Etat les financements liés à l'exécution des activités
Aspect technique et scientifique	Insuffisance des matériels de mesure et de traitement des données	Non fiabilité des données	Doter les stations des nouveaux équipements de mesure et de traitement

Source : Etude Recherche et Observation Systématique, 2009

5.4- Renforcement des capacités nationales en matière Education, Formation et Sensibilisation du public

Pour le Tchad, le renforcement des capacités nationales en matière Education, Formation et Sensibilisation du public doivent porter sur :

- L'Initiatives courantes et les expériences de bonnes pratiques de renforcement des capacités en matière de Changements Climatiques;
- L'État des lieux et analyse des outils de communication;
- L'État des lieux des besoins prioritaires en matière de formation, d'éducation, et de sensibilisation du public.

5.4.1- Initiatives courantes et les expériences de bonnes pratiques de renforcement des capacités en matière de changements climatiques

Les bonnes pratiques globales ou locales sont mises en œuvre sous l'impulsion de programmes ou de projets notamment les programmes nationaux de gestion de l'environnement ou d'ONG dont certaines ont été appropriées par les populations. Parmi les initiatives de bonnes pratiques dans le pays, la synthèse suivante est donnée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 97: initiatives de bonnes pratiques

	Activités techniques	Activités d'information, d'éducation et de sensibilisation	Activités d'organisation et de concertation
Bonnes pratiques	- Amélioration de la résistance génétique des variétés céréalières ; - Diversification et intensification des cultures irriguées ; - Gestion intégrée des terres, l'eau et les autres ressources - Guide pas à pas	- Pratique de l'éducation environnementale - Volet renforcement des capacités par la mise en œuvre de conventions ; - Programme de Formation pour l'Environnement (PFIE); Le Projet Inversion de la Tendance à la Dégradation des Terres et des Eaux (ITDTE) - Education environnementale du Programme national du PGRN - Changement de	- Organisation des populations sur les effets néfastes du CC - Dynamisation et mise en place des comités locaux en matière de protection de l'environnement - Différents cadres de concertation aux différents niveaux - Les schémas nationaux, régionaux et locaux ;

	Séquestration du Carbone par la production et plantation de plants dans toute la région	comportement des citoyens	
--	---	---------------------------	--

Source, Etude de Sensibilisation Education Formation, 2009

3.2.5.8.4.2- Etat des lieux et analyse des outils de communications

La présentation de l'état des lieux et de l'analyse des outils de communication concerne les Outils de communication existants au niveau régional et Outils de communication nationale et locale.

A toute fin utile, l'analyse des outils de communication existants au Tchad permet de faire la classification suivante : le Canal institutionnel ; le canal médiatique ; le canal socio traditionnel ; le canal de communication participative.

D'une manière générale, de l'analyse des outils de communication spécifiques au niveau national et local, Il ressort que les moyens de communication utilisés dans la mise sur pied des activités environnementales sont diversifiés. Dans certains cas, ces moyens ont porté leurs fruits. Mais dans bien de cas, les impacts positifs sont peu visibles à cause de non participation des cibles. Toute chose qui commande le renforcement d'une approche communicationnelle plus participative aux fins de réaliser les objectifs de la convention.

De tout ce qui précède, il convient de souligner que le programme de sensibilisation des acteurs sur les impacts des Changements Climatiques efficace repose sur les outils suivants.

Tableau 98 : Outils de sensibilisation du Public en matière des Changements Climatiques

Thèmes	Activités	Public Cibles	Outils
Connaissance de la convention et sur le protocole de Kyoto	Elaboration de la documentation sur les thèmes, production des films documentaires	Elus locaux OCB, ONG, cadre techniques	Ateliers /séminaires Emissions RTV
Connaissance et vulgarisation des impacts négatifs sur les secteurs vulnérables	Elaboration des brochures thématiques en langues nationales, émission RTV	Elus locaux OCB, ONG, cadre techniques	Brochures en français et en langues nationales, Ateliers /séminaires Emissions RTV
Formation et recyclage des techniciens et acteurs	Identification des besoins et modules de formation	Cadres nationaux et locaux	Ateliers /séminaires Emissions RTV
Sensibilisation des scolaires, universitaires sur le CC	Conception d'affiches, fascicules, films	Elèves, Etudiants et formateurs	Affiches, films, exposés, conférences /débat

Source, Etude de Sensibilisation Education Formation, 2009

5.4.3- Etat des lieux des besoins prioritaires en matière Education, Formation et Sensibilisation du public

Depuis la mise en œuvre de la CCNUCC, il ressort que le bilan des activités est mitigé à travers les efforts déployés par l'État ses partenaires techniques et financiers.

En dehors de certaines activités telles que : l'organisation des ateliers de formation, des conférences, des interviews radiodiffusées, les lacunes et contraintes existent encore et entravent la mise en œuvre efficace de la convention. Parmi celles-ci on peut citer entre autres :

- la faible maîtrise du concept changement climatique par les acteurs chargés de la sensibilisation
- l'insuffisance et la non adaptation des supports de sensibilisation ;
- le fort taux d'analphabétisme des populations qui ne favorise pas la compréhension des messages ;
- l'insuffisance de l'expertise en matière de changements climatiques ;
- l'insuffisance des moyens destinés aux actions d'éducation, de formation et de sensibilisation du public ;
- le coût relativement élevé des prestations des médias (journaux, imprimerie, radios, télé, etc.) pour les activités d'Information, d'Education et de Communication (IEC) ;
- le faible intérêt accordé par la société civile à cette Convention compte tenu de sa complexité et de son caractère trop technique ;
- la faible prise en compte de la problématique des changements climatiques dans les politiques et stratégies nationales de développement.

Compte tenu des contraintes et lacunes énumérées ci-dessus, les besoins en matière d'éducation de formation et de sensibilisation du public sur les changements climatiques se présentent comme suit :

1. la sensibilisation des décideurs politiques, économiques et industriels avec pour objet sensibiliser les députés, les membres du gouvernement, les hauts cadres de l'administration et les opérateurs économiques, sur les changements climatiques, la convention et le protocole de Kyoto ;
2. L'éducation et formation de la société civile et des cadres techniques sur les procédures d'élaboration des projets dans le domaine des changements climatiques, et procédures de financement ;
3. le Mécanisme pour un Développement Propre et les stratégies d'adaptation et mesures d'atténuation;
4. l'éducation et formation des scolaires et universitaires sur les effets néfastes des changements climatiques sur l'environnement, les mesures d'atténuation et d'adaptation et le MDP ;
5. le renforcement du centre opérationnel d'échange d'information.

Dans le cadre de la mise en œuvre de la convention sur les changements climatiques et conformément aux obligations des parties en matière d'éducation de la formation et de la

sensibilisation du public, les cadres institutionnels, juridiques disposent à leur sein des programmes y relatifs. A ce sujet, plusieurs lois, ordonnances, et conventions au plan national, sous régional et régional ont été ratifiées. Elles ont été soutenues par plusieurs initiatives et projets.

Malgré les innombrables initiatives et projets, il ressort que peu d'initiatives sont développées à l'endroit des décideurs, du monde rural et des scolaires qui constituent pourtant des cibles privilégiées. Les actions sont beaucoup orientées vers les techniciens qui malheureusement éprouvent d'énormes difficultés faute de moyens pour véhiculer les connaissances qu'ils détiennent. C'est pourquoi, des lacunes et contraintes existent encore et entravent la mise en œuvre efficace de la convention. Compte tenu de cette situation, les principales actions à mener s'adresseront aux : décideurs politiques et économiques ; représentants de la société civile et des cadres techniques ; producteurs ; scolaires. Le tableau ci-après présente un résumé de ces besoins :

Tableau 99: Etats des lieux des besoins prioritaires en matières d'éducation, formation et sensibilisation

Au niveau Systémique		
	Besoins en renforcement	Actions prioritaires
Plan local	<ul style="list-style-type: none"> • Meilleure connaissance les CC • Appropriation des stratégies et programmes liés au CC par tous les acteurs de terrain ; • Appropriation de SNRP; • Elaboration de programmes locaux d'adaptation aux CC ; Exploitation des avantages découlant du Protocole de Kyoto	<ul style="list-style-type: none"> • Information, éducation et sensibilisation sur les CC de l'ensemble des acteurs locaux • Diffusion et vulgarisation des stratégies et programmes CC; • Information, diffusion et vulgarisation de ; • Traduction et diffusion des textes sur CC en langues nationales ; • Renforcement des capacités locales d'adaptation aux CC par des projets PANA; • Elaboration stratégie locale pour mise en œuvre du Protocole de Kyoto Elaboration et mise en œuvre de projets locaux de reboisement pour la séquestration du carbone
Plan national	Besoins en renforcement	Actions prioritaires
	<ul style="list-style-type: none"> • Adoption de mesures nationales prenant en compte des CC dans les plans de développement ; • Appropriation du PANA par tous les acteurs ; Suivi régulier des négociations au niveau du pays.	<ul style="list-style-type: none"> • Formations des élus et des dirigeants aux enjeux des CC, du Protocole de Kyoto et du PANA, • Traduction et diffusion des textes sur le Protocole et sur le PANA ; • Mise en place un système de collecte, d'archivage et de base de données sur les CC ; • Assurer la participation

		efficace et régulière du pays aux négociations internationales.
Plan régional	Besoins en renforcement	Actions prioritaires
	Création de cadre régional de concertation, d'harmonisation des actions et de partage d'expériences	Mise en place d'un programme sous régional de formation, de renforcement des capacités et d'un réseau des pays sahéliens en matière de changement climatique dans le cadre du CILSS
Au niveau institutionnel		
Plan local	Besoins en renforcement	Actions prioritaires
	<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement des capacités organisationnelles et techniques des OP, des structures d'encadrement local en CC (Cellules environnementales), Intégration des questions de CCC dans les programmes et projets de développement locaux. 	<ul style="list-style-type: none"> • Appui technique et matériel pour le renforcement des capacités des structures locales ; Formation des OP et de leurs structures d'encadrement en CC.
Plan national	Besoins en renforcement	Actions prioritaires
	<ul style="list-style-type: none"> • fonctionnement efficace du point focal CC, • Mise en place des cadres de travail/comités techniques impliquant l'ensemble des structures nationales compétentes dans la conduite des inventaires de GES ; • implication du privé et des ONG nationales dans les organes créés pour la mise en œuvre de la convention sur les CC ainsi que du protocole ; • Renforcement du rôle de la Direction de la Météorologie dans l'observation systématique et le suivi du climat ; • Renforcement du rôle l'ITRAD et de l'Université dans la recherche sur les CC, • Renforcement des capacités du ITRAD dans la production de semences améliorées et résilientes aux conditions climatiques extrêmes ; <p>Introduction de modules de formation sur les changements climatiques spécifiques a chaque domaine dans les écoles professionnelles traitant des questions environnementales et à l'université ; l'Education Environnementale</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dotation de point focal CC et l'administration national de ressources humaine et financières requises pour leur fonctionnement ; • Responsabilisation et formation des structures techniques nationales impliquées dans la réalisation des inventaires de GES à la maîtrise du guide méthodologique des inventaires et à la conduite des inventaires des GES; • Mise en place des groupes de travail thématiques au sein de la structure point focal sur les inventaires, l'adaptation, l'atténuation, etc ; • Identification et mise en œuvre des programmes de sensibilisation et de formation ciblés au profit des acteurs privés et des ONG ; • Dotation de la Direction de la

		<p>météo en ressources suffisantes pour la conduite d'un programme cohérent d'observation systématique ;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formation de spécialistes en modélisation dans le domaine des CC et aux techniques de séquestration du carbone ; • Développement et /ou renforcement des programmes de recherches pour la création et la multiplication de semences résistantes aux conditions climatiques extrêmes ; • Définition des curricula pour les modules de formation pour les écoles professionnelles; • Renforcement des synergies d'actions entre les structures nationales et régionales pouvant contribuer à améliorer les connaissances sur les CC et le renforcement des capacités sur les CC, surtout les structures chargées des veilles environnementales (climat, eau, foresterie,). <p>Mise en place d'un dispositif de suivi de la pollution atmosphérique en zone urbaine</p>
Plan régional	Besoins en renforcement	Actions prioritaires
	<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilisation de 2 IE, de l'ENEF et d'AGRHYMET des pôles d'excellence pour certains profils de formations en CC 	<ul style="list-style-type: none"> • Définition avec AGRHYET, l'ENEF et le 2 IE de certains modules de formation à dispenser en matière de CC
Au niveau individuel		
Plan local	Besoins en renforcement	Actions prioritaires
	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilisation des populations sur les risques climatiques auxquels ils sont exposés ; • Information et éducation des populations sur les bonnes pratiques dans la gestion de l'énergie, de l'agriculture, de l'élevage, des ressources en eau, de la foresterie afin de réduire les émissions de GES 	<ul style="list-style-type: none"> • Traduction en langues nationales et vulgarisation des documents importants sur les CC, le Protocole de Kyoto et sur le programme national d'adaptation aux CC ; • Réalisation d'actions de sensibilisation (débats, dépliants, films écologiques, bandes dessinées, ect) ciblées vers des groupes particulièrement vulnérables au CC • Vulgarisation des stratégies d'adaptation au CC en faveur de

		certaines catégories d'acteurs particulièrement vulnérables ;
Plan national	Besoins en renforcement	Actions prioritaires
	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilisation, formation, information des décideurs, des techniciens du public et du privé sur les enjeux des CC et du protocole de Kyoto, • Information et sensibilisation sur la vulnérabilité du pays au CC et sur le Programme national d'adaptation, • Disposition d'enseignants maîtrisant les questions de changements climatiques dans les établissements d'enseignements ciblés 	<ul style="list-style-type: none"> • Identification et mise en œuvre d'un programme de sensibilisation, d'information et de formation permettant de couvrir un grand nombre de décideurs et de techniciens • Formation et recrutement de spécialistes dans les différents domaines des CC
Plan régional	Besoins en renforcement	Actions prioritaires
	<ul style="list-style-type: none"> • Disposition d'enseignants maîtrisant les questions de changements climatiques dans les pôles d'excellences régionaux 	<ul style="list-style-type: none"> • Spécialisation d'enseignants dans certains modules techniques sur les CC ; • Encouragement des experts nationaux, des enseignants, des associations au réseautage régional ; • Incitation à l'usage du site web de la CCNUCC.

5.4.4- L'état des lieux des besoins du programme d'information, d'éducation, et de sensibilisation du public

L'état des lieux et l'analyse des besoins d'information, d'éducation et de sensibilisation publique, découlent des contraintes majeures soulevées par les parties prenantes au niveau national et local.

Les besoins en information permettent à l'avenir d'agir pour une meilleure gestion de l'environnement sur le Changement Climatique au Tchad sont consignés dans le tableau ci-dessous. Tous acteurs confondus, les besoins exprimés se décomposent en deux catégories. Ceux d'ordre matériel résumés selon les lignes ci-dessous :

- la documentation générale et technique sur l'environnement (physique, socio-économique, écologique) du Tchad
- les supports informatiques sur les effets du Changements Climatiques (ex. résultats d'inventaires)
- les sites Internet sur les l'évolution du climat écosystèmes ;
- les ouvrages scientifiques spécialisés
- les éléments de diagnostic approfondi des phénomènes sur le Changements Climatiques
- les supports audiovisuels d'information et sensibilisation
- les périodiques sur les sites du Changements Climatiques; le matériel d'éducation
- le matériel de collecte et de traitement de données sur les Changements Climatiques
- le répertoire des organisations non gouvernementales nationales œuvrant dans le domaine des Changements Climatiques.

Les autres besoins exprimés concernent beaucoup plus l'information des acteurs locaux. Elles ont été analysées par catégorie d'acteurs rencontrés et sont résumés dans le tableau de la page suivante, en fonction des changements souhaités. Le tableau ci-après présente un résumé de ces besoins.

Tableau 100 : Besoins résumés d'information, éducation et sensibilisation du public au niveau national

Acteurs	Comportement Attitude/Pratiques Observés	Changements souhaités	Obstacles	Atouts	Besoins en information/Education et sensibilisation
Institutions d'appui	<ul style="list-style-type: none"> - Ne tiennent toujours pas compte des préoccupations des populations dans l'élaboration des programmes et projets - Attitudes pas toujours favorables à la communication, - Insuffisances de connaissances et d'information sur les textes - Ne maîtrisent toujours pas les techniques de communication - Insuffisance de suivi des activités - Insuffisance de la perception du nouveau rôle d'appui conseil - Mauvaise application des textes réglementaires - Insuffisances de connaissances et d'outils sur la CC 	<ul style="list-style-type: none"> - Projets et programmes à gestion participative - Bonne connaissances techniques et une maîtrise des textes législatifs et réglementaires - Communication participative - Mieux jouer leur rôle d'appui/conseils 	<ul style="list-style-type: none"> - Insuffisance de moyens et manque de motivation - Manque de concertation entre acteurs 	<ul style="list-style-type: none"> - Prise de conscience et favorable aux changements - Disponibilité à accompagner le processus - Moyens humains disponibles 	Besoins sur : <ul style="list-style-type: none"> - Nouvelles connaissances sur les mécanismes des effets du CC - Connaissances des textes régissant La CC - Connaissance des résultats de la recherche en lien avec les CC - Education citoyenne
Secteur privé	<ul style="list-style-type: none"> - Insuffisance de connaissances des impacts de leurs activités sur l'environnement, - Méconnaissance la législation - N'est toujours pas informé 	Production propre, meilleure application de la réglementation <ul style="list-style-type: none"> - Production propre et MDP - Meilleure connaissance de la législation - Meilleure connaissance des impacts de leurs actions sur la santé et l'environnement - Meilleure information et implication dans la gestion de l'environnement 	Pas suffisamment informé	<ul style="list-style-type: none"> - Prise en compte progressive de l'environnement dans leurs activités - Contribution appréciable du secteur privé dans le développement 	Besoins sur : <ul style="list-style-type: none"> - Connaissances sur les normes environnementales des effets du changement climatique

Acteurs	Comportement Attitude/Pratiques Observés	Changements souhaités	Obstacles	Atouts	Besoins en information/Education et sensibilisation
		- Meilleure organisation des acteurs			
Société civile	- Peu associés aux prises de décisions - Insuffisance d'information et de connaissances sur le CC	- Implication dans le processus des activités de la CC - Bonne participation à la Convention	- Pas suffisamment informés - Manque de synergie d'action	- Très sensibles aux droits humains et notamment à un environnement sain - Disponibilité de ressources humaines	Besoins sur : - Connaissances des textes et des normes environnementales en matière de CC - Nouvelles connaissances sur les mécanismes des effets du CC
Acteurs de l'éducation	- Livraison des messages utiles pour une gestion durable de l'environnement - Insuffisances de connaissances et d'outils sur le CC. - Peu informé sur les risques et les effets néfastes du CC	- Bonnes connaissances en éducation environnementale dans les différents ordres d'enseignement - Connaissances et d'outils pour dispenser l'éducation environnementale sur le CC - Bonne connaissance des outils de la CCNUCC	- Non disponibilité des outils sur le CC	- Acteurs déjà formés dans certains cas - Certains outils disponibles - Disponibles et travaillant avec les organisations communautaires dans le cadre de l'ouverture de l'école sur le milieu	Besoins sur : - Connaissances de la CCNUCC
Acteurs de la communication	- Insuffisances de connaissances et d'outils sur le CC	- Bonne connaissance des outils sur le CC - Bonne information sur les mécanismes de prévention et de gestion des efficaces sur le CC - Bonne connaissances des textes législatifs et réglementaires - Diffusion de messages éducatifs sur le CC d'un changement de comportement - Acteurs bien organisé travaillant en synergie	- Manque d'information et de formation, manque de moyens - Nombre limité des radios de proximité - Matériel et documents en nombre limité	- Disponibles - Existence de réseaux ou associations spécifiques - Initiatives existantes - Reconnaissance du rôle important de la communication pour le développement	Besoins sur : - Nouvelles connaissances sur les mécanismes de prévention et de gestion des effets néfastes sur le CC - Connaissances des textes régissant le CC - Connaissance des résultats de la recherche en lien avec les problèmes du CC - Education citoyenne - Connaissance des textes et des normes environnementales
Partenaires	- Favorables à appuyer la	- Reduire les effets de GES	Lourdeur de certaines	- Disponibles à aider	Besoins sur :

Acteurs	Comportement Attitude/Pratiques Observés	Changements souhaités	Obstacles	Atouts	Besoins en information/Education et sensibilisation
techniques et financiers	CCNUCC et les politiques nationales		procédures	pour une durabilité des actions - Existence d'expériences positifs sur le CC - Existence de moyens techniques et financiers	- Connaissance de la CCNUCC - Connaissances des orientations et politiques communes à la gestion de l'Environnement ; - Connaissance des orientations et politiques spécifiques du Tchad dans le cadre de la CCNUCC
Organisations communautaires de base (OCB)	- Conscient de la situation - Attachement aux pratiques traditionnelles - Insuffisances de connaissances techniques sur la réglementation, - Aspects cadre de vie non privilégié	- Information sur la question, de bonnes pratiques en CC, - Bonne connaissance des techniques et innovations - Bonne connaissance des textes législatifs et réglementaires - Appropriation des connaissances techniques diffusées - Assainissement du cadre de vie	- Contradiction réglementation traditionnelle et nationale, - non disponibilité des textes en langue locale - Faible niveau d'alphabetisation - Analphabetisme	-Décentralisation et réflexions en cours sur la question - Alphabetisation - Traducteurs disponibles	- Information, formation sur le CC - Bonnes pratiques sur les effets du CC - Concertation et échanges d'information sur le CC. - Législation et réglementation
	- Attachement aux pratiques traditionnelles - Faible capacité en éducation, formation et sensibilisation sur le CC	- Information sur les questions relatives au CC - Bonne connaissance des techniques et innovations - Bonne connaissance des textes législatifs et réglementaires - Assainissement du cadre de vie	- Rôle pas très clair, pouvoir réduit ou inexistant	-Décentralisation des pouvoirs de décision - Non implication dans l'élaboration des textes - Disponible pour accompagner les décideurs	- Information, formation sur le CC - Législation et réglementation - Connaissance des mécanismes de financement
Collectivités locales	- Conscient de la situation des effets néfastes du CC	- Information sur les questions relatives au CC - Bonnes pratiques - Bonne connaissance des techniques et innovations - Bonne connaissance des textes législatifs et réglementaires	- Textes pas toujours appliqués - Insuffisance de documents	-Décentralisation effective ou en cours - Engagés dans le développement local	- Information, formation sur le CC - Législation et réglementation - Connaissance des mécanismes de financement

Acteurs	Comportement Attitude/Pratiques Observés	Changements souhaités	Obstacles	Atouts	Besoins en information/Education et sensibilisation
		<ul style="list-style-type: none"> - Appropriation des connaissances techniques diffusées - Assainissement du cadre de vie 			
Acteurs de la communication	<ul style="list-style-type: none"> - Insuffisances d'information et d'outils 	<ul style="list-style-type: none"> - Supports et bonne connaissance des textes 	<ul style="list-style-type: none"> - Non disponibilités des textes 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponible pour faire passer les messages 	<ul style="list-style-type: none"> - Bonnes pratiques des activités de CC - Supports existants insuffisant sur le CC - Connaissance des mécanismes de financement
Femmes et jeunes	<ul style="list-style-type: none"> - Ne sont pas informés, ni éduquer et sensibilisé sur le CC 	<ul style="list-style-type: none"> - Accès facile à l'information et disponibilité des outils 	<ul style="list-style-type: none"> - Faible niveau de scolarisation et d'alphabétisation - Poids de la tradition 	<ul style="list-style-type: none"> - Forte mobilisation et importance numérique 	<ul style="list-style-type: none"> - Conditions de maîtrise des activités sur le CC - Bonnes pratiques des activités de CC - Concertation et échanges d'information sur des activités de CC - Niveau d'implication des activités de CC - Connaissance des mécanismes de financement
Organisations communautaires de base (OCB)	<ul style="list-style-type: none"> - Faible connaissance des enjeux, sur la prévention et les effets néfastes du CC - Manque d'information 	<ul style="list-style-type: none"> - Bonne connaissance des mécanismes de prévention et de gestion des effets du CC, - Textes disponibles ainsi que les différents mécanismes 	<ul style="list-style-type: none"> - Faible implication 	<ul style="list-style-type: none"> - Organisation et mobilisation 	<ul style="list-style-type: none"> - Législation et réglementation - Bonnes pratiques en matière de prévention et gestion des effets de CC - Mécanismes locaux de concertation
Structures traditionnelles de décision	<ul style="list-style-type: none"> - Attachement aux pratiques traditionnelles, - Ne sont pas associés aux prises de décisions 	<ul style="list-style-type: none"> - Participation au processus de prévention et de gestion des effets de CC - Connaissances des nouveaux mécanismes 	<ul style="list-style-type: none"> - Ne sont toujours pas informés 	<ul style="list-style-type: none"> - Connaissance de prévention sur le CC 	<ul style="list-style-type: none"> - Législation et réglementation - Bonnes pratiques en matière de prévention et gestion des effets de CC - Mécanismes locaux de concertation
Collectivités locales	<ul style="list-style-type: none"> - Insuffisances d'information et d'outils pour la prévention et la 	<ul style="list-style-type: none"> - Participation de toutes les parties prenantes aux prises de décision et 	<ul style="list-style-type: none"> - Absence d'outils d'information 	<ul style="list-style-type: none"> - Pouvoir local de décision et ouvert 	<ul style="list-style-type: none"> - Législation et réglementation - Bonnes pratiques en matière de

Acteurs	Comportement Attitude/Pratiques Observés	Changements souhaités	Obstacles	Atouts	Besoins en information/Education et sensibilisation
	gestion des effets de CC	disposition d'un plan local de développement intégrant la prévention et la gestion des effets de CC		aux innovations	prévention et gestion des effets de CC - Mécanismes locaux de concertation
Femmes et jeunes	- N'ont pas de pouvoir de décision	- Participation au processus de prévention et de gestion des effets de CC	- Faible implication dans les décisions	- Mobilisation, - Nombre élevé, - Disponible et organisations spécifiques	- Législation et réglementation - Bonnes pratiques en matière de prévention et gestion des effets de CC - Mécanismes locaux de concertation
Acteurs de la communication	- Manque d'information sur les processus et outils de prévention et gestion des effets de CC	- Disposer d'information et d'outils pour une communication pertinente	- Manque d'information et d'outils - Non implication dans les discussions	- Existence d'animateurs en langue nationale et radio de proximité	- Informations dans tous les domaines de de prévention et de gestion des effets de CC

**SIXIEME PARTIE : DIFFICULTES ET LACUNES
OBSERVEES, RESSOURCES FINANCIERES ET
EN RENFORCEMENT DE CAPACITES**

Cette seconde communication nationale du Tchad sur les changements climatiques, loin d'avoir abordé tous les contours des thématiques prévues au titre des communications nationales des Parties non visées à l'annexe 1 de la Convention. Cependant des lacunes et difficultés persistent et méritent d'être prises en compte dans les communications nationales et compte tenu du rôle important que jouent les communications nationales, en matières d'informations et de prise de décision tant au niveau national qu'internationale.

6.1- DIFFICULTES ET LACUNES

Les difficultés et les lacunes sont des problèmes généraux dans la plupart des secteurs d'activités au Tchad. Elles sont en général similaires à celles rencontrées lors de l'élaboration de la communication nationale initiale. On peut classer les difficultés rencontrées au cours de l'inventaire des gaz à effet de serre et les autres thèmes abordées dans le cadre de la seconde communication nationale du Tchad. Cette seconde communication nationale a permis de relever quelques difficultés et lacunes dont les plus importantes sont :

- ✓ le temps imparti est insuffisant pour couvrir toutes les questions de collecte, d'analyse bibliographique et de compilation des données ;
- ✓ l'expertise technique très limitée dans toutes les thématique clés en rapport avec les communications nationales;
- ✓ la disponibilité et la fiabilité des données d'activités, des facteurs d'émission et des coefficients de conversion ;
- ✓ la non transparence de la gestion (processus de collecte, traitement, stockage et archivage) des données d'activités ;
- ✓ la faible capacité des structures productrices et détentrices de données d'activités ;
- ✓ l'insuffisance au niveau des méthodologies et des logiciels ;
- ✓ l'absence d'un cadre permanent de gestion des inventaires ;
- ✓ les difficultés d'accès aux données ;
- ✓ l'incompatibilité des données disponibles avec les modèles proposés ;
- ✓ la non concordance des données fournies par l'Institut National de la Statistique et celles collectées auprès des Directions Techniques ;

6.2- RESSOURCES FINANCIERES

Au Tchad, les ressources financières affectées aux changements climatiques proviennent à quelques exceptions près, des financements au titre des Activités Habilitantes pour la préparation de la seconde communication nationale financées par le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM). Il apparait donc clairement qu'il existe un déficit important pour mettre pleinement en application la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, pour entreprendre des mesures de riposte relative à l'adaptation et à l'atténuation et pour intégrer les changements climatiques dans les stratégies, politiques, programmes ou projets de développement.

Par conséquent, il sera mis en place une politique de mobilisation de ressources afin de tirer un maximum de profit de la coopération internationale qu'elle soit bilatérale ou multilatérale.

6.3- CAPACITES TECHNIQUES

Des efforts réels ont été fournis pour le développement des capacités humaines et institutionnelles. Il reste néanmoins de nombreux gaps à combler avant de disposer de la compétence et de l'expertise nationales nécessaires pour mener des initiatives réussies et durables dans le domaine des changements climatiques.

Un plus grand nombre d'experts seront formés, des centres de recherche et d'excellence seront renforcés, équipés et associés aux travaux sur les changements climatiques.

En outre les membres de l'équipe nationale pluridisciplinaire sur les changements climatiques seront redynamisés et dotés de moyens appropriés leur permettant de jouer efficacement leur rôle.

6.4- IDEES DES PROJETS IDENTIFIES POUR CETTE SECONDE COMMUNICATION NATIONALE

Les projets qui sont présentés dans ce document sont d'une part les projets identifiés dans le cadre du PANA et d'autre part ceux identifiés dans le cadre de la seconde communication nationale (Tableau 101).

Tableau 101 : liste des prioritaires identifiés dans le cadre du PANA et la SCN

Secteur/sous secteur	options
Ressources en eau	Maîtrise et gestion de l'eau
Agriculture	<ul style="list-style-type: none"> -Développer des cultures intensives adaptées et diversifiées ; -Encourager les cultures maraîchères ; -Mettre en place l'élaboration, la diffusion et la pérennisation des calendriers culturaux ; -Vulgariser les techniques de transformation et conservation des produits agricoles ; -Mettre en place d'une structure intégrée (service phytosanitaire-météorologie) pour la surveillance acridienne et autres maladies climato sensibles ; -Réaliser des ouvrages de défense et restauration des sols pour le développement des activités agricoles ; -Promouvoir et vulgariser les nouvelles techniques agroforestières : régénération naturelle assistée (RNA) ;

Elevage	<ul style="list-style-type: none"> -Valoriser les sous produits agroindustriels (tourteaux, bagasse, dresh, etc.) et résidus agricoles pour l'alimentation du bétail ; -Promouvoir l'élevage périurbain ; -Domestication de certaines espèces ; -Créer et vulgariser les banques fourragères ; -Revoir les couloirs de transhumance et les zones de pâturages intercommunautaires ; -Création et vulgarisation des banques fourragères -Valoriser le savoir et savoir-faire endogènes en matière de santé animale.
Santé humaine	<ul style="list-style-type: none"> -Valoriser le savoir et savoir-faire endogènes en matière santé humaine ; -Alerte précoce sur les épidémies associées aux variabilités et changements climatiques ;
Ecosystèmes	<ul style="list-style-type: none"> -Identification et vulgarisation des espèces adaptées -Promotion de l'agroforesterie notamment la Régénération Naturelle assistée (RNA).
Paysages et infrastructures	<ul style="list-style-type: none"> -Construire des infrastructures de défense contre les inondations dans les zones périurbaines ; -Promouvoir la fabrication des briques en terre stabilisée
Energie	<ul style="list-style-type: none"> -Vulgarisation des énergies de substitution (charbon vert, biogaz, etc).
Institution	<ul style="list-style-type: none"> -Observatoire sur les changements climatiques et des Politiques d'Adaptation ;
Hydro climatologie	<ul style="list-style-type: none"> -Améliorer de la prévision saisonnière climatique des précipitations et des écoulements -Renforcement des capacités d'observation du climat dans la portion Tchadienne du bassin du Niger ;
Education/Communication	<ul style="list-style-type: none"> -Education, information et sensibilisation à l'adaptation aux changements climatiques

Source : PANA, 2009

CONCLUSION GENERALE

L'élaboration de la Seconde Communication Nationale du Tchad sur les changements climatiques, s'est fondée d'une part, sur des études réalisées au plan national et couvrant diverses thématiques prévues au titre des communications nationales sur les changements climatiques et, d'autre part, sur la documentation disponible aux plans régional et international, en particulier les différents rapports d'évaluation du GIEC.

L'approche méthodologique utilisée à divers niveaux est celle préconisées par les directives techniques du GIEC et d'autres guides méthodologiques mis au point par le PNUE et le PNUD. Les outils officiellement recommandés dans le cadre des Communications Nationales et testés au plan national, ont été utilisés pour conduire les diverses évaluations ou les études dans la plupart des cas.

La première partie consacré aux circonstances nationales fait ressortir que, le Tchad dispose , de potentialités en ressources naturelles et des atouts politiques qui lui confèrent des capacités réelles à asseoir des stratégies et mesures de parade face aux risques des changements climatiques.

A propos de l'inventaire national de gaz à effet de serre, pour l'année de référence 2000, quatre (04) secteurs d'activité ont été couverts à savoir : l'énergie, l'agriculture/élevage, l'UTCATF et les déchets. Les données d'activité et autres informations utilisées proviennent essentiellement des sources nationales et internationales. Les facteurs d'émission sont ceux proposés par défaut par le GIEC.

L'évaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation a été conduite dans quatre (04) secteurs à savoir : l'énergie, l'agriculture/élevage, l'UTCATF et les déchets. Les scénarios globaux proposés et décrits par le GIEC, qui reflètent au mieux les réalités et perspectives du Tchad, ont été choisis pour réaliser les projections climatiques.

L'évaluation des efforts nationaux d'atténuation a permis d'identifier de nouvelles mesures. En matière de transfert de technologies, éducation information et formation er recherche observation systématique, l'identification des besoins ont conduit aux assorties des barrières et contraintes pour leur adoption.

Il faut noter que la capacité d'expertise nationale limitée associée au manque d'équipements appropriés, à l'absence de planifications sectorielles à moyen et long terme, à l'inexistence de bases de données adéquates, ont quelque peu influencé le niveau des analyses effectuées. Cependant, des progrès significatifs ont pu être réalisés par rapport à la Communication Nationale Initiale, tant en ce qui concerne la gamme des thématiques traitées qu'en terme d'approche méthodologique utilisée.

BIBLIOGRAPHIES

Abderamane Bintou, Bulletin Africain n°5 décembre 1995. Compostage et méthanisation des déchets et substrats végétaux disponibles en zone sahélienne et dans la ville de N'Djaména.

Andigué J., 1999. Thèse de doctorat. Mise en place d'un système d'Information Géographique comme base d'une stratégie pour une meilleure gestion des espaces ruraux.

AUPELF-UREF, 1993. Sciences et changements climatiques planétaires. Sécheresse.

Banque Mondiale (BM), 1994. Tchad, Revue du Secteur de l'Energie

Banque Africaine de Développement (BAD), Programme Energétique Africain, 1995. Les Interactions entre l'Énergie et l'Environnement au Tchad

Banque Mondiale (BM), Juin 1993. Tchad, Eléments de Stratégie pour l'Energie Domestique Urbaine, le cas de N'Djaména

BCEOM juillet 1991. Rationalisation de la gestion des déchets solides a N'Djaména rapport provisoire

Békayo N. Derla, 1999. Etude sur la biodiversité au Tchad – volet disponibilité des terres cultivables.

CILSS/UE, 1996 Annuaire des statistiques agricoles année 1995, Tchad

CBLT, septembre 1997, rapport national centrafricain. Bilan diagnostique de la gestion intégrée des eaux et des contraintes environnementales dans le bassin du lac Tchad ;

CBLT, juin 1992. Plan directeur pour le développement et la gestion écologiquement rationnelle des ressources naturelles du bassin conventionnel du lac Tchad ;

CCNUCC, juin 1999-Inventaires des gaz à effet de serre au Tchad

CNAR, Stratégie de gestion de l'économie à l'ère pétrolière. Tchad

Communication Nationale Initiale du Tchad, 2001

Compte rendu de la mission pour la coopération internationale; INSA, Avril 1986

CTA, 1996. Atlas Lac Tchad

CTA, 1994-Cadastre macro-économique. MEE. Tchad.

Dépierre D. et al., 1971 Désertification de la zone sahélienne au Tchad (bilan de dix années de mise en défens). Revue Bois et forêt des tropiques, n° 130, septembre – octobre 1971.

DOH. A. Université d'Ouagadougou: Principaux aliments ouest africains et leur valeur nutritionnelle

E. Ngnikam, J. Wethe, A. Riedacker, E. Tanawa; Bulletin Africain° 10 octobre 1998. Evaluation du potentiel technique de réduction des émissions de gaz a effet de serre pour divers traitements des déchets ménagères urbains sous les tropiques humides : application au cas de Yaoundé ;

ESMAP, 1994 - Eléments de stratégies pour l'Energie Domestique urbaine : cas de N'Djamena. Tchad

FAO (27) Bulletin pédologique. L'emploi des matières organiques comme engrais; Rome 1975

FAO (56), Rome 1988. Bulletin pédologique. Aménagement du sol : production et usage du compost en milieu tropical et subtropical;

F.A.O., 1994-Assistance technique préparatoire à l'aménagement des ressources forestières au Tchad

FAO, 1991 – Annuaire sur les produits forestiers – vol.45, 25p.

FAO, 1991 – Annuaire sur les produits forestiers, vol.47, 422p

F.A.O., 1996- Analyse économique et financière de la forêt de Mogroum. Tchad

Gaston A. 1986. Evolution d'un écosystème pastoral sahélien au Tchad. Séminaire régional sur la dynamique et l'évolution et l'évolution des écosystèmes pastoraux sahéliens. UNESCO-CILSS-ISEISMV, Dakar, octobre 1986

GIEC, 1996-Techniques, politiques et mesures d'atténuation du Changement Climatique

GIEC, 1995-Changements Climatiques. Deuxième rapport d'évaluation du GIEC

Groupement SGI - STUDI (Tunis-Tunisie), Juillet 1998. Plan Directeur du sous-secteur Electricité du Tchad

H. Ndoumbé Nkotto, et. Ngnikam et J. Wethe, Bulletin Africain n° 5 décembre 1995

Le compostage des ordures ménagères : l'expérience du Cameroun après la dévaluation du franc CFA

Lebrun et al., 1972 Catalogue des plantes vasculaires du Tchad méridional. Mais Alfort.

IMVT.

M. K Cissé, ENDA-TM. Méthodologie d'analyse des Stratégies d'atténuation des Gaz à Effet de Serre

Ministère du Plan, de l'Economie et du Développement - Division de la population . L'état de la population du Tchad en 1999 : conséquence démographique et dégradation de l'environnement.

Ministère des Mines, de l'Energie et du Pétrole, Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement, 1994. Stratégie pour l'énergie domestique: plan d'action détaillé-

Ministère de l'Environnement et de l'Eau, 1999 : Version provisoire Programme d'Action National de Lutte Contre la Désertification

Ministère du Plan et de l'Aménagement du Territoire, 1998 : Projection des différentes variables macro-économiques, N'Djaména, Tchad.

Ministère de l'Environnement et de l'Eau, 1999 : Inventaire des gaz à effet de serre (GES) au Tchad Mise en œuvre de la convention cadre des nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC), N'Djaména, Tchad

M. Coe et J. Foley, 2001. Le lac Tchad menacé de disparition. N'Djamena Hebdo n°479 du 19 mars 2001.

Mbaïtoudji M.M, 26 Octobre 1997. Exploitation Pétrolière au Tchad. Aspects socio-économiques et politiques de protection de l'environnement

Marti Van Liere. Rapport de mission Tchad TCP/CHD/6712, 1998

Montpellier, France juin 1991. Projet technique et financier. Centrale de production d'eau chaude par fermentation méthanique des déchets d'abattoirs

M.COE et J. FOLEY , journal N'Djaména hebdo n° 479 du 19 mars 2001. Le lac Tchad est menacé de disparition

N'Djafa Ouaga H., 2001. Thèse de doctorat. Crises, mutations des espaces ruraux et stratégies paysannes d'adaptation.

Nelngar Younan, avril 2000. Schéma directeur de l'eau et de l'assainissement

Synthèse actualisée des ressources en eau de surface. Volet 1. Informations générales et

actualisation des données

Oueddo D., 1990. Désertification au Tchad : évolution écologique et pression anthropiques. Document présenté à la 3^{ème} journée agro-sylvo-pastorale en novembre 1999

Programme d'Action Nationale pour l'Adaptation (PANA), 2009

Projet IGES, Afrique de l'Ouest et Centrale, 2008

PUND, 1999 : Avant - Projet Stratégie Nationale du Logement du Tchad, N'Djaména

PNUD/FNUAP, Février 2000, Bilan commun de pays au Tchad ;

PNUD/Ministère du Plan et de l'Aménagement du Territoire, Février 1999. Rapport national sur le développement humain au Tchad.

Projet Energie Domestique, 1997-Rapport d'évaluation. Tchad

Rapport de la première Conférence des Ministres de l'environnement pour la sauvegarde du lac Tchad, N'Djaména, avril 1988.

République du Tchad : Table ronde de Genève IV, 1999 : Réunion sectorielle sur le développement rural : diagnostic et stratégies, N'Djaména, Tchad

Table ronde pour la mise en place d'un plan d'action de gestion durable des déchets solides et de l'assainissement de la ville de N'Djaména - juin 1998

Promouvoir le biogaz au Tchad : Projet d'une installation industrielle pour la méthanisation des déchets de l'abattoir frigorifique de Farcha;

UNEP/Institute for Environment Studies d'Amsdterdam, octobre 1998. Handbook on methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation strategies version 2.0 d'octobre

Wigley et al., 2000. MAGICC / SCENGEN version 2.4