

RÉPUBLIQUE DU TCHAD

HAUT COMITE NATIONAL POUR L'ENVIRONNEMENT

Ministère de l'Environnement et de l'Eau



CONVENTION CADRE DES NATIONS UNIES SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (CCNUCC) COMMUNICATION NATIONALE INITIALE

AOUT 2001

Table de matières

	Page
Abréviations	4
Remerciements	5
Avant propos	6
Résumé pour les décideurs	7
A. Situation nationale.....	7
B Les inventaires des GES.....	8
C. Les stratégies et mesures d'atténuation.....	9
D. Evaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation aux changements climatiques.....	11
E. Recherche et observations systématiques.....	13
F. Sensibilisation du public, éducation, formation et renforcement des capacités.....	13
G. Idées de projets pour les changements climatiques.....	14
Chapitre 1 : Situation nationale	16
1.1 Caractéristiques géographiques.....	16
1.1.1 Localisation.....	16
1.1.2 Relief.....	16
1.1.3 Hydrographie.....	17
1.2 Caractéristiques climatiques.....	16
1.2.1 Circulation atmosphérique et éléments climatiques.....	17
1.2.2 Zones bioclimatiques.....	18
1.3 Caractéristiques socio-économiques.....	21
1.3.1 Démographie.....	21
1.3.2 Economie.....	21
Chapitre 2 : Inventaires des gaz à effet de serre	25
2.1 Secteur énergie, procédés industriels et transports.....	25
2.1.1 Bilan énergétique.....	25
2.1.2 Potentialités énergétiques.....	26
2.1.3 Consommation énergétique.....	26
2.1.4 Inventaire des gaz à effet de serre dans le secteur de l'énergie.....	27
2.2 Secteur agriculture et élevage.....	28
2.2.1 Emission du méthane des animaux.....	29
2.2.2 Emission du méthane par la production du riz.....	30
2.2.3 Incinération de la savane.....	30
2.2.4 Incinération des résidus agricoles.....	30
2.2.5 Emission des GES agriculture/élevage en Gg ECO2 de 1993 à 2025.....	31
2.3 Secteur changement d'affectation des terres et forêts.....	32
2.3.1 Estimation du potentiel ligneux.....	32
2.3.2 Inventaire des gaz à effet de serre.....	33
2.3.3 Synthèse des émissions du secteur changement d'affectation des terres et forêts.....	33
2.4 Secteur déchets.....	34
2.4.1 Situation du secteur.....	34
2.4.2. Emissions de méthane dues aux déchets urbains.....	34
2.4.3 Emissions indirectes de N ₂ O dues aux humains.....	35

<u>Chapitre 3 : Stratégies et mesures d'atténuation</u>	
3.1 Cadrage stratégique des mesures.....	36
3.2 Les actions déjà accomplies.....	37
3.2.1 Les institutions.....	38
3.2.2 Les législations et réglementations.....	39
3.3 Les mesures d'atténuation des émissions des GES.....	40
3.3.1 Scénarios de référence et d'atténuation.....	41
3.3.2 Projection des GES (1993-20025).....	50
<u>Chapitre 4 : Vulnérabilité et adaptation aux changements climatiques</u>	60
4.1 Approche méthodologique	60
4.2 Scénario climatiques	60
4.2.1 Méthodologie.....	60
4.2.2 Analyse des résultats.....	62
4.3 Vulnérabilité et adaptation des secteurs.....	66
4.3.1 Vulnérabilité des ressources ligneuses et des ressources en eau de surface.....	66
4.3.2 Vulnérabilité et adaptation agropastorales.....	69
<u>Chapitre 5 : Recherche et observations systématiques</u>	78
Introduction.....	78
5.1 Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement	78
5.2 Institut National des Sciences Humaines.....	78
5.3 Laboratoire de Recherches Vétérinaire et Zootechnique.....	79
5.4 Pôle Régional de Recherche Appliquée au Développement des Savanes en Afrique Centrale	79
5.5 Centre National d'Appui à la Recherche	79
5.6 Université de N'Djaména.....	80
5.7 Direction des Ressources en Eau et de la Météorologie.....	80
5.8 Direction de l'Hydraulique.....	80
5.9 Bureau de l'Eau.....	81
<u>Chapitre 6 : Sensibilisation du public, éducation, formation et renforcement des capacités</u>	82
6.1 Education et sensibilisation du public.....	82
6.2 Formation et renforcement des capacités.....	82
<u>Chapitre 7 : Idées des projets sur les changements climatiques</u>	84
7.1 Renforcement des capacités.....	84
7.1.1 Renforcement des capacités humaines	84
7.1.2 Renforcement des capacités institutionnelles	85
7.1.3 Renforcement des capacités techniques	85
7.2 Deuxième phase des inventaires, de l'atténuation, de vulnérabilité et adaptation aux changements climatiques.....	85
7.3 Inventaire et cartographie des ressources naturelles.....	86
7.4 Restauration de surfaces exploitées et la fertilité des sols (régénération naturelle)	87
7.4.1 Aménagements des forêts	87
7.4.2 Lutte contre les feux de brousse	87
7.4.3 Création des forêts et mise en défens	88

7.4.4 Conservation et valorisation de la biodiversité	89
7.4.5 Agroforesterie	89
7.4.6 Défense et restauration des sols	89
7.5 Economie de bois de feu et substitution par d'autres sources d'énergie.....	90
7.6 Recherche adaptative sur des systèmes de cultures peu émetteurs de CH4..	90
7.7 Recensement général du bétail tchadien.....	91
7.8 Promotion des énergies renouvelables : solaire et éolienne	91
7.9 Promotion du compostage et de la méthanisation.....	92
7.10 Promotion de l'embouche laitière.....	92
Bibliographie.....	93
Liste des tableaux.....	96
Liste des illustrations.....	97

Abréviations

AEDE	Agence pour l'Energie Domestique et l'Environnement
BCEOM	Bureau Central des Etudes d'Outre-Mer
BET	Borkou Ennedi Tibesti
CCNUCC	Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements climatiques
CIRAD	Centre de Coopération Internationale de Recherche agronomique pour le de Développement
CNAR	Centre National d'Appui à la Recherche
CTFT	Centre Technique Forestier Tropical
DERA	Direction de l'Elevage et des Ressources Animales
DREM	Direction des Ressources en Eau et de la Météorologie.
DSA	Direction de la Statistique Agricole
ECO2	Equivalent gaz carbonique
EDST	Etude Démographique et Sociale du Tchad
ENDA	Energie et Environnement Tiers-Monde
FAO	Organisation des Nations Unies pour et l'Alimentation l'Agriculture
FIT	Front Intertropical
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat
HCNE	Haut Comité National pour l'Environnement
INSH	Institut National des Sciences Humaines
ITRAD	Institut Tchadien pour la Recherche Agronomique et de Développement
ONDR	Office National pour le Développement Rural
ORSTOM	Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération
PIB	Produit Intérieur Brut
PRG	Potentiel de Réchauffement Global
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture
UNITAR	Institut des Nations Unies pour la Formation et la Recherche
ZCIT	Zone de Convergence Intertropicale

Remerciements

Au terme de cette étude, le Ministère de l'Environnement et de l'Eau , chargé du suivi de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatique au Tchad, présente ses sincères remerciements :

au Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) pour son assistance financière qui a permis la réalisation du projet de la Communication Nationale Initiale ;

à L'Institut des Nations Unies pour la Formation et la Recherche (UNITAR) pour son assistance technique ;

au Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) pour son soutien tant administratif que technique ;

à tous les partenaires régionaux et internationaux qui ont contribué à l'aboutissement de ce document ;

à toutes les institutions publiques et les Organisations non Gouvernementales ayant contribué d'une manière ou d'une autre à l'élaboration de ce document ;

au personnel du Programme d'Appui aux Communications Nationales dont l'assistance technique a été déterminante pour la finalisation du présent document ;

à tous les consultants nationaux sans lesquels ce document n'aurait vu le jour ;

au Centre National d'Appui à la Recherche (CNAR) d'avoir mis à la disposition du projet, ses locaux et autres instruments de travail.

Avant-Propos

Le Tchad dont l'économie repose sur les secteurs de développement rural fortement tributaires des conditions climatiques, est particulièrement intéressé par la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. C'est ainsi qu'il fut l'un des premiers pays à signer ladite Convention. C'était le 12 juin 1992. Il l'a ratifiée le 7 juin 1994.

En signant et ratifiant cette Convention, le Tchad s'engage à remplir ses obligations parmi lesquelles, la présentation à la Conférence des Parties, de la Communication Nationale sur les changements climatiques prenant ainsi en compte, les résultats des inventaires des gaz à effet de serre (GES), des études d'options d'atténuation des émissions de ces gaz, et de vulnérabilité et d'adaptation aux changements climatiques.

La réalisation des études ci-dessus évoquées, notamment les inventaires des GES, a connu un certain nombre de contraintes d'ordre tant méthodologique que financier : la non prise en considération des spécificités africaines telles que l'absence presque systématique de bases de données fiables sur la plupart des secteurs, le fréquent recours aux données par défaut pour réaliser le calcul des émissions réduisant immanquablement la fiabilité des résultats, l'absence de versions françaises des documents de base de la méthodologie GIEC et sa fréquente révision, le manque de certains facteurs d'émissions, l'insuffisance des moyens financiers alloués au Tchad pour les inventaires des GES.

A l'issue des activités précitées, il apparaît évident de consentir des actions diversifiées et ciblées pour que les changements climatiques deviennent un domaine porteur non seulement d'enjeux mais aussi d'opportunités

Le présent document a tenu compte des observations et commentaires faits par ENDA/Tiers monde qui a bien voulu l'examiner à la demande du Programme d'Appui aux Communications Nationales sur les changements climatiques basé à New York..

Résumé pour les décideurs

A - Situation nationale

Le Tchad, pays sub-saharien, totalement enclavé couvre une superficie de 1 284 000 km² dont plus de la moitié (63%) est désertique. Depuis les années 70, son économie, son écosystème et sa population ont été considérablement affectés non seulement par les aléas et les extrêmes climatiques mais aussi par l'action souvent néfaste de l'homme dans l'exploitation des ressources naturelles.

Son relief est dominé par les massifs du Ouaddai à l'Est, du Guera au centre, du Tibesti au Nord avec le pic de l'Emi Koussi (3 415 m).

Son hydrographie est constituée de cours d'eau et lacs. Les principaux cours d'eau permanents sont le Chari (1 200 km) et le Logone (1000 km). A ceux-ci, s'ajoutent les cours d'eau semi permanents et temporaires.

S'agissant des lacs, le plus important est le Lac Tchad. Outre celui-ci, il en existe de moindre importance.

La position géographique du territoire tchadien le soumet à un climat tropical sec caractérisé par une alternance de deux saisons : la saison sèche et la saison de pluies. La pluviométrie, élément climatique le plus important est marquée par l'inégalité dans sa répartition spatio-temporelle. Sur la base de cette répartition, trois grandes zones bioclimatiques se distinguent : la zone saharienne au Nord (moins de 200 mm de pluie par an), la zone sahélienne au centre (200 à 700 mm) et la zone soudanienne au sud (700 à plus de 1 200 mm).

De 6,28 millions d'habitants en 1993 et croissant à un taux annuel de 2,5%, la population totale est estimée à 7,46 millions d'habitants en 2000. D'une manière générale, celle-ci est caractérisée par :

- un niveau élevé de fécondité ;
- une prédominance de la population féminine (52% des femmes) ;
- une forte proportion des jeunes (les moins de 15 ans représentent 50,3%) ;
- une faible espérance de vie à la naissance (50,3 ans) ;
- une forte proportion de ruraux (80%) ;
- un taux de mortalité infantile élevé (119 pour 1000 en moyenne).

L'état sanitaire est des plus précaires comparé à celui des autres pays africains au sud du Sahara à cause de la faible couverture sanitaire.

Le taux de scolarisation est faible du fait que l'accès à l'enseignement primaire est handicapé par des facteurs liés à l'offre, notamment la faible capacité d'accueil, et des facteurs liés à la

demande qui relèvent des contraintes socioéconomiques. L'analphabétisme est plus prononcé en milieu féminin que masculin.

L'économie tchadienne est essentiellement basée sur le secteur primaire (agriculture et élevage) constituant une part importante du PIB puisqu'il occupe 80% de la population totale.

Le coton reste la véritable activité économique du pays avec environ 400 000 exploitants. Sa production est malheureusement sujette à d'importantes fluctuations (282 000 tonnes de coton graine en 1997/1998 et 161 000 tonnes en 1998/1999). L'élevage est le deuxième poste d'exportation après le coton.

Le secteur secondaire représentant environ 14% du PIB est dominé par quelques entreprises agroalimentaires, la Société d'Eau et d'Electricité et les unités de transformation du coton.

Le secteur tertiaire, constituant environ 45% du PIB, concerne principalement les activités de commerce et de transport avec la branche commerce représentant près de 90% du sous-secteur.

B - Inventaire des gaz à effet de serre

L'inventaire des gaz à effet de serre a été réalisé pour les quatre secteurs suivants : Energie, Agriculture et élevage, Changement d'affectation des terres et forêts, Déchets.

Le manuel du Groupe Intergouvernemental des Experts sur le changement climatique (GIEC) de 1995 et sa version révisée de 1996 ont servi de base pour la conduite méthodologique. L'expérience d'autres pays africains a également été mise à contribution pour certains secteurs. Les données par défaut de la FAO ont été utilisées pour l'exercice qui demeure encore imparfait tout en fournissant néanmoins le cadre de la première approche au Tchad.

L'année de référence est 1993 pour l'ensemble des secteurs du fait que celle-ci recèle d'un maximum de données disponibles comparée à d'autres années antérieures ou postérieures. Le tableau ci-dessous synthétise la proportion d'émission et de séquestration des GES des différents secteurs :

Tableau 1: Proportion d'émission et de séquestration des différents secteurs

Secteurs	Emission		Séquestration	
	GgECO ₂	%	GgECO ₂	%
Changement d'affectation des terres et forêts	20565,74	65	66673,86	100
Agriculture/ Elevage	10386,923	32,7	0	0
Déchets	412,43	1,30	0	0
Energie	309,65	1,00	0	0
Total	31674,743	100	66673,86	100

L'émission des GES due aux activités anthropiques au Tchad pour l'année 1993, s'élève à 31674,743 Gg ECO₂ pour un PRG 100 ans soit un per capita de 5,04 T ECO₂/hbt/an

La séquestration de ces gaz est de 66 673,86 GgECO₂. Elle provient uniquement des forêts. Le bilan net émissions - séquestrations de GES en 1993 est de -34999,11 Gg ECO₂ (31674,743 Gg ECO₂ - 66673,86 Gg ECO₂).

C-Les stratégies et mesures d'atténuation des GES

Comme exposé dans le chapitre des inventaires des GES, le Tchad est un puits net (-34999,11 Gg ECO₂). Les mesures d'atténuation visent à la fois à réduire de manière raisonnable les émissions au niveau des sources identifiées mais également à renforcer les puits. Celles-ci auront le double objectif de parer aux effets du changement climatique et de lutter contre la déforestation qui est une donnée permanente au Tchad, pays saharo-sahélien.

Les mesures d'atténuation des GES pour les différentes sources d'émission tiennent compte de la vision de leurs émissions et séquestration en 1993, 2003 et 2025. Les projections pour les horizons temporels indiqués tiennent compte de la croissance démographique du pays.

Ces mesures prennent appui sur le cadre stratégique défini par le Gouvernement. Celui-ci établit le cadre logique des interventions impliquant directement ou indirectement le changement climatique.

Les actions déjà accomplies marquent la volonté des autorités tchadiennes à encadrer et promouvoir de manière efficace les actions destinées particulièrement aux changements climatiques dans un contexte global de protection de l'environnement. Ces actions sont de deux ordres : la création des institutions et l'adoption des textes législatifs et réglementaires.

Institutions :

- **le Haut Comité National pour l'Environnement (HCNE)** créé en 1995, est présidé par le Premier Ministre, chef du Gouvernement. Il a pour mission d'impulser, d'harmoniser et de veiller à la mise en œuvre des politiques et stratégies en matière d'environnement et de développement durable. Seize Ministères participent au HCNE. Mais cette composition n'est pas limitative étant donné l'importance de l'environnement pour le développement.

- **L'Agence pour l'Energie Domestique et l'Environnement (AEDE)**, placée sous le parrainage conjoint du Ministère des Mines, de l'Energie et du Pétrole et du Ministère de l'Environnement et de l'Eau. Elle est créée en 1997 pour exécuter un projet d'énergie domestique dont les composantes essentielles sont : l'établissement d'un système de gestion des ressources naturelles à l'échelon des villages, le suivi des produits ligneux, et l'amélioration du rendement énergétique des combustibles domestiques .

Législations et réglementation

La Constitution du 31 mars 1996 de la République du Tchad qui dispose que :

Article 47 : « Toute personne a droit à un environnement sain » ;

Article 48 : « L'Etat et les collectivités territoriales décentralisées doivent veiller à la protection de l'environnement » ;

Article 52 : « Tout citoyen a le droit de respecter et de protéger l'environnement » ;

La loi 14/PR/98 du 17 août 1998 définissant les principes généraux de la protection de l'environnement. Son objectif est d'établir les principes pour la gestion durable de l'environnement et sa protection contre toute forme de dégradation, afin de sauvegarder et de valoriser les ressources naturelles et d'améliorer les conditions de vie de la population ;

La loi 36/PR/94 du 03 décembre 1994 portant organisation de la commercialisation et du transport du bois dans les grandes agglomérations et la fiscalité qui lui est applicable , est créée dans le souci de limiter l'exploitation des ressources forestières .

Le décret N°107/MET/DG/97 du 20 août 1997 portant application de cette loi concerne particulièrement les préfectures qui contribuent à l'approvisionnement en bois et charbon de bois de la ville de N'Djamena. Il fixe les taux de la taxe forestière applicable au bois de chauffe dans l'ensemble du bassin d'approvisionnement de la ville de N'Djamena, définit le mode de recouvrement des taxes et répartit les recettes perçues entre le trésor public, la structure locale de gestion ayant procédé au recouvrement et la collectivité territoriale dont relève le lieu ou le site de prélèvement ;

La loi n°16/PR/99 du 18 août 1999, portant code de l'eau, définit les modes de gestion des eaux fluviales, lacustres et les ouvrages hydrauliques. Elle met un accent particulier sur la gestion rationnelle des ressources en eau et sur la prévention de leur pollution par l'interdiction de certaines activités.

Le code forestier reformulé portant régime des forêts, de la faune et de la pêche a pour objectif général, dans le cadre de la loi 14/PR/98 du 17 août 1998, d'assurer une gestion des ressources forestières, fauniques et halieutiques basée sur la durabilité qui suppose une gestion rationnelle, équilibrée et équitable des ressources soucieuses du présent autant que du futur.

Les actions à conduire sont les suivantes :

FORET ET CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES

Gestion rationnelle des ressources naturelles ;

Lutte contre les feux de brousse ;

Création des forêts ;

Conservation et valorisation de la biodiversité ;

Economie du bois de feu et sa substitution par d'autres sources énergétiques ;

Défense et restauration des sols

AGRICULTURE ET ELEVAGE

Intensification de l'agriculture par :

Technique de conservation et de restauration des sols ;

Conservation et valorisation des eaux

Intensification du système par :

Intégration de l'agriculture et de l'élevage ;

Adaptation progressive d'un élevage industriel et diversifié

ENERGIE, INDUSTRIE ET TRANSPORT

Energie

Utilisation des combustibles à faible teneur en carbone (gaz) ;

Interconnexion électrique ;

Utilisation des énergies renouvelables (solaire et éolienne) ;

Production de l'électricité par des centrales hydrauliques (mise en valeur du site hydroélectrique de Gothiot)

Contrôle systématique de la qualité des carburants.

INDUSTRIE

Utilisation des combustibles moins polluants dans les industries (gaz, biomasse).

Transport

Utilisation de carburant de meilleure qualité ;

Utilisation des véhicules moins polluants et en bon état de marche.

Visites techniques obligatoires des véhicules

DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX ET INDUSTRIELS

Valorisation des déchets solides à des fins énergétiques par méthanisation et par incinération ;

Valorisation des déchets à des fins agricoles par méthanisation et par compostage;

Recyclage de certains déchets à des fins diverses à savoir l'alimentation du bétail et de la volaille (embouche) et fabrication d'autres objets usuels.

D-Evaluation de la vulnérabilité/adaptation aux changements climatiques

Des scénarios climatiques ont été élaborés à l'aide du logiciel MAGICC/SCENGEN qui intègre plusieurs modèles (CSIRO2-EQ, CSIRO-TR, ECHAM4 et HADCM2) de circulation générale . De l'analyse des scénarios climatiques, il ressort que les modifications des précipitations diffèrent selon ces modèles et selon les régions du pays. D'une manière générale, lorsqu'on considère la sensibilité climatique moyenne, il est prévu :

au Sud, au centre-Ouest et au centre-Est, une pluviométrie proche de celle qui s'observe actuellement étant donné que l'augmentation des précipitations indiquées par la plupart des modèles n'avoisine que 10% ;

au nord et au Nord-Est, un pourcentage élevé (jusqu'à 100%) d'excédent de précipitations mais qui malheureusement n'apportera pas une modification très significative dans ces régions où parfois aucune trace de pluies ne s'enregistre durant toute l'année ;
un accroissement de température moyenne annuelle variant de 0,8 °C au Sud, 1,2 °C au centre et 1,3 °C au Nord.

Avec une faible variation des précipitations, leur mauvaise répartition dans le temps et une éventuelle augmentation d'évaporation résultant de la hausse des températures, il faut s'attendre à des conditions climatiques moins favorables que celles qui prévalent actuellement.

Ces conditions affecteront davantage les ressources ligneuses, les ressources en eau et les secteurs de développement rural. Ceci nécessite des mesures d'adaptation appropriées.
Ainsi, on préconise:

a) Pour les ressources ligneuses

la mise en œuvre du programme de développement rural et de l'environnement englobant la révision de la législation forestière, la décentralisation de la gestion des ressources naturelles, la gestion des terroirs villageois, la gestion des ressources sylvo-pastorales ;
le renforcement du programme bois-énergie et développement forestier qui combine les préoccupations de sécurité énergétique des populations et la gestion rationnelle des ressources forestières ;
la mise en œuvre du programme de restauration des ressources naturelles.

b) pour les ressources en eau

l'aménagement des bas fonds, des cours d'eau et des mares ;
la mise en application du code de l'eau ;
la mise en œuvre du schéma directeur de l'eau en cours d'élaboration ;
le respect des accords bilatéraux concernant le prélèvement des eaux de surface ;
la réalisation du projet de transfert des eaux du bassin du Congo vers le bassin du Lac Tchad.

c) pour l'agriculture/élevage

- les cultures en couloir ;
- les haies vives ;
- les défrichements raisonnés et la mise en place des parcs à *Acacia albida* ;
- les jachères améliorées de courte durée (deux à trois ans) ;
- l'introduction des cultures industrielles plus résistantes au stress hydrique ;
- le développement des plantes fourragères et l'amélioration des couloirs de transhumance ;
- l'utilisation des matières organiques transformées (Compost, Fumier).

E-Recherche et observation systématiques

La Recherche et l'observation systématique jouent un rôle fondamental dans l'évolution climatique. Leur importance est reflétée dans la Convention.

Les institutions de recherches et d'observation systématique sont de manière générale embryonnaires au Tchad. Celles qui existent sont toutes publiques et relèvent de différents départements ministériels (Agriculture, Elevage, Environnement, Enseignement). Leurs compétences et leurs domaines sont très limités. Leurs dotations techniques sont très faibles.

L'évolution climatique requiert une approche systématique à la fois globale et différenciée. Cette approche doit en outre tenir compte des normes et indicateurs internationaux pour les besoins de comparabilité des résultats. Des inventaires jusqu'aux analyses relatives aux vulnérabilités et adaptations des écosystèmes l'exigence scientifique s'impose faisant appel à des outils et équipements appropriés. Dans le même temps, les institutions doivent coordonner et intégrer leurs activités et leurs produits pour une option fiable et crédible. Les institutions susceptibles de contribuer à la recherche et à l'observation systématique du changement climatique (DREM, l'Université, ...) doivent faire l'objet d'un renforcement de capacités techniques et humaines.

F-Sensibilisation, éducation, formation et renforcement des capacités

La mise en œuvre de la convention est une responsabilité globale mais différenciée suivant la catégorie des acteurs au niveau national.

Les actions au titre de la sensibilisation du public, de l'éducation et de la formation et celles destinées au renforcement des capacités sont encore timides. Placées sous le parapluie du Haut Comité National pour l'Environnement (HCNE), organe dirigé par le Premier Ministre, chef du Gouvernement, ces actions bénéficient du soutien politique pour leur mise en œuvre.

Le renforcement des capacités commencé par le biais du programme CCTRAIN avec l'appui de l'UNITAR a permis de déclencher les actions prioritaires de la communication nationale initiale. La mise en place de l'équipe nationale a été un atout pour la réalisation des études déterminantes à savoir les inventaires des GES selon les directives du GIEC, les mesures d'atténuation et l'analyse de vulnérabilité et d'adaptation aux changements climatiques.

La nouvelle vague plus soutenue d'actions doit être lancée pour donner une prééminence aux enjeux de la Convention sur la scène nationale tout en l'encrant dans l'ambiance globale des évolutions afin que le Tchad, pays partie sous développé puisse remplir ses obligations.

G - Idées de projets pour les changements climatiques

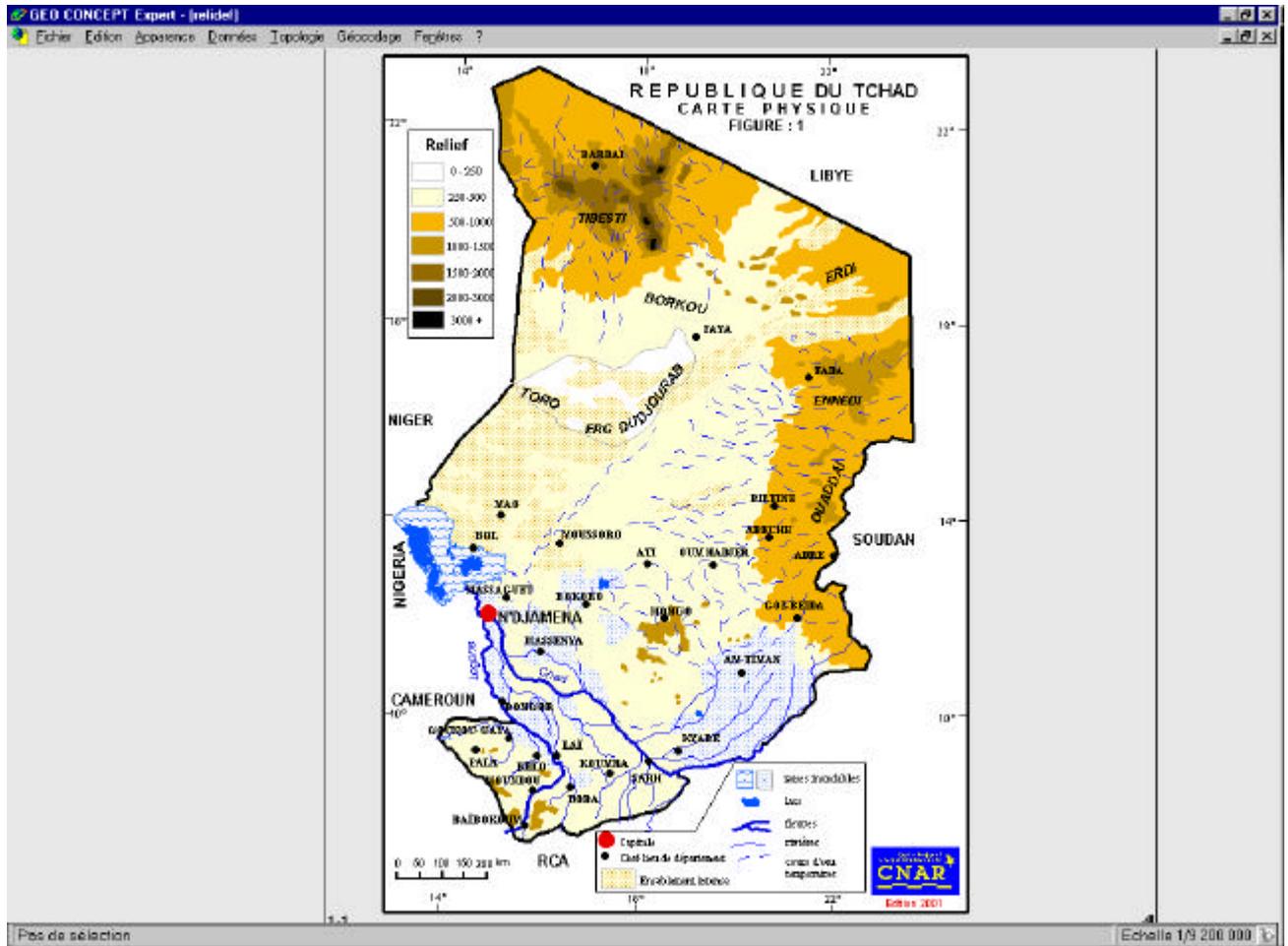
La mise en œuvre de la Convention doit s'organiser et s'orienter dans une perspective de long terme afin que les activités de court et moyen termes aient la portée et l'incidence voulues et cela conformément à la nature du changement climatique. D'énormes difficultés ont confronté les premières activités de mise en oeuvre 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 : i) le renforcement des capacités ; ii) les inventaires des GES 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.

Figure 1 : Carte physique



Chapitre 1 :

Situation nationale du pays

Le Tchad, pays sub-saharien, est totalement enclavé. Le port maritime le plus proche est celui de Douala (Cameroun) situé à 1700 km de N'Djamena. Dès les années 1970, son économie, son écosystème et sa population ont commencé à être affectés considérablement par les effets négatifs conjugués des aléas climatiques et des actions de l'homme. Conscient de la gravité de la question relevant du réchauffement global de la Terre, le Tchad a signé en 1992 et ratifié en 1994 la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC). Par cet acte, il s'engage à appliquer les articles 4 et 12 de ladite convention et à intégrer dans son plan national de développement, les stratégies tendant à atténuer les effets néfastes des changements climatiques.

1.1 Caractéristiques géographiques

1.1.1 Localisation

Vaste de 1 284 000 km², le Tchad s'étend entre 7° et 24° de latitude Nord et entre 14° et 24° de longitude Est. 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.

1.1.2 Relief

Le relief du Tchad est caractérisé par les ensembles naturels suivants :

- le Tchad méridional, au sud du 10° parallèle, correspondant aux hauts bassins du Chari et du Logone, d'altitude moyenne de 400 à 500 m, avec des massifs montagneux culminant à 1163m ;
- 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 (160 m d'altitude).

1.1.3 Hydrographie

Constituées de cours d'eau et de lacs, les ressources en eau de surface sont peu importantes au Nord du 14° 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.

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..

1.2 Caractéristiques climatiques

1.2.1 Circulation atmosphérique et éléments climatiques

Par sa position géographique, le territoire tchadien est soumis à un système de deux vents : le vent de secteur Nord-Est (Harmattan) qui est l'alizé issu des zones de hautes pressions de Libye et de la dorsale de l'anticyclone des Açores, puis le vent de secteur Sud- Ouest (mousson guinéenne) issu de l'anticyclone de Sainte Hélène. Le premier est un vent sec, froid pendant la période décembre-février et chaud en mars-mai. Le second est chaud et humide. Le contact dynamique de ces vents définit la zone de convergence intertropicale (ZCIT) appelée le front intertropical (FIT). La migration du FIT est fonction du comportement (renforcement/affaiblissement) des anticyclones précités.

De novembre à mars avec le renforcement des anticyclones des Açores et de Libye, et l'affaiblissement de l'anticyclone de Sainte Hélène, le FIT se trouve aux environs de 5°-7° N. Durant cette période, prédomine l'Harmattan. La saison sèche est alors absolue. A partir d'avril, la légère remontée du FIT donne lieu à des précipitations dans la partie méridionale du pays. Dans sa progression saisonnière, le FIT atteint sa position septentrionale la plus avancée (20°-22° N) en juillet-août, mois pendant lesquels tombent environ les trois quarts des précipitations annuelles. En septembre, les précipitations sont encore notables, mais le FIT rétrograde

rapidement vers le Sud. La saison sèche s'installe vers la fin de ce mois ou début d'octobre dans la partie Nord du pays alors qu'au sud, les pluies peuvent être enregistrées jusqu'en novembre.

Les précipitations sont marquées par une forte irrégularité dans leur répartition tant spatiale que temporelle. Cette irrégularité s'explique par l'importance de la distribution du flux de la mousson guinéenne, principale source d'humidité.

Ainsi, du Sud (où la mousson séjourne longtemps) au Nord (où la mousson est faible et ne dure pas longtemps), la durée de la saison des pluies diminue de façon considérable. Il en est de même pour les quantités de précipitations. En moyenne, de plus de 1200 mm au Sud, elles diminuent graduellement jusqu'à s'annuler à l'extrême Nord du pays.

Le régime thermique est marqué par une période relativement froide allant de décembre à Février (11° à 22° C) et une période chaude. Le maximum moyen des températures est atteint en Mars (35°-38 °C) au sud, en avril (40°- 41°C) au centre et mai – juin (42°-43° C) au Nord. Quant au maximum absolu, il est de l'ordre de 46°-47 °C

En juillet-août, s'observe un minimum relatif occasionné par les chutes de pluies. Ce minimum est moins marqué à mesure qu'on se déplace du Sud vers le Nord. Par contre, le minimum de Janvier est plus creusé dans la zone saharienne qu'ailleurs. La température minimale absolue peut y descendre en dessous de 0°C. La température moyenne annuelle varie de 24° – 26° C au Sud à 28° – 35° C au Nord.

L'évolution saisonnière de l'humidité relative de l'air est identique à celle des précipitations. Le maximum se situe en juillet-août et est de l'ordre de 90 à 95% en moyenne dans la zone méridionale du pays, 85 à 90% au centre et moins de 80% au Nord. Le minimum qui s'observe en février-mars, varie de 35% à moins de 10% lorsque l'on va du Sud au Nord.

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.

L'évaporation a également la même marche 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 2500 à 3000 mm en moyenne.

1.2.2 Zones bioclimatiques

Sur la base de la répartition de la pluviométrie et du couvert végétal, le territoire tchadien est subdivisé en trois grandes zones bioclimatiques.

a) **La zone saharienne** située au Nord occupe plus de la moitié (63%) du territoire national. Elle est caractérisée par une très faible pluviométrie limitée au Sud par l'isohyète 200 mm. La saison de pluies diminue progressivement jusqu'à s'annuler à l'extrême Nord. La végétation est

présente dans les ouadis, les plaines et les zones d'affleurement de la nappe phréatique. Les sols sont pour la plupart des sols minéraux peu évolués.

La faune est dominée par la famille des antilopes :

gazelle dammah ;
gazelle dorcas ;
gazelle leptocère ;
addax et oryx, etc.

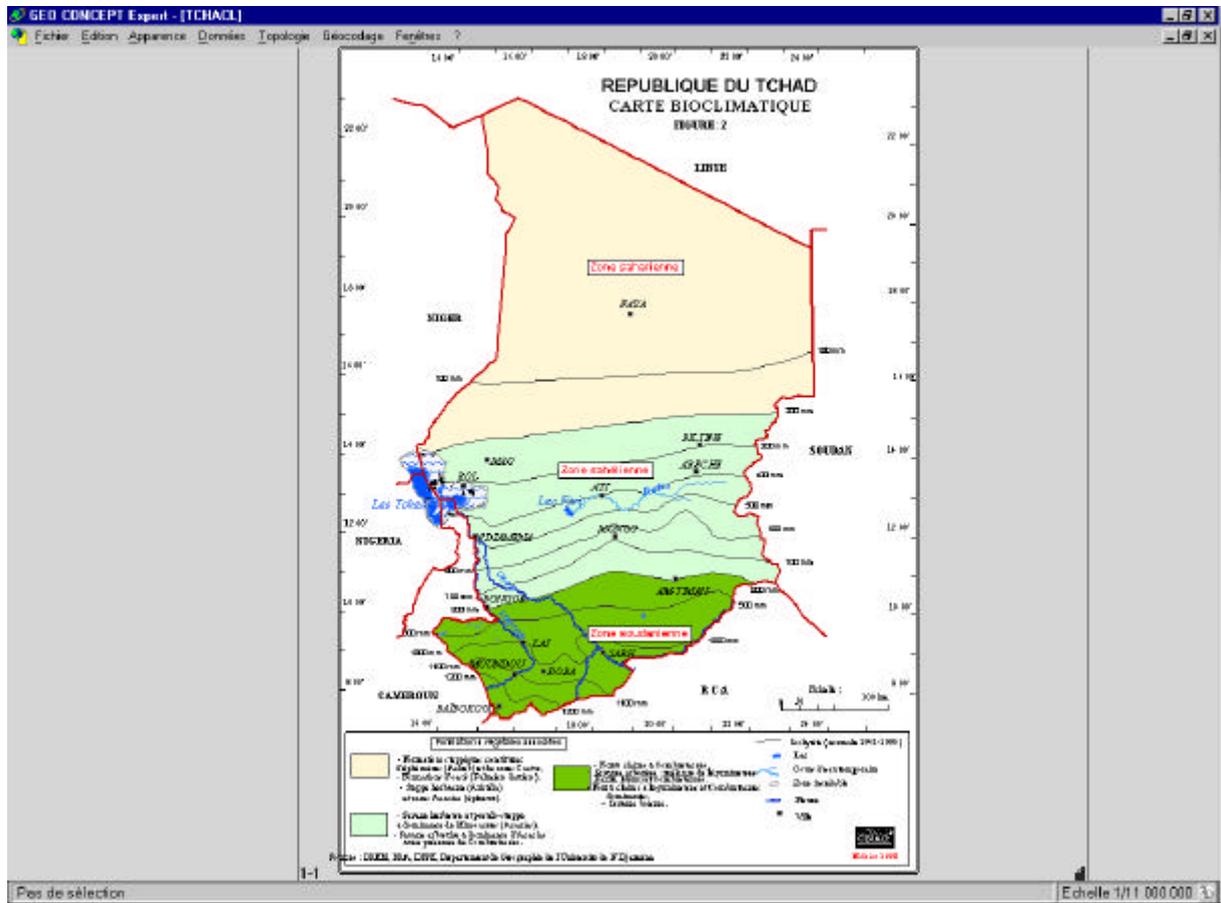
b) **La zone sahélienne**, au centre, est comprise entre les isohyètes 200 et 800 mm. Les sols sont ferrugineux tropicaux sableux, pauvres en matière organique. La végétation y est caractérisée par :

la savane arbustive occupant la partie Sud et où dominant suivant le type de sols, les Acacias et les Balanites, avec un tapis herbacé composé d'Andropogonées ;

la steppe (ou pseudo-steppe), située dans la partie nord et caractérisée par des formations ligneuses très ouvertes, le tapis graminéen dominé par les Aristidées.

c) **La zone soudanienne**, au Sud, va de l'isohyète 800 mm à 1200 mm et plus. La végétation y est constituée de trois types de formations : la forêt claire, la savane arborée, et la savane soudanienne. La faune y est riche et variée, les ressources halieutiques abondantes. On rencontre des sols rouges ou ocre-rouges profonds, les sols peu évolués d'érosion et les sols des plaines.

Figure 2 : Carte bioclimatique



1.3 Caractéristiques socio-économiques

1.3.1 Démographie

Selon le recensement de 1993, la population tchadienne est estimée à 6,28 millions d'habitants. En 2000, elle est à 7,46 millions d'habitants. Cette population est inégalement répartie, allant d'une densité de 0,1 hbt/km² au BET (au Nord) à 70,4 hbt/km² au Logone Occidental (au Sud).

D'une manière générale, elle est caractérisée par :

- un fort taux d'accroissement (2,5%) dû essentiellement à un niveau élevé de fécondité ;
- une prédominance de la population féminine (52% des femmes contre 48% d'hommes) ;
- une forte proportion de jeunes (les moins de 15 ans représentent 50,3% contre 3,5% pour les plus de 64 ans) ;
- une faible espérance de vie à la naissance (50,3 ans, avec 54,5 ans pour les femmes et 47 ans pour les hommes) ;
- une forte proportion de ruraux (80%) ;
- un taux de mortalité infantile élevé et très variable selon les régions (93‰ dans la zone saharienne, 116‰ dans la zone sahélienne et 149‰ dans la zone soudanienne).

Comparé à celui des autres pays d'Afrique subsaharienne, l'état sanitaire est des plus précaires. L'accès aux services de santé de base de qualité est caractérisé par une faible couverture sanitaire. Selon l'Etude Démographique et Sociale du Tchad (EDST), seulement 43% des ménages vivent à moins de 5 km d'un centre médical et 31% en sont à plus de 15 Km. La couverture vaccinale est également faible. Seulement 11% des enfants sont complètement vaccinés.

S'agissant de l'éducation et de l'alphabétisation, on note qu'en 1993, le taux brut de scolarisation dans le primaire était seulement de 31,8% dont 40,4% pour les garçons et 22,8% pour les filles. Il est passé à 64,5% en 1998. Le faible taux de scolarisation s'explique par le fait que l'accès à l'enseignement primaire relève d'une série de facteurs liés à l'offre par la faible capacité d'accueil d'une part et de facteurs liés à la demande d'autre part qui sont davantage des contraintes socio-économiques dissuasives.

Les enseignements secondaires et supérieurs souffrent des mêmes maux, avec en plus une faible orientation vers les filières scientifiques et techniques.

Toujours selon l'EDST, 78% des femmes et 56% d'hommes de la tranche d'âge de six ans et plus sont analphabètes. Pour la population âgée de 15 ans et plus, l'absence d'instruction apparaît encore plus nettement et ce, malgré les efforts déployés ces dernières années pour promouvoir l'alphabétisation.

1.3.2 Economie

Malgré les potentialités du pays, les politiques économiques mises en œuvre n'ont pas permis d'améliorer les conditions de vie des populations. Le PIB à prix constants de 1995 n'a augmenté que de 4% entre 1993 et 1997 alors que le taux d'accroissement annuel de la population a été de

2,5 %. Le PIB par tête atteint en 1997 (111 642 FCFA) a été inférieur à celui de 1991 (111 867 FCFA). Ce n'est qu'à partir de 1998 qu'une certaine amélioration du PIB (117 783 FCFA en 1998, 115 271 FCFA en 2000) a été observée.

L'économie tchadienne est basée sur le secteur primaire (agriculture et élevage). 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.

Les principales cultures pratiquées sont les céréales, les oléagineux, les tubercules, le coton, la canne à sucre et le tabac. Les cultures maraîchères et fruitières demeurent encore peu développées et le niveau de leur production est mal connu.

Le coton reste la véritable activité économique du pays avec environ 400 000 exploitants agricoles qui peuvent encaisser des revenus annuels de l'ordre de 3% à 6% du PIB (50 et 27 milliards de FCFA respectivement pour les campagnes 1997/1998). La production du coton est sujette à des fluctuations importantes (282 000 tonnes de coton graine en 1997/1998 et 161 400 tonnes en 1998/1999). Son rendement est en baisse constante ces dernières années (764kg/ha en 1997/1998 contre 541 kg/ha en 1998/1999).

La production du sucre est pour sa part, assurée grâce à l'exploitation de 3 500 ha de canne à sucre sur périmètre irrigué. Elle est en moyenne de 30 000 tonnes/an, destinées au marché intérieur.

L'élevage représente 40% de la valeur totale de la production agricole, soit 18% du PIB et 30% des exploitants. Son impact sur la balance commerciale est important, puisque le bétail sur pied représente, en valeur, le deuxième poste d'exportation après le coton. Selon les estimations de la Direction de l'Élevage et des Ressources Animales (DERA), le Tchad comptait en 1996, un effectif de bétail atteignant 5,3 millions de têtes. En 1998, le cheptel est estimé à 6,6 millions d'ovins - caprins, 1,1 million de camélins, 0,5 millions d'asins, d'équins et de porcins.

La pêche également joue un rôle non négligeable dans l'économie nationale. Avec une production de 30 000 à 40 000 tonnes, ce sous-secteur représente 10% du PIB.

La production de la gomme arabique est estimée à 12 000 tonnes en 1998. Elle prend de l'importance dans l'économie tchadienne.

Le secteur secondaire représentant environ 14% du PIB, est dominé par quelques entreprises agro-alimentaires (Brasseries du Logone, Manufacture des cigarettes, Société Sucrière du Tchad), la Société d'Eau et d'Electricité et les unités de transformation du coton. A ces unités agroalimentaires s'ajoutent les activités artisanales et le sous-secteur Bâtiment et Travaux Publics.

Le secteur tertiaire représente en moyenne 43% du PIB. Il concerne principalement les activités du commerce et du transport. La branche commerce domine avec près de 90% du secteur.

Le sous-sol tchadien renferme d'importantes ressources minières et énergétiques notamment le pétrole dont l'exploitation aura un impact sur la structure de l'économie nationale.

1.3.3 Energie

La principale caractéristique du secteur énergétique du Tchad est la prédominance du combustible ligneux dans le bilan énergétique national. Ces combustibles (bois et charbon de bois notamment) représentent près de 90% de la consommation totale d'énergie finale du pays. Alors que les produits pétroliers en représentent presque 10% et l'électricité moins de 1%.

Le bois utilisé à des fins énergétiques au Tchad est en totalité prélevé sur les formations ligneuses naturelles. Aussi, la forte consommation du bois énergie dans le pays porte-t-elle préjudice au couvert forestier national. Les produits pétroliers consommés sur le territoire national sont exclusivement importés des pays voisins. Ainsi, la production d'électricité, assurée uniquement par des centrales thermiques d'un temps révolu fonctionnant à base de gasoil, est- elle tributaire de l'importation de ces produits .

Ce bref aperçu du secteur énergie du Tchad, démontre à suffisance qu'une telle situation n'est pas de nature à favoriser le développement du secteur et partant celui d'une économie moderne.

Tableau 2 : Données nationales en 1993

Données démographiques	Situation en 1993
Superficie en km ²	1 284 000
Population	6 280 000 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
Estimation de la part du secteur informel dans l'économie (en%)	????
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

Chapitre 2 :

Inventaires des gaz à effet de serre

Le Tchad a signé la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) le 12 Juin 1992 à Rio de Janeiro et l'a ratifiée le 7 Juin 1994. Au titre des articles 4 et 12 de ladite convention, le Tchad a réalisé dans la mesure de ses moyens l'inventaire national des gaz à effet de serre par sources d'émission et par puits d'absorption de tous les gaz non réglementés par le protocole de Montréal.

L'inventaire, première étape du processus de la communication nationale initiale, couvre quatre secteurs considérés comme principaux émetteurs de gaz à effet de serre dus aux activités anthropiques :

- secteur de l'énergie ;
- secteur de l'Agriculture et de l'Elevage ;
- secteur du changement d'affectation des terres et forêts ;
- secteur des déchets.

Il est le résultat du travail d'une équipe pluridisciplinaire organisée par secteur . Il est basé pour l'essentiel sur la documentation collectée et la vérification de certaines informations sur le terrain. Sans prétendre cerner tous les aspects liés à la séquestration et à l'émission des gaz à effet de serre dus aux activités anthropiques au Tchad, l'inventaire représente cependant à partir des données et informations disponibles une première approche en la matière.

L'inventaire s'est déroulé de juin 1997 à décembre 1998. Le manuel du GIEC en trois volumes de 1995 ainsi que la version révisée des directives de 1996 ont servi de documents d'encadrement des travaux. Pour les informations manquantes, il a été fait recours aux données par défaut proposées par le GIEC. Les contraintes particulières d'ordre méthodologiques à chaque secteur inventorié sont relevées dans les présentations sectorielles de l'inventaire.

2.1 Secteur Energie et procédés industriels

2.1.1 Bilan énergétique

Le bilan énergétique du Tchad est caractérisé par une forte prédominance des combustibles ligneux. Ceux-ci sont constitués essentiellement de bois et charbon de bois représentant 80 à 90% de la consommation totale d'énergie finale du pays tandis que les produits pétroliers n'en représentent que près de 10% malgré leur importance dans le développement économique, et l'électricité moins de 1%.

2.1.2 Potentialités énergétiques

Le Tchad possède d'importantes potentialités énergétiques parmi lesquelles la biomasse, les hydrocarbures et les énergies nouvelles et renouvelables, notamment le solaire et l'éolienne.

Biomasse – Elle est essentiellement lignocellulosique. Les ressources forestières naturelles occupaient jusqu'aux années 70 une superficie de 31,2 millions hectares. Du fait d'une exploitation anachronique et abusive, conjuguée avec les sécheresses répétées pendant les deux dernières décennies (1973 - 1993), les superficies ont considérablement baissé pour atteindre 23,1 millions hectares en 1993. La biomasse issue des résidus agroalimentaires, des déchets agricoles et animaux constitue une part non négligeable du potentiel biomasse-énergie. Ce sont : les coques de coton et d'arachide, la bagasse, les tiges de mil, de coton, de sorgho et du maïs. Cette dernière n'est pas suffisamment exploitée dans l'ensemble du pays par rapport à la lignocellulosique

Hydrocarbures - Les potentialités en hydrocarbures sont déjà confirmées par la découverte des gisements pétroliers de Sédigui dans le bassin du Lac Tchad et à Doba dans la région du Logone Oriental au sud du pays. Les réserves du gisement de Sédigui sont estimées à 15 millions de barils tandis que celles du bassin de Doba sont évaluées à environ un milliard de barils comprenant les réserves probables et les réserves prouvées ; ces dernières étant estimées à 526 millions de barils.

Energies renouvelables – A l'instar des autres pays du Sahel, le Tchad recèle également d'appréciables potentialités en énergies renouvelables notamment l'énergie solaire et éolienne.

Hydroélectricité - Les cours d'eau au Tchad ne possèdent pas un potentiel énergétique intéressant. Ils ont des débits très variables et n'ont pas de dénivelés aménageables dans des conditions favorables. Cependant, les chutes au Sud du pays connues sous le nom de Gauthiot, offrent une possibilité d'aménagement hydroélectrique dont la capacité de production annuelle est estimée entre 24 et 45 Gwh.

2.1.3 Consommation énergétique

Les différents secteurs utilisant l'énergie finale au Tchad sont, selon leur importance, les sous-secteurs énergie domestique et électricité, et les secteurs des transports et de l'industrie.

Le sous-secteur énergie domestique

Il constitue un domaine de première importance tant par son poids dans le bilan énergétique national, par son rôle dans la vie quotidienne des populations tchadiennes que par le prélèvement de bois qu'il occasionne sur les ressources ligneuses. En effet, les besoins en énergie des ménages au Tchad sont couverts exclusivement par le bois-énergie dont bois de feu 80% et charbon de bois 17 %.

Les autres formes d'énergie modernes telles que les produits pétroliers et l'électricité ainsi que les énergies renouvelables sont faiblement consommées en milieu urbain (3% de la demande) et n'existent pratiquement pas en zone rurale. La demande en milieu rural du bois de feu est de

l'ordre de 72% contre 28% en milieu urbain. Cependant on observe une tendance accrue vers la consommation du charbon de bois en milieu urbain avec un taux annuel estimé à 8%

D'après une étude conjointement réalisée par le PNUD et la Banque Mondiale, les consommations spécifiques de bois-énergie à N'Djamena, la capitale du pays sont de :

0,62 kg/personne/jour, pour le bois de feu ;
0,15 kg/personne/jour, pour le charbon de bois.

Aussi, prenant comme base ces consommations spécifiques et sachant que la population de N'Djamena est estimée à 530 965 habitants en 1993, les quantités de bois énergie correspondantes consommées en cette année sont de 120 157,38 tonnes pour le bois et 29 070 tonnes pour le charbon.

Au niveau national, les consommations de bois énergie en 1993 sont de :

2 04 1656 tonnes pour le bois soit 0,8906 kg/personne/jour ;
56 320 tonnes pour le charbon soit 0,02457 kg/personne/jour.

Ces chiffres confirment le fait que la consommation du bois de feu est plus importante, notamment en zone rurale, et que celle du charbon augmente de plus en plus en milieu urbain. L'électricité est peu accessible aux ménages tchadiens et le gaz butane connaît également une utilisation très réduite. Seulement 3% de ménages urbains ont accès au gaz.

L'utilisation du pétrole lampant pour la cuisine est très limitée. Seulement 0,3% des ménages urbains en font usage. Cependant en milieu urbain comme rural, le pétrole est le combustible par excellence pour l'éclairage.

Le sous-secteur électricité

Les produits pétroliers consommés au Tchad sont en totalité importés des pays voisins (Nigeria et Cameroun). La production d'électricité du pays reste par conséquent tributaire des importations de ces produits.

Les secteurs des transports et de l'industrie

Ces deux secteurs utilisent la grande partie des produits pétroliers consommés au niveau national.

2.1.4 Inventaire des gaz à effet de serre dans le secteur de l'énergie

Compte tenu du manque des données d'activité et de consommations énergétiques fiables dans les secteurs de transport et de l'industrie au niveau national, l'inventaire des gaz à effet de serre relatif à ces deux secteurs et à celui de l'énergie n'a été réalisé globalement que pour les produits pétroliers selon la méthode dite « top down ». Celle-ci est basée sur les consommations apparentes de différents types d'hydrocarbures utilisées dans le pays.

Les GES provenant de la biomasse en général sont pris en compte dans les secteurs forêts et déchets.

a) Calcul des émissions des GES issus de la combustion des produits pétroliers

Les données de base apparentes sont celles de l'année 1993. Les produits pétroliers considérés et leurs quantités respectives sont dans le tableau 3.

Tableau 3 : Données de base (1993)

Essence	22 319,325 tep soit 934,465 TJ
Jet	17 996,160 tep soit 753,463 TJ
Pétrole lampant	3 057,600 tep soit 128,015 TJ
Gasoil	59 396,000 tep soit 2486,792 TJ
GPL	328,250 tep soit 13,743 TJ

(NB : 1 tep = 0,041868 TJ)

Résultats de l'inventaire des gaz à effet de serre dans le secteur énergie

Les résultats des inventaires des GES obtenus suivant la démarche consignée dans les feuilles de calcul élaborées par le GIEC, sont reportés au tableau ci-après.

Tableau 4 : Émissions du CO₂ dues aux produits pétroliers en 1993

Type de produit	Emission de CO ₂ enGg	% du total des émissions
Gasoil	182,343	58,88
Essence	64,108	20,70
Jet	53,331	17,22
Pétrole lampant	9,108	2,94
GPL	0,858	0,27
Total :	309,65	100,01

Selon l'ordre d'importance, les émissions sont en grande partie dues aux consommations de gasoil (58,88%), de l'essence (20,70%) et du jet (17,22%). Elles sont à imputer au sous-secteur électricité, aux secteurs de l'industrie et du transport.

L'impact des secteurs énergie, industrie et transport sur le climat sera très important dans un proche avenir à cause de l'exploitation attendue des ressources pétrolières dans le pays. Aussi, les mesures d'atténuation seront axées sur le choix des technologies performantes de production et d'utilisation des énergies, ainsi que sur la recherche et la valorisation d'autres sources d'énergies moins polluantes.

2.2 Secteur agriculture et élevage

L'essentiel de l'économie tchadienne repose sur l'agriculture et l'élevage. Ces sous-secteurs économiques sont très variés. Le Tchad pays agro-sylvo-pastoral par excellence, produit en culture sèche à plus de 90% de céréales dont le sorgho, le mil, le maïs, le berbééré. Le riz et la canne à sucre sont irrigués. Le coton qui est produit en pluvial, est destiné exclusivement à

l'exportation. L'élevage concerne les bovins, les ovins, les caprins, les camélins, les équins, les asins et les porcins. Les bovins dominent l'élevage transhumant, à hauteur de 75%.

Les émissions proviennent de plusieurs sources :
la fermentation entérique des animaux, du fumier animal et de la production du riz ;
l'incinération de la savane ;
l'incinération ouverte des résidus agricoles.

L'estimation des émissions est réalisée à partir des données de production agricole et d'élevage de l'année de référence 1993 et selon les directives du GIEC (1996).

Les tableaux ci-dessous présentent d'une part le récapitulatif des GES dans le secteur agricole/élevage et d'autre part leur équivalent CO₂ sur la base du potentiel de réchauffement global (PRG) de cent ans.

Tableau 5: Récapitulatif des GES dans le secteur Agriculture/Elevage en 1993

Module Agriculture/élevage	CO ₂	CH ₄	CO	N ₂ O	NO _x
Emission du CH ₄ par les déchets animaux	-	235,20	-	-	-
Incinération des savanes	-	1,01	26,60	2,10	75,60
Incinération des résidus agricoles	-	0,122	2,57	0,0058	0,14
Terres agricoles	-	-	-	0,0105	-
Emission de CH ₄ par la production du riz flottant	-	80,00	-	-	-
Total	-	316,33	29,17	2,1163	75,874

Tableau 6: Emission des GES du secteur Agriculture /Elevage pour un PRG=100 ans

Sous modules	Emission en GgECO ₂	Pourcentage (%)
Emission CH ₄ animaux	4939,20	47,55
Incinération des savanes	3 749,41	36,10
Résidus agricole	15,058	0,14
Terres agricoles	3,255	0,04
CH ₄ du riz	1680,00	16,17
Total	10386,923	100

2.2.1 Emission de méthane des animaux

Les données pour le calcul du méthane émis par les animaux et le fumier animal proviennent des services de statistique de la Direction de l'Elevage et des Ressources Animales (DERA) du Ministère de l'Elevage. Les effectifs des espèces répertoriées en 1993 sont en milliers de têtes. Aucune distinction n'est faite entre vaches laitières et vaches non laitières. Les autres données, entre autres, facteurs d'émission, émission de la gestion du fumier, émission et fraction d'azote par système d'élevage, proviennent du guide méthodologique des inventaires.

Le total des émissions par les animaux et le fumier animal est proportionnel à l'importance des effectifs. Cependant, les camelins apparaissent faire l'exception. Malgré leur faible effectif, les camelins produisent cinq fois plus de méthane que les caprins et près de huit fois plus que les ovins et les équins. Par contre, les bovins paraissent être les plus grands producteurs d'azote.

2.2.2 Emission de méthane par la production de riz

Les superficies cultivées utilisées sont celles par défaut provenant de la FAO qui attribue 39 000 ha cultivés en 1993 dont 10 000 ha en irrigation constante et 29 000 ha en inondation intermittente.

Le manque d'échelle de fraction du méthane émis dans les différents systèmes agricoles a constitué une contrainte méthodologique majeure.

2.2.3 Incinération de la savane

Des données fiables sur les surfaces des savanes incinérées au Tchad font défaut. Une cartographie numérique des zones bioclimatiques éditée en 1998 par le Centre National d'Appui à la Recherche (CNAR) donne cependant une idée des superficies de chaque domaine climatique. A partir du logiciel utilisé, Geoconcept Expert, il a été possible d'en déduire chacune des superficies par le calcul des superficies réellement brûlées annuellement. Les résultats des travaux de J.C. Menault, (1993) sur les effets des feux de savane sur le stockage et l'émission de carbone et les éléments traces ont permis l'estimation des pourcentages minima des surfaces brûlées de chaque zone climatique au Tchad.

En faisant usage des données par défaut de la base des données de la FAO, il s'est dégagé que les biomasses totales exposées à l'incinération et réellement incinérées sont assez élevées et que plus de la moitié est complètement incinérée sous forme vivante ou morte.

2.2.4 Incinération des résidus agricoles

Les données de différentes productions de l'année de référence (1993) concernent le sorgho, le mil, le maïs, le riz, le berbééré, l'arachide, le niébé, le sésame, la canne à sucre et le coton. Exprimées en kilotonne ou Gg de récolte, ces données proviennent de la Division des Statistiques Agricoles (DSA) et de l'Office National de Développement Rural (ONDR). Le rapport résidu/production et la teneur en matières sèches proviennent des données par défaut de la FAO et du Sénégal, un autre pays sahélien comme le Tchad. Les fractions en teneur de matière sèche de l'arachide et du sésame sont adaptées au contexte du coton à cause de leurs caractéristiques semblables alors que celle du niébé est comparée à celle du berbééré ou du sorgho.

De tous les gaz émis par brûlage de résidus agricoles, le monoxyde de carbone (CO) est le plus élevé et atteint 2,57 Gg, alors que le CH₄, le NO_x et l'oxyde nitreux (N₂O) reflètent des quantités très faibles à négligeables. Ces proportions très insignifiantes peuvent s'expliquer par le fait que de plus en plus les sous produits agricoles sont utilisés à des fins énergétiques et/ou d'alimentation de bétail.

Les terres agricoles ou arables sont de l'ordre de 39 000 000 ha au Tchad et la proportion potentiellement riche est de l'ordre de 75% selon les données par défaut de la FAO. Il est observé également que les émissions directes totales de N₂O des terres riches sont très faibles.

Les fertilisants synthétiques sont utilisés pour les cultures d'exportation notamment le coton. Ce dernier est la plus grosse consommatrice à hauteur de 15 000 tonnes pour l'année de référence. Le blé, le riz et la canne à sucre bénéficient également d'apport fertilisant. Connaissant les superficies cultivées, les données standard du mémento de l'agronome ont été utilisées pour estimer les besoins moyens du pays en azote par an

2.2.5 Emission des GES Agriculture/Elevage en Gg ECO₂ de 1993 à 2025

Les tableaux 7 à 9 des émissions des GES font ressortir une émission en 2003 de 26 614,16 Gg ECO₂ et de 31 134,69 Gg ECO₂ en 2025. Ils affichent par ailleurs des positions dominantes pour les émissions de CH₄ animaux qui sont à 99,78% en 2003 et à 99,67% en 2025.

Tableau 7 : Emission des gaz sans trace CO₂ par les résidus agricoles en 2003

Module Agriculture	Emission des gaz à effet de serre exprimés en Gg				
	CO ₂	CH ₄	CO	N ₂ O	NO _x
Emission de CH ₄ animaux		1264,53			
Résidus agricoles incinérés		0,455	9,558		
Résidus agricoles en carbones				0,024	
Résidus agricoles en azote					0,024
Total		1264,985	9,558	0,024	0,024

Tableau 8 : Emission des gaz sans trace par les résidus agricoles en 2003 pour un PRG de 100 ans

Module Agriculture / Elevage	Emission en Gg ECO ₂ (Gg°)	%
Emission de CH ₄ animaux	26 555,13	99,78
Résidus agricoles incinérés	28,671	0,11
Résidus agricoles en carbones	7,440	0,03
Résidus agricoles en azote	22,920	0,08
Total	26 614,161	100

Tableau 9 : Emission des gaz attendus en 2025 : émission des gaz sans trace CO₂ par les résidus agricoles en 2025

Module Agriculture	Emission des GES exprimée en Gg				
	CO ₂	CH ₄	CO	N ₂ O	NO _x
Emission de CH ₄ animaux		1477,68			
Résidus agricoles incinérés		0,73	15,407		
Résidus agricoles en carbones				0,038	
Résidus agricoles en azote					0,885
Total		1478,41	15,407	0,038	0,885

Tableau 10: Emission des gaz sans trace par les résidus agricoles en 2025 pour un PRG de 100 ans

Module Agriculture / Elevage	Emission en Gg ECO ₂	%
Emission de CH ₄ animaux	31 031,28	99,67
Résidus agricoles incinérés	46,228	0,15
Résidus agricoles en carbones	11,780	0,04
Résidus agricoles en azote	35,400	0,11
Total	31 134,688	100

2.3 Secteur changement d'affectation des terres et forêts

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 denses sèches. L'objectif actuel consiste à inventorier d'une part les émissions dues aux systèmes d'exploitation forestière, et d'autre part les séquestrations dues aux forêts et d'établir un bilan émissions - séquestrations du secteur en 1993.

2.3.1 Estimation du potentiel ligneux

Deux types de formations sont à distinguer :

A) Les formations naturelles qui regroupent l'ensemble des formations ligneuses spontanées allant des steppes du B.E.T, au nord, aux îlots des forêts denses et aux forêts galeries du sud du pays. Sur la base des critères écologiques, phytogéographiques ou physiologiques utilisés par la classification de Yagambi (1956) rejoignant celle de l'UNESCO, et de préférence, pour raison de compatibilité internationale celle de la FAO, cette mosaïque de formation végétale se subdivise en :

formations feuillues denses (NHC) caractéristiques des forêts galeries et des îlots de forêts denses sèches en zone méridionale avec un volume brut sur écorce proche de 120m³/ha.

formations feuillues ouvertes (NHC/NHO) ou formations mixtes productives (NHC/NHO1) caractéristiques des forêts claires et des savanes boisées de la zone sahélienne et soudanienne avec un volume sur écorce ne dépassant pas 20m³/ha.

formations mixtes improductives (NHC/NHO4) qui sont des formations arborées de forme rabougries en conditions difficiles avec un volume sur écorce inférieur à 20m³/ha. Ces formations se rencontrent aussi bien au Sahel qu'au sud.

formations essentiellement arbustives (NH).

La totalité des formations ligneuses naturelles passe de 23 800 000 ha en 1988 à 23 086 000 ha en 1993 soit une dégradation ou baisse de 3% sur une période de cinq ans.

Tableau 11: Types de formations naturelles (ha)

Types de Formations	Année	
	1988	1993
Forêts denses et galeries forestières	300 000	291 000
Forêts claires et savanes boisées	4 000 000	3 880 000
Formations arborées	9 000 000	8 730 000
Formations arbustives	10 500.000	10 185 000
Total	23 800 000	23 086 000

Source : CTFT, 1988 avec 3% comme taux de dégradation entre 1988 et 1993 (FAO, 1995).

B) Les formations artificielles qui englobent les vergers et les palmeraies, les plantations d'ombrages et les reboisements totalisent 10 000 ha en 1989 d'après les travaux du CTFT/CIRAD (1989)

2.3.2 Les inventaires des gaz à effet de serre

Les présents inventaires des gaz à effet de serre ont été estimés sur la base de la méthodologie GIEC. Les sous-modules ayant fait l'objet d'inventaire sont :

- Emission du CO₂ provenant des forêts converties ;
- Emission du CO₂ provenant de la biomasse incinérée sur site et hors site ;
- Emission du CO₂ provenant de l'éclaircie des forêts ;
- Emission du CO₂ dégagé par décomposition ;
- Emission des gaz trace non CO₂ ;
- Emission du CO₂ provenant de l'impact des sols agricoles ;
- Carbone saisi par les terres abandonnées ;
- Carbone saisi par la biomasse aérienne ;
- Carbone capté par les forêts.

2.3.3 Synthèse des émissions du secteur changement d'affectation des terres et forêts

Tableau 12 : Récapitulatif des gaz à effet de serre pour le secteur forestier

		CO ₂ (Gg CO ₂)	CH ₄ (GgCH ₄)	NO (GgNO)	Nox (GgNOx)	CO (GgCO)
Séquestrations	Estimation de la quantité annuelle de carbone capté par les forêts	61 327				
	Estimation totale du CO ₂ par les terres abandonnées	5 436,86				
Total séquestration		66 673,86				
Emissions	Emissions de CO ₂ liées à l'exploitation. des forêts	4 620				
	Emissions de CO ₂ provenant de la pression des sols par les cultures	15 702,5				
	Emissions des gaz traces non- CO ₂		10,52	0,072	2,61	92,21
	PRG de 100 ans	1	21	310		
	Emissions en Gg ECO ₂ pour un PRG de 100 ans	20 322,5	220,92	34,1		
Total Emissions en ECO₂ pour 100ans de CO₂,CH₄ et N₂O		20 565,74				

De l'inventaire des gaz à effet de serre, il ressort que les activités émettrices sont dues essentiellement à la pression agricole et l'exploitation des forêts à des usages multiples.

Tableau 13 : Bilan Emissions /Séquestrations

Séquestrations	-66 673,86
Emissions	20 565,74
Bilan (Emissions-Séquestrations) en Gg ECO ₂	- 46 108,12

De ce bilan, il ressort une séquestration nette de -46 108,12 Gg ECO₂ pour le secteur.

2.4 Secteur déchets

2.4.1 Situation du secteur

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 et faute de véritable sensibilisation, jette les ordures et les eaux usées dans les rues ou dans les caniveaux destinés à l'évacuation des eaux pluviales.

Les eaux usées industrielles sont quant à elles directement rejetées sans épuration dans les fleuves Chari et Logone qui les drainent vers le lac Tchad.

Aucune statistique nationale n'indique la quantité ou la composition des déchets solides. Seules deux études réalisées à N'Djaména en 1991 par le BCEOM et l'Université de N'Djaména traitent du sujet. Les données utilisées pour le calcul des émissions de méthane, sont tirées essentiellement de ces deux études. Elles ont été complétées par une enquête sur les déchets des industries implantées dans les deux plus grandes villes de province que sont Moundou et Sarh.

2.4.2 Emissions de méthane dues aux déchets urbains

La quantité de déchets solides municipaux est estimée à partir du taux de génération de déchets (hors sable et cendres) par habitant. A cette quantité, on ajoute celle des déchets industriels. Les seules données exhaustives sur la population tchadienne sont celles du recensement général de 1993. Dans le document de synthèse de ce recensement, il apparaît que le Tchad est un pays faiblement urbanisé. L'effectif de la population urbaine est de 1 324 524 soit 21,1 % de l'effectif de la population totale qui est de 6 193 538. La capitale N'Djaména à elle seule rassemble 40% des citoyens. Il faut noter que la croissance annuelle de la population urbaine est de 4,8%.

Le mode de consommation ne diffère pas sensiblement d'une ville tchadienne à l'autre. Aussi, en l'absence de données permettant un calcul du taux de génération de déchets dans chacune des villes du Tchad, on applique à toute la population urbaine du pays le taux de génération de déchets calculé à N'Djaména qui est de 0,414 kg /habitant / jour. Le taux de mise en décharge des déchets solides des ménages est de 29,5% seulement, mais la quasi-totalité des déchets industriels et des déchets des marchés va dans les décharges. La quantité d'eaux usées traitées est nulle en raison de l'inexistence de dispositifs de traitement. Tenant compte de toutes ces données et des facteurs par défaut du GIEC (facteur de correction, fraction de carbone dégradable, etc.) la quantité de méthane émis par les déchets urbains est estimée à 14,03 Gg.

2.4.3 Emissions indirectes de N₂O dues aux humains

La consommation des principaux produits en kg/personne/an (tableau 14) a été établie par Marti Van Liere (" Rapport de mission Tchad TCP/CHD/6712 ", 1998) comme suit :

Tableau 14: Consommation des principaux produits en kg/personne/an

Céréales	150,3
Tubercules	15,4
Légumes	24,6
Fruits	4,2
Lait local	8,8
Viande	22,1
Poisson	7,9

Source : Rapport de mission Tchad TCP/CHD/6712 ", 1998

De la valeur en protéines de ces produits estimée par le Professeur A. DOH, (principaux éléments Ouest Africains et leur valeur nutritionnelle), on déduit la consommation des protéines par personne/an : 24,34 kg

Ce qui donne (avec une population totale de 6 280 000 habitants) une émission annuelle de N₂O de 0,38 Gg.

Total des émissions du secteur déchet

Les GES émis par le secteur déchets sont le méthane et le peroxyde d'azote dont les quantités sont reportées dans le tableau 15.

Tableau 15 : GES dus aux déchets en ECO₂

	Quantité en Gg	PRG de 100 ans	ECO ₂ en Gg
CH ₄	14,03	21,00	294,63
N ₂ O	0,38	310,00	117,80
Total			412,43

Chapitre 3 :

Stratégies et mesures d'atténuation des gaz à effet de serre

3.1 Cadrage stratégique des mesures

Le cadrage stratégique des mesures est destiné à assurer la cohérence politique et à orienter les actions dans une perspective globale. La protection de l'environnement pour un développement durable en est la finalité par la conjugaison des programmes d'action avec impact direct et indirect sur le changement climatique.

Le cadrage stratégique prend appui sur la dimension rurale du développement durable au Tchad en raison du fait que les populations tchadiennes sont à 80% rurales et sont actives dans le secteur rural très dépendant des ressources naturelles.

Par ailleurs, l'inventaire des GES a montré qu'au Tchad, en 1993, le secteur de l'affectation des terres et des forêts, et le secteur agriculture/élevage, occupent la première et la seconde position en émissions de GES à proportion respectivement de 65 % et 32,7 %. Ces deux secteurs sont tous ruraux.

Ainsi, dans un processus de concertation continue au niveau national et avec les partenaires en développement, le Gouvernement du Tchad a confirmé les orientations stratégiques contenues et résumées dans le tableau 16. Elle s'articule autour de cinq axes majeurs avec pour ambition, l'accroissement durable du volume de production dans un environnement préservé. Ce cadre stratégique a fait l'objet d'une réunion sectorielle sur le développement rural tenue les 23 et 24 juin 1999. Celle-ci découle de la table ronde Genève IV organisée en octobre 1998 sur le Tchad.

Tableau 16 : Cadre stratégique du développement rural au Tchad

Résultats	Objectif central	Objectifs spécifiques	Axes de stratégies
Sécurité alimentaire	Accroissement durable du volume de production dans un environnement préservé Et Renforcement des capacités dans le secteur rural	1 Augmentation de la production	<ul style="list-style-type: none"> Diversification des productions Accroissement de la productivité Sécurisation de la situation alimentaire en milieu rural
Création d'emplois		2 Emergence de filières compétitives	<ul style="list-style-type: none"> Facilitation des échanges aux plans national et international Promotion de nouvelles filières de production Valorisation des produits par la transformation Promotion des activités économiques
Croissance de l'économie		3 Gestion et Valorisation des ressources naturelles	<ul style="list-style-type: none"> Gestion de l'espace rural (terroir, parcours, forêts) Approche foncière et concertation entre usagers Aménagement et équipement de l'espace rural Gestion local des aménagements des équipements et des ressources en eau Gestion des ressources halieutiques Préservation et restauration des potentiels de production Lutte contre la désertification Conservation de la biodiversité et de la faune
Amélioration du niveau et de la qualité de vie des ruraux		4 Promotion du Monde rural	<ul style="list-style-type: none"> Structuration du milieu Transfert de responsabilité aux organisations locales
Auto-développement		5 Amélioration de l'efficacité des intervention publiques	<ul style="list-style-type: none"> Recentrage des fonctions de l'Etat (gestion de l'information, prise de décisions) Organisation des services Conception des interventions

Source : Table ronde de Genève IV – Réunion sectorielle sur le développement rural, document de synthèse ;
N'Djaména, 23-24 juin 1999

3.2 Les actions déjà accomplies

Dans le cadre global de politique de protection de l'environnement et pour donner suite aux obligations issues de différentes conventions internationales y compris celle relative aux changements climatiques, le Gouvernement du Tchad a engagé des actions visant à promouvoir la mise en œuvre responsable et participative des conventions environnementales. Ces actions multiformes se consacrent à la mise en place d'un cadre cohérent institutionnel, législatif et réglementaire.

3.2.1 Les institutions

a) *Le Haut Comité National pour l'Environnement (HCNE)*

Créé en 1995, le HCNE est présidé par le Premier Ministre, chef du Gouvernement. Il a pour mission d'impulser, d'harmoniser et de veiller à la mise en œuvre des politiques et stratégies en matière d'environnement et de développement durable.

Les tâches spécifiques du HCNE sont de :

- veiller à la mise en application effective des recommandations visant le développement durable ;
- Veiller à la mise en application de l'Agenda 21 de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement durable tenue à Rio de Janeiro en 1992 au Brésil ;
- Veiller à l'intégration effective de l'environnement et du développement ;
- Orienter les politiques de développement durable et veiller à leur mise en œuvre correcte ;
- Opérer des arbitrages en cas d'options contradictoires entre priorités de développement et de protection de l'environnement ;
- Mobiliser les partenaires institutionnels et sociaux afin de promouvoir la protection et l'amélioration de l'environnement.

b) *L'Agence pour l'Energie Domestique et l'Environnement (AEDE)*

Sous le parrainage conjoint du Ministère des Mines, de l'Energie et du Pétrole et du Ministère de l'Environnement et de l'Eau, l'AEDE est créée en 1997 pour exécuter un projet d'énergie domestique dont les composantes essentielles sont :

- L'établissement d'un système de gestion des ressources naturelles à l'échelon des villages ;
- Le suivi et la maîtrise des flux des produits ligneux ;
- L'amélioration du rendement énergétique des combustibles domestiques.

Ces composantes majeures vont contribuer à :

- Assurer l'approvisionnement durable de la ville de N'Djamena en combustible ligneux et en charbon de bois à partir des villages environnants ;
- Reformuler le cadre institutionnel du sous-secteur de l'énergie domestique en confiant la gestion des ressources naturelles aux villages ;
- Promouvoir la production et l'utilisation efficace des combustibles ligneux en instaurant un système qui permet d'établir des prix économiques et de prélever une taxe d'utilisation sur les combustibles ligneux ;
- Améliorer les rendements énergétiques des combustibles utilisés par les ménages en utilisant des foyers améliorés.

Les objectifs poursuivis par l'AEDE sont du domaine du changement climatique en termes de réduction des émissions en rationalisant la consommation des combustibles ligneux et en améliorant le rendement énergétique des technologies.

3.2.2 Les législations et réglementations

a) *La constitution*

La constitution du 31 mars 1996 de la République du Tchad dispose que :

Article 47 : « Toute personne a droit à un environnement sain » ;

Article 48 : « L'Etat et les collectivités territoriales décentralisées doivent veiller à la protection de l'environnement » ;

Article 52 : « Tout citoyen a le droit de respecter et de protéger l'environnement ».

Ces dispositions constituent des bases solides pour la promotion des actions à tous les échelons, national, collectif, régional et citoyen qui visent directement les changements climatiques

La loi 14/PR/98 du 17 août 1998 définissant les principes généraux de la protection de l'environnement

L'objectif de la loi 14/PR/98 est d'établir les principes pour la gestion durable de l'environnement et sa protection contre toute forme de dégradation, afin de sauvegarder et de valoriser les ressources naturelles et d'améliorer les conditions de vie de la population.

Cette loi dispose en conséquence (Art.4) que tout citoyen individuellement ou dans le cadre d'institutions locales, traditionnelles ou d'associations, est chargé, en collaboration avec les collectivités territoriales décentralisées de l'Etat, d'œuvrer, de prévenir et de lutter contre toutes sortes de pollution ou dégradation de l'environnement dans le respect des textes législatifs et réglementaires.

Par ces dispositions fondamentales, la loi 14/PR/98 donne pleinement suite à la Constitution de la République.

c) *La loi 36/PR/94 du 03 décembre 1994*

Dans le souci de limiter l'exploitation des ressources forestières, la loi n°36/PR/94 portant organisation de la commercialisation et du transport du bois dans les grandes agglomérations et la fiscalité qui lui est applicable :

- n'autorise le transport des bois vers les villes à des fins commerciales qu'aux commerçants transporteurs des bois, tenus de se faire délivrer une carte professionnelle ;
- limite l'exploitation du bois aux organisations rurales productrices de bois reconnues par le Ministère chargé des forêts, aux propriétaires de forêts privées immatriculées ou constatées par un mode de preuves établies par la loi ;
- fixe un quota annuel d'exploitation de bois, basé sur une évaluation de la capacité de régénération naturelle des ressources forestières.

Le décret N°107/MET/DG/97 du 20 août 1997, portant application de cette loi concerne particulièrement les préfectures qui contribuent à l'approvisionnement en bois et charbon de bois de la ville de N'Djamena. Il fixe les taux de la taxe forestière applicable au bois de chauffe dans

l'ensemble du bassin d'approvisionnement de la ville de N'Djamena, définit le mode de recouvrement des taxes et répartit les recettes perçues entre le trésor public, la structure locale de gestion ayant procédé au recouvrement et la collectivité territoriale dont relève le lieu ou le site de prélèvement. Aussi, la moitié de la part des recettes de la taxe revenant au trésor public, est affectée à l'AEDE pour assurer la couverture des coûts relatifs aux contrôles forestiers, à la création et au suivi des marchés ruraux. L'AEDE est l'institution indiquée pour traduire dans les faits les dispositions de la loi 36/PR/94.

d) *Le code de l'eau*

La loi n°16/PR/99 du 18 août 1999, portant code de l'eau, définit les modes de gestion des eaux fluviales, lacustres et les ouvrages hydrauliques. Elle met un accent particulier sur la gestion rationnelle des ressources en eau et sur la protection contre la pollution par l'interdiction de certaines activités telles que le dépôt d'ordures, d'immondices, de débris, d'hydrocarbures ou toute substance présentant des résidus de toxicité, le rejet d'excréments, la surexploitation par pompage et autres.

e) *Le code forestier reformulé*

L'objectif général que s'assigne la loi portant régime des forêts, de la faune et de la pêche est celui d'assurer dans le cadre de la loi 14/PR/98 du 7 août 1998, une gestion des ressources forestières, fauniques et halieutiques basée sur la durabilité qui suppose une gestion rationnelle, équilibrée et équitable des ressources soucieuse du présent autant que du futur.

La participation implique la prise en compte des avis, besoins et intérêts de l'ensemble des acteurs concernés.

Ce code renferme d'importantes dispositions dont l'application peut efficacement contribuer à la protection de l'environnement en général et à l'atténuation des GES en particulier.

A titre d'exemple, l'article 2 dudit code stipule que les forêts, la faune et les ressources halieutiques font partie intégrante du patrimoine biologique national. Leur préservation et leur développement durable sont d'intérêt général et à ce titre, constituent une exigence fondamentale de la politique nationale de développement.

3.3 Les mesures d'atténuation des GES

Le souci d'augmenter la production alimentaire, par la valorisation des ressources naturelles et de relever le niveau de l'économie nationale, comporte des risques de dégradation de l'environnement si ces actions ne s'accompagnent pas des mesures appropriées d'atténuation.

L'opportunité qu'offre la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) aux décideurs politiques est celle d'aider ceux-ci à élaborer des programmes et projets de développement soucieux et respectueux de l'environnement.

Les mesures d'atténuation des GES pour les différentes sources d'émission tiennent compte de la vision de leurs émissions et séquestration en 1993, 2003 et 2025. Les projections à l'horizon 2025 se fondent sur la croissance démographique du pays

3.3.1 Scénarios de référence et d'atténuation

3.3.1.1 Secteur énergie

a). Scénario de référence

Tel que l'état de développement actuel du secteur de l'énergie du Tchad se présente, si les tendances de production et de consommation d'énergie se maintiennent et que les perspectives prometteuses du secteur, notamment l'exploitation des ressources pétrolières nationales se réalisent, on assistera à un essor considérable des secteurs de l'industrie, des transport et de l'énergie lui-même. Cela occasionnera une augmentation de la consommation des hydrocarbures d'où également l'augmentation des GES due à cette consommation. Aussi, sans compter les émissions GES issues des gaz fugitifs émanant des activités extractives du brut pétrolier ainsi que de son transport, le secteur totalisera une émission totale de CO₂ de 511,40 Gg en 2003 pour atteindre 964,18 Gg en 2025.

La projection des émissions de GES du secteur énergie s'est basée sur les données prévisionnelles de consommation de produits pétroliers dans le pays de 1993 à 2005. Les données prévisionnelles sont issues des études :

Banque Mondiale, 1994 : Tchad, revue du secteur de l'énergie ; et,

Groupement SGI-STUDI, juillet 1998 : Plan directeur du sous secteur électricité du Tchad.

Tableau 17 : Prévisions de la consommation des produits pétroliers (en tonnes) 1993 - 2005

	Année	Produits pétroliers						
		Gasoil	Essence	Jet	Pétrole lampant	GPL	Fuel lourd	Naphta
Consommations (en tonnes)	1993	58808,6	21256,5	17304	2940	300	-	-
	1994	56691,5	204911	17101,5	5400	300	-	-
	1995	54925	14800	16800	5600	300	-	-
	1996	59150	18500	16800	8000	300	-	-
	1997	61279,4	19166	17405	8288	250	-	-
	1998	62614,5	20720	34000	6800	250	-	-
	1999	64850	21460	34397,8	7085,6	250	-	-
	2000	67165	22220,6	34800	7383,2	250	7703,6	5157,4
	2001	69562	23019,5	35207	7693,2	296,7	11238,3	8117,7
	2002	72045	23840,2	35619	8016,3	352	12694,7	8493
	2003	74617	24692	36035,7	8353	418	13264,2	8882,5
	2004	77280	25573,5	36457	8703,8	496	13834,2	9261,5
2005	76303,5	25900	36800	8800	588,6	14403,6	9643	

Sources : Banque Mondiale (BM), 1994 : Tchad, Revue du Secteur de l'Energie. Groupement SGI - STUDI (Tunis-Tunisie), Juillet 1998 : Plan Directeur du sous-secteur Electricité du Tchad.

Tableau 18 : Scénario de référence et projection sur plus 10 ans des émissions du CO₂ dues aux produits pétroliers (année de base 1993)

	Année	Produits pétroliers							Total
		Gasoil	Essence	Jet	Pétrole lampant	GPL	Fuel lourd	Naphta	
Emission (en Gg)	1993	182,343	64,108	65,331	9,108	0,858	-	-	309,648
	1994	175,8	62	52,2	16,6	0,855	-	-	307,455
	1995	170,3	44,6	51,5	17,2	0,855	-	-	284,455
	1996	183,4	55,8	51,5	24,5	0,855	-	-	316,055
	1997	190	57,8	53,1	25,4	0,718	-	-	327,018
	1998	194	62,5	103,8	20,8	0,718	-	-	381,818
	1999	201	64,7	105	21,7	0,718	-	-	393,118
	2000	208,2	67	106,2	22,6	0,718	24,2	15,8	444,718
	2001	215,7	69,4	104,4	23,6	0,850	35,3	25	477,25
	2002	223,4	72	108,7	24,6	1	40	26,1	495,800
	2003	231,3	74,5	110	25,6	1,2	41,6	27,2	511,400
	2004	239,6	77,1	111,3	26,7	1,4	43,5	28,4	528,000
2005	236,6	78,1	112,3	27	1,7	46,2	29,6	531,500	

b). Scénarios d'atténuation

Pour atténuer les GES du secteur énergie, trois options sont proposées et constituent les scénarios d'atténuation ci-après.

utilisation des combustibles à faibles teneur en carbone

Scénario 1 : option gaz pour produire l'électricité.

Il est prévu d'utiliser le fuel lourd et le naphta pour produire d'électricité à la nouvelle centrale thermique de N'Djamena/Farcha.

Si le gaz est utilisé à la place de ces deux combustibles, cela permettra de réduire sensiblement les émissions de CO₂ dues à la consommation du fuel lourd de l'ordre de 18,5 % et à celle du naphta de 14 % par unité d'énergie (tab.18, 19 et fig.5, p45), en se référant aux teneurs en carbone du fuel lourd (21,1 t.c/IJ), du naphta (20 t.c/IJ) et du gaz (17,2 t.c/IJ).

Tableau 19 : Scénario d'atténuation n° 1 - Option utilisation du gaz pour produire l'électricité à la nouvelle centrale de N'Djaména / Farcha. Projection des émissions .

	Année	Produits pétroliers							Total
		Gasoil	Essence	Jet	Pétrole lampant	GPL	Fuel lourd	Naphta	
Emissions (Gg)	1993	182,343	64,108	65,331	9,108	0,858	-	-	309,648
	1994	175,8	62	52,2	16,6	0,855	-	-	307,455
	1995	170,3	44,6	51,5	17,2	0,855	-	-	284,455
	1996	183,4	55,8	51,5	24,5	0,855	-	-	316,055
	1997	190	57,8	53,1	25,4	0,718	-	-	327,018
	1998	194	62,5	103,8	20,8	0,718	-	-	381,818
	1999	201	64,7	105	21,7	0,718	-	-	393,118
	2000	208,2	67	106,2	22,6	0,718	19,783	13,588	438,029
	2001	215,7	69,4	104,4	23,6	0,850	28,769	21,5	467,219
	2002	223,4	72	108,7	24,6	1	32,600	22,446	484,746
	2003	231,3	74,5	110	25,6	1,2	33,904	23,892	499,896
	2004	239,6	77,1	111,3	26,7	1,4	35,452	24,424	515,976
	2005	236,6	78,1	112,3	27	1,7	37,653	25,456	518,809

Par rapport au scénario de référence, le scénario 1 permettra de réduire les émissions de CO₂ de 1,2%. Le coût de réduction sera de 29 372 millions FCFA (cf. tableau 20, fig.5 p45).

Tableau 20: Coûts scénario 1 et scénario de base

Type de Centrale	Diesel (fuel lourd) et Turbines à gaz (naphta)	Turbines à gaz uniquement
Coût d'investissement (en millions de F CFA)	9 075	6 435
Coûts opérationnels (en millions de F CFA)	28 655	22 937
Total	37 730	29 372

Interconnexion électrique et utilisation simultanée de gaz :

Il existe un projet d'interconnexion électrique entre le Tchad et le Cameroun comportant deux variantes :

Scénario 2 : Option interconnexion par ligne 110 kv/10 MW pour remplacer la partie 10 MW de la nouvelle centrale de N'Djaména/Farcha et utilisation simultanée du gaz pour alimenter la partie 6 MW.

Cette option permettra d'éviter à 100% les émissions de CO₂ due à la consommation du fuel lourd devant alimenter la partie 10 MW et de réduire de 14% les émissions de CO₂ issue de la consommation du naphta devant faire tourner la partie 6 MW.

Par rapport au scénario de référence, le taux de réduction de CO₂ de cette option s'élève à 5,55% et le coût de réduction est de 38 479 millions (cf. tableau 21, fig.5 p45).

Tableau 21 : Coûts scénario de référence et scénario 2

Type de Centrale	Diesel (fuel lourd) et Turbines à gaz (naphta)	Interconnexion variante 1 et Turbines à gaz
Coût d'investissement (en millions de F CFA)	9 075	8 904
Coûts opérationnels (en millions de F CFA)	28 655	29 575
Total	37 730	38 479

Scénario 3 : Option interconnexion par ligne 220kv/50MW pour substituer la centrale existante STEE de N'Djamena.

Cette option permettra d'éviter à 100% des émissions du CO₂ due à la consommation du gasoil par les groupes électrogènes de cette centrale.

Par rapport au scénario de référence, cette option entraînera une réduction des GES de 2,29% et le coût de la réduction s'élèvera à 131,538 millions de FCFA (cf. tableau 22, fig.4 p45).

Tableau 22 : Coûts scénario de référence et scénario 3.

Type de Centrale	Réhabilitation centrale existante + Nouvelle Cent.	Interconnexion variante 2 + Nouvelle Centrale (TG)
Coût d'investissement (en millions de F CFA)	10 974,70	16 435
Coûts opérationnels(en millions de F CFA)	46 453,34	115 103
Total	57 428,04	131 538

En comparant les taux et les coûts de réduction des GES des scénarios ci-dessous examinés, il apparaît que le scénario 2 semble être le plus économique.

Tableau 23 : Comparaison des coûts des options, quantités de CO₂ émis et non émis au bout de 13 ans

Option	1993 - 2005			
	Scénario de base	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Coût (en millions de f cfa)	37 730	29 372	38 479	-
	57 428,04	-	-	131.538
Émissions CO ₂ (en Gg)	5 308,235	5 244,242	5 013,443	5 186,704
CO ₂ non émis (en Gg)	0	63,993	294,792	121,531
% de réduction par rapport à la situation de base	0	1,20	5,55	2,29

Figure 3 : Scénarios d'atténuation (1993 - 2005)

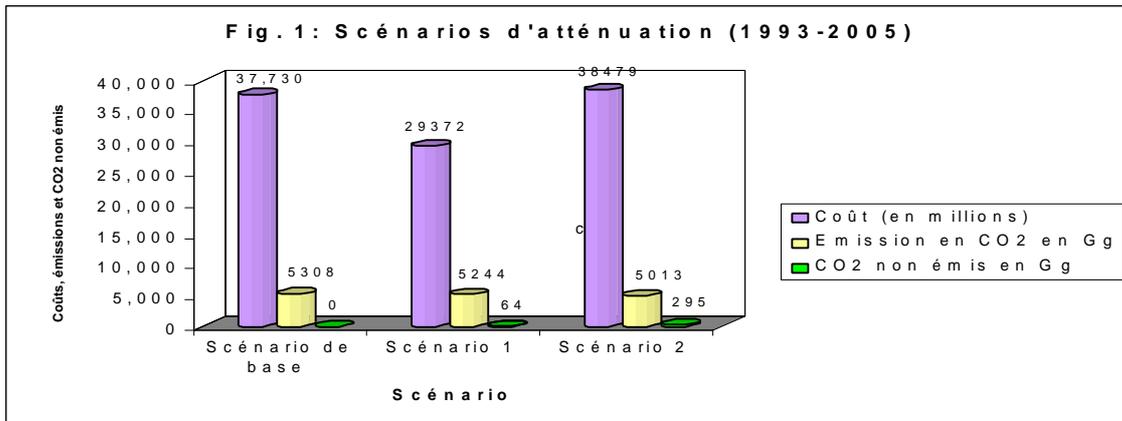


Figure 4 : Scénarios d'atténuation (1993 - 2005)

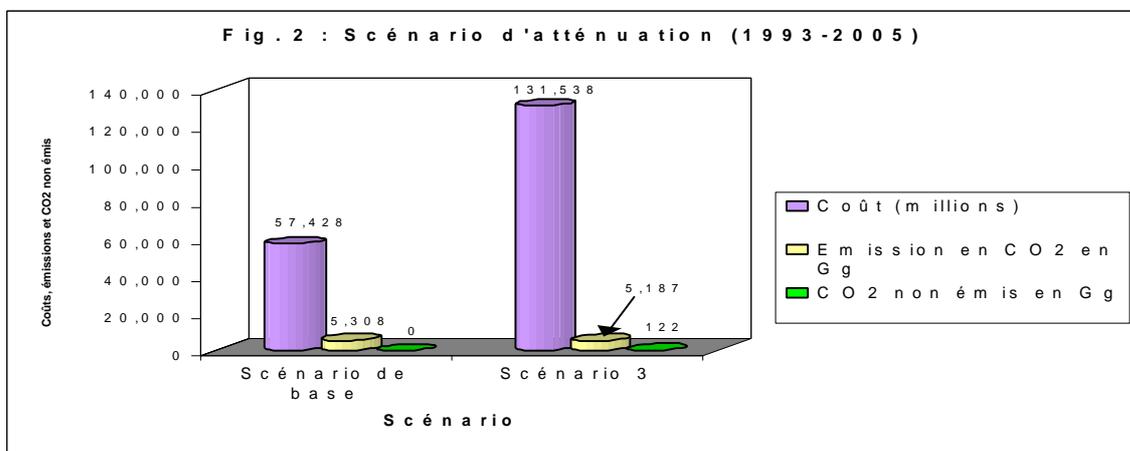
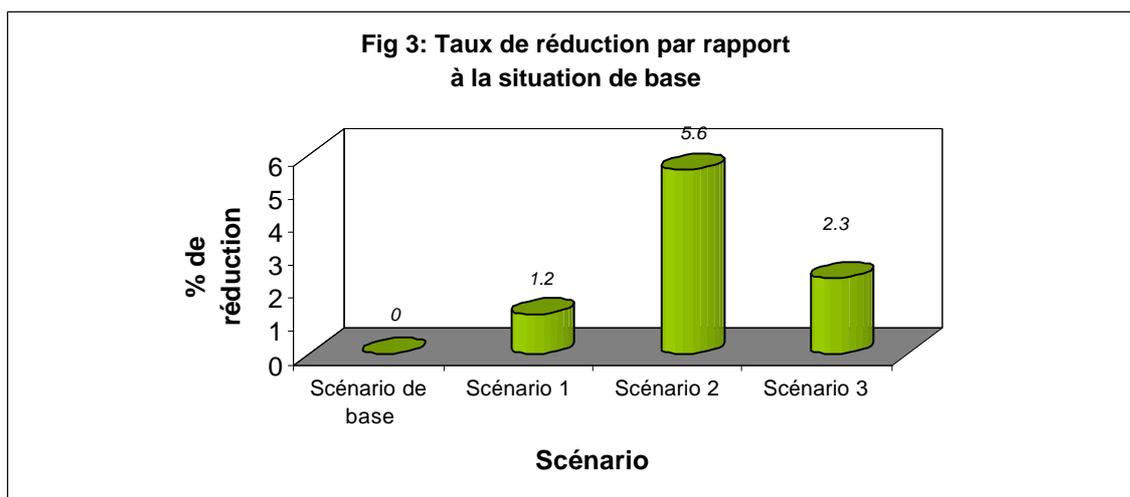


Figure 5 : Taux de réduction par rapport à la situation de base



3.3.1.2 Secteur forêt et affectation des terres

Scénario de base

Les hypothèses sur lesquelles, les scénarios de base de 2003 sont construits pour la consommation d'énergie et les activités d'exploitation des terres, sont basées sur les paramètres démographiques et économiques.

a) Hypothèses «sans mesures» en 2003 et 2025

Il s'agit ici du scénario supposant que rien ne sera fait pour limiter les émissions de GES. On le désigne comme étant celui de la poursuite des activités ou hypothèse «haute» pour les émissions en 2003 et 2025.

A l'horizon 2003, c'est à dire, au cours des 10 années à venir, on suppose que :

- la croissance démographique restera constante (2,5%/an), jusqu'à l'an 2003 ;
- la croissance économique pour la période 1993-2003 restera égale à 4,9% ;
- les constituants de la structure du P.I.B. suivront le même rythme de développement ;
- les taxes et droits à l'importation resteront sans changement.

La population tchadienne en 2003 atteindra dans ces conditions 8 080 000 habitants.

Le dégagement de CO₂ dû à la consommation du bois-énergie suivra naturellement la croissance démographique pour atteindre 4 421 Gg ECO₂.

Dans les mêmes conditions socio-économiques et démographiques, la population tchadienne aura doublé d'ici 2025 et estimée à 13.054.016 habitants. Par la même occasion le dégagement de CO₂ aura atteint 7141,85 Gg Eco₂.

b) Hypothèses «avec mesures» en 2003 et 2025

Ce scénario ou hypothèse «basse» pour les émissions en 2025 suppose que sous la pression de divers intérêts écologiques et économiques, des mesures seront prises pour ralentir l'augmentation des émissions de GES. Les hypothèses retenues par le groupe du GIEC et qui sont similaires aux nôtres sont :

Les mesures tendant à améliorer le rendement énergétique dont l'application n'est possible que sur intervention des pouvoirs publics, sont mises en œuvre ;

La part de gaz naturel augmente ;

Le processus de déboisement et les défrichages de la forêt sont stoppés et infléchis ;

la diminution du taux de la croissance démographique de 2,5 à 2% en l'an 2025;

la production des hydrocarbures locales qui pourra améliorer le niveau de vie des populations et en effet permettra à ces derniers de s'acquérir des énergies de substitution ;

Pour le scénario de projection avec «mesures» de 2003, il n'y aura pas assez de changement significatif. Le seul paramètre qui entrera en jeu sera l'exploitation du pétrole prévue en l'an 2001 et la mise en œuvre du projet Énergie Domestique qui a commencé à fonctionner effectivement à partir de 2000 et ce, pour 4 ans, donc jusqu'à 2003.

Scénario d'atténuation

A travers les inventaires des GES, les données statistiques de l'année de base, les projections de principales tendances économiques, démographiques et environnementales, des options d'atténuation liées aux futures sources et puits ont été identifiées. Parmi ces options permettant de conserver, fixer, stocker et substituer le carbone, on peut citer : l'aménagement des forêts, la lutte contre les feux de brousse, la création des forêts, la conservation et remplacement du bois de feu par l'utilisation des foyers améliorés et des fours à charbons

3.3.1.3 Secteur déchets

Le scénario de référence ci-dessous montre ce qu'il en serait en 2003 si les pratiques actuelles se perpétuaient, si rien n'était entrepris pour réduire ou éviter les émissions futures. Il suppose donc que les déchets continueront à être mis en décharge sans récupération de méthane, ni tentative de valorisation.

La quantité de méthane produit est proportionnelle à la quantité de déchets mis en décharge. L'inexistence de données nationales dans ce secteur nous a conduits au cours de l'inventaire des gaz à effet de serre à déduire la quantité de déchets mis en décharge du taux de génération de déchets par habitant et de la fraction de déchets effectivement mis en décharge calculés à N'Djaména. C'est sur cette base que la projection à l'horizon 2003 est faite.

Le taux de croissance de la population urbaine est estimé à 4,8 % par an. Cette population qui était de 1 324 524 en 1993 atteindra 2 116 765 en 2003. D'après l'hypothèse du BCEOM selon laquelle "dans les circonstances économiques actuelles où les consommations par tête ont tendance à se stabiliser sinon à décroître malheureusement, il semble prudent de considérer que le taux de génération d'ordures par habitants demeurera stable dans le futur proche". La quantité de déchets générée (calculée pour les déchets hors sable et cendres) est de l'ordre de 96,725 kg/habitant/an.

Malgré la prise de conscience qui s'est traduite par l'apparition de comités d'assainissement chargés de la pré-collecte des ordures ménagères dans certains quartiers des grandes villes, on peut affirmer que le taux de mise en décharge des déchets ménagers n'a pas sensiblement varié, car l'insuffisance de structuration des comités d'une part, le sous-équipement des services de voirie d'autre part, limitent la portée des actions de ceux-ci. Nous admettons donc que le taux de mise en décharge des déchets des ménages demeure 29,5 %.

En 1993, la quantité des déchets générés par les marchés est de l'ordre de 9 185 573.94 kg. Ici également, en admettant l'hypothèse du BCEOM (taux de croissance annuelle de 10%), la quantité des déchets des marchés en 2003 atteindra donc 23 825 013 kg, supposée entièrement mise en décharge

Quant aux industries, nous supposons que la quantité de déchets entièrement mis en décharge restera stationnaire si aucune autre ne s'implante d'ici 2003.

3.3.1.4 Secteur agriculture/élevage.

Les données de l'année 1993 sont celles qui ont servi à l'inventaire des GES au Tchad, les projections porteront sur les années 2003 et 2025 et seront de type linéaire.

L'équation de la droite est : $y=113177*x+10^6$ avec un résidus de l'ordre de $R^2=0,8898$, (y production et x année). On constate que la courbe et la droite sont fortement corrélées, et les variations de la superficie sont très importantes d'une année à l'autre. Cela est conforme aux variations historiques de la production sur le plan national. Elle va croître de façon relative sous la poussée démographique fortement rurale, même si le taux de sa population urbaine actuelle est de 4,8 %.

Tableau 24 : Projection de l'évolution de la production de céréales en tonnes de 1993 à 2003 et 2025

Années	Mil	Sorgho	Maïs	Berbéré	Riz paddy	Blé	Total	%
1993	293 433	386 934	87 424	97 808	108 211	2 400	976 210	-
2003	272 534	4 799 941	135 774	142 545	149 223	2 912	1 182 929	21
2025	324 900	792 935	290 098	259 495	309 064	4 117	1 980 609	67 (103*)

(103*) par rapport à l'année 1993 dite de base

Tableau 25 : Projection de l'évolution de la production d'oléagineux en tonnes de 1993 à 2003 et 2025

Années	Arachide	Niébé	Sésame	Total	%
1993	223 763	13 616	16 325	253 704	-
2003	408 830	60 999	25 150	494 979	95
2025	836 774	95 729	47 927	980 430	98 (286*)

(286*) par rapport à l'année 1993 dite de base

Pour les cultures d'exportation, sous réserve de l'émergence de nouvelles filières, les projections ne concernent que les deux principales spéculations bien connues au Tchad, il s'agit du coton et de la canne à sucre.

Tableau 26 : Projection de l'évolution de la production des cultures industrielles en tonnes de 1993 à 2003 et 2025

Années	sucre	Coton	Total	%
1993	293 713	615 000	908713	-
2003	471 886	930 076	1401962	54
2025	811 236	1 272 066	2083302	48 (129*)

(129*) par rapport à l'année 1993 dite de base

Tableau 27 : Projection de l'utilisation des intrants agricoles de 1993 à 2003 et 2025

Années	Engrais en tonnes		Insecticides en (1000 L)	
	1993	24 418	-	1 528
2003	52 840	116	2 125	39
2025	113 169	114 (363*)	3 439	62 (125*)

(363*) par rapport à l'année 1993 dite de base

La consommation des intrants agricoles sera progressivement en hausse. L'équation de droite est la suivante : $y=59,7*x+1050,7$ avec $R^2=0,2515$.

La projection de la production animale a été faite espèce par espèce.

Tableau 28 : Projection de l'évolution des ressources animales par têtes de 1993 à 2003 et 2025

Années	Bovins	Ovins/caprins	Camélins	Asins	Equins	Porcins	Total	%
1993	4 614 189	5 174 559	578 237	292 133	246 630	22 875	10 928 623	-
2003	5 610 784	7 430 583	5 124 467	297 022	250 783	26 777	18 740 416	71
2025	7 695 328	11 870 161	5 403 515	381 372	338 998	47 667	25 737 041	37 (136*)

(136*) par rapport à l'année 1993 dite de base 1993 dite de base

La courbe et la droite de régression représentative de toutes les espèces élevées sont fortement corrélées, ce qui donne un taux d'accroissement très proche de la réalité. L'équation de la droite est $y=306256*année+9.10^6$ avec un résidu de l'ordre de $R^2=0,9774$.

Au regard des stratégies du développement rural, les productions agricoles et animales vont augmenter tout en se diversifiant, mais dans un cadre de conservation, de valorisation et de restauration des ressources impliquant une conduite rationnelle de leur utilisation. Ce qui se traduit par un taux d'évolution graduelle contenu dans le tableau ci-après

Tableau 29: Synthèse du taux graduel d'accroissement des différentes productions

Production	1993	2003 par rapport à 1993	2025 par rapport à 1993	2025 par rapport à 2003
Céréales	-	21	103	67
Oléagineux	-	95	286	98
Cultures industrielles	-	54	129	48
Intrants agricoles	--	39	125	62
Elevage	-	71	136	37

Cependant, les mesures d'intensification de la production qui feront augmenter la consommation d'intrants par unité de surface vont servir de facteurs de régulation pour contraindre la propension actuelle d'une agriculture spatialement extensive, à une agriculture intensive. Les méthodes intensives amélioreront la productivité et constitueront des forces incitatrices à la rationalisation de ressources.

Les dispositions institutionnelles qui sont destinées à soutenir ces gains de productivité par des voies volontaires ou de marchés, tout en développant des indicateurs de rupture de charge et /ou de durabilité des agrosystèmes vont induire des incidences favorables sur le climat.

Il convient cependant d'admettre que l'émergence des filières agricoles destinées à l'exportation peut engendrer des émissions des gaz de type CH₄, NO₂ ou NO_x, sans pour autant que leur niveau puisse constituer des menaces ou des risques pour un développement durable de l'agriculture tchadienne, qui dans les conditions de 1993 (année de référence) est une agriculture non intensive technologiquement parlant.

Pour les secteurs forêts et affectation des terres, agriculture/élevage et déchets, les scénarios d'atténuation n'ont pas pu être développés jusqu'à la réduction d'émissions et aux coûts de réduction fautes de données appropriées.

3.3.2 Projection de GES (1993-2025)

Tableau 30 : Les projections des émissions et séquestration des GES à l'horizon 2003 et 2025

Secteur	1993	%	2003	%	2025	%
Emission en GgECO₂						
Forêts et changement d'affectation des terres	20 565,74	65,00	26 226,55	48,60	42 995,11	55,10
Agriculture et Elevage	10 386,923	32,70	26 614,16	49,30	31 134,68	39,90
Déchets	412,43	1,30	620,04	1,15	2 963,52	3,80
Energie, Industrie et transport	309,65	1,00	511,40	0,95	964,18	1,20
Total	31 674,743	100	53 972,15	100	78 057,49	100
Evolution des émissions en %	-		70%		45%	
Séquestration en GgECO₂						
Forêts et changement d'affectation des terres	-66 673,86		-61 238,20		-57 360,55	
Bilan en GgECO₂	-34 999,11		-7 266,05		20 696,95	

Les projections des émissions et séquestration des GES sur les périodes 1993 - 2003 et 2003 - 2025 font apparaître les secteurs forêts et agriculture en position dominante émettrice et presque à parité jusqu'en 2003. Cette relation change en 2025 où le secteur forêts devient nettement plus émetteur (55,10 %) que le secteur Agriculture (39,90 %).

Les émissions des secteurs Déchets et Energie restent très limitées sur toutes les périodes même si le secteur Déchets augmente sensiblement sa proportion en 2025.

L'évolution des émissions affiche une augmentation de 70 % entre 1993 et 2003 et de 45 % entre 2003 et 2025. Cette évolution est estimée dans des conditions « sans mesures ».

La séquestration des GES par les forêts va en décroissant, passant de -66 673,86 Gg ECO₂ en 1993 à - 61 238,20 Gg ECO₂ en 2003 et à - 57 360,55 Gg ECO₂ en 2025.

Le bilan émission – séquestration est de -34 999,11 Gg ECO₂ en 1993, il passe à -7 266,05 Gg ECO₂ en 2003 pour devenir positif en 2025 à 20 696,95 Gg ECO₂. Ce qui donne à déduire que le Tchad qui était un puits en 1993 et 2003 devient source d'émission en 2025. Les mesures d'atténuation qui suivent tiennent compte de cette situation.

Matrice des mesures d'atténuation des GES

Les mesures d'atténuation des GES sont présentées dans le tableau 31 selon un cadre logique qui expose les mesures et leurs propositions techniques ainsi que leurs effets environnementaux,

socio-économiques tout en affichant les conditions institutionnelles et politiques nécessaires mais pas suffisantes pour encadrer leur implémentation.

Tableau 31 : Mesures d'atténuation des secteurs forêts, changement et affectation des terres, agriculture et élevage, énergie, transport et industrie et déchets.

Secteur	Mesures	Solutions techniques	Incidences sur le climat et sur l'environnement	Conséquences Economiques et sociales	Considérations d'ordre administratif, institutionnel et politique
Forêt et Changement d'affectation des terres	Gestion rationnelle des ressources naturelles	Inventaire et cartographie des ressources naturelles ; Aménagement des terroirs forestiers ; Traitements sylvicoles et sanitaires ; Etudes socioéconomiques liées aux massifs à aménager ; Equiperment des périmètres à aménager.	Données disponibles pour le suivi écologique et prise de décision ; Préservation de l'environnement par une utilisation durable des ressources ;	Meilleure planification spatiale et temporelle de l'utilisation des ressources ; Source de revenu des ruraux Désenclavement, augmentation du revenu et préservation des ressources.	Mise en œuvre des dispositifs législatifs et réglementaires existants et proposition de nouveaux ; Participation des collectivités locales et renforcement de leurs capacités ; Mise en place des mécanismes décentralisés de suivi et d'évaluation ; Renforcement des structures impliquées dans la recherche et les observations systématiques ; Promotion des indicateurs simples de performance pour impliquer effectivement les collectivités locales.
	Lutte contre les feux de brousse	- Suivi par imagerie satellitaire - Création de postes d'innervation et de lutte en zone pastorale - cartographie des zones sensibles - Pare-feux ;			
	Création des forêts	Régénération naturelle ; Mise en défens concerté Haie vive ; Brises vent ; Plantation des espèces locales préservant l'environnement ;	Préservation des ressources naturelles. Restauration des surfaces exploitées ; Restauration du milieu et de la fertilité du sol	Augmentation du revenu ; Amélioration de la production	Sensibilisation, communication et éducation pour une prise de conscience généralisée suivant l'approche participative qui devra prévaloir dans l'organisation de toutes les opérations

	<p>Conservation et la valorisation de la biodiversité</p> <p>Economie du bois de feu et sa substitution par d'autres sources énergétiques</p> <p>Défense et restauration des sols</p>	<p>Développement des forêts communautaires par création des périmètres villageois.</p> <p>Création des aires protégées ; Gestion participative et durable des aires protégées.</p> <p>Promotion de l'utilisation des substituts au bois de chauffe et charbon de bois et des foyers améliorés.</p> <p>Cordon pierreux ; Digue, diguette ; Mini barrage ; Fixation mécanique et biologique.</p>	<p>par fixation d'azote.</p> <p>Mise en valeur des ressources naturelles.</p> <p>Préservation de l'environnement.</p> <p>Amélioration du potentiel productif du sol.</p>	<p>Création d'emploi en milieu rural et augmentation des revenus des ruraux.</p> <p>Amélioration des conditions de vie des populations.</p> <p>Augmentation du revenu des populations ; Sécurité alimentaire ; Amélioration des conditions de vie des populations.</p>	<p>agrosylvopastorales. Sensibilisation, information et formation des éleveurs</p>
	<p><u>Intensification de l'agriculture par :</u></p> <p>Technique de conservation et de restauration des sols</p>	<p>Amélioration des méthodes d'épandage d'engrais azotés ; Adéquation de l'offre de l'azote et des besoins des cultures ; Optimisation de l'utilisation des résidus agricoles et des bouses animales comme fumiers (engrais</p>	<p><u>Incidences sur le climat :</u> Réduction de l'évapotranspiration, de la pollution des sols et de l'atmosphère ;</p> <p>Autres effets sur l'environnement :</p>	<p>Accroissement du volume de production, des revenus et réduction d'incidence de pauvreté ; Coût compensé par une diminution d'azote ; Rétablissement de la productivité des sols dégradés.</p>	<p>Facteurs administratif et institutionnel : Nécessité d'une coopération des organismes gouvernementaux et d'une intégration des programmes agricoles et pastoraux ; Mise en place d'un programme de restauration des sols ;</p>

Agriculture et élevage	<p>Conservation et valorisation des eaux</p> <p><u>Intensification du système par :</u></p> <p>Intégration de</p>	<p>organiques) ; Utilisation de nouveaux cultivars et espèces émettant peu de CH₄ ; Création des brises vent ; Utilisation des mulch de paille pour protéger le sol ; Préparation des sols par labour avant le semis ; Transfert de technologie.</p> <p>Labours des sols selon les lignes des niveaux ; Création des retenus d'eau de ruissellement par la construction des barrages colinéaires et des diguettes ; Protection des berges des cours d'eau temporaires et pérennes par des digues renforcées par des cultivars émettant peu de CH₄ ; Optimisation de l'irrigation et des drainages ; Transfert d'eau entre bassins ; Aménagement des mares temporaires ; Transfert de technologies</p> <p>Utilisation et renforcement des cultures attelées ; Parcage des animaux dans les champs après les</p>	<p>Réduction des GES (CO₂, N₂O, NO_x) ; Réduction de l'érosion éolienne ; Amélioration de la qualité des sols ; Réduction de l'acidification de certains sols en culture.</p> <p>Incidences sur le climat : Réduction de l'albédo des sols et accroissement de la pluviosité zonale ; Augmentation de la lame d'eau.</p> <p>Autres effets sur l'environnement : Réduction des GES (CO, CH₄ et N₂O) ; Atténuation des érosions hydrique et éolienne des sols ; Réduction de l'ensablement, des cultures, habitat, les lits des cours d'eau, etc</p>	<p>Satisfaction des besoins en eau des cultures ; Accroissement de la production des cultures pluviales par l'irrigation d'appoint ; Accroissement de la production des cultures contre saison ; Réduction de la salinité de certains sols de cultures ; Rentabilisation des petits bassins versants ; Accroissement de la production du milieu halieutique pour la population.</p> <p>Accroissement du système de productivité agropastorale ; Coûts compensés des besoins en azote ;</p>	<p>Nécessité d'une formation, de recyclage des paysans et d'un transfert de technologie. Facteurs politiques : Détermination des textes sur les engrais azotés ; Mise en place des crédits agricoles.</p> <p>Facteurs administratifs et institutionnels : Nécessité de transfert international, régional de technologie</p> <p>Facteurs politiques Nécessité d'une coordination régionale des programmes d'irrigation.</p>
------------------------	---	--	--	--	--

<p>l'agriculture et de l'élevage</p> <p>Adoption progressive d'un élevage amélioré et diversifié y compris industriel</p>	<p>récoltes ; Encourager l'utilisation de la bouse animale et des résidus agricoles dans le retournement des sols en vue d'éviter les cultures sur brûlis ; Encourager les labours croisés ; Encourager l'agro-pastoralisme ; Création des couloirs de transhumances.</p> <p>Valorisation accrue des élevages Lagunage en milieu clos en vue de récupérer le fumier ; Augmentation de la digestibilité des aliments par l'utilisation des résidus agricoles et industriels ; Amélioration des caractéristiques génétiques et des fécondités des animaux ; Transfert de technologie</p>	<p>Incidences sur le climat : Réduction de l'émission des GES (CH₄)</p> <p>Incidences sur l'environnement : Réduction de la désertification ; Accroissement de la productivité des sols ; Limitation de la dégradation des sols par le piétinement sujet à l'érosion éolienne Gestion des fumiers (engrais organiques) pour améliorer la qualité des sols ; Accroissement de stock de carbone dans le sol.</p> <p>Incidences sur le climat : Emission du CH₄ réduit et limitation de leur tendance d'émission à long terme</p> <p>Incidences sur l'environnement :</p>	<p>Lutte contre la désertification ; Transfert de technologie ; Amélioration de l'alimentation de la population rurale ; Bon rapport entre agriculture/éleveurs dans le système de production en vue d'éviter les conflits.</p> <p>Augmentation des revenus des éleveurs ; Amélioration de l'alimentation de la population ;</p>	<p>Institutionnalisation et renforcement de l'intégration des systèmes agricoles et pastoral ; Encourager les groupements villageois.</p> <p>Segmentation des élevages en fonction des besoins de marché et des réseaux de distribution ; Mise en place des crédits ; Formation des exploitants (éleveurs) et transfert de technologie</p>
---	--	--	--	--

			Diminution de la pollution des nutriments ; Limitation /réduction de piétinement sujettes qui accélèrent la dégradation des sols agricoles ; Réduction des effets néfastes à la production animale		
Energie	a/ Utilisation des combustibles à faible teneur en carbone (gaz)	Production de l'électricité avec des turbines à gaz	Incidence sur le climat : réduction des GES (CO ₂) Incidence sur l'environnement : réduction de la pollution ; amélioration de la qualité de l'air	réduction du coût de l'électricité ; développement du secteur industriel ; compétitivité des produits manufacturés nationaux ; développement de l'économie nationale ; augmentation du PIB ; bon rapport coût efficacité ; accès à l'électricité de la majeure partie de la population ; augmentation de revenu des ménages ; amélioration des conditions de vie de la population nationale	nécessité de conclure des ententes commerciales sur le gaz et de sa détaxation (en cas d'importation) ; Compatibilité avec les grandes orientations en matière de politique énergétique du Gouvernement.
Industrie	b) Interconnexions électriques	Construction des réseaux interconnectés avec les pays voisins et des lignes haute tension de transport	Incidences sur le climat : évitement d'émission des GES Incidences sur l'environnement : réduction de la pollution amélioration de la qualité de l'air.	réduction très significative du coût de l'électricité ; baisse du prix de kwh permettant ainsi une grande accessibilité à l'électricité	nécessité de signer des accords avec les pays voisins ; inquiétudes relatives aux conflits inter-Etats ; Compatibilité avec les grandes orientation en matière de politique énergétique du Gouvernement.

	c) Utilisation des énergies renouvelables (solaire & éolienne)	Promouvoir et favoriser l'utilisation des équipements des énergies renouvelables.	Incidences sur le climat évitement d'émission des GES Incidences sur l'environnement : pas de pollution ; bonne qualité d'air.	bon rapport coût/efficacité ; développement des zones rurales ; amélioration des conditions de vie des populations rurales.	détaxation des équipements ; Compatibilité avec la politique énergétique de l'Etat.
	d) Production de l'électricité par des centrales hydrauliques	Mettre en valeur le site des Chutes Gauthiot	Incidences sur le climat : évitement d'émission des GES Incidences sur l'environnement : - pas de pollution - bonne qualité de l'air	réduction du coût du kWh entraînant le développement du secteur industriel et des PME ; indépendance énergétique vis-à-vis de l'extérieur. accès à l'électricité accru des ménages ; amélioration des conditions de vie des populations	Compatibilité avec la politique énergétique de l'Etat.
	Utilisation des combustibles moins polluants dans les industries (gaz, biomasse)	Remplacement des combustibles fossiles par le gaz et la biomasse.	Incidences sur le climat : réduction des émissions de CO ₂ Incidences sur l'environnement : réduction de la pollution de l'air	indépendance énergétique vis-à-vis de l'extérieur (aspect macro-économique) ; énergie disponible pour tous	On peut craindre la réaction des importateurs des produits pétroliers qui peut peser sur la décision du Gouvernement.
Transport	Utilisation de carburant de meilleure qualité Utilisation des véhicules moins polluants et en bon état de marche.	Instauration d'un contrôle systématiques de la qualité de carburant ; Visite technique des véhicules obligatoire soumise à une redevance modulée en fonction de la pollution que peut générer un véhicule en visite	Incidences sur le climat : réduction à long terme des GES dus aux véhicules Incidences sur l'environnement : diminution de la pollution de l'air	Impact positif sur l'économie et la santé humaine.	nécessité d'une coopération soutenue entre les différents acteurs du secteur. redéfinition du cadre politique des transports en vue de l'adapter au nouveau contexte climatique. Mise en place d'un observatoire des pollutions par les véhicules et encourager par exonération

					fiscale l'importation des véhicules moins et non polluants.
Déchet industriels, ménagers et municipaux	Valorisation énergétique	Incinération	Réduction du CH ₄ au PRG plus élevé que le CO ₂ ; Assainissement du milieu ; Réduction des émissions du CO ₂ par le biais de remplacement des combustibles fossiles ;	Réduction du coût d'énergie électrique et/ou thermique ; Amélioration du niveau de vie social ; Diversification des sources d'énergie Assainissement du milieu ;	Bonne structuration des comités d'assainissement des quartiers ; Formation de leurs animateurs ; Sensibilisation des populations urbaines pour la prise en charge de la pré-collecte et le tri initial des ordures ménagères ; Formation des manipulateurs et agents de traitements des déchets ;
		Méthanisation	Réduction de l'émission de CH ₄ ; Réduction de la pollution ; Amélioration de la qualité de l'air atmosphérique ; Assainissement du milieu ; Atténuation des odeurs	Diversification des sources d'énergie électrique et/ou thermique ; Réduction du coût d'énergie ; Amélioration du niveau de vie sociale ; Amélioration de la qualité des sols agricoles ; Amélioration du rendement et de la production végétale ; Intensification des cultures végétales ; Augmentation sinon maintien des espaces forestiers ; Augmentation des revenus des ruraux ;	Mise en place des bases de données dédiées à la gestion des déchets ; La prise en charge des transports des ordures vers les centres de traitement par les municipalités ; Appuis technique, matériel et financier des pouvoirs publics et des ONG.
	Valorisation à des fins agricoles	Compostage	Réduction de la pollution ; Assainissement du milieu urbain ; Atténuation des odeurs	Réduction du coût d'engrais ; Substitution des engrais chimiques Amélioration de la qualité des sols agricoles ; Amélioration du rendement et de la production végétale ; Augmentation sinon maintien	

	Aliments bétail et volaille (embouche) et fabrication des divers objets usuels	Recyclage		<p>des espaces forestiers ; Réduction du coût d'engrais Augmentation des revenus des agriculteurs ; Source d'emploi ; Moyen de réinsertion des marginaux ; Amélioration de la vie sanitaire des populations ;</p> <p>Amélioration des revenus des éleveurs et artisans ; Amélioration de la qualité de viande ; Amélioration du système d'élevage.</p>	
--	--	-----------	--	---	--

Chapitre 4 :

Vulnérabilité et adaptation aux Changements Climatiques

4.1 Approche méthodologique

Pour la conduite de l'étude de vulnérabilité et d'adaptation, l'équipe nationale pluridisciplinaire chargée de la préparation de la communication nationale sur les changements climatiques s'est inspirée du *handbook on methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation strategies* version 2.0 d'octobre 1998 mis au point par l'UNEP et *Institute for Environment Studies* d'Amsdterdam. Elle a mis à contribution le support pédagogique d'un séminaire régional sur les méthodes d'analyse de vulnérabilité et d'adaptation aux changements climatiques.

Dans le cadre de cette étude, trois principaux secteurs ont été choisis de manière consensuelle lors d'un atelier national tenu en février 1999 et ayant connu la participation de plusieurs représentants socioprofessionnels. Il s'agit des secteurs agriculture/élevage, ressources en eau et forêt.

A ces secteurs, ont été associés les unités cibles à savoir les cultures vivrières et de rente, l'élevage des bovins pour le secteur agriculture/élevage, les eaux de surface et la pêche pour les ressources en eau, tandis que les ressources ligneuses se sont avérées les unités cibles pour la forêt.

Les scénarios climatiques ont été abordés grâce au logiciel MAGICC/SENGEN version 2.4 de janvier 2000, le seul logiciel disponible.

La vulnérabilité et l'adaptation des différents secteurs aux changements climatiques ont été traitées en faisant recours au jugement d'experts faute des modèles appropriés.

4.2 Scénarios climatiques

4.2.1 Méthodologie

Les scénarios climatiques exposés ci-après décrivent des situations climatiques futures plausibles. Ils serviront à mesurer les impacts possibles des changements climatiques sur les différentes régions du pays.

Les scénarios ont été générés à l'aide du couple de logiciels MAGICC / SCENGEN version 2.4 (Wigley et al., 2000). A partir de scénarios d'émission de gaz à effet de serre, MAGICC calcule les concentrations de CO₂, CH₄, N₂O et SO₂ dans l'atmosphère de 1990 à 2100, ainsi que le réchauffement global et l'élévation du niveau des mers correspondants. Ces valeurs sont transmises au logiciel SCENGEN qui les intègre dans un ou plusieurs modèles de circulation

générale pour déterminer les valeurs des paramètres climatiques (température, précipitations, couverture nuageuse) dans une région donnée, à l'horizon temporelle désirée.

Les choix opérés dans les logiciels MAGICC et SCENGEN :

a) Les scénarios d'émission

Dans MAGICC, les scénarios d'émissions de gaz à effet de serre choisis sont les scénarios IS92a (Legget et al., 1992) et K-NOMORE. IS92a est le scénario qui adopte les hypothèses faites par la banque mondiale en 1991 :

une population mondiale de 11,3 milliards en 2100 ;

une croissance économique de 2,9 % entre 1990 et 2025 et de 2,3 % sur la période - 1990 – 2100;

un approvisionnement en pétrole classique de 12 000 EJ et en gaz naturel de 13 000 EJ

Il a été préféré aux autres scénarios IS92 où les croissances démographiques ou économiques semblent, soit sous-estimées, soit surévaluées au regard de la situation actuelle.

Le scénario K-NOMORE est fondé sur les mêmes hypothèses socioéconomiques que IS92a mais suppose en plus que les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre auxquels ont souscrit les pays développés dans le protocole de Kyoto seront atteints.

b) Les années de référence

La définition d'une année de référence est nécessaire dans MAGICC. C'est par rapport aux données d'une période de 30 ans dont cette année-là est le milieu que sont estimées les variations à venir des paramètres climatiques. Il en est de même dans SCENGEN. Les choix de ces années dans l'un ou l'autre logiciel sont indépendants. Au Tchad, la période sur laquelle existe le plus grand nombre de données climatiques est la période 1961 – 1990. C'est elle qui a été choisie dans les deux logiciels.

c) L'horizon temporel

Les unités cibles faisant l'objet de l'étude de vulnérabilité et d'adaptation (cultures vivrières et de rente, élevage de bovins, forêts, ressources en eau) peuvent présenter des modifications dues au changement climatique en l'espace d'une trentaine d'années. L'année de référence de l'inventaire des émissions de gaz étant 1993, l'horizon temporel choisi est 2023.

d) Les modèles de circulation générale

Le premier critère de sélection appliqué aux modèles prédéfinis dans SCENGEN est le coefficient de corrélation entre les valeurs des précipitations calculées par le modèle et les valeurs observées. Ce coefficient est indiqué dans le document d'aide du logiciel.

Le deuxième critère est l'âge du modèle. On peut raisonnablement penser que les modèles les plus récents sont ceux qui intègrent les acquis scientifiques les plus récents.

Suivant ces deux critères, quatre modèles ont été retenus. Il s'agit de : CSIRO2-EQ, CSIRO-TR (Hirst et al., 1996, 1999), ECHAM4 (Roeckner et al., 1996) et HADCM2 (Mitchell et al., 1999).

4.2.2 Analyse des résultats

Au moyen du logiciel MAGIC/SENGEN, ont été extraites les données ayant permis de produire une série d'histogrammes de précipitations et de la température moyenne de l'air caractérisant la situation climatique actuelle. Il en ressort que les données fournies par les différents modèles sélectionnés sont pratiquement les mêmes et connaissent par rapport aux données observées, des écarts très insignifiants. Les données observées dont il est ici question, sont les normales 1961-1990 de précipitations et de température de quelques localités du pays: Moundou (au Sud), Bokoro (au centre-Ouest), Abéché (au centre-Est), Fada (au Nord-Est), Faya-largeau (au Nord) et Bardai (à l'extrême Nord).

L'existence de la cohérence entre les deux types de données (observées et modélisés) traduit la fiabilité des modèles sélectionnés pour la présente étude. Ces modèles peuvent donc être valablement utilisés pour traiter des questions liées aux changements climatiques au Tchad. Ainsi, ils ont servi à opérer les projections à l'horizon 2023. Les résultats qui en sont issus selon deux options du Scénario IS92a, à savoir "la sensibilité climatique moyenne" et "la haute sensibilité climatique", donnent une idée sur les modifications probables des précipitations et de la température de l'air à l'horizon ci-dessus indiqué. Quelques histogrammes sont présentés à titre indicatif (fig. 6, 7 de pages suivantes).

4.2.2.1 Précipitations

De l'analyse des histogrammes, il ressort que les modifications des précipitations diffèrent selon les modèles et les régions du pays.

Lorsqu'on considère la sensibilité climatique moyenne, il est prévu au Sud, au centre-Ouest et au centre-Est, des précipitations proches de celles qui s'observent actuellement malgré la légère tendance à la hausse indiquée par certains modèles.

Au Nord-Est et au nord, tous les modèles prévoient une augmentation de précipitations. Les plus importantes augmentations sont données par CSIRO2-EQ (50 à 60%) et HADMC2 (jusqu'à 100%).

Dans le cas de "haute sensibilité climatique", les modèles indiquent dans les parties méridionale et centrale du pays, des anomalies pluviométriques presque identiques à celles prévues en situation de la sensibilité climatique moyenne.

Dans la partie septentrionale du pays, à l'exception de CSIRO-TR qui donne de légers déficits pluviométriques (-12% et -2% au voisinage de Bardai et de Faya-Largeau respectivement), les trois autres modèles prévoient un renforcement d'anomalies positives excédant 100% par endroit.

Les températures de l'air

Selon les différents modèles utilisés, il est prévu un assez important accroissement de la température de l'air sur l'ensemble du territoire national à l'horizon 2023.

Pour la sensibilité climatique moyenne, CSIRO-TR, CSIRO2-EQ et ECHAM4 prévoient un accroissement relativement modéré de température de l'ordre de 0,6°C à 0,8 °C au Sud du pays, 0,9 °C à 1,2 °C au centre et 1,0 °C à 1,3 °C au Nord. Quant au modèle HADCM2, il donne des écarts positifs assez importants allant de 1,1 °C au Sud à 1,3 °C au Nord.

Considérant la haute sensibilité climatique, le modèle HADCM2 se distingue toujours des trois autres. Il prévoit un accroissement de température variant de 1,5 °C au Sud à 1,7 °C au Nord. Les anomalies positives de température données par les autres vont de 1,1°C au Sud à 1,5° C au Nord.

4.2.2.3 *Quelques observations*

a) *Cas de la sensibilité climatique moyenne*

une pluviométrie proche de celle que nous connaissons actuellement au point de vue cumulé annuel étant donné que pour les parties méridionale et centrale du pays, les excédents pluviométriques donnés par la plupart des modèles n'avoisinent que 10% , excepté ECHAM4 qui projette un écart positif de 47%. Ces augmentations prévues au Nord ne peuvent apporter une modification significative de la pluviométrie de cette partie désertique du pays qui, parfois n'enregistre aucune trace de pluies durant toute l'année ;

une mauvaise répartition temporelle des précipitations étant donné que les mois reconnus les plus pluvieux (juillet, août et septembre) seront moins arrosés que ceux marquant le début (avril, mai, juin) et la fin (octobre, novembre) de la saison des pluies. Ce qui n'est pas favorable pour les cultures ;

un accroissement de la température moyenne annuelle de l'ordre de 0,6°C à 1,3 °C lorsqu'on va du Sud au Nord;

b) *Cas de haute sensibilité climatique*

au sud et au centre du pays, les anomalies pluviométriques restent presque identiques à celles projetées en cas de sensibilité moyenne ;

au nord, à part CSIRO2-EQ qui prévoit des déficits pluviométriques, les autres modèles projettent un renforcement d'anomalies positives de précipitations pouvant excéder 100% ;

un accroissement de la température moyenne annuelle allant de 1,1 °C (au Sud) à 1,7 °C (au Nord).

4.2.2.4 - *Conclusion*

Avec une faible variation des précipitations, leur mauvaise répartition dans le temps et une éventuelle augmentation d'évaporation résultant de la hausse des températures prévue, il faut s'attendre à des conditions climatiques moins favorables que celles qui prévalent actuellement. Les niveaux des cours d'eau baisseront probablement, l'aridité du climat s'accroîtra, les ressources forestières, l'agriculture et l'élevage seront davantage affectés.

Figure .6 : Précipitations en 2023 (sensibilité climatique moyenne)

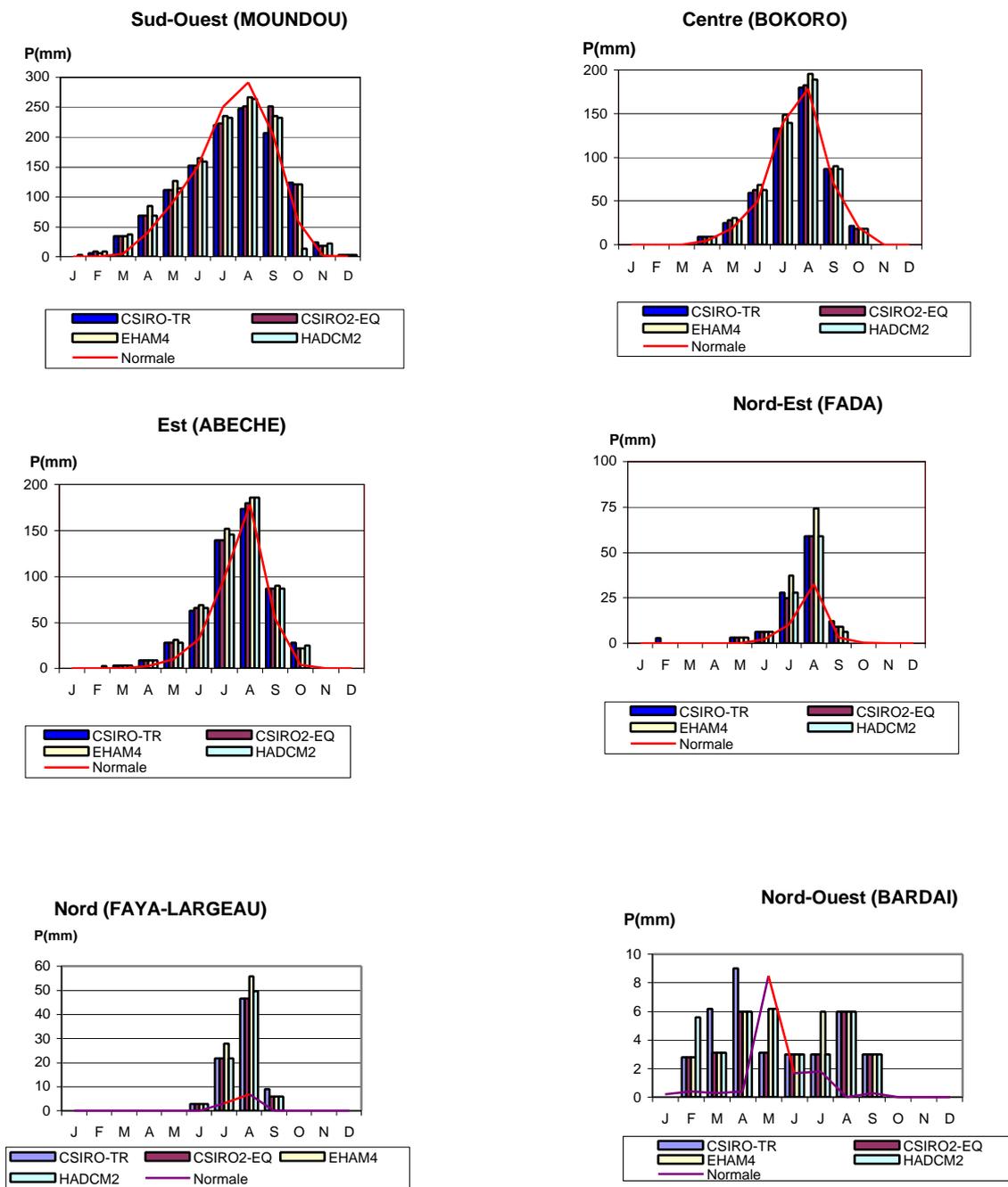
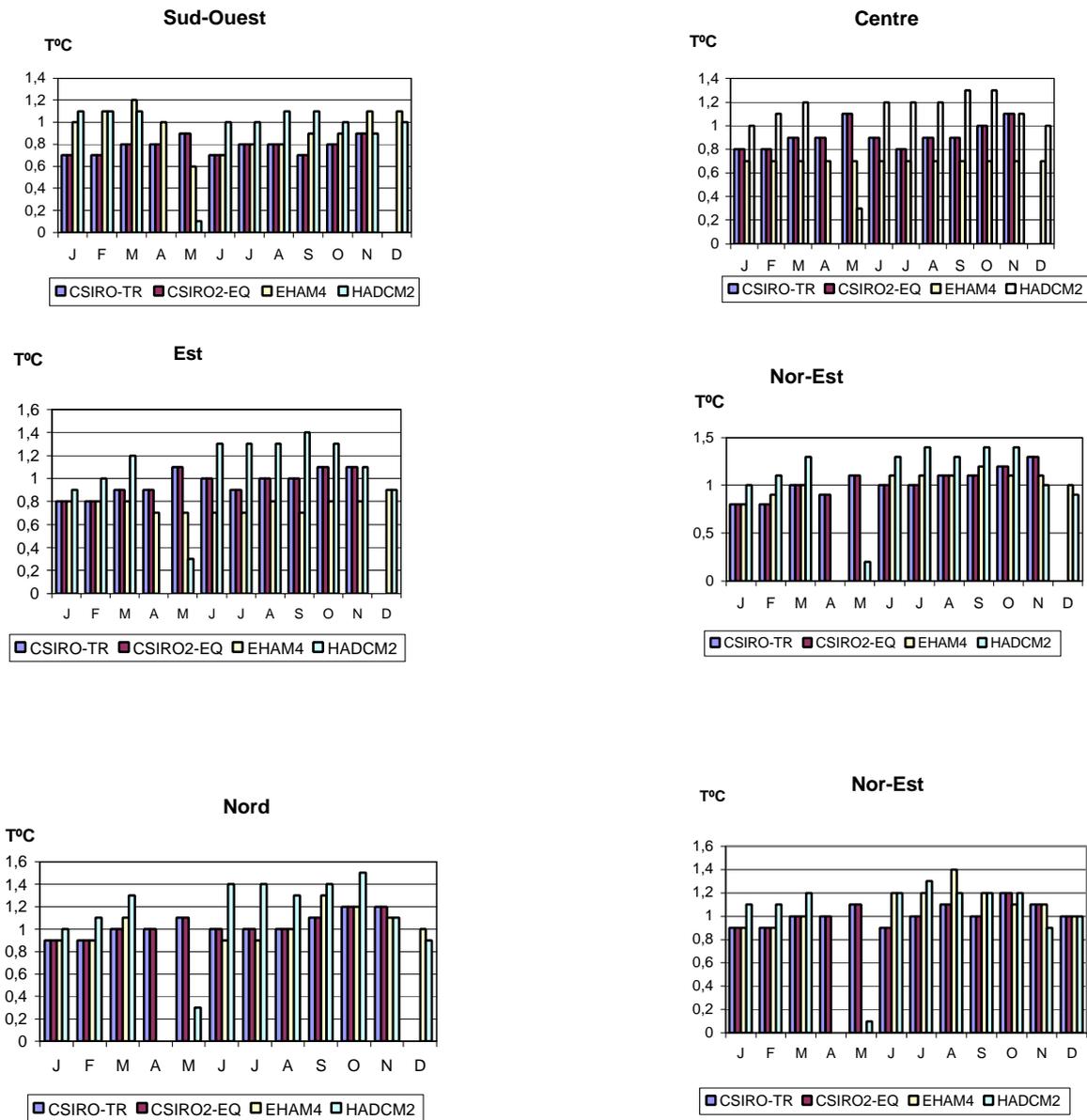


Figure 7 : Changement de température en 2023 (sensibilité climatique moyenne)



4.3 Vulnérabilité et adaptation des secteurs

4.3.1 Vulnérabilité des ressources ligneuses et des ressources en eau de surface

La vulnérabilité des ressources ligneuses et celles des ressources en eau de surface au plan national peut être évaluée selon les trois zones phytogéographiques ci-après :

4.3.1.1 Zone saharienne

a) Ressources ligneuses

L'insuffisance et l'irrégularité des pluies dans la zone ne permettent pas à une végétation spontanée de se développer. Cependant dans les bas fonds, les lits d'oued, les plaines d'épandage et les zones d'affleurement de la nappe phréatique aux conditions édaphiques favorables se rencontre une végétation constituée de certaines espèces ligneuses comme les *Phoenix dactylifera* (dattier) et *Hyphaene thebaïca* (doum) et de quelques espèces rustiques à dominance de *Mimosacée*. Ces espèces s'adaptent mieux aux conditions de la zone grâce à la nappe phréatique peu profonde mais la pression exercée par l'action de l'homme pour sa survie fragilisent ces ressources au point de les rendre vulnérables aux changements climatiques.

b) Les ressources en eau de surface

Les eaux de surface de la zone saharienne sont constituées par quelques lacs et mares permanents et temporaires soumis aux aléas climatiques.

4.3.1.2 Zone sahélienne

a) Ressources ligneuses

La vulnérabilité des ressources ligneuses aux changements climatiques de la zone sahélienne est accentuée par l'action de l'homme entraînant une régression progressive du couvert végétal. Aussi, si la tendance à la hausse de la température et à la stabilité des précipitations se maintenait et que les actions anthropiques ne se corrigeaient pas, la désertification ne manquerait pas de s'installer à long terme. Ces dernières années, l'on constate un dépérissement accru des ligneux et la fissuration des sols dans la zone.

b) Ressources en eau de surface

Les eaux de surface de la zone subissent une forte évaporation. Depuis les sécheresses des dernières décennies, le Lac Tchad 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 moins de 2 000 km² (Atlas Lac Tchad, CTA 1996). Le potentiel d'évaporation dans le centre du bassin du Lac Tchad dépasse les 2 mètres par an. La baisse continue du volume du lac s'explique par la baisse du volume des eaux des fleuves Logone et Chari dont l'apport en eau est de 82%.

Avec l'augmentation de la température et la quasi stabilisation des précipitations et leurs mauvaises répartitions prévues par les scénarios climatiques à l'horizon 2023, on pourrait craindre une baisse accentuée du volume des eaux du lac et de sa superficie ainsi que l'assèchement complet de certains cours d'eau de la zone.

4.3.1.3 Zone soudanienne

a) Ressources ligneuses

Les ressources ligneuses dans la zone soudanienne sont relativement abondantes et variées. Elles subiraient moins les impacts des changements climatiques, compte tenu de leur potentialité, si les populations riveraines n'y exerçaient pas une forte pression dans leurs activités de production et dans la satisfaction de leurs besoins en énergie. Aussi, avec la densité accrue de la population dans cette zone, 2 hbts/km² au Moyen Chari à 70,4 hbts/km² au Logone Occidental, on peut craindre une exploitation intensive des forêts pour leurs bois et une extension de plus en plus grande des espaces cultivés au dépens des terres forestières pouvant conduire à long terme à des poches de déforestation inexorables.

b) Ressources en eau de surface

C'est une zone relativement bien pourvue en eau de surface. Les deux grands fleuves du pays que sont le Chari et le Logone la traversent de part en part en passant par les cinq anciennes préfectures constituant la zone méridionale. Tout le long de leurs parcours, ils alimentent, au moment des crues annuelles, des dizaines de milliers d'hectares de plaines d'inondation, des mares, marécages et les lacs. Ces espaces dépendant de ces crues annuelles constituent des écosystèmes particuliers et des centres favorablement économiques pour les populations locales qui y pratiquent la pêche, la chasse, la culture de décrue et celle du riz.

Un lit majeur large de huit à dix kilomètres dans les deux Tandjilé et un autre long de 6 km dans le département du Logone Occidental non submersibles actuellement témoignent de l'effet du changement climatique dans cette partie du pays.

La mauvaise répartition des précipitations annuelles et la hausse de la température prévues pour l'horizon 2023, ne joueront pas en faveur des ressources en eau de surface de la zone. Il est fort à craindre l'assèchement définitif de la plupart de ces espaces alimentés par les crues et avec elles s'éteindront les activités citées précédemment. Cela ne pourra qu'aggraver le déficit alimentaire des populations déjà si pauvres

4.3.1.4 Adaptation des ressources ligneuses et des ressources en eau

Au Tchad, les ressources ligneuses et des ressources en eau sont vulnérables aux changements climatiques. Cette vulnérabilité, en dépit de quelques ajustements spontanés ou tactiques, interpelle le Gouvernement et les populations à user des possibilités existantes et en chercher d'autres pour créer les conditions d'adaptation aux changements climatiques. Ces ressources constituent des sources de revenu d'une bonne partie de la population. Comme réponse à l'impact

des changements climatiques, l'adaptation pourrait se référer à des activités et stratégies nationales en matière de gestion des ressources naturelles et d'aménagement du territoire.

Ces actions et stratégies nationales constituent donc des opportunités ou des ajustements qu'il faut prendre en compte et renforcer.

Ainsi on retiendra :

a) Ressources ligneuses

le programme de développement rural et de l'environnement englobant la révision de la législation forestière, la décentralisation de la gestion des ressources naturelles, la gestion des terroirs villageois, le volet environnement dans les projets de développement rural intégré, la gestion des ressources sylvo-pastorales et l'étude d'impact des projets.

Ce programme a pour objectif la prise en compte systématique de la protection de l'environnement et de la lutte contre la désertification.

le programme bois-énergie et développement forestier qui combine les préoccupations de sécurité énergétique des populations et de gestion rationnelle des ressources forestières. Dans le cadre de ce programme, entrent le Projet Energie Domestique dont l'objectif principal est l'allègement de la pression exercée sur les ressources ligneuses, les projets d'aménagement et de gestion des formations ligneuses, les actions de reboisements péri-urbains et villageois, la diffusion des foyers améliorés et la substitution d'autres combustibles aux bois de feu et charbon de bois ;

le programme restauration des ressources naturelles, identifie, en fonction d'un objectif prioritaire de protection des infrastructures, des aménagements, des agglomérations, etc. Il a pour objectif la lutte contre l'ensablement, l'érosion, les inondations, les feux de brousses et bien d'autres phénomènes tendant à dégrader les ressources naturelles ;

le programme institutionnel qui conditionne au niveau organisationnel, l'efficacité des programmes précités.

b) Ressources en eau

En dépit de l'existence de certains textes (code de l'eau, schéma directeur), il n'existe cependant pas un système de suivi régulier, pour la collecte et l'analyse d'informations pour une exploitation et une gestion rationnelles. Cependant, outre les accords passés avec des organisations internationales dans le domaine des ressources en eau, en matière de formation, d'équipement en matériel, de suivi et d'évaluation, on peut citer les actes positifs posés ci-après :

- dans le plan d'orientation du Tchad vers l'an 2000 il est fait mention d'aménagement des bas fonds, des cours d'eau et des mares afin d'accroître la production agricole actuelle ; la législation en vigueur constituée uniquement du code de l'eau dont les textes d'application ne sont pas encore signés ;
- l'élaboration en cours du schéma directeur de l'eau ;
- les accords bilatéraux tels que l'Accord Tchad-Cameroun dans le cadre duquel un protocole concernant les aménagements hydrauliques sur le Logone a été signé le 20 Août 1970 à

Moundou. Ce protocole précise que tant que les conditions actuelles d'écoulement n'auront pas été modifiées, chaque gouvernement s'engage à limiter le pompage dans le Logone à :

m^3/s pendant les mois de janvier, février, mars et avril ;
 $10 m^3/s$ pendant les mois de décembre et mai.

- le projet (dans le cadre de la Commission du Bassin du Lac Tchad (CBLT), de transfert des eaux du bassin du Congo vers le Lac Tchad afin de compenser la baisse du niveau de ses eaux. Ce projet pourrait, en cas d'inondation non maîtrisable provenant des débordements des eaux transférées, constituer un cas de mal adaptation. Cependant la réussite de cette action pourrait compenser la baisse de niveau du fleuve Chari.

En effet, l'application effective des textes et des mesures ci-dessus cités permettrait au pays de s'adapter aux changements climatiques mais cela mérite d'être renforcé par des actions de plus grande envergure telles :

les recherches de données physiques, biologiques, sociales et culturelles pouvant permettre une planification efficace et une gestion rationnelle de l'eau ;

le renforcement du réseau de surveillance des conditions météorologiques, de l'érosion, de l'écoulement des eaux, de la sédimentation et de la qualité des eaux de surface ;

l'intégration des stratégies de gestion des ressources en eau dans le système global de l'économie du pays ;

la construction des retenues d'eau de ruissellement aux fins d'irrigation ;

la construction des digues et des barrages pour régulariser l'écoulement des eaux ;

l'aménagement des bas fonds, des mares et marécages tel que mentionné dans le plan d'orientation.

4.3.2 Vulnérabilité et adaptation agropastorales

4.3.2.1 Généralités

L'analyse des scénarios climatiques a montré les tendances plausibles des changements du climat au Tchad. Ces mutations climatiques risquent d'affecter les secteurs ruraux de l'activité économique. En effet, l'indice d'aridité calculé sur la base des données (précipitations et températures) sur une période allant de 1950 à 1980 a permis une caractérisation des zones arides (cf tableau ci-dessous) .

Tableau 32: Caractéristique des zones arides

Zones climatiques	Indice d'aridité	Longueur de la saison des cultures (nombre des jours)	Type de culture
Hyper-aride	< 0,05	0	Pas de culture et pas de pâturage
Aride	0,05 – 0,20	1 – 59	Pas de culture, pâturages marginaux
Semi-aride	0,20 – 0,50	60 – 119	Millet, Sorgho et sésame
Subhumide-sèche	0,50 – 0,65	120 à 175	Maïs, haricot, arachide, pois, orge, blé
Subhumide-humide	0,65 – 1,00	180 à 269	Maïs, coton, millet, agrappe, patate
Humide	> 1	> 270	Manioc, banane, canne à sucre.

En couplant la répartition de la population et la caractérisation du potentiel productif, les relations suivantes peuvent s'établir.

Les zones hyper arides : 37% superficies émergées abritent 2% de la population
Les zones arides : 26% superficies émergées abritent 18% de la population
Les zones semi-arides: 22% superficies émergées abritent 35% de la population
Les zones sub-humides-sèches : 11% superficies émergées abritent 29% de la population ;
Les zones sub-humides humides 4% : superficies émergées abritent 15% de la population

Il ressort de cette analyse que dans le secteur agropastoral, les facteurs dynamiques naturels et humains doivent faire l'objet d'une surveillance particulière. En effet, les sécheresses ont des répercussions sur les systèmes de production du monde rural. Elles occasionnent des migrations, et la refondation de l'occupation de l'espace rural. Ces mouvements internes de populations sont souvent à l'origine des conflits sociaux, de formations d'agglomérations à configuration rurale, de crises alimentaires et de problèmes de santé publique. C'est en fait tout le système de production agrosylvopastoral qui s'en trouve bouleversé à cause des changements climatiques.

Les objectifs spécifiques des études sur la vulnérabilité et l'adaptation agropastorales sont :

- identifier les exploitations économiques (végétales et animales) les plus vulnérables aux effets du changement climatique ;
- identifier les aires géographiques ou agro-climatiques correspondantes ;
- proposer des mesures d'adaptation à :
- l'échelle de l'exploitant ;
- l'échelle de l'exploitation villageoise ou communautaire ;
- l'échelle régionale ou de la zone agro-climatique ;
- l'échelle nationale.

4.3.2.2 *Vulnérabilité agropastorale*

4.3.2.2.1 *Evolution des écosystèmes et potentialités de production.*

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, les diverses études réalisées dans ce domaine au cours des décennies 80 et 90 montrent une nette régression des aires pastorales. Trois principaux facteurs expliquent cette situation :

la baisse des précipitations de 100 à 200mm selon les zones agro-climatiques ;
la pression anthropique entraîne la hausse des surfaces cultivées et la consommation d'autres ressources, notamment les bois de chauffe ;

le système itinérant de production végétale consomme aussi bien les terres agricoles que le couvert végétal. Ce système extensif sans restitution minérale (sauf des rares cas de coton) ni organique appauvrit rapidement le sol après 2 à 4 ans de cultures successives sur brûlis.

4.3.2.2.2 Fluctuations d'ordre climatique

Au Tchad, les précipitations ont lieu de juin à septembre dans la zone sahélienne et de Mai à Octobre dans la zone soudanienne. L'analyse des données de la pluviométrie fait ressortir entre 1960 et 1990 une baisse de la hauteur des pluies de l'ordre de 200 mm/an et un décrochage des isohyètes du nord vers le sud (BEKAYO N. Derla, 1999). Selon d'autres études, les localités de Mao et de Bol étaient sur les isohyètes moyennes de 250 mm, celles de N'Djaména, Kélo et Moundou étaient respectivement sur les isohyètes 500, 925 et 950 mm entre 1950 et 1967 (OUEDDO D., 1990).

Entre 1968 et 1985, ces localités se sont retrouvées sous les isohyètes 125 mm pour Mao et Bol et respectivement de 300 mm, 800 mm et 850 mm pour N'Djaména, Kélo et Moundou. A cette migration des isohyètes, s'ajoutent des irrégularités spatio-temporelles de la pluviométrie.

4.3.2.2.3 Vulnérabilité climatique des écosystèmes et des cultures.

Les perturbations du climat observées au cours des dernières décennies et confirmées par l'étude des scénarios climatiques ont eu des répercussions sur le comportement physiologique de nombreuses espèces végétales et de certaines variétés culturales. En effet, le meilleur indicateur de l'évolution des écosystèmes est l'estimation régulière de la végétation naturelle. Les études faites dans les différentes zones agro-climatiques du pays sont édifiantes à ce sujet.

Déjà en 1908, CHEVALIER a noté que sur l'axe Ngouri – Mondo les *Acacia* étaient peu abondants sauf l'*Acacia senegal*, alors que les crêtes montrent un horizon très vaste sans un seul arbre. C'était un immense désert de sable en saison sèche, masqué pendant l'hivernage par des graminées et légumineuses herbacées.

Avant 1964/65, GASTON avait situé la limite nord de la végétation approximativement au parallèle 15°30'N avec seulement vingt formations végétales distinguées et représentées sur la carte à 1/500 000. Le disponible fourrager variait de 400 à 1000 kg/ha. Dans le même temps, on assistait par exemple au Kanem – Lac à une régression des surfaces occupées par la végétation sahélienne avec un recul de 100 à 150 km. Les effets de la sécheresse de 1973 ont été spectaculaires sur le terrain. Les éleveurs avaient alors déserté le Kanem pour faire pâturer leurs animaux sur les parties exondées du Lac Tchad ou dans d'autres localités. Dans la région de Hacha, tous les ligneux ont disparu ainsi que les graminées vivaces. La carte au 1/500 000 ne contient plus que 8 types de formation végétale et la limite nord du Sahel se trouvait au 15° parallèle environ, soit un recul de 50 km. Quant au disponible fourrager après la saison des pluies de 1975, il variait entre 250 et 1000 kg /ha. En 1992, le déficit fourrager a été plus important. La production moyenne a été inférieure à 400kg/ha dans les zones où elle était un peu moins de 1000 kg/ha.

Les constats faits dans d'autres régions sahéliennes sont similaires et les faits historiques rapportés par DEPIERRE, 1971, faisaient état des terres couvertes d'arbres de haute taille et d'épaisses broussailles en 1903. Après trois années consécutives de mauvaise pluviométrie, certains villages ont été abandonnés à cause de la désertification évidente dans cette zone. LEBRUN et al.,1981 et GASTON, 1972 ont également de façon assez exhaustive montré les

effets des changements climatiques sur les écosystèmes dans les différentes zones bio-climatiques du Tchad.

La région méridionale du pays n'est pas épargnée. Les Koros (terres exondées à faible pente) étaient colonisées par des formations de type savane boisée et de forêt claire à *Isoherlinia doka*, *Burkea africana*, *Tetempleura tetraptera* (GASTON, 1981). Les légumineuses étaient abondantes dans ces formations et les arbres atteignaient 12 à 15m de haut. Sous les effets de la pression anthropique dans les terroirs de Manga, Dongo, Bolge Nétougou et Seram Kaboutéi dans la Tandjilé par exemple, ces formations boisées ont cédé la place à de la savane arbustive. Certaines espèces végétales plus vulnérables et à régénération quasiment nulle comme *Hexalobus monopetallea*, *Nauclea latifolia*, *Parkia biglobosa*, *Pilostigma reticulatum*, *Anogesus leiocarpus*, *Cassia siberiana*, *Prosopis africana*...sont menacées de disparition.

Les effets du changement climatique sur les écosystèmes sont tels qu'on assiste à une uniformisation de la végétation. Les cartes phytogéographiques du Tchad des années 1964 – 1965 indiquent 20 types de végétation, celles de 1985, soit vingt (20) ans plus tard, n'en montrent plus que cinq (5). Cette uniformisation est due à la disparition des vivaces plus vulnérables aux effets néfastes du changement climatique.

Tout comme les formations végétales, les changements climatiques touchent les cultures aussi bien vivrières que de rente. Le coton, principale culture industrielle du pays subit les effets néfastes de la dégradation du climat. L'aire géographique du cotonnier qui s'étendait jusqu'à la zone sahélienne s'est progressivement rétrécie pour se limiter à la zone soudanienne, où les unités d'égrenage sont installées le long de l'axe routier est-ouest (Sarh, Doba, Moundou, Kélo, Pala et Léré). Ce décrochage de l'espace géographique du coton est le fait non seulement de la dégradation économique, mais surtout climatique. En effet, des études antérieures ont montré qu'un minimum de 700 mm de pluie est nécessaire pour permettre au cotonnier de terminer son cycle. Or, comme cela a été indiqué dans cette étude, il y a un recul des isohyètes du nord au sud, ce qui rétrécie l'aire de culture de cette plante.

De façon évidente, la dégradation des écosystèmes au Tchad devient de plus en plus importante. Elle concerne aussi bien les régions sahéliennes que soudanaises considérées plus favorables. Cette dégradation se traduit par la baisse constante de la production agricole au sens large. Il est à craindre que la situation de déficit alimentaire chronique dans certaines zones telles que le Batha et le Kanem, ne se généralise pour atteindre les régions où, les producteurs dégagent des excédents.

De plus, la disparition de certaines espèces végétales ligneuses et herbacées aura pour conséquence, la restriction de la diversité biologique. L'exemple du Kanem-Lac est à ce titre édifiant.

Les conséquences sur les ressources en eau sont même plus troublantes. Le cas du Lac Tchad en est une parfaite illustration. En effet, selon une étude réalisée par M.COE et J. FOLEY dans le cadre d'un programme financé par la NASA citée par le journal N'Djaména hebdo n° 479 du 19 mars 2001, le lac Tchad est menacé de disparition. A l'aide d'un modèle et des données climatiques, ces auteurs ont montré que la superficie du lac avait diminué de 30% entre 1966 et 1975. L'irrigation n'en était alors responsable que de 5% alors que les 95% sont le fait de la

sécheresse. Toutefois, entre 1983 et 1994, l'irrigation aurait contribué à hauteur de 50% de la diminution du lac. Ils ont pu ainsi démontrer que le réchauffement de l'atmosphère de notre planète et la désertification croissante du Sahel ont causé une baisse du niveau du lac. Ceci s'est traduit par une superficie qui est passée de 25 000 km² à 1350 km² affirment M.COE et J. FOLEY.

Le climat étant devenu plus sec, les agriculteurs ont désespérément besoin d'eau pour arroser leurs champs et ne manqueront pas de continuer à drainer ce qui reste du lac Tchad. Selon les auteurs, on s'attend à ce que ce problème empire au cours des années à venir, au fur et à mesure que la demande en eau, tant de la population en général que des agriculteurs en particulier pour l'irrigation continuera d'augmenter.

4.3.2.3 *Adaptation agropastorale*

4.3.2.3.1 *Acquis de la recherche susceptibles d'inverser les tendances*

Les acquis de la recherche susceptibles d'inverser les tendances sont :

- les réponses aux stress hydriques des espèces végétales par l'irrigation et l'introduction de nouvelles variétés mieux adaptées ;
- l'amélioration des équilibres biologiques passant par le maintien de la circulation des flux de matières entre les composantes biotiques et abiotiques du sol. Pour ce faire, l'apport des facteurs environnementaux tels que la température, l'humidité et l'acidité est nécessaire. Ces processus d'échange ont une large influence sur la réalisation des conditions physico-chimiques du sol. L'équilibre biologique se met en place par la décomposition de la matière organique apportée au milieu par les plantes sous forme de litière, de racines mortes, de résidus de récolte, des feuilles qui tombent ou de matières organiques transformées (compost, fumier) ;
- la fertilité des sols jouant un rôle important dans le développement des plantes. Aussi, le sol doit-il fournir un environnement physique propice à la croissance et au fonctionnement des racines et apporter suffisamment d'éléments nutritifs. Les acquis de la recherche permettent le contrôle de la fertilité du sol par la régulation de la fourniture des nutriments aux plantes ;
- l'apport en produits phytosanitaires permettant de lutter contre les ennemis de cultures, ce qui permettra à celles-ci de se développer normalement.

Ce rappel théorique permet de démontrer le risque de perte de potentiel agricole de nos écosystèmes dénudés suite à la disparition des couverts végétaux, que ce soit pour des raisons climatiques ou anthropiques.

4.3.2.3.2 *Proposition pour un système agraire plus performant et durable*

Les technologies issues de la recherche et 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 des investissements coûteux. Elles ont déjà de nombreux adeptes au Tchad et même ailleurs dans les conditions écologiques similaires.

a) *Les cultures en couloir*

Ce sont les cultures qui, dans un même champ, sont bordées des lignes des espèces ligneuses telle que *Acacia siamea*, plantées sur les lignes parallèles distantes de 10 m environ. Les ligneux sont coupés une fois par an à 1,20 m de hauteur. Les branches sont utilisées comme combustibles. Les brindilles et les feuilles sont répandues sur le sol pour améliorer la fertilité. Ce type d'aménagement mis en place au Tchad est particulièrement apprécié dans les zones densément cultivées et dégradées comme le terroir de Tchanar dans la zone méridionale.

b) *Les haies vives*

Elles sont faites avec des arbustes locaux tel que *Acacia ataxacanta*, *A. nilotica*, *A. tomentosa*, *Bauhinia rufescens*, *Parkinsonia aculeata*, *Prosopis juliflora*, *Ziziphus mauritiana* coupés tous les ans à 1m de hauteur.

c) *Les défrichements raisonnés et la création des parcs à *Acacia albida**

Les souches d'arbres utiles sont généralement laissées lors du défrichement. 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. Par son apport en matières azotées, les parcs à *Acacias albida* constituent une alternative à la baisse de la fertilité des sols.

d) *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*.

e) *Utilisation des matières organiques transformées (Compost, Fumier)*

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.

f) Introduction des cultures industrielles peu sensibles aux stress hydriques

Le cotonnier est une plante exigeante en eau. Or, la dégradation actuelle du climat n'est pas de nature à permettre de bon rendement du coton. Dans un tel contexte, l'adaptation de cette culture d'importance économique ne peut que se faire par irrigation avec l'eau de surface, ce qui économiquement n'est pas à la portée des paysans « cotonculteurs ». L'introduction d'autres cultures industrielles peu sensibles aux stress hydriques pourraient constituer une alternative à la monoculture cotonnière. L'étude de l'adaptation du coton et l'introduction d'autres cultures industrielles devront être soutenues par un environnement scientifique appropriée.

g) Le fourrage amélioré

Même si la transhumance paraît aujourd'hui la meilleure stratégie d'adaptation au changement climatique, celle-ci ne peut durer. Aussi, 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 des alternatives 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. Cela permettra de résorber les conflits agriculteurs /éleveurs.

4.3.2.3.3 - Conditions de réussite de ces technologies

Si dans la partie humide du Tchad, la réussite de ces technologies améliorées n'a posé que de rares problèmes d'équipements légers tels que les charrettes pour le transport de fumier ou compost par exemple aux champs, dans la zone sahéenne, la solution des ressources en eau doit être trouvée. Des irrigations d'appoint sont nécessaires car les phases sèches de deux à trois semaines au cours de la saison de pluie sont fréquentes. Il est important d'opérer des choix entre protéger les eaux de surface abondantes en saison de pluie pour leur utilisation en agriculture / élevage ou faire des forages.

4.3.2.3.4 - Situation d'utilisation des technologies proposées

a - Au niveau de la parcelle

Cultures associées céréales – légumineuses améliorantes, semis direct sur mulch de légumineuses, lutte contre l'enherbement par les plantes de couverture, cultures fourragères, parc à *Acacia albida*, Culture en couloir.

b - Au niveau de l'exploitation

Haies vives, recyclage et valorisation agricole des résidus de récolte et des déjections animales (fumier, compost).

c - Au niveau terroir

Lutte contre l'érosion et aménagement des bassins versants, lutte contre l'ensablement des bas fonds, amélioration de la jachère de courte durée avec des légumineuses.

d - Niveaux régional et national

L'adaptation concerne à ces échelles les options stratégiques pour orienter et organiser les actions synergiques dans le but de saisir le changement climatique comme une opportunité. Le changement climatique étant un processus à long terme, le Gouvernement devra adapter ces stratégies à cet horizon temporel. Cela sous-entend qu'il ne faut pas attendre que ce changement s'annonce dans ses conséquences catastrophiques.

Au regard de la convention sur le changement climatique, les actions de précaution qui consistent à modifier la menace et à la prévenir pour anticiper ses effets sont à privilégier. L'agropastoralisme en tant que système intégré de l'agriculture et de l'élevage doit être privilégié pour tenir compte des concentrations de la population (humaine et animale) avec risque de dégradation sur les écosystèmes.

La recherche agropastorale très faiblement représentée dans les systèmes de production devra recevoir la priorité absolue. Ses résultats devront être adaptés, appropriés et accessibles aux producteurs et feront l'objet d'une vulgarisation de proximité.

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.

L'économie agropastorale, actuellement de type subsistant, devra accéder aux caractéristiques d'un agropastoralisme excédentaire pour une sécurité alimentaire substantielle et générer des revenus monétaires provenant des marchés non seulement locaux et régionaux mais surtout internationaux. Ces attributs sont déjà inscrits au titre du présent cadre de politique du développement rural exposé ci-dessus. Dans cette optique, les infrastructures de commercialisation, de transformation, de transactions internationales y compris le financement souple et accessible, vont continuer à réclamer l'appui conséquent des autorités nationales tchadiennes.

Dans l'immédiat, l'expérience de la préparation des études d'inventaires de gaz à effet de serre, des mesures d'atténuation, de vulnérabilité et d'adaptation, fait émerger les nécessités suivantes :

l'acquisition et le développement des modèles de simulation des productions pour éclairer les réactions des cultures aux effets des changements climatiques et à l'accroissement de la concentration atmosphérique du CO₂. Grâce à ces modèles l'agriculture tchadienne pourrait devenir plus scientifique et serait mieux gérée dans les circonstances difficiles, changeantes et critiques.

le développement par la génétique de variétés plus résistantes au stress hydrique ou à la sécheresse et performantes du point de vue rendement.

le développement des modèles d'utilisation optimale de l'eau et du sol pour rechercher la faisabilité des activités agro-sylvo-pastorales en fonction des zones agroclimatiques.

des études faisant appel à des scénarios climatiques pour déterminer les besoins et la rentabilité de l'irrigation. Le Tchad doit établir une véritable politique d'irrigation nationale pour sécuriser ses productions agropastorales et rompre le fataliste lien entre l'agriculture et les aléas climatiques. Cela est l'orientation stratégique la plus pertinente dans un contexte de changement climatique.

Chapitre 5 :

Recherche et observation systématiques

Introduction

Le Tchad n'est pas encore doté d'institutions spécialement mandatées pour le suivi du changement climatique. Cependant, il existe des institutions et des structures dont les champs d'activités couvrent l'évolution climatique sans compter les actions et projets du ressort des organisations non gouvernementales qui accompagnent le développement rural dans le pays. Toutes les institutions ont besoin d'un renforcement des capacités humaines et techniques pour être à même d'assumer un véritable suivi et une évolution conséquente du changement climatique.

La présentation qui suit n'est pas exhaustive mais décrit néanmoins les principales institutions orientées vers la recherche et l'observation systématique de manière variée.

5.1 Institut tchadien de recherche agronomique pour le développement (ITRAD)

De création récente (1998), l'ITRAD introduit une réadaptation institutionnelle pour consolider les acquis en matière de recherche agronomique et élargir les domaines pour englober les ressources halieutiques et forestières exclues antérieurement.

Tout en assurant la mise en œuvre de la politique nationale de recherche agronomique, l'ITRAD est voué à la recherche scientifique et technique nécessaires au développement des productions végétales, forestières et halieutiques qui tient compte de la gestion rationnelle des ressources naturelles. Il contribue en outre à la conservation des ressources phyto-génétiques.

5.2 Institut national des sciences humaines (INSH)

Créé depuis 1961, l'INSH est rattaché en 1989 à l'Université de N'Djaména. L'INSH est habilité à entreprendre toute étude du milieu, de faisabilité ainsi que le suivi et l'évaluation des projets de développement socioéconomique et culturel.

Il organise des activités de toutes origines et contribue à la formation des chercheurs nationaux par le biais des stages, séminaires, voyages d'études, etc. L'INSH a en charge la protection du patrimoine socioculturel national et participe à la recherche de solutions aux problèmes de l'éducation, de la santé et de la dégradation de l'environnement. Au titre de la dernière préoccupation, l'INSH contribue à la mise en place de l'observatoire du foncier dont il assure présentement le parrainage.

Dans une perspective de développement durable, l'INSH envisage d'établir des liens de coopération avec les institutions spécialisées dans le transfert des technologies vers les milieux urbains et ruraux du pays.

5.3 Laboratoire de recherches vétérinaires et zootechniques (LRVZ)

De création relativement ancienne (1949) pour la production des vaccins, la recherche pour assurer une bonne couverture sanitaire du cheptel, le diagnostic et la formation, le LRVZ concentre ses installations à N'Djamena. Autrefois axée sur la santé animale, la mise au point des vaccins et dans une moindre mesure l'agrostologie, la recherche au LRVZ s'oriente actuellement vers les productions animales et l'environnement. Ainsi, elle couvre l'agropastoralisme et la transhumance, la restauration des pâturages, l'association et l'intégration de l'agriculture et l'élevage, la nutrition, la génétique.

5.4 Pôle régional et de recherche appliquée au développement des savanes en Afrique centrale (PRASAC)

Le PRASAC est une initiative conjointe des chercheurs, des structures de recherche du Cameroun, de la Centrafrique et du Tchad et des partenaires scientifiques de France, notamment le CIRAD et l'ORSTOM. Le pôle formalise des relations synergiques sur plusieurs thèmes de recherche appliquée dans un contexte de profondes mutations des sociétés rurales et des filières agricoles accompagnées de risques environnementaux de plus en plus marqués.

Les six composantes de recherche du PRASAC sont :

- mise en place d'un observatoire du développement ;
- gestion du terroir ;
- gestion des exploitations ;
- mise au point des systèmes de cultures et d'élevage alternatifs ;
- technologies des produits alimentaires ;
- amélioration de la productivité de la filière coton.

Le siège du PRASAC est au sein du LRVZ à N'Djamena. Le LRVZ et l'ITRAD en sont partenaires directs.

5.5 Centre national d'appui à la recherche (CNAR)

Le CNAR prend son origine de la transformation du Centre de recherches appliquées (CRA) en vertu de l'ordonnance 19/PR/91 du 14/12/91 tandis que le décret 1261/PR/MEN/91 du 14/12/91 dispose de ses statuts et lui attribue les missions qui sont :

- de collecter, de centraliser et d'actualiser toute la documentation scientifique sur le Tchad, d'origine nationale ou étrangère et la traiter et faciliter sa circulation dans les milieux concernés. A ce titre, il est le dépôt légal de tous les travaux scientifiques se rapportant au Tchad ;
- de mettre au point le système informatique permettant de gérer les données et les ouvrages acquis ;

- de servir de point de contact entre les réseaux de banques de données nationaux et internationaux ;
- d'animer le milieu technico-scientifique en vue de favoriser les relations entre la recherche, le développement, la formation et les milieux économiques ;
- d'appuyer la recherche par l'organisation de séminaires, colloques, tables rondes etc. ;
- d'assurer l'édition des travaux scientifiques au travers de ses organes de publication et, subsidiairement, la publication des travaux et d'études se rapportant au développement ;
- d'offrir une structure d'accueil destinée à faciliter des échanges entre les chercheurs nationaux et étrangers et à appuyer leurs recherches communes ;
- d'appuyer les spécialisations nécessaires à l'exécution des programmes de recherches en cours ;
- de promouvoir et de développer une station de traitement d'images satellitaires.

Le CNAR a développé des compétences dans la facilitation de recherche se rapportant aux Système d'informations géographiques (SIG) et la cartographie, à l'énergie, à la paléontologie, aux images satellitaires, à la télédétection. Il a accueilli le projet du CCTRAIN et celui de la préparation de la Communication nationale initiale de la CCNUCC.

5.6 Université de N'Djaména

Les facultés de l'Université qui présentent des dispositions à la recherche et l'observation systématique en rapport au changement climatiques sont :

- la faculté des sciences exactes et appliquées (FSEA) ;
- la faculté des lettres et sciences humaines (FLSH) ;
- la faculté de droit et sciences économiques (FDSE) ;
- la faculté des sciences de la santé (FSS).

5.7 Direction des ressources en eau et de la météorologie (DREM)

Conformément au décret n°185/PR/PM/MEE/2001 portant organisation et attribution du Ministère de l'Environnement et de l'Eau, la Direction des Ressources en Eau et de la Météorologie a pour attribution :

- la mise en œuvre de la politique nationale en matière de météorologie, de la climatologie et de l'agrométéorologie ;
- la collecte et l'archivage des données hydro-agro-météorologiques ;
- l'assistance aux usagers en besoins des données climatiques ;
- la promotion des études liées à la connaissance du climat et des eaux de surface ;
- la coordination des actions des organismes nationaux, inter-Etats et internationaux œuvrant dans son domaine de compétence ;
- la planification et la programmation de l'exploitation des eaux superficielles.

5.8 Direction de l'hydraulique (DH)

Comme la DREM, la Direction de l'hydraulique relève du Ministère de l'Environnement et de l'Eau. Elle est chargée de :

- la planification et la programmation des actions d'hydrauliques urbaine, villageoise, agricole, pastorale et d'assainissement ;
- la maîtrise d'œuvre des études et du contrôle des travaux des programmes de mise en valeur des eaux souterraines, de fourniture d'équipements et d'exécution d'ouvrage d'exploitation ;
- la promotion des études liées à la connaissance des nappes d'eaux souterraines et à l'évaluation de leurs réserves ;
- la définition des types d'ouvrages et équipements les mieux adaptés aux conditions socio-économiques des populations et aux contextes hydrogéologiques ;
- l'application de la législation des droits d'usage des eaux souterraines ;
- la centralisation et l'actualisation des résultats d'études et de l'ensemble des informations relatives aux eaux souterraines.

5.9 Bureau de l'eau (BE)

Placé sous la Direction de l'Hydraulique, le BE est chargé de :

- concevoir des études hydrogéologiques et géophysiques pour une meilleure connaissance des ressources et réserves en eaux souterraines ;
- évaluer les potentialités en eaux en eaux souterraines ;
- procéder à la classification des aquifères en prévision de leur exploitation ;
- assurer le contrôle des conditions d'exploitation des aquifères ;
- centraliser la documentation sur l'eau ;
- centraliser les données des points d'eau et de mettre à jour la banque de données ;
- procéder à l'inventaire et à la codification des points d'eau modernes ;
- préparer les projets de textes sur la réglementation, l'utilisation, et la conservation des eaux souterraines.

Chapitre 6 :

Sensibilisation du public, éducation, formation et renforcement des capacités

6.1 Education et sensibilisation du public

L'éducation, la formation et la sensibilisation du public constituent une disposition particulière de la Convention notamment, l'article 6.

En vue de toucher l'opinion la plus concernée par la mise en œuvre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, une conférence de lancement officiel du processus de la mise en œuvre de ladite convention a été organisée en août 1997. Celle-ci a été placée sous le haut patronage du Premier Ministre, chef du gouvernement. Etaient présents tous les membres du Gouvernement, le corps diplomatique, les organisations internationales et non-gouvernementales soucieuses de la question environnementale ainsi que les représentants des principaux bailleurs des fonds.

L'objectif de la conférence a consisté à informer sur les enjeux de la CCNUCC pour le Tchad ainsi que sur des obligations des pays Partie.

Les différentes déclarations faites à l'occasion de cette conférence ont été largement diffusées par les presses écrites et parlées nationales et locales.

6.2 Formation et renforcement des capacités

Cette rubrique a été en grande partie réalisée dans le cadre du programme CC :TRAIN. Lancé en 1997 pour une période de deux ans par les Nations Unies sous la coordination de l'Institut des Nations Unies pour la Recherche (UNITAR) en collaboration avec ENDA Tiers-Monde, ONG basée à Dakar/Sénégal, le programme a eu à mener les actions suivantes :

Juillet 1997 – Organisation de la réunion des coordonnateurs nationaux des trois pays (Benin, Sénégal et Tchad) au cours de laquelle un plan d'exécution du programme a été adopté. Il s'agit de la faisabilité des études destinées à l'élaboration des communication nationales initiales des pays respectifs.

Août 1997 – Organisation d'un atelier de formation à N'Djaména sur la méthodologie de l'inventaire des gaz à effet de serre. Cette formation de base a regroupé plus de quarante cadres de tous les secteurs confondus.

Février 1998 – Organisation d'un atelier de formation à N'Djaména sur les procédures de choix des stratégies et mesures susceptibles d'atténuer les gaz à effet de serre.

Septembre 1998 - Participation à un atelier de formation à Cotonou/Benin sur les vulnérabilités et adaptations aux changements climatiques. Six experts tchadiens y ont pris part.

Février 1999 – séminaire de restitution d'études de vulnérabilité et d'adaptation

janvier 2000 - Organisation d'un atelier de sensibilisation des populations rurales de la Sous-Préfecture de Mandelia sur les effets de la variabilité et des changements climatiques.

Janvier 2001 - Un atelier a été organisé pour la clôture du programme CC :TRAIN, d'une part, et la restitution, d'autre part, des études réalisées au titre dudit programme. L'atelier a permis également de lancer les travaux de la préparation de la communication nationale initiale.

La mise en œuvre du projet de renforcement des capacités CCTRAIN a permis la mise sur pied d'une équipe nationale pluridisciplinaire de caractère permanent. Cette équipe a réalisé les trois études essentielles à savoir l'inventaires des GES, les mesures d'atténuation, la vulnérabilité et l'adaptation qui ont contribué au montage de la communication nationale initiale.

Chapitre 7 :

Idées de projets sur les Changements Climatiques

A l'issue de la préparation de la communication initiale du Tchad sur les changements climatiques, il apparaît évident que des actions diversifiées doivent être consenties pour que les changements climatiques deviennent un domaine porteur non seulement d'enjeux mais également et surtout d'opportunités.

Les études d'inventaire des GES, des mesures d'atténuation et celles relatives à la vulnérabilité et à l'adaptation sectorielles doivent se faire de manière systématique pour plus de fiabilité et de légitimité des actions politiques décisives au niveau national et décentralisé.

Le renforcement des capacités humaines, institutionnelles et techniques présente un caractère tout aussi transversal que stratégique. Les actions de transfert de technologies et de promotion de sources d'énergies de substitution se présentent naturellement comme un axe central pour permettre à l'environnement de reprendre un nouveau souffle et éviter de subir une dégradation profonde sous le poids d'une agression anthropique qui rend sa restauration hypothétique. Aussi, des actions d'adaptation sont nécessaires.

Les idées de projets présentées ci-après constituent un appel à une mobilisation rapide des ressources additionnelles pour accompagner les acteurs nationaux, producteurs, exploitants, décideurs et planificateurs du public, du privé et de la société civile afin que les changements climatiques cessent d'être une menace ingérable.

7.1 Renforcement de capacités

La Convention reconnaît (Art.3) la position délicate des pays en développement Parties dont les capacités sont en deçà de leurs obligations. Elle engage, au nom du principe de l'équité, les pays développés Parties figurant à l'annexe II de leur fournir (Art.4, para.3) de ressources financières nouvelles et additionnelles pour couvrir la totalité des coûts encourus, et de (Art.4, para 5) prendre toutes les mesures possibles en vue d'encourager, de faciliter et de financer, selon les besoins, les transferts ou l'accès à des technologies et de savoir faire écologiquement rationnel afin de leur permettre d'appliquer les dispositions de la Convention.

Les points de renforcement des capacités au Tchad sont essentiellement de trois ordres : humain, institutionnel et technique.

7.1.1 Renforcement des capacités humaines

Au niveau international, le GIEC met à contribution une multiplicité de compétences dont l'équivalence ou la correspondance fait défaut au Tchad. Il est parfaitement envisageable

d'organiser la formation initiale pour des domaines sensibles mais déficitaires, et la formation continue des spécialistes pour une remise à niveau ou une acquisition de nouveaux savoir-faire. Ce renforcement concernera les institutions répertoriées dans le chapitre 5 de la présente communication pour les besoins de la recherche et l'observation systématique. En procédant à la formation des grappes d'experts (2 à 3) au niveau de chaque institution, une masse critique sera créée.

7.1.2 Renforcement des capacités institutionnelles

L'objet de ce renforcement est de généraliser au sein de chaque institution les meilleures pratiques « best practices » en organisation et méthodes pour professionnaliser les cadres et les institutions afin que celles-ci deviennent des centres d'excellence et des correspondants crédibles pour leurs partenaires de l'extérieur à travers un réseau international d'échange d'informations et de données sur le changement climatique.

7.1.3 Renforcement des capacités techniques

Le renforcement des capacités techniques vise à rechercher et acquérir les meilleurs outils et équipements « soft and hard » pour permettre aux institutions et aux spécialistes d'accéder aux nouvelles technologies destinées à la recherche et à l'observation systématique mais également à celles qui permettent des alternatives écologiquement rationnelles dans un contexte de changement climatique à conséquences maîtrisées.

Le renforcement des capacités est une priorité à la fois sensible et hautement stratégique pour le Tchad, pays à circonstance défavorable (vulnérabilité accrue) au regard du changement climatique.

7.2 2^e phase des inventaires, de l'atténuation, de vulnérabilité et adaptation aux changements climatiques.

La Communication Nationale Initiale du Tchad a été réalisée au titre du Programme d'appui aux communications nationales.

Par manque de données fiables et crédibles, il a été fait recours aux données par défaut telles recommandées par le GIEC.

La deuxième communication nationale devrait se dérouler dans des conditions plus appropriées et objectives.

L'intention du projet destiné à soutenir la deuxième phase des inventaires, de l'atténuation, de la vulnérabilité et adaptation aux changements climatiques est destiné à inscrire le Tchad sous le parapluie des activités régionales visant à améliorer les secondes communications nationales. Le Tchad entend renforcer ses capacités notamment celles de son équipe nationale dans les cinq domaines thématiques identifiés par le Programme d'Appui aux Communications Nationales (NCSP) à savoir :

Inventaire - pour améliorer les rapports nationaux par l'amélioration des données et de la gestion ;

Atténuation - pour améliorer les scénarios de la ligne de base et standardiser la sélection des politiques et les mesures à adopter ;

Adaptation – pour élaborer des scénarios nationaux liés aux stratégies de développement durables afin de réduire la vulnérabilité aux futurs changements climatiques et d'accroître la capacité d'adaptation ;

Evaluation des besoins et technologie – pour proposer une gamme d'approches efficaces par rapport aux coûts de l'évaluation des besoins de technologie ;

Observation systématique – pour renforcer les capacités nationales à participer aux travaux de réseaux d'observation systématique des changements climatiques.

7.3 Inventaire et cartographie des ressources naturelles

En l'absence d'études systématiques et globales sur le Tchad, quelques travaux de chercheurs et d'institutions nationales de recherche, ont de manière localisée fait l'inventaire cartographique des ressources naturelles. On peut citer les travaux de thèse de ANDIGUE J., 1999 à Bongor dans le département de Mayo-Boneye et N'DJAFI OUAGA H., 2001 dans le département de Hadjer-Lamis, les cartographies de la région d'Am timan et de la zone de concentration de 6è Fonds Européen de Développement par le CNAR. Ils ont montré l'évolution spatio-temporelle de l'occupation humaine au détriment des formations végétales naturelles. Cette situation nécessite la mise en place d'un Système de suivi écologique au plan national pour évaluer l'ampleur de l'emprise de l'homme sur l'espace.

Dans le cadre des planifications régionales, le gouvernement à travers le financement de certains bailleurs, a réalisé des inventaires de ressources naturelles. Ces réalisations de portée locale ont servi à orienter et organiser des actions de développement pour une utilisation rationnelle des ressources. On citera à titre d'exemple l'intervention de la GTZ dans le Mayo-Beneye et le Ouaddaï géographique.

Le Tchad ne dispose pas d'institutions spécialisées de cartographie permettant de procéder de façon périodique à l'inventaire des ressources naturelles du pays. Le Centre National d'Appui de la Recherche (CNAR) dépositaire légal des documents scientifiques et techniques assure cette tâche à la demande des utilisateurs. Ce constat a conduit les participants à l'atelier international sur les SIG tenu à N'Djaména en avril 2000 à proposer la mise en place d'un programme national en la matière. Ce programme devrait permettre la création d'une institution de cartographie et d'un Système d'Information Géographique (SIG). Seule l'utilisation des outils modernes de surveillance des ressources (images satellitaires) pour la cartographie thématique permet de faire un inventaire aussi exhaustif que possible des ressources naturelles dans un contexte marqué par les changements climatiques.

La mise en place d'un programme national tel énoncé ci- haut, est l'objet du projet sus-visé :
couverture périodique de l'ensemble du pays avec les données satellitaires ;
mise en place d'une base de données cartographiques actualisées et environnementales ;
concevoir un Système d'Information Géographique axé sur l'inventaire périodique des ressources naturelles.

7.4 Restauration des surfaces exploitées et la fertilité des sols (régénération naturelle)

7.4.1 Aménagement des forêts

L'aménagement des forêts pourra ralentir la déforestation et faciliter la régénération de la biomasse et qui, à leur tour conserveront une forte densité de carbone, amélioreront les avantages actuels liés à la diversité biologique. Dans cette optique, l'aménagement durable des forêts est l'option principale qui entre dans la politique environnementale du Ministère de tutelle. Ces mesures peuvent être protégées et étayées par la mise en place d'un cadre législatif cohérent et adapté au contexte actuel et aussi :

- tenir compte, dans la planification du développement et le choix des orientations, de la nécessité de préserver les forêts et la notion de développement viable et durable tout en ménageant les intérêts des communautés locales ;
- exécuter des programmes coordonnés de télédétection de collecte et d'analyse des données, afin d'obtenir tous les éléments d'information nécessaires (inventaires forestiers) ;
- adopter des modes d'exploitation et d'aménagement viable ;
- mettre au point les méthodes de régénération artificielle plus efficaces (mise en défens) ;
- identifier et délimiter des formations ligneuses naturelles encore aménageables dans la zone d'influence de principaux centres de consommation, en commençant par le bassin d'approvisionnement ;
- élaborer, avec les communautés rurales concernées, l'aménagement et le plan de gestion .

L'aménagement permet de renforcer les écosystèmes forestiers par l'accroissement de la superficie et/ou de la biomasse et de la teneur du sol en carbone dans les forêts naturelles et les plantations ainsi que l'augmentation du stockage dans des produits durables.

7.4.2 Lutte contre les feux de brousse

Les feux de brousse constituent un des facteurs caractéristiques d'émissions de gaz à effet de serre. La lutte contre les feux de brousse est une contribution directe à la réduction des GES. Les principes stratégiques retenus au niveau national sont : la pratique du feu précoce, la responsabilisation des populations villageoises pour la défense de leurs terroirs , la constitution des brigades villageoises pour la surveillance, la mise à feu précoce et la protection des champs et habitations, la formation des villageois, l'appui technique des vulgarisateurs par les techniciens du service forestier, l'organisation des campagnes de sensibilisation et d'information par l'utilisation conjuguée de la radio rurale et des actions de terrain.

S'agissant de la zone pastorale, une étude de faisabilité de l'implantation des postes d'intervention et de lutte contre les feux de brousse sera réalisée.

7.4.3 Création des forêts et mise en défens

Cette opération consiste à replanter des arbres dans des zones jadis boisées. Le Tchad connaît actuellement un taux de déboisement de 40.000 hectares par an, suite aux activités d'exploitation des terres, de consommation de bois énergie et autres catastrophes naturels ou provoqués (feu de brousse).

Dans l'optique d'une gestion durable, il est nécessaire de replanter à base d'essences forestières qui s'adaptent aux conditions écologiques difficiles, les terres dénudées suites aux cultures itinérantes, les feux de brousses et les coupes pour le bois de feu et le charbon de bois. Pour cela, plusieurs méthodes peuvent être utilisées.

Certains principes sont indispensables pour la réussite des actions, entre autres on peut citer : choix des essences à préconiser selon les zones écologiques ; systématisation des reboisements villageois et modalités de sensibilisation de mise en œuvre et de gestion ; réalisation et gestion des plantations périurbaines (ceintures vertes) s'appuyant sur les enseignements tirés de la ceinture verte de N'Djamena ; identifier au niveau local (terroirs), des formations ligneuses dégradées ou en voie de dégradation, mise en défens pour la régénération naturelle, relance des filières économiques à base de produits forestiers non-ligneux entre autres :

a/ Gomme arabique

Le Tchad dispose d'un potentiel important de formations naturelles d'Acacias pouvant produire de la gomme de qualité. Ces formations sont sujettes à plusieurs menaces : mauvaises techniques de saignée dans plusieurs zones ; nombreuses fraudes sur la qualité, ce qui déprécie son prix au niveau international, d'où la viabilité économique est hypothéquée. Il est indispensable de sauvegarder les gomméraires en vulgarisant les bonnes techniques et de mettre en place un système de gestion par l'approche gestion de terroirs.

b) Le karité

Les produits de karité sont économiquement très prometteurs. Ils peuvent améliorer la balance de paiement par l'exportation, création d'emplois, l'augmentation des revenus en zone rurale. C'est une filière qui a de très forte chance d'être viable de part ses avantages économiques et écologiques.

Actuellement, l'exploitation est artisanale. Pour que cette filière s'épanouisse, il faut mener certaines actions telles que l'analyse économique de la filière, une étude des améliorations technologiques susceptibles d'améliorer la productivité et d'augmenter le volume et la production, évaluer les potentialités en s'appuyant sur les inventaires - tests dans des zones représentatives, proposer des modalités techniques d'exploitation et de gestion à long terme des peuplements.

c) *L'Acacia albida*

Le reboisement par l'*Acacia albida*, dont les multiples vertus sont connues des populations rurales, mérite d'être relancé et renforcé. Ce ligneux enrichi le sol, produit des gousses pour l'alimentation du bétail, de l'ombre en saison sèche pendant que la plupart des ligneux perdent leurs feuilles.

7.4.4 Conservation et valorisation de la biodiversité

Sauvegarder et réhabiliter le patrimoine naturel en flore et faune est un objectif d'intérêt national et international (réserve de la biosphère inscrite sur la liste du patrimoine mondial). L'exploitation rationnelle de la faune et de la flore contribuera à l'amélioration de la sécurité alimentaire des populations, à partir de la viande de chasse et des produits de cueillette et aussi à l'amélioration de «l'exportation sur place» par le tourisme cynégétique et de vision. Pour servir en même temps de réservoir de biodiversité et gaz à effet de serre, il est urgent de sauvegarder les «aires protégées».

7.4.5 Agroforesterie

L'agroforesterie est un concept qui répond de manière dynamique à un large éventail des paramètres naturels, économiques, socioculturels, techniques, démographiques et politiques. L'une des caractéristiques intéressantes des systèmes agroforestiers est leur grande diversité. Face à la déforestation et à la dégradation de l'environnement, à la baisse concomitante de la productivité, les actions qui peuvent faire l'objet des projets intégrés sont traduits par des systèmes :

- agropastoraux ;
- sylvo-pastopraux ;
- agro-sylvo-pastopraux

7.4.6 Défense et restauration des sols

La dégradation des sols mobilise actuellement les chercheurs en développement et les populations rurales. Bien que les mécanismes de cette altération ont été analysés en zone aride, semi-aride et humide, les solutions proposées restent fragmentaires, parfois inadaptées.

Pour remédier à cette fragilisation des ressources en terre, résultat d'une surexploitation du couvert végétal et de l'agression éolienne et/ou hydrique, l'on préconise :

- la lutte anti-érosive ;
- la lutte contre l'ensablement ;
- les aménagements pastoraux ;
- le développement de l'agroforesterie ;
- la restauration du couvert végétal.

7.5 Economie de bois de feu et substitution par d'autres sources d'énergie

L'Economie du bois de feu et la substitution par d'autres sources énergétiques passent par la mise en œuvre d'une stratégie d'énergie domestique cohérente dont les principes reposent sur une approche multi-sectorielle et pluridisciplinaire. Cette stratégie doit favoriser l'émergence des projets destinés à améliorer l'offre dans les zones de production potentielle et réduire la demande en combustibles ligneux des zones consommatrices par excellence. Les actions à envisager par niveau d'intervention regroupent entre autres :

Niveau de l'offre :

- limiter le prélèvement du bois pour l'approvisionnement en combustibles ligneux à la capacité réelle de régénération des formations forestières naturelles par développement des techniques d'exploitation durables ;
- développer un mécanisme qui permettra effectivement aux communautés rurales et collectivités territoriales de gérer leurs ressources ligneuses ;
- mettre en place un dispositif moderne de réglementation, de fiscalité et de contrôle de l'exploitation forestière et des flux des combustibles ligneux ;
- développer des forêts communautaires ;
- introduire des techniques de carbonisation de bois plus performantes et d'autres sources d'énergie alternatives afin de progressivement éliminer la dépendance excessive du bois-énergie ;
- favoriser la construction de puits busés pour limiter l'utilisation du bois dans la construction des puits traditionnels.

Niveau de la demande :

- introduire les foyers améliorés auprès des ménages ;
- promouvoir l'utilisation du gaz butane et du four solaire.

Au travers des techniques de gestion rationnelle en amont et par substitution entre combustible, l'on assiste à l'usage de plusieurs combustibles par les ménages. Cette diversification dénote que la consommation d'énergie est entrée dans une ère de transition .Il importe de relayer cette notion d'économie et de substitution de bois par une campagne de sensibilisation, de vulgarisation et de marketing . Ces objectifs pourraient restaurer l'équilibre entre l'offre et la demande voire inverser la tendance.

7.6 Recherche adaptative sur des systèmes de cultures peu émetteurs de CH₄

L'agriculture tchadienne par ses pratiques actuelles de production peut être confrontée à des situation où les résidus des récoltes ne sont pas disposés dans des conditions ou dans un environnement suffisamment aéré (oxygéné) pour permettre au carbone d'être transformé biologiquement en CO₂ au lieu du CH₄ en anaérobie.

L'objet du projet est de développer des techniques de suivi de gaz, notamment le CO₂ et CH₄. Des outils appropriés de mesures pourraient accompagner la diffusion des techniques peu émettrices

de CH₄ au niveau des producteurs. Le sous-solage est déjà une technique à promouvoir en attendant que des espèces et des cultivars peu émetteurs de CH₄ dans d'autres pays puissent être transférés au Tchad après un test d'adaptation.

7.7 Recensement général du bétail tchadien

Le Tchad est un pays d'élevage par excellence dans des conditions agro-écologiques semi-arides. Cependant, le potentiel qui renferme toutes les espèces du gros bétail jusqu'au petit ruminant et la volaille est très mal connu d'un point de vue statistique et la caractérisation précise. Les données qui ont servi à l'inventaire des GES sont des données par défaut ; ce qui n'a pas permis par exemple de différencier les vaches laitières et les vaches non laitières.

L'objet du projet est d'entreprendre un recensement général du bétail tchadien pour appréhender effectivement sa dynamique réelle. Les résultats du recensement permettront d'assainir les bases de l'inventaire des GES d'une part et d'autre part d'affermir les bases des actions destinées à adapter stratégiquement le secteur à l'évolution climatique. On notera par ailleurs que les extrêmes climatiques (sécheresse) du passé l'ont fragilisé en menaçant dangereusement les sociétés rurales dépendantes de cette activité.

Le recensement sera l'occasion d'évaluer l'impact du système extensif d'élevage sur l'environnement au Tchad.

7.8 Promotion des énergies renouvelables : solaire éolienne et micro-hydraulique

Le secteur de l'énergie du Tchad, très peu développé, est caractérisé par la forte consommation des énergies traditionnelles, notamment le bois et le charbon de bois. La production d'électricité dans le pays est faite à partir des centrales thermiques consommant du gasoil, exclusivement importé, et bientôt du fuel lourd. Ces centrales, implantées dans seulement quelques villes, ont une capacité de production en deçà de la demande exprimée par la population. Cependant, le Tchad, à part les hydrocarbures, recèle de potentialités non négligeables d'énergies renouvelables, notamment solaire, éolienne et micro-hydraulique.

Au regard de ce qui vient d'être signalé, la faiblesse du secteur et sa dépendance vis à vis de l'extérieur en matière d'hydrocarbures ne permettent pas le développement socio-économique conséquent ni l'extension du réseau à des zones rurales. Par ailleurs, la production d'énergie à base d'hydrocarbures constitue une source d'émission de GES.

Aussi, tenant compte des dispositions de la CCNUCC, le Tchad se doit d'assurer le développement de son secteur énergétique respectueux de l'environnement.

La promotion des énergies renouvelables, notamment solaire, éolienne et micro-hydraulique permettra au pays :

- de diversifier ses sources d'énergie ;
- de satisfaire les besoins énergétiques ponctuels des zones péri urbaines mais surtout rurales ainsi que l'amélioration des conditions de vie dans ces zones ;
- d'éviter les émissions de GES et d'améliorer la qualité de l'air.

Cela cadre bien avec la politique actuelle du Gouvernement dont l'un des axes stratégiques est la promotion des énergies nouvelles et renouvelables.

7.9 Promotion du compostage et de la méthanisation

Les déchets industriels, ménagers et municipaux constituent des menaces certaines pour l'évolution des écosystèmes au regard de leur quantité et de leur composition chimique.

L'objet du projet est de transformer ces menaces en opportunités pour la promotion du compostage et de méthanisation comme activité économique à valoriser.

- Par la promotion de la méthanisation : la méthanisation est un système de traitement et de valorisation presque inconnue au Tchad. Des PME peuvent s'organiser pour :
 - récupérer les déchets à traiter ;
 - produire du biogaz comme source d'énergie et du digestat comme engrais ;
 - mettre en place un système de distribution du biogaz et du compost.
- Promotion du compostage : Le procédé est également très peu pratiqué au Tchad. Des Petites et Moyennes Entreprises (PME) peuvent s'organiser pour :
 - organiser un système de collecte et de tri ;
 - fabriquer du compost ;
 - commercialiser les produits.

7.10 Promotion de l'embouche laitière.

L'alimentation raisonnée du bétail en faisant recourt à des techniques d'embouche pour un meilleur rendement de carcasses ou de lait par unité d'élevage n'est pas encore une technique au point et largement diffusée. Le lait est un produit d'élevage d'autoconsommation et mis sur le marché, surtout par les femmes, pour générer des revenus additionnels aux ménages.

L'objet du projet envisagé vise à introduire et diffuser des pratiques d'embouches de vaches laitières en milieu périurbain et rural dans des zones sujettes à productivité laitière accrue. L'identification des sous produits et résidus agricoles y compris des plantes fourragères adaptées ainsi que la démonstration de la technique la plus rentable et accessible à une large clientèle pourra faire tache d'huile pour augmenter durablement la production laitière au Tchad.

Le projet permet également d'élargir la gamme des pratiques d'intégration de l'élevage à l'agriculture et la gestion du fumier d'animaux, soit pour le compostage, soit pour la méthanisation et contribuera utilement à une meilleure gestion du GES qu'est le méthane.

Bibliographie

- 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
 - Compte rendu de la mission pour la coopération internationale; INSA, Avril 1986
 - CTA, 1994-Cadrage macro-économique. MEE. Tchad.
- CTA, 1996. Atlas Lac Tchad
- Depierre D. et al., 1971 Desertification 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 de 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 émission de gaz a effet de serre pour divers traitements des déchets ménagers urbains sous les tropiques humides : application au cas de Yaoundé;
 - ESMAP, 1994 - Eléments de stratégies pour l'Energie Domestique urbaine : cas de N'Djaména. 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. UNIESCO-CILSS-ISEISMV, Dakar, octobre 1986
- GIEC, 1996. Techniques, Politiques et Mesures d'atténuation du Changement Climatique
- 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.
- Marti Van Liere. Rapport de mission Tchad TCP/CHD/6712, 1998
- Mbaïtoudji M.M, 26 Octobre 1997. Exploitation Pétrolière au Tchad. Aspects socio-économiques et politiques de protection de l'environnement
- M. Coe et J. Foley, 2001. Le lac Tchad menacé de disparition. N'Djamena Hebdo n°479 du 19 mars 2001.
- 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
- 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 : Version provisoire Programme d'Action National de Lutte Contre la Désertification.
- 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 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.
- M. K Cissé, ENDA-TM. Méthodologie d'analyse des Stratégies d'atténuation des Gaz à Effet de Serre
- .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.
- 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'Djamena, 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

Liste des tableaux

Tableau 1 : Proportions d'émissions et de séquestration des différents secteurs	8
Tableau 2 : Données nationales en 1993.....	23
Tableau 3 : Données de base (1993).....	28
Tableau 4 : Emission du CO ₂ due aux produits pétroliers en 1993.....	28
Tableau 5 : Récapitulatif des GES dans le secteur Agriculture/Elevage en 1993.....	29
Tableau 6 : Emission des secteurs Agriculture/Elevage pour un PRG=100 ans.....	29
Tableau 7 : Emission des gaz sans trace CO ₂ par les résidus agricoles en 2003.....	31
Tableau 8 : Emission des gaz sans trace CO ₂ par les résidus agricoles en 2003 pour un PRG de 100 ans	31
Tableau 9 : Emission des gaz attendus en 2025 ; émission des gaz sans trace CO ₂ par les résidus agricoles en 2025.....	31
Tableau 10 : Emission des gaz sans trace CO ₂ par les résidus agricoles en 2025 pour un PRG de 100 ans	31
Tableau 11 : Types de formations naturelles (ha).....	31
Tableau 12 : Récapitulatif des GES pour le secteur forestier.....	32
Tableau 13 : Bilan Emissions-Séquestrations.....	33
Tableau 14 : Consommation des principaux produits en kg/personne/an.....	33
Tableau 15 : GES dus aux déchets en ECO ₂	35
Tableau 16 : Cadre stratégique du développement rural au Tchad.....	37
Tableau 17 : Prévisions de la consommation des produits pétroliers (en tonnes) 1993 – 2005.....	41
Tableau 18 : Scénario de référence et projection sur 10 ans et plus des émissions du CO ₂ dues aux produits pétroliers (année de base 1993).....	42
Tableau 19 : Scénario d'atténuation n° 1 - Option utilisation du gaz pour produire l'électricité à la nouvelle centrale de N'Djaména / Farcha. Projection des émissions	43
Tableau 20 : Coûts scénario 1 et scénario de base.....	43
Tableau 21 : Coûts scénario de référence et scénario 2.....	44
Tableau 22 : Coûts scénario de référence et scénario 3.....	44
Tableau 23 : Comparaison des coûts des options, quantités de CO ₂ émis et non émis au bout de 13 ans...	44
Tableau 24 : Projection de l'évolution de la production de céréales en tonnes de 1993 à 2003 et 2025.....	48
Tableau 25 : Projection de l'évolution de la production des oléagineux en tonnes de 1993 à 2003 et 2025.....	48
Tableau 26 : Projection de l'évolution de la production des cultures industrielles en tonnes de 1993 à 2003 et 2025.....	48
Tableau 27 : Projection de l'utilisation des intrants agricoles de 1993 à 2003 et 2025.....	49
Tableau 28 : Projection de l'évolution des ressources animales par têtes de 1993 à 2003 et 2025.....	49
Tableau 29 : Synthèse du taux graduel d'accroissement des différentes productions.....	49
Tableau 30 : Les projections des émissions et séquestration des GES à l'horizon 2003 et 2025.....	50
Tableau 31 : Mesures d'atténuation des secteurs forêts, changement et affectation des terres, agriculture et élevage, énergie, transport et industrie et déchets.....	52
Tableau 32 : Caractéristiques des zones arides.....	69

Liste des illustrations

Figure 1 Carte physique du Tchad.....	15
Figure 2 Carte bioclimatique du Tchad.....	20
Figure 3 Scénarios d'atténuation (1993-2005).....	45
Figure 4 Scénarios d'atténuation (1993-2005).....	45
Figure 5 Taux de réduction par rapport à la situation de base.....	45
Figure 6 Précipitations en 2023 (sensibilité climatique moyenne).....	64
Figure 7 Changement de température (sensibilité climatique moyenne).....	65