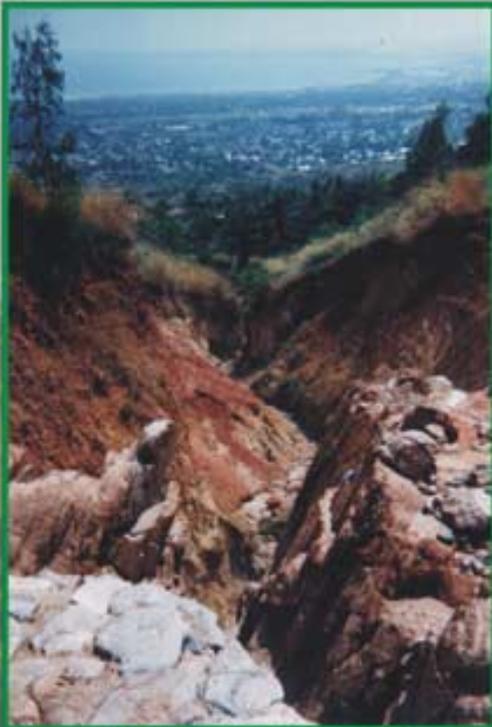




REPUBLIQUE DU BURUNDI

CONVENTION CADRE DES NATIONS UNIES SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Première Communication Nationale



Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement

Août 2001

REPULIQUE DU BURUNDI
MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU
TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT

**CONVENTION CADRE DES NATIONS UNIES SUR LES CHANGEMENTS
CLIMATIQUES**

PREMIERE COMMUNICATION NATIONALE

Août 2001

TABLE DES MATIERES

Liste des tableaux.....	(v)
Liste des figures.....	(vii)
Liste des annexes.....	(ix)
Liste des abréviations/ acronymes.....	(x)
Préface.....	(xiii)
RESUME EXECUTIF.....	
(xiv)	
Chapitre I. INTRODUCTION.....	1
Chapitre II. SITUATION NATIONALE.....	3
II.1. Situation géographique.....	3
II.2. Contexte géologique.....	3
II.3. Relief.....	5
II.4. Végétation.....	5
II.5. Climat.....	7
II.6. Situation socio-économique.....	8
II.6.1. Population.....	8
II.6.2. Conditions sociales.....	10
II.6.3. Economie.....	11
II.6.4. Agriculture.....	12
II.6.5. Industrie.....	14
II.6.6. Ressources hydrauliques.....	15
II.6.7. Energie.....	18
II.6.8. Situation de l'environnement.....	19
II.7. Changements climatiques : étapes franchies.....	20
II.7.1. Au niveau politique.....	21
II.7.2. Au niveau institutionnel.....	21
II.7.3. Au niveau législatif.....	21
II.7.4. Création de capacités nationales.....	22
II.7.5. Etudes déjà réalisées.....	22

Chapitre III. INVENTAIRE DES GAZ A EFFET DE SERRE.....	23
Introduction.....	23
III.1. Méthodologie générale.....	23
III.2. Les émissions des GES au Burundi.....	24
III.2.1. L'énergie.....	24
III.2.2. Les procédés Industriels.....	26
III.2.3. L'agriculture.....	28
III.2.4. Les changements d'affectation des terres et la foresterie.....	30
III.2.5. Les déchets.....	32
III.3. Niveau d'émissions des GES au Burundi en 1998.....	34
III.4. Niveau de confiance des estimations des émissions des GES au Burundi.....	37
Chapitre IV. DESCRIPTION DES POLITIQUES ET MESURES.....	39
IV.1. Projections des émissions des GES, à l'horizon 2050.....	39
IV.1.1. L'énergie.....	40
IV.1.2. L'agriculture et l'élevage.....	41
IV.1.3. Les changements d'affectation des terres et la foresterie.....	42
IV.1.4. Les déchets.....	43
IV.2. Politiques et mesures d'atténuation des émissions des gaz à effet de serre.....	45
Introduction.....	45
IV.2.1. Secteur de l'énergie.....	45
<i>IV.2.1.1. Options politiques.....</i>	<i>45</i>
<i>IV.2.1.2. Options technologiques et leurs impacts.....</i>	<i>46</i>
<i>IV.2.1.3. Autres mesures.....</i>	<i>50</i>
IV.2.2. Secteur de l'agriculture.....	50
<i>Introduction.....</i>	<i>50</i>

<i>IV.2.2.1. Options politiques.....</i>	50
<i>IV.2.2.2. Options technologiques.....</i>	51

IV.2.3. Secteur des changements d'affectation des terres et de la foresterie.....	56
IV.2.3.1. <i>Situation</i>	56
IV.2.3.2. <i>Politique nationale forestière</i>	57
IV.2.3.3. <i>Mesures prises pour la mise en œuvre de la politique forestière</i>	57
IV.2.3.4. <i>Options technologiques d'atténuation des GES</i>	59
IV.2.3.5. <i>Mesures réglementaires et légales</i>	59
IV.2.3.6. <i>Scénarios d'atténuation</i>	59
IV.2.4. Secteur des déchets.....	60
Introduction.....	60
IV.2.4.1. <i>Options technologiques d'atténuation des émissions de CH₄ et NO₂</i>	60
IV.2.4.2. <i>Scénarios d'atténuation</i>	61
IV.2.4.3. <i>Impact des mesures d'atténuation</i>	61
IV.2.4.4. <i>Autres mesures</i>	62
IV.3. Politiques et mesures d'adaptation aux changements climatiques	63
IV.3.1. Scénarios de changements climatiques.....	63
IV.3.1.1. <i>Analyse spatio-temporelle des principaux éléments climatiques</i>	63
IV.3.1.2. <i>Analyse de la tendance de la situation climatologique actuelle</i>	64
IV.3.1.3. <i>Scénarios de changements du climat</i>	64
IV.3.2. Vulnérabilité des principaux secteurs socio-économiques.....	68
IV.3.2.1. <i>Ressources en eau</i>	68
IV.3.2.2. <i>Secteur énergie</i>	72
IV.3.2.3. <i>Paysages et écosystèmes naturels</i>	75
IV.3.2.4. <i>Secteur de l'agriculture</i>	82
IV.3.2.5. <i>Secteur santé</i>	89
Chapitre V. AUTRES INFORMATIONS	91
V.1. Stratégie Nationale de mise en œuvre de la CCNUCC.....	91
V.1.1. <i>Renforcement des institutions impliquées dans la mise en œuvre de la CCNUCC</i>	91
V.1.2. <i>Amélioration du cadre législatif et réglementaire</i>	92
V.1.3. <i>Information et sensibilisation</i>	93

V.1.4. Renforcement de l'éducation environnementale dans les écoles.....	93
V.1.5. Mobilisation d'un appui financier international.....	94
V.1.6. Renforcement de la recherche sur les changements climatiques.....	94
V.2. Plan d'actions stratégique.....	95
V.3. Plan de mise en œuvre de la CCNUCC.....	95
V.3.1. Arrangement institutionnel.....	95
V.3.2. Suivi-évaluation du plan d'actions.....	95
V.4. Projets proposés aux mécanismes de financement.....	96
Chapitre VI. BESOINS FINANCIERS, TECHNOLOGIQUES ET CONTRAINTES.....	99
Références bibliographiques sélectionnées.....	101
Annexes.....	105

Liste des tableaux.

- II.1 Evolution de quelques indicateurs démographiques.
- II.2 Evolution de quelques indicateurs sociaux.
- II.3 Evolution de quelques indicateurs économiques.
- II.4 Synthèse de quelques données socio-économiques pour l'année 1994-1998.
- III.1 Synthèse des émissions du secteur de l'énergie.
- III.2 Répartition des émissions du secteur énergétique.
- III.3 Emissions de COVNM du secteur industriel et artisanal du Burundi.
- III.4 Synthèse des émissions du secteur de l'agriculture.
- III.5 Synthèse des émissions issues des changements d'affectation des terres et de la foresterie.
- III.6 Synthèse des émissions issues de la gestion des déchets.
- III.7 Emissions de GES au Burundi en 1998 (synthèse).
- III.8 Emissions nettes en équivalent CO₂ pour le Burundi.
- III.9 Répartition sectorielle des émissions pour le Burundi.
- III.10 Niveau de confiance des estimations des émissions de GES au Burundi.
- IV.1 Synthèse des réductions attendues par la mise en application des mesures d'atténuation pour les sols cultivés.
- IV.2 Synthèse des réductions des émissions de CH₄ attendues d'ici l'an 2050 par la mise en application des mesures d'atténuation en riziculture.
- IV.3 Changement de température ΔT en °C et des précipitations ΔP en % aux différents horizons temporels (2010-2050). Scénario haut.
- IV.4 Situation hydrologique de base : débits moyens annuels (m³/sec).
- IV.5 Projection de la situation hydrologique à l'horizon 2050 en présence de changements climatiques.

- IV.6 Evolution du débit des rivières Murembwe et Kitenge en m³/sec.
- IV.7 Evolution des pertes électriques en ligne en %.
- IV.8 Consommation du bois en présence des changements climatiques.
- IV.9 Simulations des températures de l'eau et autres paramètres liés dans le lac Tanganyika à partir des données historiques.
- IV.10 Fluctuations annuelles du niveau du lac Tanganyika.

Liste des figures.

- II.1 Carte de localisation géographique du Burundi.
- II.2 Carte physique du Burundi.
- II.3 Carte des régions climatiques du Burundi.
- III.1 Répartition des émissions du secteur énergétique.
- III.2 Répartition des émissions du secteur énergétique en %.
- III.3 Représentation graphique des émissions nettes en ECO_2 .
- III.4 Représentation graphique logarithmique des émissions des GES par secteur.
- III.5 Représentation des émissions par secteur en %.
- IV.1 Projection des émissions de CO_2 , CO et COVNM liées à l'énergie.
- IV.2 Projection des émissions des CH_4 , NO_x et N_2O liées à l'énergie.
- IV.3 Projection des émissions de CH_4 issues de l'agriculture.
- IV.4 Projection des émissions de N_2O issues de l'agriculture.
- IV.5 Projection des émissions de CO_2 dans le secteur des changements d'affectation des terres et de la foresterie.
- IV.6 Evolution des émissions de CH_4 et N_2O du secteur des déchets.
- IV.7 Projection des émissions de CO_2 dans le secteur des changements d'affectation des terres et de la foresterie : scénario d'atténuation.
- IV.8 Evolution des émissions du CH_4 et N_2O selon le scénario d'atténuation dans le secteur des déchets.
- IV.9a Evolution de la température annuelle avec changements climatiques (1961-2050).
- IV.9b Evolution de la température annuelle avec changements climatiques (1961-2050). Station de MPARAMBO (887 m).
- IV.9c Evolution de la pluviométrie moyenne annuelle avec changements climatiques (1961-2050). Station de MPARAMBO (887 m).

- IV.10a Situation hydrologique de base. Rivière Rusizi à Gatumba (Débits moyens annuels en m³/sec).
- IV.10b Développement des scénarios (Had CM2/SCENGEN). Rivière Rusizi.
- IV.10c Situation hydrologique de base. Rivière Ruvubu à Bac-Muyinga (Débits moyens annuels en m³/sec).
- IV.10d Développement des scénarios (Had CM2/SCENGEN). Rivière Ruvubu
- IV.11 Evolution de la consommation journalière en bois de chauffage et de cuisson.
- IV.12 Evolution du lac Tanganyika.
- IV.13 Evolution des rendements du haricot à GISOZI.
- IV.14 Evolution des rendements du haricot à MPARAMBO.

Liste des annexes.

- Annexe 1 Bilan énergétique pour l'année 1998.
- Annexe 2 Tableau récapitulatif des émissions de CO₂ dans le secteur de l'énergie.
- Annexe 3 Tableau récapitulatif des émissions des non-CO₂ dans le secteur de l'énergie.
- Annexe 4 Production des principales industries et artisanats susceptibles de produire des gaz à effet de serre au Burundi (1994-1998).
- Annexe 5 Principales productions agricoles.
- Annexe 6 Tableau des équivalences utilisées.
- Annexe 7a Rendements des cultures (kg/ha) à l'horizon 2050 en l'absence de changements climatiques.
- Annexe 7b Rendements des cultures (kg/ha) à l'horizon 2050 en présence des changements climatiques.
- Annexe 8 Plan d'Actions Stratégique.

Liste des abréviations /acronymes.

Agr. : **Agriculture.**

B.A : **Boisements artificiels.**

B.R.B : Banque de la République du Burundi.

BIT : Bureau International du Travail.

BRAGITA : Brasserie de Gitega.

CC : Changements Climatiques.

CCIB : Chambre de Commerce et d'Industrie du Burundi.

CCNUCC : Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.

CHUK : Centre Hospitalo-Universitaire de KAMENGE.

CH₄ : Méthane.

CO : Monoxyde de carbone.

CO₂ : Dioxyde de carbone.

COGERCO : Compagnie de Gérance du Coton.

COTEBU : Complexe Textile de Bujumbura.

COVNM : Composé Organique Volatil Non Méthanique.

CP : Conférence des Parties.

DHD : Développement Humain Durable.

DPAE : Direction Provinciale de l'Agriculture et de l'Elevage.

ECO₂ : Equivalent CO₂.

FAO : Food and Agricultural Organization.

FIT : Front Intertropical de Convergence.

FEM : Fonds pour l'Environnement Mondial.

Forest. : Foresterie

G.C.M. : General Circulation Models.

GES : Gaz à effet de serre.

Gg : Gigagramme.

GIEC : Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat.

Gwh : Gigawatheure

HAD CM2 : Hardly Centre Model 2.

h.j. : Homme/jour.

IDH : Indicateur de Développement Humain.

IDA : International Development Agency.

INCN : Institut National pour la Conservation de la Nature.

INECN : Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature.

Inst. : Institutionnel

IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change.

ISABU : Institut des Sciences Agronomiques du Burundi.

ISTEEBU : Institut des Statistiques et des Etudes Economiques du Burundi.

Lat. : Latitude

Long. : Longitude

LMTC : Lutte contre les Maladies Transmissibles et Carencielles.

Mwh : Mégawatheure

N₂O : Hémioxyde d'azote.

NO_x : Oxyde d'azote.

OBK : Organisation pour l'aménagement du Bassin de la KAGERA.

OMM : Organisation Météorologique Mondiale.

ONG : Organisation Non Gouvernementale.

OTB : Office du Thé du Burundi.

P.D.N.E : Plan Directeur National de l'Eau.

PIB : Produit Intérieur Brut.

PIP : Programme d'Investissement Public.

PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement.

Q : débit en m³/sec ou en m³/min

R.D.C : République Démocratique du Congo.

RAFINA : Société de Raffinage des Produits Agricoles.

RR : Pluviométrie en mm

SETEMU : Services Techniques Municipaux.

SCENGEN : Scenario Generator.

SNPA-DB : Stratégie Nationale et Plan d'Action en matière de la Diversité Biologique.

SINELAC : Société Internationale d'Energie des Grands Lacs.

SOGESTAL : Société de Gestion des Stations de Lavage de Café.

SOSUMO : Société Sucrière du Moso.

S.T.E.P . : Station d'Épuration.

T/ha : Tonne par hectare

TJ : Tetrajoule.

Tot. : Total

UNEP : United Nations Environment Program.

US\$: Dollar des Etats Unis

VERRUNDI : Verrerie du Burundi.



Préface

Le Burundi a mis parmi ses priorités la recherche de solutions aux questions environnementales qui préoccupent les autres nations du monde. C'est ainsi qu'il est Partie à la plupart des conventions internationales y relatives et en particulier la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques qu'il a ratifiée en date du 06 avril 1997.

Peu après cette ratification, le Burundi a pu bénéficier du Fonds pour l'Environnement Mondial, un financement qui a permis la production de cette Première Communication Nationale au titre de cette dernière Convention.

Ce document fait donc état de la situation des émissions des gaz à effet de serre au Burundi. Il aura eu pour mérite particulier de montrer combien le Burundi est très vulnérable du point de vue de ses ressources énergétiques, ses ressources en eau, son agriculture et du point de vue de la santé de sa population. Il comporte également les politiques et mesures que le Gouvernement a déjà prises ou compte mettre en œuvre afin de promouvoir un développement durable de sa population, mais également contribuer à maintenir, au niveau mondial, un niveau d'émissions de gaz à effet de serre qui ne causera pas de perturbations anthropiques dangereuses au système climatique.

Cependant, la mise en œuvre de certaines politiques et mesures nécessite des moyens techniques et financiers que seul le Burundi ne pourrait mobiliser sans un appui de la communauté internationale qui est de ce fait interpellé pour un soutien à cet effet. Nous saluons à juste titre les différentes décisions prises par la Conférence des Parties mettant en place des mécanismes de financement pour appuyer les pays en développement dans le domaine des changements climatiques.

La préparation de ce document fut une occasion de renforcer les capacités nationales en matière d'inventaire des gaz à effet de serre, d'analyse d'atténuation, de la vulnérabilité et d'adaptation aux changements climatiques.

Cependant, il sera encore nécessaire de renforcer davantage ces capacités pour qu'elles soient à même de corriger les différentes lacunes qui sont apparues au cours de l'élaboration du présent document.

Enfin, cette Première Communication Nationale sur les Changements Climatiques du Burundi est le fruit d'une excellente collaboration entre le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et le Bureau Régional Afrique particulièrement la Coordination Régionale des projets PNUD/FEM, le Bureau du PNUD de Bujumbura ainsi que les différentes institutions nationales ayant participé à la réalisation de diverses études et expertises.

Nous espérons que ces efforts de tous et de chacun vont aider le Burundi à contribuer à la sauvegarde de l'Environnement de notre planète pour les générations actuelles et futures

Le Ministre de l'Aménagement du
Territoire et de l'Environnement

Jean Pacifique NSENGIYUMVA

RESUME EXECUTIF

Situation Nationale.

Situation géographique.

Le Burundi est un pays enclavé au cœur de la région des Grands Lacs de l'Afrique. Il couvre une superficie de 27 834 Km² et se situe entre les méridiens 29°00'-30°54 Est et les parallèles 2°20'-4°28' Sud.

Contexte géologique.

La géologie du Burundi comprend quatre grands ensembles qui sont du plus récent au plus ancien : (i) les formations cénozoïques et quaternaires ; (ii) le malagarasien qui correspond au Protérozoïque supérieur et qui comprend des roches à faible métamorphisme ; (iii) le Burundien qui constitue le protérozoïque moyen appartient à la Chaîne Kibarienne : il est formé de roches sédimentaires à métamorphisme élevé et contient des roches basiques et ultrabasiques auxquelles sont associés les gisements de Nickel, Titane et Vanadium ; (iv) l'Archéen formé de migmatites, de gneiss granitiques qui affleure à deux endroits à Nyanza Lac et à Cankuzo.

Relief.

Le relief comprend de l'Ouest vers Est, les basses terres de la Rusizi (774-1000 m), l'escarpement des Mirwa (1000-2000 m), la crête Congo Nil (2000-2670 m), les plateaux centraux (1350-2000 m), la dépression du Kumoso (1125-1400m) et la cuvette du Bugesera au Nord-Est (1300-1500 m).

Végétation.

La végétation est composée de boisements artificiels et de formations végétales naturelles. Les boisements artificiels ont été développés depuis les années 1980 et ont passé de 25 428 ha en 1978 à 146 000 ha en 1992.

Les formations végétales naturelles sont très réduites et pratiquement toutes en régression ou alors récemment stabilisées. Elles comprennent : les forêts ombrophiles et montagne, les forêts claires à *Brachystegia*, les forêts sclérophiles à *Strychnos potatorum*, les savanes arborescentes et arbustives, les marécages et les formations palustres.

Climat.

Le climat est de type tropical mais tempéré par l'altitude. Les précipitations varient de 800 mm/an dans la plaine de la Rusizi à 2000 mm sur la crête. La température varie entre les saisons, elle atteint une moyenne annuelle de 24°C dans l'Imbo et 15,6°C à Rwegura en altitude, à près de 2000 m.

Situation socio-économique.

Le Burundi compte une population de 6 300 000 habitants avec une densité démographique d'environ 250 habitants au Km². Suivant l'indicateur de développement humain (IDH), le Burundi est classé en 170^e position sur 174 pays avec une valeur de l'IDH de 0,321 en 1998.

L'économie est essentiellement basée sur l'agriculture. Celle-ci fournit environ 90 % des emplois, contribue pour près de 50 % au PIB, assure 95 % des apports alimentaires et plus de 80 % des recettes en devises. L'élevage est de type extensif et contribue pour environ 4,6 % au PIB. Le secteur industriel est encore à l'état embryonnaire et occupe une main-d'œuvre qui n'excède pas les 2,5 % de la main-d'œuvre totale du pays.

Ressources hydrauliques.

Le Burundi dispose de ressources en eau abondantes grâce à une bonne pluviométrie et à la rétention d'eau par les marais et les lacs. Ces ressources restent peu utilisées dans le processus de développement socio-économique du pays. L'utilisation de l'eau à usage non potable se répartit essentiellement entre l'agriculture et l'hydroélectricité. Concernant l'eau potable, il faudrait noter qu'en milieu rural, 51 % de la population s'approvisionnent aux sources aménagées, aux bornes fontaines, et une faible proportion aux puits, tandis que 49 % restant puise naturellement l'eau des rivières et des lacs.

Energie.

Les formes d'énergies consommées au Burundi sont : le bois énergie inclusivement le charbon de bois représentant 95,3 % du bilan énergétique global ; les produits pétroliers : 3,9 % ; l'électricité : 0,6 % ; la tourbe : 0,2 % et les énergies nouvelles et renouvelables en quantité négligeable. Les besoins dans le secteur de l'énergie sont immenses et ne peuvent être satisfaits suite au manque de moyens financiers pour investir dans le secteur.

Environnement.

La situation actuelle de l'environnement au Burundi fait ressortir trois problèmes majeurs, à savoir : la dégradation et l'épuisement des sols, la dégradation des ressources sylvicoles et la dégradation de l'environnement humain.

Depuis 1980, le Burundi est préoccupé par ces questions et a progressivement mis en place un cadre institutionnel qui en est chargé. Depuis lors, il a pu se doter d'outils politiques et juridiques de gestion des ressources naturelles et de l'environnement dont les plus importants sont sans doute la Stratégie Nationale pour l'Environnement au Burundi et le Plan d'Action Environnemental ainsi que le Code de l'Environnement qui a été promulgué le 30 juin 2000.

Changements climatiques : étapes déjà franchies.

Hormis les dispositifs juridiques, politiques et institutionnels déjà mis sur place, le Burundi dispose de capacités humaines qui ont participé dans l'exécution du projet BDI/98/A/1G/99 et bénéficié des différentes formations prévues dans ce cadre. Ces capacités devraient néanmoins être renforcées.

Concernant les études déjà réalisées, il convient de signaler qu'il existe quelques-unes relatives surtout au secteur de l'énergie, auxquelles viennent s'ajouter les récentes études faites dans le cadre du Projet ci-haut cité, et qui portent sur les inventaires des émissions anthropiques des GES, les mesures d'atténuation et celles d'adaptation aux changements climatiques.

Inventaire des émissions de gaz à effet de serre.

Le Burundi vient de réaliser les premiers inventaires nationaux des émissions anthropiques de gaz à effet de serre et répondre ainsi à un de ses principaux engagements vis à vis de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. Ces inventaires ont été menés par des institutions nationales qui se sont basées sur la méthodologie décrite dans les lignes directrices du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat (GIEC) dans sa version révisée de 1996. Ils se sont focalisés sur les GES suivants : le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et l'oxyde nitreux (NO₂). Les autres gaz tels que NO_x, CO, et les composés volatils non méthaniques ont fait également objet des investigations.

Malheureusement, le Burundi comme beaucoup d'autres pays en voie de développement ne dispose pas de toutes les données de base nécessaires à l'évaluation des émissions de GES. La plupart des facteurs d'émissions utilisés sont dans la plupart de cas ceux par défaut proposés par le GIEC en l'absence de facteurs localement déterminés. Enfin, l'incertitude relative au niveau d'activités a été fortement accentuée par la crise socio-politique dans laquelle vit le pays depuis 1993 et qui a paralysé notamment toutes les structures institutionnelles susceptibles de fournir les données dans certains secteurs.

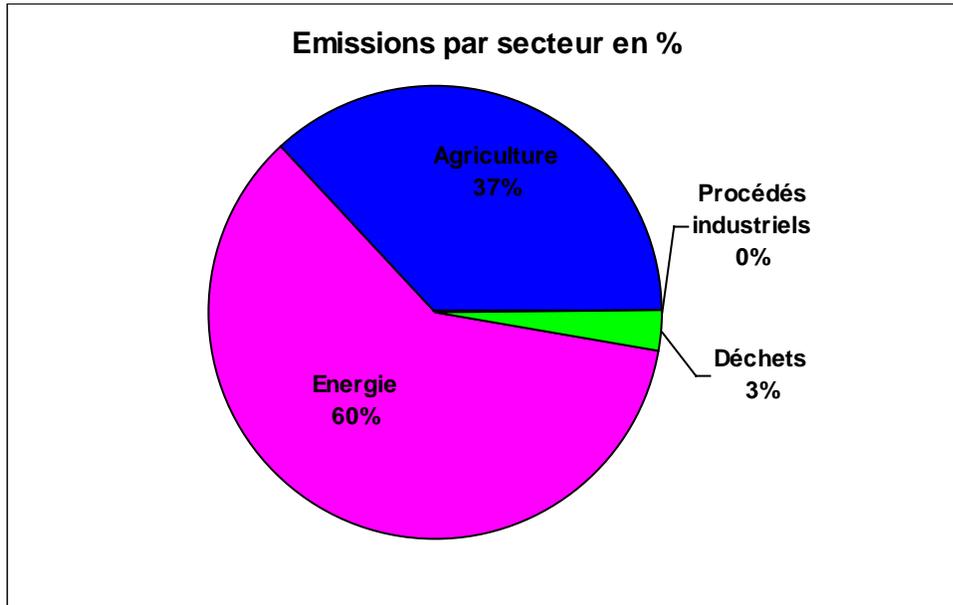
Les résultats des inventaires montrent qu'en 1998, les quantités de GES émises par le Burundi sont estimées à 3 647,66 Gg ECO₂ tandis que les puits absorbent une quantité estimée à 2 857,2317 Gg de CO₂. Il en résulte des émissions nettes estimées à 792,4299 Gg ECO₂.

Synthèse des émissions de GES au Burundi en 1998.

Cat.de Sources et puits de GES	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO	COVNM
Tot. (Net) des Emissions Nationales Gg/an	- 2857,2317	44,9232	2,933	536,8192	60,106693
1. Total Energie	143,05399	26,2987	0,336812	464,55191	51,364423
Fuel combustion					
Industries énergétiques	0,3555	0,000014	2,83E-06		0,00023
Industries man. et constr.	31,04185	0,01343	0		0,4183559
Transport	90,1372	0,019176	0,000806		1,3538
Commercial et institutionnel	12,89224	0,2634	0,0035		0,5263
Agriculture/ Foresterie/ Pêche	2,8314	0,0776	0,001	1,3169	0,1602
Résidentiel	5,3734	25,9251	0,3315	463,22931	49,2994
Autres	0,4224	0,000028	3,41E-06	0,0057	0,0011
Combustion de biomasse pour énergie					
Emission fugitive de combustible					
Système d'huile et de gaz naturel		-			
Exploitation de charbon		-			
2 .Procédés industriels	0,1274	-			8,74227
3. Agriculture		18,3564	2,2778	72,2573	
Fermentation entérique		14,816			
Gestion du fumier		0,6325	0,0472		
Culture de riz		0,0814		64,4954	
Brûlage de savane		2,4569	0,0304	7,7619	
Brûlage sur place des résidus Agricoles		0,3696	0,0108		
Sols cultivés			2,1894		
4. Changement d'affectation des terres et foresterie	-3000,413	0,094	0,00007	0,010	
Evolution du patrimoine forestier et autres stocks de biomasse ligneuse.	-3067,24				
Conversion des forêts en prairies.	8,894	0,094	0,00007	0,010	
Terres aménagées abandonnées.					
Correction du PH des sols : amendements calcaires	57,933				
5. Gestion des déchets		0,1741	0,3184		

Concernant la répartition des émissions de GES par secteur, il apparaît que les émissions dans le sous-secteur énergie représentent 60,39 % ; celles du sous-secteur de l'agriculture ; 36,8 %, celles du sous-secteur des procédés industriels ne représentent que 0,004 %.

Les forêts ont une capacité de séquestration d'environ 79 % par rapport aux émissions et cela se comprend aisément quand on sait que 60 % du territoire du Burundi est couvert par de la végétation.

Répartition des émissions de GES par secteur en %

Cependant, ces résultats pourraient être sensiblement améliorés en tenant compte des circonstances locales pour déterminer certains facteurs d'émissions, en intégrant des données plus actualisées et en revoyant certaines hypothèses. Il y a donc un besoin de mettre en place une base de données sur toutes les activités génératrices de GES, renforcer les capacités humaines nationales pour une maîtrise de ce domaine traitant des changements climatiques et mettre en place des mécanismes d'échange d'information et d'expérience avec d'autres pays particulièrement ceux de la sous-région. Une assistance technique et financière est indispensable pour pouvoir affiner ces premiers résultats d'inventaires des émissions de GES.

Description des politiques et mesures.***Projection des émissions des GES à l'horizon 2050.***

Les projections des émissions des GES à l'horizon 2050 ont tenu compte de l'évolution des paramètres socio-économiques tels que le taux de croissance de la population, le taux de croissance du PIB mais également des projections des productions, du plan d'action en matière de foresterie et des investissements prévus en matière d'équipements pour le traitement des déchets. Elles montrent que si aucune mesure n'est prise, les émissions anthropiques de GES vont régulièrement augmenter et atteindre parfois cinq fois leurs quantités actuelles, d'ici l'an 2050.

Politiques et mesures spécifiques d'atténuation des GES.

Des études ont donc été menées pour répondre à la question de savoir ce qu'il faudrait faire pour réduire les émissions anthropiques de GES et pour augmenter la capacité nationale de leur séquestration, et d'évaluer le coût des options retenues. Bien qu'elles aient été affectées par les limitations déjà relevées au niveau des inventaires, elles

aboutissent néanmoins à quelques propositions concrètes synthétisées ci-dessous et par secteur.

Secteur de l'Energie.

Les options d'atténuation consistent notamment en : (i) développement des systèmes solaires et des digesteurs à biogaz ; (ii) vulgarisation des foyers améliorés à bois et à charbon de bois ; (iii) remplacement dans les industries des chaudières à gasoil ou à biomasse par des chaudières électriques ; (iv) amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur.

Le Burundi devra donc prioritairement développer l'hydroélectricité et les interconnexions des réseaux électriques entre pays à travers les organisations sous-régionales de promotion de coopération en matière d'énergie à savoir : l'EGL, l'OBK et la SINELAC.

Secteur de l'Agriculture.

Selon les sources des GES émises dans le secteur, les options d'atténuation proposées sont reprises ci-dessous :

- Pour le contrôle des émissions issues du bétail domestique, il s'agira de : (i) assurer le passage de l'élevage traditionnel à l'élevage intensif ; (ii) améliorer la composition et l'utilisation des aliments du cheptel domestique ; (iii) promouvoir l'élevage d'animaux faiblement producteurs de méthane ; (iv) utiliser des digesteurs à biogaz dans la gestion du fumier.
- Pour le contrôle des émissions de GES issues du brûlage des savanes ou des mauvaises herbes, l'adoption des méthodes culturales comme le désherbage manuel, le binage et le labourage à traction animale ou mécanique, la rotation des cultures, le compostage et l'utilisation des résidus agricoles ou des mauvaises herbes pour l'alimentation du bétail pourraient réduire la quantité émise.
- Les mesures de réduction des GES issues des sols cultivés qui pourront être appliquées au Burundi sont : (i) l'utilisation des quantités optimales d'engrais azotés et leur application à des stades optimaux ; (ii) l'utilisation de la matière organique riche en azote ; (iii) la fixation symbiotique de l'azote et (iv) le drainage et l'aération du sol.
- Les alternatives technologiques pour réduire les émissions dans les rizières consistent quant à elles en : (i) vulgarisation des méthodes de drainage ; (ii) compostage des résidus de paille ; (iii) exploitation préférentielle des marais minéraux ; (iv) utilisation des variétés à cycle court ; (v) utilisation des variétés faibles productrices de méthane et (vi) semis à des dates optimales.

Secteur Procédés Industriels.

Les options possibles d'atténuation pourront être simplement réglementaires consistant à établir des normes de rejet des effluents gazeux dans l'air et à mettre en place des mesures d'incitation fiscale pour garantir le respect de ces normes.

Secteur Déchets.

Les mesures proposées sont : (i) le compostage des déchets en tas qui est bien approprié pour le Burundi car exigeant peu d'investissement financier et (ii) la sensibilisation des industriels pour qu'ils adoptent des dispositifs de pré-traitement des eaux usées avant leur évacuation dans le réseau public.

Le compostage des déchets permettra de réduire des émissions de méthane dont la quantité atteindra environ 92 Gg d'ici l'an 2050.

Secteur de la foresterie.

Les options de réduction des émissions ou de séquestration de GES sont axées sur la gestion efficace des forêts et espaces verts disponibles. Elles peuvent être regroupées en trois catégories :

- (i) la conservation du carbone par la maîtrise de la déforestation, la protection des forêts contre les feux de brousse et les défrichements intensifs ;
- (ii) l'augmentation de la fixation et du stockage du carbone par extension des écosystèmes forestiers, des plantations pérennes et par l'agroforesterie ;
- (iii) la bonne gestion de la demande en bois et du charbon de bois et l'amélioration des rendements à la production et à la transformation du bois.

Ces options font déjà partie de la politique du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement qui s'est fixé un objectif d'accroître de 30 000 hectares par an le couvert forestier. Ainsi, les superficies boisées seront augmentées de 159 313 ha en l'an 2005, ce qui permettra une séquestration supplémentaire de CO₂ équivalent à 2 216 Gg.

Politiques et mesures d'adaptation aux changements climatiques.

Les études de vulnérabilité des secteurs économiques et sociaux aux changements climatiques ont été confiées à l'Université du Burundi par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. Elles ont pris comme référence les scénarios de changements climatiques établis par l'Institut Géographique du Burundi qui a recouru à cette fin à l'utilisation du Modèle Had CM2 dont la résolution de 2,5°lat. x 3,75°long. a été jugée mieux adaptée pour le Burundi.

Scénarios de changements climatiques.

Les scénarios de changements climatiques élaborés montrent qu'au cours de la période 2000-2050, on assistera à une hausse constante de la température moyenne de l'air d'environ 0,4°C tous les dix ans. L'accroissement de la température atteindra 1,9°C à l'horizon 2050 et le réchauffement sera plus important pendant la grande saison sèche, de mai à octobre.

S'agissant des précipitations, celles-ci augmenteront légèrement en moyenne de 3 % à 10 %. Cependant certains mois tels que novembre à mars connaîtront une plus forte pluviométrie par rapport à la situation de base (>25 %). En revanche, le groupe de mois de mai et octobre verront leur pluviométrie diminuée de 4 % à 15 %.

Vulnérabilité des principaux secteurs socio-économiques.

La vulnérabilité aux changements climatiques a été analysée pour les secteurs qui semblent les plus vulnérables qui sont : les ressources en eau, l'énergie, l'agriculture, les écosystèmes naturels terrestres et aquatiques et la santé. La méthodologie adoptée a recouru suivant les cas, à la méthode analogique, à la modélisation et au jugement d'expert.

Les ressources en eau.

L'évolution de la situation hydrologique avec les changements climatiques montre une augmentation importante des débits des rivières qui se traduira par une forte érosion sur les collines et des inondations dans les bas fonds. Ces phénomènes affecteront la qualité de l'eau par l'augmentation de la charge en matières solides en suspension, les cultures dans le bas fonds par l'envasement de ces terres, et pourront causer la destruction des routes, des ponts, des infrastructures d'irrigation, etc.

Le Gouvernement du Burundi devra donc renforcer les actions de protection et de gestion conservatoire des ressources en eau en même temps qu'il adoptera des mesures allant dans le sens d'une meilleure gestion de l'espace et de promotion de l'hygiène pour éviter des catastrophes sanitaires.

L'énergie.

Les changements climatiques prévisibles d'ici l'an 2050 auront quelques impacts dans le secteur de l'énergie notamment : (i) un accroissement des pertes en ligne dans les dépressions ; (ii) une réduction possible de la production hydroélectrique pour les centrales en service et (iii) une réduction de la consommation de bois énergie par habitant.

Les mesures d'adaptation porteront sur la gestion coordonnée des lacs de retenue des centrales existantes pour contrôler la production hydroélectrique en même temps qu'il sera initié une étude sur l'impact des changements climatiques sur l'envasement de ces lacs.

Pour les nouvelles centrales, il conviendra d'accroître le volume utile des réservoirs de retenue pour atténuer les effets de la variation des débits et la hauteur de chute, et développer l'interconnexion des réseaux de transport.

S'agissant de la réduction de la consommation unitaire de bois énergie par habitant et par jour, cette dernière est un élément positif qui mérite d'être renforcé notamment en assurant le développement des énergies de substitution au bois énergie.

Paysages et écosystèmes naturels.

La partie Ouest du Burundi possède une diversité de paysages et d'écosystèmes qui sont parmi les plus vulnérables parce qu'exposés à des catastrophes naturelles tels que les inondations, les fortes érosions des sols, les glissements de terrain et les sécheresses.

Les impacts induits par les changements climatiques futurs se traduiront par une amplification des inondations dans les basses terres, une accélération de l'érosion dans les versants escarpés des Mirwa et une forte dynamique pluviale dans l'ensemble de la région.

L'écosystème du lac Tanganyika reste très vulnérable. En effet, l'augmentation de la température de l'air entraînera celle des eaux de surface et des eaux profondes, ce qui pourra favoriser une production primaire massive pouvant aller jusqu'à l'eutrophisation.

Les mesures d'adaptation porteront prioritairement sur les régions des Mirwa et de la crête Congo-Nil et consisteront en renforcement des programmes d'aménagement participatif des bassins versants ainsi que la protection efficace des aires protégées.

De plus, le Gouvernement élaborera et mettra en œuvre des plans d'aménagement appropriés des différentes zones inondables situées en dessous du niveau de 780 m, et renforcera les mesures visant à limiter l'entrée des substances fermentescibles et fertilisantes dans le lac Tanganyika, afin de ralentir le phénomène d'eutrophisation.

L'agriculture.

L'agriculture constitue un secteur fort vulnérable face aux changements climatiques. Cette vulnérabilité a été analysée pour les trois cultures vivrières principales : le haricot, le maïs et la patate douce. Les résultats montrent que, selon les scénarios de changements climatiques élaborés, il y aura une diminution progressive des rendements potentiels pour toutes les cultures aussi bien dans les zones de haute altitude que dans les zones de basse altitude.

Les pertes de rendement semblent faibles mais vont s'amplifier de 2010 à 2050, et cela quelles que soient la culture et la saison considérées. Bien plus, de toutes les cultures, les céréales sont les vulnérables aux changements climatiques.

Pour pouvoir s'adapter à ces changements, le Gouvernement renforcera la recherche des variétés de cultures adaptées aux températures prévues et intensifiera son programme en cours de développement de la micro-irrigation.

Pour pouvoir s'adapter à ces changements, le Gouvernement renforcera la recherche des variétés de cultures adaptées aux températures prévues et intensifiera son programme en cours de développement de la micro-irrigation.

Les mesures d'adaptation portent essentiellement à la mise en place des variétés de cultures adaptées aux températures prévues et à la maîtrise des dates optimales de semis.

La santé.

Au Burundi, les problèmes de santé intimement liés aux changements climatiques sont consécutifs au paludisme, à la schistosomiase, à l'onchocercose, aux maladies du péril fécal et à la problématique de la malnutrition.

Les projections du futur de la santé d'ici l'an 2050 et qui tiennent compte des scénarios des changements climatiques révèlent que : (i) dans les régions où la température moyenne annuelle se situe autour de 21°C actuellement, il existe une menace d'une recrudescence du paludisme, de la schistosomiase et de l'onchocercose ; (ii) les maladies du péril fécal jouiront des facteurs favorables (températures et précipitations en augmentation), à moins qu'entre temps une action énergique dans l'approvisionnement en eau potable, l'évacuation hygiénique des excréta et l'éducation pour la santé n'ait été entreprise pour améliorer les comportements humains ; (iii) les épidémies sporadiques de méningite peuvent devenir plus fréquemment cycliques si la température des mois secs devenait plus élevée qu'au cours de ces dernières années ; (iv) concernant la malnutrition, les facteurs limitant spécifiques au Burundi sont : une forte croissance démographique, l'exiguïté des terres et leur dégradation suite à l'érosion et aux pratiques culturales peu adaptées.

Autres informations

Stratégie Nationale de mise en œuvre de la CCNUCC.

Elle comprend : des stratégies inter-sectorielles, un plan d'actions stratégique concrétisé par des propositions de projets.

Les stratégies inter-sectorielles sont axées sur (i) le renforcement des institutions ; (ii) l'amélioration du cadre législatif et réglementaire ; (iii) la formation, l'information et la sensibilisation ; (iv) le renforcement de la formation environnementale dans les écoles ; (v) la mobilisation d'un appui financier international et (vi) le renforcement de la recherche sur les changements climatiques.

Le plan d'actions concerne les principaux secteurs socio-économiques : Energie, Agriculture, et Foresterie. Sa mise en œuvre est traduite par des propositions de projets que le Burundi compte soumettre aux mécanismes de financement.

Chapitre I. INTRODUCTION.

Le Burundi a ratifié la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques en date du 06 avril 1997 et s'est par conséquent engagé, en vertu de l'article 12, à préparer et présenter à la Conférence des Parties une Communication Nationale sur les Changements Climatiques. Pour ce faire, le Burundi a bénéficié d'un financement du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) octroyé dans le cadre du projet dénommé « Habilitation du Burundi à formuler sa première communication nationale au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques » (CCCC) BDI/98/G32.

Le financement acquis a permis au Burundi d'élaborer les inventaires nationaux des émissions anthropiques des gaz à effet de serre par leurs sources et l'absorption par leurs puits. De plus, il a pu mener des investigations sur les mesures qu'il envisage prendre pour appliquer la Convention conformément à l'article 12, alinéa b.

Tous ces éléments constituent ensemble la Communication Nationale pour le Burundi présentée dans le présent document et comprend six principales parties.

Après cette première partie introductive, le second chapitre traite de la situation nationale. Il s'agit d'une présentation succincte de tous les aspects physiques, climatiques, socio-économiques et environnementaux du Burundi. Un accent particulier est mis sur l'identification des besoins, des priorités et contraintes de développement des différents secteurs économiques.

Le troisième chapitre fait une synthèse des inventaires des émissions anthropiques des gaz à effet de serre au Burundi pour l'année de référence 1998. Il apparaît ainsi que le Burundi est un net émetteur de gaz à effet de serre pour une quantité égale à environ 794 Gg ECO₂. Les émissions du secteur de l'énergie représentent environ 60 % des émissions totales tandis que celles de l'agriculture représentent environ 36 %.

Le quatrième chapitre analyse dans son introduction les projections des émissions des GES à l'horizon 2050 si aucune mesure n'est prise par le Burundi.

Dans sa deuxième partie, il est fait une large description des politiques et mesures spécifiques d'atténuation des GES que le Burundi compte adopter ou aurait déjà prises et leurs impacts sur la réduction des émissions par secteur.

Dans sa troisième partie, il est fait une description des politiques et mesures d'adaptation aux changements climatiques induits par les émissions des GES. Ces changements se traduiront par une augmentation de température jusqu'à 2,3°C et une augmentation des précipitations pouvant atteindre 10 %, dans le cas du scénario haut, d'ici 2050.

Le cinquième chapitre contient les autres informations regroupant : la stratégie nationale de la mise en œuvre de la CCNUCC, le plan de mise en œuvre de la Convention ainsi qu'un résumé des projets que le Burundi compte soumettre aux mécanismes de financement.

Enfin le sixième chapitre porte sur les besoins financiers, technologiques et les contraintes afin d'améliorer la qualité des prochaines communications nationales.

Ainsi, le Burundi espère se joindre aux autres Nations du monde pour « stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique », objectif ultime de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.

Chapitre II. SITUATION NATIONALE.

II. 1. Situation géographique.

Le Burundi est un pays enclavé au cœur de la Région des Grands Lacs de l'Afrique. Il couvre une superficie de 27 834 Km² et se situe entre les méridiens 29°00'-30°54' Est et les parallèles 2°20' - 4°28' sud. Il a des frontières avec le Rwanda au Nord, la Tanzanie à l'Est et au sud, la République Démocratique du Congo à l'ouest. Il est bordé par le lac Tanganyika à l'Ouest dont 2634 Km² appartiennent au Burundi (voir figure II.1).

II.2. Contexte géologique.

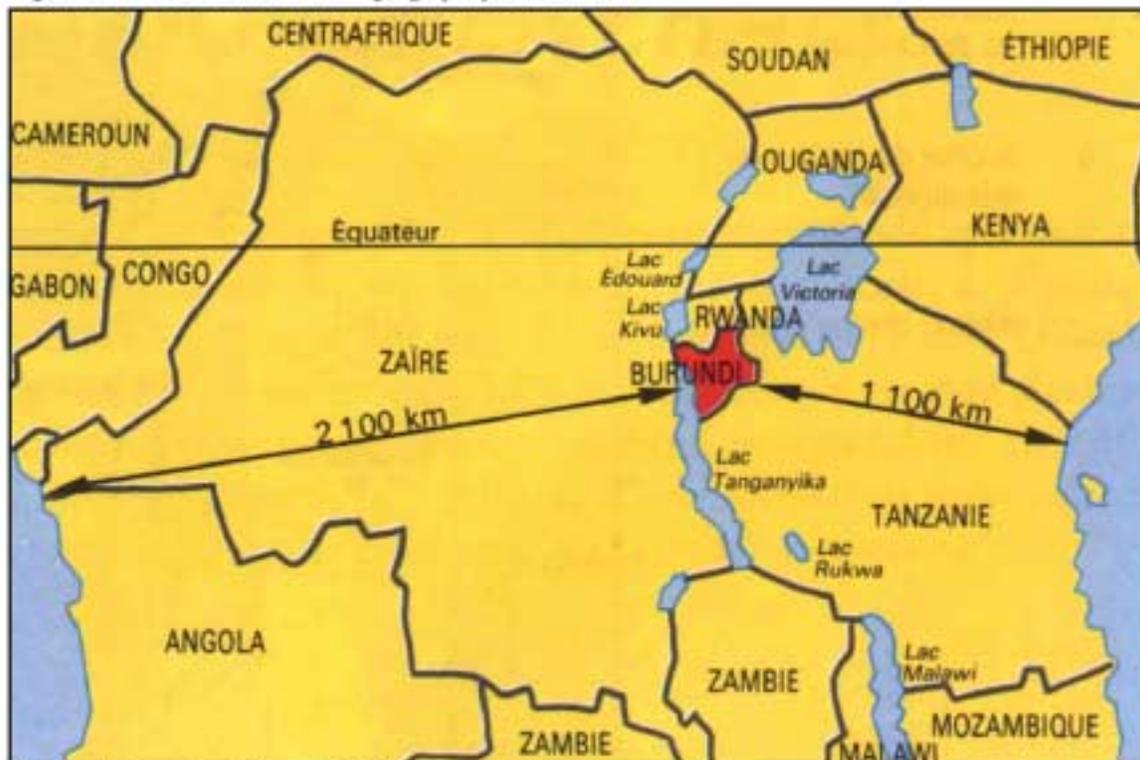
La Géologie du Burundi comprend 4 ensembles qui sont du plus récent au plus ancien :

- (i) *Les formations Cénozoïques et Quaternaires* : elles regroupent les sédiments meubles qui remplissent la plaine de l'Imbo à l'ouest du Burundi, quelques coulées basaltiques à Cibitoke ainsi que les tourbières des fonds de vallées de l'intérieur du pays.
- (ii) *Le Malagarazien ou Super groupe de la Malagarazi* : il s'agit du Protérozoïque Supérieur et affleure dans le sud-est. Le malagarazien est constitué de roches à faible métamorphisme comprenant des grès, quartzites, conglomérats, basaltes et calcaires dolomitiques. Ces derniers sont actuellement exploités sur certains sites pour la production de la chaux à petite échelle.
- (iii) *Le Burundien ou super groupe du Burundi* : il constitue le Protérozoïque moyen et occupe la majeure partie du pays. Le Burundien appartient à la chaîne Kibarienne qui part du Shaba (R.D.C) à l'Ouganda en passant par le Burundi et le Rwanda. Il comprend deux parties distinctes :
 - la partie occidentale riche en intrusions granitiques et basiques et où les roches sédimentaires à prédominance pélitique présentent un métamorphisme relativement élevé.
 - la partie orientale avec peu ou pas d'intrusions granitiques, sauf à Karuzi et Musinga avec des sédiments essentiellement arénacés peu affectés par le métamorphisme.

Entre les deux parties, aux environs de 30° méridien-Est se trouve la ceinture des roches basiques et ultrabasiques auxquelles sont associés les gisements de Nickel, Titane et Vanadium.

- (iv) *L'Archéen* : c'est l'unité géologique la plus ancienne connue au Burundi (>2600 m.a). L'Archéen affleure à 2 endroits : Nyanza-Lac et Mugeru (Cankuzo). Il est formé de migmatites, de gneiss granitiques avec intercalations d'amphibolites et méta quartzites.
Quelques minéraux dont le potentiel économique n'est pas encore déterminé existent notamment le zircon, la monazite et l'ilménite.

Figure II - 1 - Carte de localisation géographique du Burundi



Source: Géographie du Burundi, 1991

II.3. Relief.

Le relief comprend de l'Ouest vers l'est, les basses terres de l'Imbo, la zone escarpée des Mirwa, la crête Congo-Nil, les plateaux centraux, la dépression du Kumoso à l'Est et la cuvette du Bugesera au nord-est (voir figure n° II-2).

Les basses terres de l'Imbo sont situées à l'Ouest entre 774 m, niveau du Lac Tanganyika, et 1000 m d'altitude. Elles s'étendent entre la rivière Ruhwa et le Nord du lac d'une part, et à l'Est du lac d'autre part, jusqu'à la frontière tanzanienne au Sud

La crête Congo-Nil est constituée par le Mirwa, la crête et ses contreforts. Le Mirwa correspond au versant abrupt de l'ouest et est compris entre 1000 et 2000 m d'altitude.

La crête est le faite dissymétrique et irrégulier du relief du Burundi. Elle domine le lac Tanganyika de plus de 1000m. Du Nord au Sud, les sommets dominants de la crête Congo-Nil sont : TWINYONI (2652 m), TEZA (2665 m), HEHA (2670 m), INANZERWE-KIBIMBI (2517 m).

Les plateaux centraux sont constitués par des collines de tailles variées qui sont souvent séparées par des vallées larges à fond plat, marécageuses mais de plus en plus drainées. Les altitudes varient entre 1350 m dans la vallée de la Ruvubu et un peu plus de 2000 m sur quelques pointements à l'ouest et au sud.

La dépression de Kumoso à l'Est a une altitude qui varie entre 1125 m à la sortie de la Malagarazi à 1400 m dans l'extrême sud où elle se rattache à la dépression du Buragane.

La cuvette du Bugesera au nord-est a une altitude maximale de 1 550 m. Ses points les plus bas sont occupés par les lacs Rweru et Cohoha.

L'ensemble du Burundi est drainé par un chevelu de cours d'eau plus ou moins dense qui se rattachent aux deux plus grands bassins hydrographiques du continent africain à savoir le bassin du Congo et le bassin du Nil.

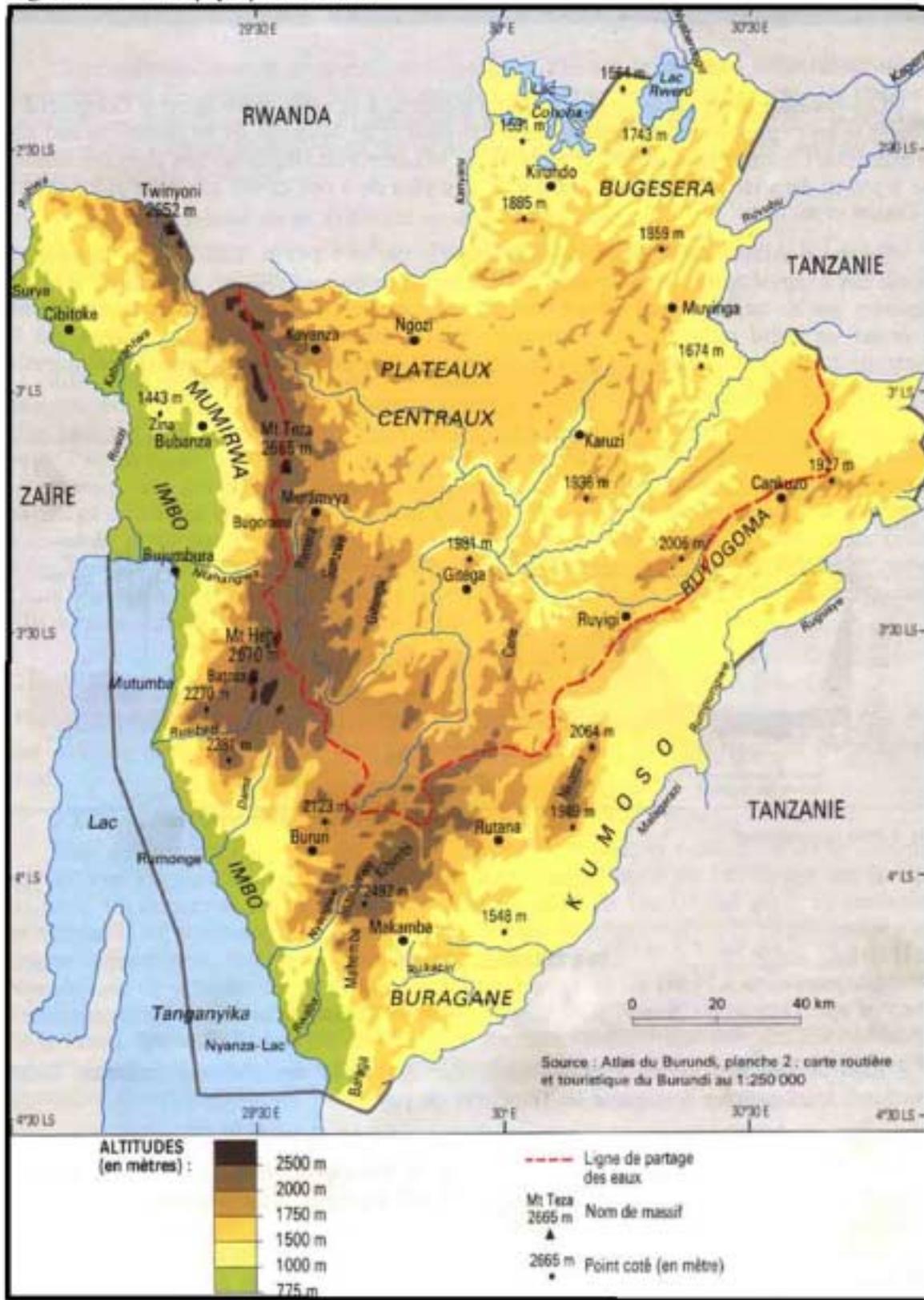
II.4. Végétation.

La végétation est composée de boisements artificiels et de formations végétales naturelles.

C'est à partir des années 1980 que le Gouvernement du Burundi a initié un vaste programme de reboisement. Les reboisements artificiels ont alors dépassé en superficie les pertes des forêts naturelles, mettant fin à une longue régression historique des ressources forestières. Entre 1978 et 1992, le taux de couverture forestière s'est élevé de 3 à 7,4 % passant de 25 428 ha à 146 000 ha. Une partie de ces boisements fut malheureusement détruite pendant la crise (environ 30 000ha).

En revanche, les formations végétales naturelles sont très réduites et pratiquement toutes, en régression ou alors récemment stabilisées. On distingue ainsi :

Figure II - 2 - Carte physique du Burundi



Source: Géographie du Burundi, 1991

- (i) *les forêts ombrophiles de montagne* sur les hautes terres du Burundi situées entre 1600m et 2600 d'altitude. Leur superficie est d'environ 50 000 ha dont 47 500 ha sont protégés.
- (ii) *les forêts de moyenne altitude*, entre 1000 m et 1600 m, sont des formations végétales des premiers contreforts menant aux escarpements des hauts sommets du Burundi occidental et les formations forestières de la dépression du Moso. Il s'agit notamment des forêts claires à *Brachystegia*.
- (iii) *les forêts de basse altitude*, entre 850-1100 m sont des formations végétales de la plaine de l'Imbo ou l'on distingue : la forêt sclérophylle à *Strychnos potatorum*, la forêt sclérophylle à *Euphorbia dawei* et la forêt sclérophylle à *Hyphaene benguellensis* var. *ventricosa* d'une superficie d'environ 1200 ha.
- (iv) *les savanes arborescentes et arbustives* occupent actuellement une superficie de 90 800 ha dont 50 900 ha sont actuellement protégés au Parc Nationale de la Ruvubu et au Parc National de la Rusizi.
- (v) *les marécages et les formations palustres* notamment : les papyraies pures et arbustives, les marais à *Phragmites*, etc.

II.5. Climat.

De par sa position géographique très proche de l'Equateur, le Burundi devait normalement connaître un climat équatorial caractérisé par des précipitations très abondantes et de faibles amplitudes thermiques.

Cependant le climat du Burundi est totalement modifié par l'altitude et dépend largement de la circulation atmosphérique intertropicale dominée par le Front Intertropical de Convergence (FIT) résultant de la mêlée entre l'Alizé du Sud-Est humide et des vents du Nord-Est secs, déviés vers le Sud à leur passage à l'Equateur.

Le FIT se déplace généralement entre 15° lat. sud et 15° lat. nord et s'étend sur une zone assez large appelée zone de Convergence Intertropicale (ZCIT) qui traverse le Burundi 2 fois par an en novembre et en avril.

La répartition des précipitations mensuelles correspond donc au déplacement du FIT au cours de l'année. Il en résulte donc deux saisons distinctes : une saison humide (d'octobre à mai), et une saison sèche (de juin à septembre). Le régime des pluies et donc bimodale en avril et novembre. Un ralentissement des précipitations habituellement appelé « petite saison sèche s'observe aussi en janvier et février. La température varie peu entre les saisons, elle atteint une moyenne annuelle de 24°C dans l'Imbo (Rusizi), 15,6 à Rwegura en altitude, à près de 2000 m (voir figure II.3).

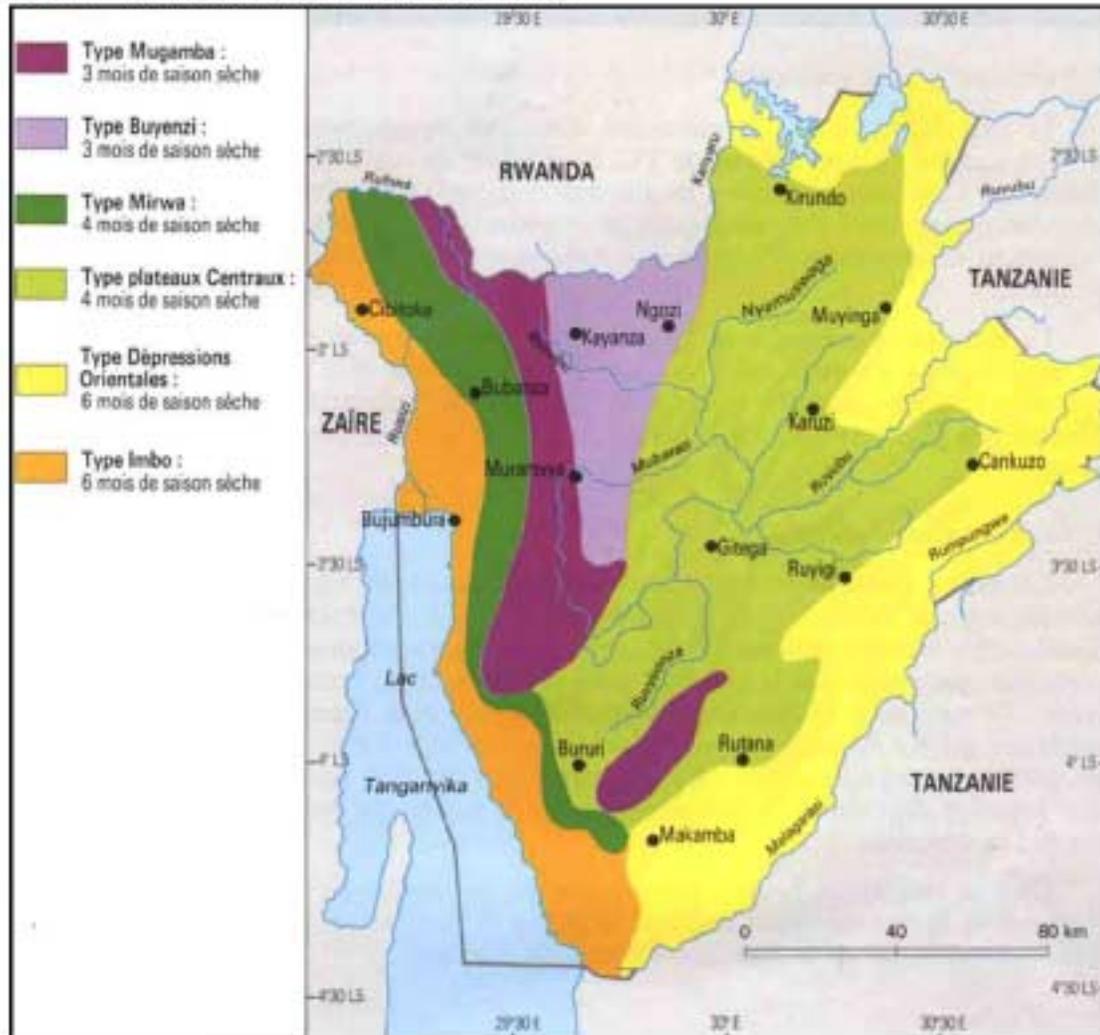
II.6. Situation socio-économique.

II.6.1. Population

Le Burundi compte actuellement environ 6 300 489 personnes. La densité démographique moyenne est de 250 habitants au km² contre 80 habitants au km² en 1960. Avec une croissance démographique d'environ 2,96 % et une moyenne de 7 naissances par femme, il est certain que cette densité continuera d'augmenter et pourrait doubler en 20-23 ans. Le taux de mortalité est relativement élevé. Avec la crise, il est passé de 15 à 17 pour mille entre 1993 et 1998. L'espérance de vie à la naissance est passée de 50 à 53 ans entre 1990 et 1998. Environ 47 % de la population est âgée de moins de 15 ans et 51,50 % étaient de sexe féminin au dernier recensement de 1990, (voir tableau II-1)

La crise survenue en 1993 a provoqué de brusques déplacements de population dont l'effectif était de 467 959 en 1998.

Figure II - 3 - Carte des régions climatiques du Burundi



Source: Géographie du Burundi, 1991

Tableau II-1 : Evolution de quelques indicateurs démographiques.

Année	Population totale	Taux de croissance démographique (%)	ISF ¹	Espérance de vie (années) ²	Taux brut de mortalité (‰)	Population active	Population déplacée
1990	52992793		6,69	51,6	15,6	2380823	-
1991	5451577		6,68	52,7	15,2	2436541	-
1992	5610360	2,95	6,67	53,8	14,8	2488279	-
1993	5769144	2,96	6,67	54,9	14,7	2539392	-
1994	5875413	2,94	6,66	54,4	15,3	2588922	130578
1995	5981682	2,83	6,65	53,9	16,6	2639583	477800
1996	6087951	2,83	6,64	53,4	16,9	2691402	576022
1997	6194220	2,85	6,64	51,5	17,0	2737798	616450
1998	6300489	2,7	6,68	53,4	16,9	2794395	467959

Source : Rapport sur le Développement Humain du Burundi, 1999.

1 : Indice synthétique de fécondité.

2 : Le niveau bas de l'espérance de vie est expliqué par l'effet de la pandémie du Sida

II.6.2. Conditions sociales.

Les difficultés politiques et économiques dans lesquelles vit le Burundi depuis 1993 ont contribué à amplifier le niveau de pauvreté de la population burundaise.

Le taux brut de scolarisation primaire qui en 1992 était de 67,32 % est passé à 42,85 % en 1995, et il était de 52,5 % en 1998. Le taux de couverture vaccinale est passé de 80 % à 48 % entre 1992-1994, et il est remonté à 60 % en 1998.

Le taux de mortalité infantile est en augmentation depuis 1993. Il est passé de 111,4 pour mille à 126,6 pour mille de 1993 à 1998. Le tableau II-2 montre l'évolution de quelques indicateurs sociaux.

Tableau II-2. Evolution de quelques indicateurs sociaux.

Année	.Taux d'alphabétisation des adultes	Taux brut de scolarisation du primaire	Taux de mortalité infantile	Taux de couverture vaccinale	Main d'œuvre (% de la population totale)
1992	37,98	67,32	113,8	80,00	44,35
1993	38,01	67,27	111,4	63,00	44,02
1994	37,86	44,72	115,2	48,00	44,06
1995	37,73	42,85	124,1	62,5	44,13
1996	37,62	45,30	126,6	55,00	44,21
1997	37,50	43,79	127,1	55,32	44,20
1998	37,37	52,5	126,6	60,00	44,35

Source : Rapport sur le Développement Humain du Burundi, 1999.

II.6.3. Economie.

L'économie burundaise est essentiellement basée sur l'agriculture. Celle-ci fournit environ 90 % des emplois et contribue pour près de 50 % au PIB. La pression démographique observée constitue un frein majeur aux possibilités d'amélioration de la production agricole. L'embargo imposé entre 1996-1998 a eu un impact négatif sur la production de tous les secteurs. Au total, le PIB a enregistré une baisse cumulative de 18,12 % de 1993 à 1998 tandis que le taux d'investissement intérieur brut est passé de 15,17 % à 6,54 % entre 1992 et 1997. L'inflation s'est accélérée de 6,6 % à 17 % entre les périodes 1988-1992 et 1993-1995 et a atteint le niveau de 31 % en 1997 (voir le tableau II-3).

Tableau II-3 : Evolution de quelques indicateurs économiques.

Année	PIB en milliards de FBU	Taux de croissance du PIB (%)	PIB par habitant en FBU constants	Taux d'inflation en % (1991 =100)	Investissement intérieur brut (% du PIB)	Ratio dette publique/ PIB en %	Taux de change en fin d'année en \$EU
1992	208,3	1,8	37133	5,60	15,17	11,2	233,7
1993	194,8	-5,7	33764	7,17	14,33	12,18	263,7
1994	188,8	-3,7	3213,1	14,77	9,56	125,4	247,6
1995	175,5	-7,3	29344	19,34	9,12	135,3	275,3
1996	160,4	-8,3	26350	26,40	9,98	144,4	319,8
1997	160,9	0,4	25975	31,12	6,54	141,4	406,3
1998	168,6	4,8	26763	12,5	-	143,6	503,9

Source : Rapport sur le Développement Humain du Burundi, 1999.

La monnaie burundaise a connu une forte dépréciation, son taux de change par rapport au E.U.\$ a plus que doublé entre 1992 et 1998. Il est passé de 233,7 à 503,9FBU.

La crise a également marqué un coup d'arrêt aux réformes économiques qui étaient engagées depuis 1986 dans le cadre du programme d'ajustement structurel.

Selon le Rapport Mondial sur le Développement Humain 2000, publié par le PNUD, le Burundi est classé en 170^e position avec un indicateur de développement humain (IDH) de 0,321 en 1998.

Le tableau II-4 ci-dessous fait une synthèse de quelques données socio-économiques importantes pour l'année 1994 et l'année 1998

Tableau II-4 : Synthèse de quelques données socio-économiques importantes pour l'année 1994-1998

Données de base	Année 1994	Année 1998
Superficie (Km²)	27 834,00	27 834,00
Superficie émergée (Km ²)	25 039,50	25 039,50
Superficie cultivable (% de la superficie émergée)	57,79	57,76
Superficie forestière (% de la superficie émergée)	7,79	8,02
Superficie des parcs et réserves naturelles (ha)	117 600,00	117 600,00
Population totale (nombre d'habitants)	5 875 413,00	6 300 489,00
Densité (habitants/Km ²)	234,60	251,60
Taux de croissance démographique (%)	2,94	2,96
Population urbaine(% de la population totale)	7,16	7,83
Taux de croissance de la population urbaine (%)	2,27	2,47
Espérance de vie à la naissance (ans)	54,4	53,00
Population de la plus grande ville (% de la population urbaine)	64,05	62,55
Population urbaine en dessous du seuil de pauvreté (%)	47,15	66,50
Population rurale en dessous du seuil de pauvreté (%)	48,85	56,42
PIB réel par habitant en FBU (aux prix de 1990)	3 1309,00	26 763,00
Part du secteur primaire (% PIB)	40,50	45,64
Part du secteur secondaire (% PIB)	21,18	16,69
Part du secteur tertiaire (% PIB)	38,32	37,66
PIB en milliards de FBU (100=1980)	188,80	168,60
Taux de croissance de PIB(%)	-3,08	4,79

Source: Banque de données DHD, 1999.

II.6.4. Agriculture et élevage.

L'agriculture occupe 94 % de la population active et participe à plus de 50 % au Produit Intérieur Brut (PIB), fournit 95 % des apports alimentaires et plus de 80 % des recettes en devises. La superficie agricole potentielle couvre 2 350 000 ha dont 1 900 000 ha de superficie utile.

Les cultures vivrières dont les récoltes sont destinées essentiellement à l'autoconsommation des ménages occupent 90 % des terres cultivées et contribuent à près de 80 % du Produit Intérieur Brut agricole. La production vivrière totale pour l'année 1998 était estimée à 3 858 438 tonnes, et par rapport aux besoins alimentaires de la population, elle accuse un déficit de 26 000 tonnes pour les céréales, 58 000 tonnes de légumineuses, 27 000 tonnes de racines et tubercules et 168 000 tonnes de bananes.

Les cultures de rente, surtout le café et le thé génèrent à eux seuls 90 % des recettes en devises, entrent pour 7,5 % au PIB et occupent une superficie totale d'environ 100 000 ha, soit près de 10 % de la superficie cultivée. La production de café, de thé, de coton, de l'huile de palmes, quinquina, a progressivement baissé depuis 1994 consécutivement à la crise qui a entraîné la diminution de la superficie emblavée, la destruction et ou l'abandon des infrastructures et unités de production, la pénurie des intrants agricoles suite notamment à l'embargo (1996-1998) et aux faibles performances des services d'appui à la production (voir en annexe 5 protections agricoles pour l'année de référence, 1998).

L'élevage au Burundi est de type extensif et contribue pour environ 4,6 % au PIB, soit, 14,7 Milliards BIF en 1997. L'évolution des effectifs dénote une réduction de 15 à 20 % pour les différentes espèces suite à la crise. Mais le facteur de déclin le plus important reste la forte pression démographique qui entraîne une mise en culture des terres de pâturage, réduit les ressources alimentaires pour un élevage presque exclusivement extensif.

Afin de faire face aux *besoins urgents de réduire la pauvreté rurale et assurer la sécurité alimentaire pour tous*, les *objectifs prioritaires* suivants sont poursuivis :

- Relancer la production agro-sylvo-zootechnique afin de recouvrer et consolider l'autosuffisance alimentaire et contribuer au redressement des recettes fiscales, des devises et des revenus familiaux ;

- Améliorer la productivité et la rentabilité du secteur agricole de manière à transformer l'agriculture de subsistance en une agriculture de marché dont la croissance permettra d'absorber celle de la population (environ 3 %) et de dégager des surplus commercialisables.

De nombreuses *contraintes* entravent néanmoins la réalisation de ces objectifs notamment la pression démographique et le régime social de succession, les difficultés d'accès aux facteurs de production performants suite au faible pouvoir d'achat et à l'inorganisation des familles rurales ainsi qu'à l'étroitesse du marché d'écoulement des produits agricoles, à la faible intégration du secteur agricole aux autres secteurs de l'économie nationale, etc.

II.6.5. Industrie.

Le secteur industriel au Burundi est encore à l'état embryonnaire. La production industrielle (valeur ajoutée en % du PIB) était de 16,39 % en 1992 et 19,95 % en 1993. Elle a fortement diminué, suite à la crise, passant de 9,8 % en 1994 à 8,44 % en 1995, pour remonter très timidement jusqu'à 9,61% en 1998. La quantité de main-d'œuvre utilisée dans le secteur n'excède pas les 2 % de la main-d'œuvre totale du pays en 1998.

Le parc industriel comprend en peu plus d'une centaine d'entreprises dominées par les industries alimentaires. La grande majorité des industries se trouvent dans la Capitale Bujumbura. Hormis la production de la chaux, l'industrie burundaise est essentiellement agroalimentaire et contribue peu à la production de gaz à effet de serre.

Les priorités du Gouvernement dans le secteur de l'industrie sont notamment :

- la création de petites et moyennes entreprises tendant à intégrer l'industrie burundaise dans le cadre régional ;
- le développement d'une industrie basée sur les matières premières agricoles en vue d'intégrer l'agriculture à l'industrie ;
- la décentralisation de l'industrie en aménageant des pôles de développement;
- le choix des technologies compatibles avec la dimension des marchés locaux.

Les contraintes financières bloquent l'adoption des technologies et procédés moins polluants et sans effets nocifs sur l'environnement.

II.6.6. Ressources hydrauliques.

Les ressources en eau du Burundi sont dans l'ensemble abondantes grâce à une bonne pluviosité et à la rétention d'eau par les marais et les lacs, en particulier le Lac Tanganyika. Les pluies apportent par an 31 900 millions de m³ dont 21 850 quittent le pays par évaporation. Les débits importés par les cours d'eau ajoutent 8170 millions de m³/ an, soit 259 m³/sec. Le lac Tanganyika est l'une des plus grandes réserves d'eau douce du monde et contient 20 000 km³ d'eau.

Le bilan hydrique par bassin versant, fait ressortir un débit moyen des cours d'eau de 319 m³/sec, soit un volume annuel de 10 061 x 10⁶m³. Le total du débit de base pour une année moyenne estimée en calculant la moyenne des minima mensuels s'élève à 237 m³ /sec, tandis que le débit garanti est de 197 m³/sec.

La répartition des sources en eau et des eaux souterraines est inégale par région naturelle. Les périphéries de basses altitudes sont plus arides et présentent une saison sèche plus longue. Les régions de la Crête Congo-Nil jouent un rôle important dans le bilan hydrique car elles sont non seulement les plus arrosées, mais en même temps les pertes dues à l'évapotranspiration sont limitées par les températures relativement basses.

Le Burundi dispose de trois grands lacs situés aux frontières du pays. Il s'agit du Lac Tanganyika qui contient 20 000 000 x 10⁶ m³, le Lac Cohoha qui contient 530 x 10⁶ m³ et le Lac Rweru avec 370 x 10⁶ m³ d'eau. Ces deux derniers lacs sont vulnérables face aux perturbations du régime et de la charge des eaux pouvant résulter de l'érosion des sols, du défrichement des fonds de vallées et de l'instabilité pluviométrique.

Les ressources en eau restent peu utilisées dans le processus du développement socio- économique du pays.

L'utilisation de l'eau à usage non potable se répartit essentiellement entre l'agriculture et la production de l'hydroélectricité.

L'eau consommée par l'agriculture et l'élevage est essentiellement pluviale. Néanmoins le programme de développement hydro-agricole à moyen et long terme envisage l'irrigation de 215 000 ha, ce qui représente 27 % de la surface agricole utilisée.

L'hydroélectricité occupe le second rang après l'agriculture dans l'utilisation de l'eau non potable. Le pays dispose au total de 27 centrales hydroélectriques dont les besoins en eau sont de l'ordre de 356 m³ par seconde.

Le potentiel hydroélectrique économiquement exploitable est évalué à 300 MW et les besoins en eaux sont estimés à 61,62m³/sec, soit environ 20 % du débit national disponible, sans considération du débit des rivières transfrontalières.

Les besoins de consommation d'eau potable en milieu urbain doublent tous les dix ans : 22 millions de m³ en 1990, 40 millions de m³ prévus en l'an 2000 et 70 millions de m³ prévus pour l'an 2010.

En milieu rural, le taux de croissance des besoins en eau potable est de 58 % tous les dix ans. Ils passent de 170 millions de m³ en 1990 à 293 millions de m³ en l'an 2000 et à 434 millions de m³ en 2010. Il faudrait noter qu'en milieu rural, 51 % de la population s'approvisionnent en eau potable aux sources aménagées, aux bornes fontaines, et une faible proportion aux puits, tandis que 49 % restant puise naturellement l'eau des rivières et des lacs.

Les contraintes dans la gestion efficace, équitable et durable des ressources hydrauliques sont notamment liées à : (i) une répartition géographique inégale ; (ii) une multiplicité d'intervenants entraînant des problèmes de coordination et partant de dispersion d'efforts ; (iii) une structure de l'habitat dispersé et le relief accidenté constituant un frein au développement des réseaux pour la couverture des besoins en eau des usagers ; (iv) peu d'intérêt accordé à la gestion, à la protection et à la conservation des ressources en eau qui a fait que jusqu'en 1998 le Burundi n'avait pas encore de politique nationale de l'eau.

Les besoins dans le secteur des ressources hydrauliques sont principalement : (i) l'augmentation du taux de desserte en eau potable en milieu rural et particulièrement dans les régions déficitaires en eau ; (ii) la réhabilitation des infrastructures détruites de production et de distribution d'eau ainsi que le réseau des stations pluviométriques et limnimétriques ; (iii) la mobilisation de moyens financiers importants pour faire face aux besoins d'investissement dans le secteur de l'eau ; (iv) le renforcement des capacités humaines et matérielles des institutions concernées par le secteur ; (vi) la coordination des interventions au niveau des ministères, organismes parapublics et ONGs.

II.6.7.Énergie.

En 1998, les formes d'énergie consommées au Burundi étaient : le bois énergie inclusivement le charbon de bois : 95,3 % du bilan énergétique global ; les produits pétroliers : 3,9 % ; l'électricité : 0,6 % ; la tourbe : 0,2 % et les énergies nouvelles et renouvelables en quantité négligeable (voir Annexe 1 : Bilan énergétique pour l'année 1998).

Le bois énergie reste le combustible le plus consommé par la majorité de la population dont plus de 76 % revient à la consommation des ménages ruraux pour la cuisson, le chauffage et l'éclairage. En milieu urbain, l'usage du bois -énergie est plutôt centrée sur le charbon de bois utilisé pour la cuisson des aliments.

La consommation annuelle moyenne de biomasse énergie est estimée à 0,5 tonnes/habitant, soit 3 000 000 de tonnes pour le pays alors que les boisements ne produisent que 1,5 à 2 millions de tonnes de bois. La différence paraît comblée par les résidus de récoltes au détriment des restitutions organiques au sol.

Les produits pétroliers constituent quant à eux une source d'énergie essentielle pour les activités économiques en général et les industries en particulier. Ils sont en leur totalité importés et ne cessent d'augmenter en fonction du parc automobile croissant. Pour l'année 1998 de référence, les importations et les consommations sont respectivement de 45 570,32 tonnes et 47 956,69 tonnes.

Concernant *l'électricité*, elle est constituée en grande partie par l'hydroélectricité (plus de 95 %) et dans une moindre mesure par l'électricité thermique. La production par d'autres sources (photovoltaïques, éoliennes, etc.) est encore marginale.

Le Burundi dispose d'un important potentiel hydroélectrique estimé à 6000 GWh (1300MW) dont 1500 GWh (300 MW) seraient économiquement exploitables. Il possède une puissance hydroélectrique installée de 32 MW générée par 27 microcentrales dont une seule a une puissance de 18 MW.

Pour couvrir ses besoins en électricité, le Burundi doit faire recours à la centrale de Ruzizi I et à celle de Ruzizi II. A titre indicatif, en 1998 la production d'énergie a été de 140 641 MWh tandis que la consommation correspondante s'élevait à 112 681 MWh. L'énergie importée s'élevait alors à 32 426 MWh, soit 29 % de la consommation totale.

La consommation moyenne actuelle d'électricité qui est d'environ 20 KWh par habitant et par an est un indicateur de faible niveau de desserte en énergie électrique : l'électricité n'est encore accessible qu'à environ 2 % de la population.

La tourbe est un combustible abondant. Les réserves sont estimées à environ 100 millions de tonnes dont 57 millions de tonnes sont considérées comme économiquement exploitables. La consommation annuelle en tant que combustible est d'environ 10 000 tonnes mais la capacité réelle de production annuelle de l'Office Nationale de la Tourbe serait de 20 000 tonnes.

Les grands consommateurs restent les collectivités publiques (camps militaires, établissements secondaires,...). L'utilisation de ce combustible dans les ménages et les industries comme substitut aux produits pétroliers et au bois de chauffe se heurte à une réticence de par sa qualité. En effet, sa teneur en cendre est très élevée (16%) et sa combustion dégage beaucoup de fumées.

Enfin, la contribution des énergies telles que *l'énergie solaire*, (5 KW h/j/m² d'ensoleillement) et *le biogaz* dans la satisfaction des besoins en énergie reste très faible.

Les besoins dans le secteur de l'énergie sont immenses. Il faudrait à court et moyen terme : (i) augmenter le taux d'électrification du pays par le réseau existant ; (ii) rendre disponible des sources d'énergies modernes et adaptées au milieu rural en réhabilitant les systèmes solaires et biogaz endommagés pendant la crise ; (iii) augmenter la production énergétique nationale notamment par la construction de nouvelles centrales hydroélectriques et la rationalisation des infrastructures de production existante ; (iv) améliorer la sécurité d'approvisionnement en électricité et en produits pétroliers ; (v) augmenter l'efficacité énergétique dans l'utilisation du bois ; (vi) maîtriser les données du sous secteur des énergies de biomasse par une mise en place d'un cadre de suivi du secteur des énergies domestiques.

Les contraintes qui s'opposent à la satisfaction de ces besoins sont principalement liées au manque de moyens financiers pour investir dans le secteur.

Les différents secteurs socio-économiques et les ressources naturelles ainsi décrites restent néanmoins vulnérables aux changements climatiques.

En effet, les facteurs climatiques comme les précipitations et la température influencent la production agricole et d'élevage et en même temps la production industrielle qui est principalement agroalimentaire. Ils influencent également la quantité et la qualité des ressources en eau ainsi que le potentiel hydroélectrique qui est tributaire du débit annuel moyen des rivières.

La variation des paramètres climatiques est aussi à la base de la présence de certaines maladies comme le paludisme dans certaines régions du Burundi, qui autrefois n'en connaissaient pas. Autant de raisons qui ont poussé le Burundi à mener des études de vulnérabilité des principaux secteurs socio-économiques et à adopter des mesures d'adaptation aux changements climatiques (voir point IV.3).

II.6 8. Situation de l'environnement.

La situation actuelle de l'environnement au Burundi fait ressortir trois problèmes majeurs, à savoir : (i) la dégradation et l'épuisement des sols ; (ii) la dégradation des ressources sylvicoles, et (iii) la dégradation de l'environnement humain.

La dégradation et l'épuisement des sols sont consécutive à plusieurs causes dont la plus importante reste la forte croissance démographique qui implique une exploitation excessive des terres et une réduction des espaces naturels. Les autres facteurs sont

notamment liés à la topographie, le climat, la nature même des sols, les pratiques culturelles, le surpâturage, le régime successorale, etc.

Après avoir essayé plusieurs techniques, sans succès, pour faire face à cette dégradation, le choix semble actuellement porté vers l'intégration agro-sylvo-zootechnique.

La dégradation des ressources sylvicoles, quant à elle, concerne aussi bien la végétation et la forêt naturelle que les boisements artificiels.

Les principales contraintes en matière de conservation de la végétation et des forêts naturelles sont notamment : le conflit entre les ressources et la population riveraine, la persistance de la pauvreté des populations, l'insuffisance des ressources financières allouées à la conservation de la nature et l'éducation environnementale.

Pour faire face à cette dégradation, le Gouvernement préconise la mise en place d'une politique d'implication des populations dans la gestion des aires protégées et des écosystèmes vulnérables.

S'agissant des boisements artificiels, ces derniers sont sans cesse soumis à la pression pour l'installation des populations sinistrées suite à la crise, la satisfaction des besoins en énergie de bois et les spéculations agricoles.

La dégradation de l'environnement humain est, quant à elle, la conséquence directe de la crise qui a occasionné la destruction des infrastructures d'assainissement et par conséquent la dégradation des conditions d'hygiène pour beaucoup d'habitants. Le niveau des services chargés de la collecte des déchets ménagers dans la ville de Bujumbura a baissé et les projets d'assainissement de la ville qui étaient en cours d'étude ou de réalisation ont été arrêtés.

II.7. Changements Climatiques : étapes franchies.

Dès que le Burundi a ratifié la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, le 06 avril 1997, il s'est engagé en vertu de l'article 4 alinéa b, à établir, mettre en oeuvre, publier et mettre à jour des programmes nationaux, et le cas échéant, régionaux contenant des mesures visant à atténuer les changements climatiques en tenant compte des émissions anthropiques par leurs sources et l'absorption par leur puits de tous les gaz à effet de serre non réglementés par le Protocole de Montréal, ainsi que des mesures visant à faciliter l'adaptation appropriée aux changements climatiques.

Les programmes et mesures déjà adoptés par le Burundi ont trait notamment aux aspects de politique, d'institution, de législation, de création de capacités nationales et également à quelques études.

II.7.1. Au niveau politique.

Le Burundi s'est doté d'outils politiques de gestion durable des ressources naturelles et de l'environnement. Il s'agit : du Plan Directeur de l'Eau (1998) ; de la Stratégie Nationale pour l'Environnement au Burundi et du Plan d'Action Environnementale (1998). De plus, un Plan Directeur d'Aménagement des Marais et une Politique Nationale de Gestion des

Ressources en Eau au Burundi viennent d'être élaborés et attendent d'être adoptés par le Gouvernement.

II.7.2. Au niveau institutionnel.

Le Burundi dispose depuis 1980 d'une institution chargée de la collecte des données sur le climat. Il s'agit de l'Institut Géographique du Burundi dont le responsable au plus haut niveau assure en même temps le rôle de point focal de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques et le Protocole de Kyoto, au niveau national. Cet institut a besoin de moyens financiers pour renforcer son réseau climatologique et hydrologique sur tout le territoire.

De plus, le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, créé en 1988, s'est doté progressivement de structures lui permettant de remplir sa mission principale de planification, de coordination, d'exécution d'actions et programmes internationaux en matière de protection de l'environnement. La dernière structure qui vient d'être créée est le Département de l'Environnement (1999) qui assure la direction nationale du Projet "Habilitation du Burundi à formuler sa première Communication Nationale au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques", BDI/98/G32.

Cette structure qui est appelée notamment à coordonner la mise à jour des inventaires des GES et la préparation des communications ultérieures aura besoin d'un renforcement de ses capacités humaines, matérielles et financières.

II.7.3. Au niveau législatif.

Il convient ici de signaler que le Gouvernement du Burundi vient de promulguer la loi n°1/010 du 30 juin 2000 portant Code de l'Environnement de la République du Burundi. Le Code "fixe les règles fondamentales destinées à permettre la gestion de l'environnement et la protection de celui-ci contre toute forme de dégradation, afin de sauvegarder et de valoriser l'exploitation rationnelle des ressources naturelles, de lutter contre les différentes formes de pollutions et nuisances et d'améliorer les conditions de vie de la personne humaine, dans le respect de l'équilibre des écosystèmes".

Sans être spécifique pour les problèmes liés aux changements climatiques, le Code prévoit en son chapitre 3 des dispositions réglementant les rejets dans l'air qui "sont de nature à générer une pollution atmosphérique au-delà des limites qui seront fixées par voie réglementaire". Un texte d'application de ce code qui intègre les aspects de changements climatiques devra être élaboré ultérieurement.

II.7.4. Création de capacités nationales.

Le fait de participer à l'exécution du projet ci-haut cité a permis aux cadres des institutions participantes (Direction Générale de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Direction Générale du Suivi-Evaluation, la Direction Générale de l'Eau et de l'Energie, Université du Burundi) de bien prendre conscience de la problématique des changements climatiques et d'acquérir une base solide de connaissances dans les techniques de réalisation des inventaires des GES, et de mener des études de vulnérabilité, d'atténuation et d'adaptation aux changements climatiques. En effet, des sessions spéciales de formation ont été organisées à leur intention et à cette fin. Il reste que ces connaissances devraient être consolidées à l'aide de formations complémentaires sous forme de stages de courte durée et de séminaires.

II.7.5. Etudes déjà réalisées.

La plupart des études réalisées en matière de changements climatiques l'ont été dans le cadre du Projet BDI/98/G32. Il s'agit des inventaires des émissions anthropiques des Gaz à effet de serre au Burundi dont les résultats sont présentés dans le chapitre III, des études d'atténuation des émissions de GES et des études de vulnérabilité aux changements climatiques dont les résultats sont présentés dans les chapitres IV.2 et IV.3.

Quelques autres études ont été réalisées et ont porté sur le programme d'économie d'énergie dans les industries (FRISA, 1998), la consommation d'énergie dans les ménages (F. NKURUNZIZA, 1994) et l'étude de la filière bois (BESSE et GUIZOL, 1991). Même si ces études n'ont pas été faites dans le cadre de la CCNUCC, elles ont fourni des données utiles pour les secteurs étudiés dans le cadre du susdit projet.

Chapitre III. INVENTAIRE DES GAZ A EFFET DE SERRE.

Introduction.

Les inventaires des émissions anthropiques des GES au Burundi ont été réalisés au courant de l'année 1999, et les résultats ont été publiés dans un document de synthèse en octobre 2000.

Les secteurs couverts par cet inventaire sont : (i) l'énergie ; (ii) les procédés industriels ; (iii) l'agriculture ; (iv) les changements d'affectation des terres et la foresterie ; (v) la gestion des déchets. Les travaux d'inventaire ont été confiés à des institutions locales : la Direction Générale de l'Eau et de l'Energie, la Direction Générale de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et la Direction Générale de Suivi-Evaluation.

III.1. Méthodologie générale.

Les inventaires se sont focalisés sur les gaz suivants : le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et l'oxyde nitreux (N₂O). Les autres gaz concernés sont : NO_x, CO et les composés volatils non méthaniques (COVNM).

Les évaluations des gaz à effet de serre au Burundi se sont basées sur la méthodologie décrite dans les lignes directrices du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat (GIEC) dans sa version révisée de 1996, pour se conformer à l'accord international de standardisation de la méthodologie pour évaluer les émissions.

La plupart de données qui étaient nécessaires pour l'évaluation des gaz à effet de serre n'étaient pas disponibles dans les banques de données traditionnelles de telle manière qu'il a fallu procéder à des enquêtes dans les différentes institutions, les sociétés, les établissements et les industries qui pouvaient en disposer.

La plupart des facteurs d'émissions utilisés dans toutes les estimations sont ceux par défaut proposés par le GIEC étant donné qu'au niveau du Burundi il n'existait pas de facteurs estimés localement.

L'incertitude relative au niveau d'activités a été fortement accentuée par la crise dans laquelle vit le pays depuis 1993 et qui a paralysé notamment les structures institutionnelles susceptibles de fournir les données dans certains secteurs.

III.2. LES EMISSIONS DES GES AU BURUNDI.

III.2.1. L'énergie.

Les données de base utilisées pour l'évaluation des émissions de GES issues du secteur de l'énergie proviennent d'une enquête menée qui avait pour objectif de collecter des données réalistes sur l'utilisation des produits pétroliers énergétiques (l'essence, le gasoil, le kérosène, le jet kérosène, l'avgas et le fuel), des produits pétroliers non énergétiques (lubrifiants et bitumes), le bois, le charbon de bois, les déchets végétaux et agricoles ainsi que la tourbe, et cela dans les secteurs d'activités suivants : (i) Industries énergétiques ; Industries manufacturières et de construction ; (iii) Secteur commercial et institutionnel ; (iv) Secteur résidentiel ; (v) Secteur agriculture/foresterie/pêche ; (vi) Secteur des transports (routier, maritime et aérien) ; (vii) Autres (mines).

Le tableau en Annexe 2 présente les résultats des émissions de CO₂ tandis que le tableau en Annexe 3 présente les émissions des non-CO₂.

Les émissions de CO₂ produites sur le territoire burundais suite aux activités anthropiques énergétiques, sont estimées à 143,05399 Gg en plus des émissions des non-CO₂.

Synthèse des émissions du secteur de l'énergie.

Tableau III.1 Synthèse des émissions du secteur de l'énergie en Gg.

Source de GES	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NOx	CO	COVNM
Total Energie	143,0539	26,2989	0,3368	10,0393	464,5519	51,3644
Fuel de combustion						
Industries énergétiques	0,3555	0,00014	2,83 E-06	0		0,000023
Industries man. et construction	31,0418	0,0134	0	0,042		0,4184
Transport	90,1372	0,0192	0,0008	1,8214		1,3538
Commercial et institutionnel	12,8922	0,2634	0,0035	0,0897		0,5263
Agr./Forest/Pêche	2,8314	0,0776	0,001	0,0579	1,3169	0,1602
Résidentiel	5,3734	25,9251	0,3315	8,9322	463,2293	49,2994
Autres	0,4224	0,00028	3,41 E-06	0,0068	0,0057	0,0011

Répartition des émissions du secteur énergétique.

Tableau III .2 : Répartition des émissions du secteur énergétique

Secteurs	Emissions de GES en Gg.					Total ECO ₂
	CO ₂	CH ₄	CO	N ₂ O	Gg	%
Résidentiel et autres	8,6272	637,0668	1393,655	106,4010	2145,750	93,74 %
Transports	90,1372	0,4698	0	0,2579	90,8649	3,97
Industries	31,39735	0,3294	0	0,0009	31,7276	1,39
Comm.et inst.	12,89224	6,4533	0	1,12	20,4655	0,89
TOTAL	143,0589	644,3193	1393,655	107,7798	2288,808	100 %

Ce tableau montre qu'au niveau du secteur énergétique, les émissions des GES proviennent en grande partie du sous-secteur résidentiel (plus de 93 %). Ces émissions sont liées essentiellement à l'usage du bois, et des résidus de bois ainsi que du charbon de bois. Ceci semble en parfait accord avec la situation déjà connue, comme quoi le bois et le charbon de bois entrent pour plus de 95 % dans le bilan énergétique au Burundi

Figure III.1 Répartition des émissions du secteur énergétique.

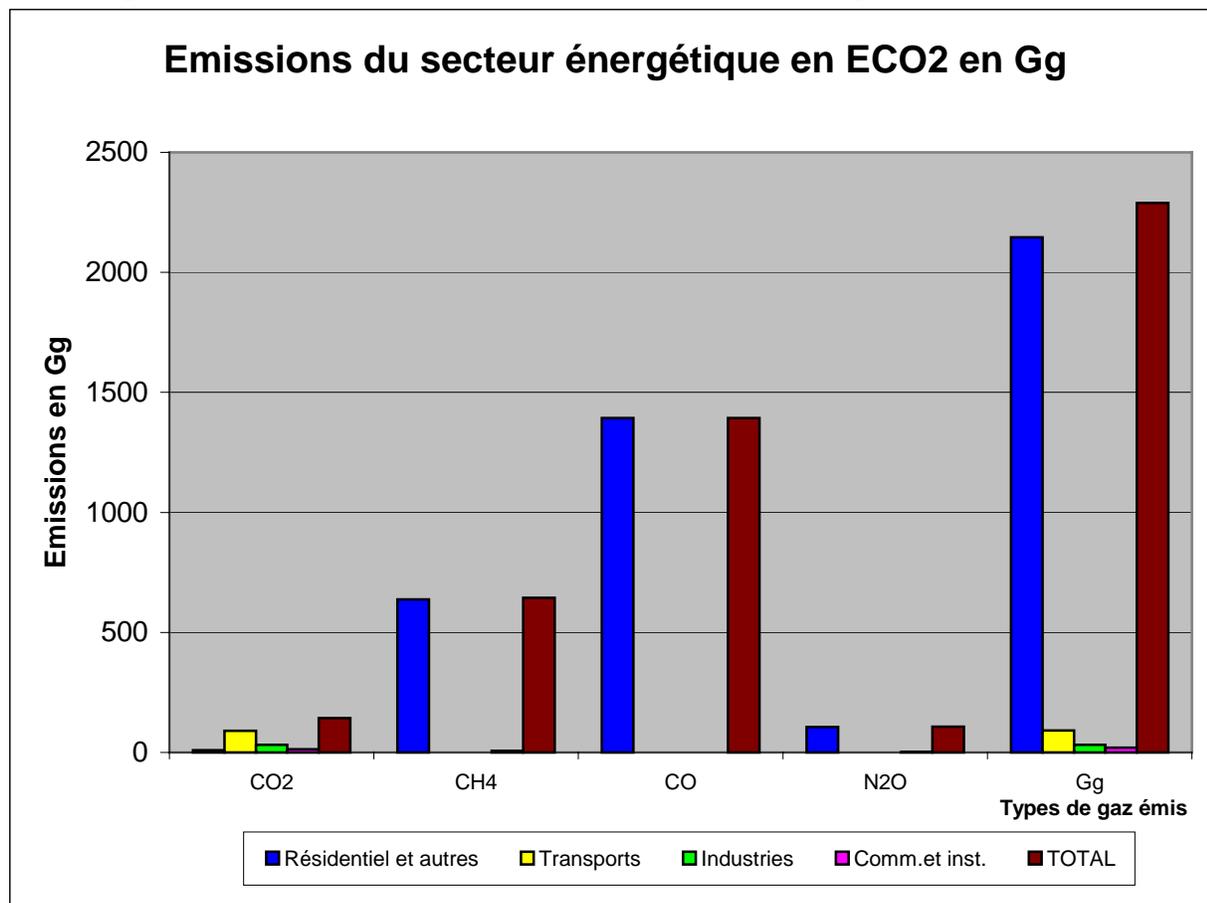
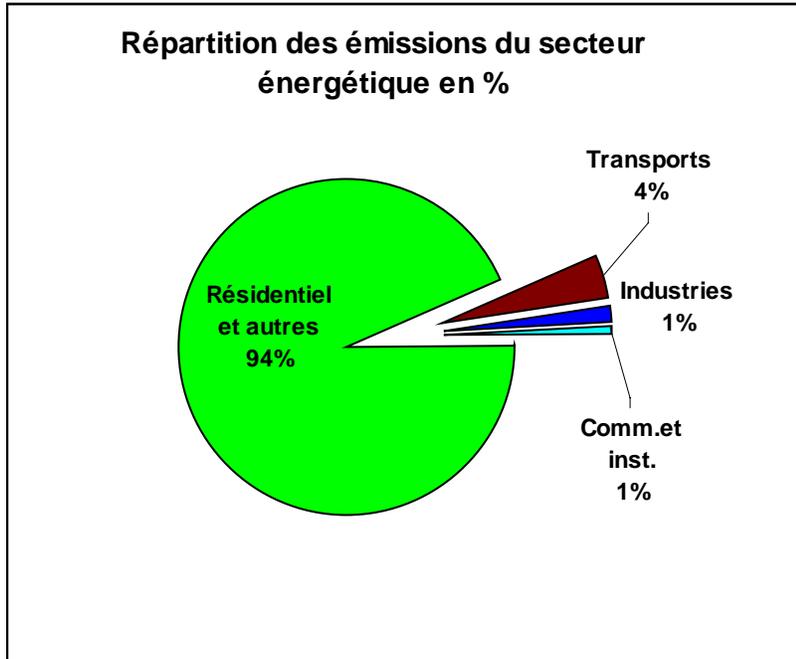


Figure III.2. Répartition des émissions du secteur énergétique en %.

**Incertitudes.**

Les données utilisées recèlent quelques incertitudes liées :

- (i) aux consommations de combustibles fossiles pour le sous-secteur du transport routier qui ont été estimées par méthode différentielle en rapport avec les consommations apparentes et celles des autres sous-secteurs enquêtés. De plus, les données relatives à la classification par âge du parc automobile n'ont pas été trouvées.
- (ii) pour le transport aérien (aviation internationale), les données sur les consommations en phases d'atterrissage -décollage par type d'avion n'ont pas été disponibles ;
- (iii) certaines industries notamment l'Huilerie de Rumonge n'ont pas fait l'objet d'enquêtes pour des raisons de sécurité et la quantité de cosses de palme utilisées n'est pas comptabilisé.

III.2.2. Les procédés industriels.

Les activités industrielles et artisanales pouvant contribuer à la production des gaz à effet de serre ont été classées en quatre catégories :

- (i) les industries alimentaires qui produisent de la bière, la farine, le sucre, les aliments pour bétail, les cigarettes, l'huile de coton, l'huile de palme, le thé sec et le café;

- (ii) les productions artisanales agroalimentaires qui comprennent le vin de banane, la bière de sorgho, l'huile de palme, les farines de manioc et de céréales, la viande, les peaux bruts, etc. ;
- (iii) les productions minières artisanales comprenant essentiellement la production de la chaux ;
- (iv) les industries de construction dans lesquelles on a considéré les activités d'asphaltage des routes.

Les données recueillies auprès des différentes entreprises et complétées par celles de l'Institut des Statistiques et des Etudes Economiques du Burundi (ISTEEBU) et de la Banque de la République du Burundi (BRB), sont présentées dans le tableau en Annexe 4, pour la période allant de 1994 à 1998.

Il apparaît que de façon générale les différentes productions sont sans cesse en diminution depuis 1994. Ceci est lié à la crise et à l'embargo de 1996-1998 qui ont fortement entravé l'approvisionnement des industries en intrants et en pièces de rechange pour les machines.

Ces données restent couvertes par des incertitudes portant essentiellement sur l'insuffisance de l'information sur les procédés industriels utilisés et sur les quantités de produits fabriqués.

Les estimations des émissions de CO₂ et de COVNM dans le secteur industriel et artisanal du Burundi ont donné les résultats repris dans le tableau III.3 qui montre que :

- (i) seules les activités artisanales de fabrication de la chaux à partir de calcaire dolomitique produisent des émissions de CO₂. Pour l'année 1998 de référence, les émissions ont été calculées pour la production d'un seul four à chaux situé à Bukemba, et représentant 0,127 Gg de CO₂. D'autres fours existent dans le pays mais se trouvent à l'arrêt suite à la crise ;
- (ii) l'industrie étant essentiellement agroalimentaire, les émissions sont généralement constituées de composés volatils non méthaniques (COVNM) dont la quantité est estimée à 8,74227 Gg.

Tableau III.3 : Emissions de COVNM du secteur industriel et artisanal du Burundi

Nature des produits	Quantité produite	Emissions de COVNM (Gg)	Emissions de CO ₂ (Gg)
1. Autres produits minéraux-verre Bouteille (t)	3249	0,0146205	
Sous-total 1		0,0146205	
2. Boissons alcoolisées Bière (hl) Vin (hl)	1794321 3231700	0,062801235 0,258536	
Sous-total 2		0,321337235	
3. Pain et autres productions agricoles (t) Pain Viande, poisson, volaille Sucre Margarine, matière grasse Gâteaux, biscuits, céréales Aliments pour animaux Torréfaction du café	10.200 41.300 21.713 69.100 1.500 957 120	0,0816 0,1239 0,21713 0,691 0,0015 0,000957 0,000066	
Sous-total 3		1,004643	
4. Pavage des routes avec asphalte Surface des routes (m ²)	23080	7,3856	
5. Fabrication de la chaux			0,127
Sous-total 4		7,3856	
Total		8,74227	0.127

Source : Inventaire des gaz à effet de serre, Module "Procédés industriels", janv.2000.

III.2.3. L'agriculture.

Dans le secteur de l'Agriculture, les émissions de gaz à effet de serre proviennent de plusieurs sources qui sont : (i) le cheptel domestique : fermentation entérique et gestion du fumier ; (ii) la riziculture : les rizières inondées ; (iii) le brûlage dirigé des savanes ; (iv) le brûlage sur place des résidus agricoles et (v) les sols cultivés.

C'est à partir des quantités de récoltes produites, des effectifs du bétail domestique évalués en 1998 et en se conformant aux lignes directrices du GIEC, que l'on a calculé les émissions de GES.

Les estimations ont pris en compte des données de base issues des statistiques des services du Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage complétées par celles issues des enquêtes.

Les effectifs du bétail domestique se répartissent comme suit : 1 875 bovins ; 327 470 bovins non-laitiers ; 824 649 petits ruminants ; 123 448 porcins et 563 342 volailles.

La superficie des rizières pour l'année de référence est 21 226,2 ha dont

11 008,93 ha de rizières au régime pluvial et inondable et 5 559,2 ha en régime pluvial et sujet à la sécheresse.

La superficie des savanes brûlées pour l'année considérée s'élève à 523 281 ha dont 419 660,7 ha de savanes herbeuses (80%) et 103 620 ha de savanes arborées (20%). La fraction de biomasse effectivement brûlée est, selon les lignes directrices du GIEC, de 0,95 pour la savane herbeuse et 0,4 pour la savane arborée. Elle permet de calculer la quantité de biomasse brûlée.

En ce qui concerne les sols cultivés, leur superficie totale au cours de l'année d'inventaire s'élève à 88 000 ha. La quantité totale de fertilisants artificiels a été de 3 819 508 Kg tandis que la quantité de fertilisants azotés a été de 3 732 736 Kg. Les productions des cultures fixant l'azote (légumineuses séchées et grains de soja) et celles ne fixant pas l'azote (autres productions agricoles séchées) ont été respectivement de 354 866 000 Kg et 99 443 000 Kg (voir en Annexe 5 les principales productions agricoles).

Ces données comportent néanmoins les incertitudes suivantes :

- (i) en l'absence de photographies aériennes, les données sur les superficies des savanes brûlées sont sans nul doute entachées d'erreurs (sous-estimation ou surestimation) ;
- (ii) les terminologies éco-climatiques utilisées ne semblent pas convenir pour le Burundi. Il conviendra de les revoir et par conséquent d'estimer certains facteurs locaux d'émissions.

Tableau III.4 : Synthèse des émissions du secteur de l'agriculture.

Source de GES	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVNM
Total Agriculture		18,3564	2,2778	1,4917	72,2573	
Fermentation entérique		14,816				
Gestion du fumier		0,6325	0,0472			
Culture de riz		0,0814				
Brûlage de savanes		2,4569	0,0304	1,0989	64,4954	
Brûlage sur place de résidus agricoles		0,3696	0,0108	0,3928	7,7619	
Sols cultivés			2,1894			

Ce tableau montre que les émissions les plus importantes de GES sont celles de CO issues du brûlage dirigé des savanes et du brûlage sur place des résidus agricoles qui libèrent 72,257 Gg de CO.

Les émissions de méthane CH₄ viennent en deuxième position pour une quantité égale à 18,3564 Gg provenant en grande partie (plus de 75 %) de la fermentation entérique et du brûlage des savanes pour près de 14 %.

Les émissions d'hémioxyde d'azote (N₂O) restent faibles (2,277 Gg) et celles issues des sols cultivés sont dominantes (2,189 Gg) soit 96 % du bilan total des émissions de N₂O.

Les émissions en oxydes d'azote (NO_x) viennent en dernier lieu avec un bilan total de 1,491 Gg, les plus importantes provenant du brûlage des savanes (1,0989 Gg) soit plus de 73 % des émissions de NO_x.

Au regard de ces résultats des émissions de GES dans le secteur de l'agriculture, on constate que les pratiques agricoles observées sont en grande partie responsables des émissions.

III.2.4. Les changements d'affectation des terres et foresterie.

Au Burundi, la forêt joue un rôle considérable non seulement au niveau environnemental mais également sur le plan socio-économique. En effet, la forêt et les autres boisements permettent de satisfaire à 95,3 % les besoins en énergie de la population. La contribution des activités forestières au PIB sont estimées à 2 %. Le secteur forestier occupe 6 % de la main-d'œuvre totale du pays.

Les forêts naturelles et les boisements subissent une pression sans cesse croissante de la population en quête de bois -énergie, du bois d'œuvre et de nouvelles terres agricoles. Les forêts naturelles sont également défrichées au profit des cultures industrielles. A titre d'illustration, 6734 ha de boisements et forêts auraient été défrichés entre 1983-1998 pour installer des plantations de thé.

La période entre 1978 et 1992 correspond à celle d'un effort soutenu du Gouvernement du Burundi pour augmenter la couverture forestière qui est passée de 3 à 7,4 %. Depuis 1993, on a assisté à un déboisement massif pour plusieurs motifs : liés à la crise.

Ainsi le taux de déboisement qui était de 0,5 % en 1990 est passé à 6,9 % en 1993. Il a diminué depuis 1995 (2,1 %) pour arriver à 0,13 % en 1998.

Le déboisement peut entraîner des émissions de CO₂ issues des forêts et autre matériel végétal s'il n'y a pas d'équilibre entre leur déboisement et leur régénération, C à d qu'il y a plus de biomasse brûlée que de biomasse en croissance.

A l'échelle globale, les principaux changements dans l'affectation des terres et de leurs modes de gestion qui se traduisent par des émissions et des séquestrations de CO₂ sont repris ci-dessous.

- (i) L'évolution du patrimoine forestier et autres stocks de biomasse ligneuse ou non. Il a été pris en compte la croissance annuelle de la biomasse dans les différents types

de boisements et forêts rencontrés au Burundi, c à d les boisements artificiels publics en plein, les forêts humides, les forêts sèches, la foresterie rurale (micro boisements et paddocks), l'agroforesterie, les arbres d'alignement et les boisements autour des bâtiments administratifs et ménagers. Pour l'année de référence, la biomasse sur pied a été estimée à 1 919 353 ha, soit 69 % du territoire national.

- (ii) La conversion des forêts en prairies. D'après le Département des Forêts, on estime qu'entre 1982-1990, 634 ha de boisements publics ont été cédés aux particuliers et convertis en terres agricoles, soit en moyenne 79,25 ha par an. Il s'agit généralement de vieux boisements dégradés et déjà à terme de leurs évolutions respectives ; la production potentielle ne dépasse pas 9 m³/ha/an, soit 4 m³ de bois d'œuvre et 5 m³ de bois de feu.

La meilleure façon de rentabiliser ces formations consiste généralement au sciage et à la carbonisation. Ces pratiques occasionnent une perte en biomasse estimée à 29 % pour la biomasse brûlée sur site ; 57 % pour la biomasse brûlée hors site et 14 % pour la biomasse laissée pour la décomposition.

- (iii) L'abandon des terres exploitées. Ce concept n'est pas compatible avec la situation du Burundi qui est plutôt caractérisée par une forte pression de la population sur les terres agricoles entraînant leur surexploitation et rapide dégradation. La grande partie des sols cultivés sont des sols organiques qui totalisent une superficie de 790 000 ha.
- (iv) La correction du PH des sols agricoles, le matériau appliqué qui a été considéré est la chaux dont la quantité utilisée pour l'année d'inventaire est de 9 360 Kg

Les résultats des évaluations des émissions absorptions de GES figurent dans le tableau ci-dessous.

Tableau III.5. Synthèse des émissions issues des changements d'affectation des terres et de la foresterie.

SOURCES DE GES	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO	NOX
Total (Gg)/an)	-3000,43	0,094	0,00007	0,010	0,0026
Evolution du patrimoine forestier et autres stocks de biomasse ligneuse	-3067,24				
Conversion des forêts en prairies	8,894	0,094	0,00007	0,0010	0,0026
Terres aménagées abandonnées					
Correction du PH des sols : amendements calcaires	57,933				

Ce tableau montre que la capacité de séquestration du CO₂ par les plantations forestières et agricoles pluriannuelles est évaluée à 3067,24Gg/an.

S'agissant des émissions de CO₂ suite aux pratiques agricoles, elles restent faibles et la grande part provient des amendements calcaires (57,933 Gg/an, soit 87 %). Les émissions issues de la conversion des forêts en prairies ne représentent que 8,894 Gg par an, soit 13 % des émissions totales. Les émissions de gaz en traces sont très faibles et sont issues de la combustion de biomasse sur sites.

Les données de base utilisées pour le calcul de ces émissions souffrent néanmoins d'une estimation du stock de biomasse sur pied quelque peu approximative. De plus il conviendrait de prendre compte le volume physiologique des boisements et leur état végétatif pour pouvoir apprécier leur capacité de séquestration du CO₂.

III.2.5. Les déchets.

Les investigations ont été faites pour la seule ville de Bujumbura, la capitale du Burundi, qui dispose de services et d'infrastructures pour la gestion et le traitement des déchets. Malheureusement, ces derniers fonctionnent très mal depuis 1993.

Ainsi, pour les *déchets solides ménagers*, chaque famille dispose d'une fosse où ils sont stockés exception faite pour les papiers et les déchets de jardin qui sont généralement brûlés. Des dépotoirs clandestins se sont également développés dans certains quartiers où les déchets sont souvent éparpillés ou brûlés.

La quantité de déchets évacués vers la décharge publique de Buterere pour l'année de référence, est évaluée à 17 487 m³, soit 6 190 398 Kg ou 6,1904 Gg (densité des déchets estimée à 354 Kg/m³ par les SETEMU), alors que la quantité totale de déchets produits dans toute la ville de Bujumbura peut être estimée à 40,5451 Gg à raison de 0,36 Kg de déchets/habitant/jour, pour une population de 308 558 habitants.

Les eaux usées domestiques et commerciales sont évacuées par le système de fosses septiques, de puits perdus et par des canaux raccordés aux installations publiques d'assainissement aboutissant dans les cours d'eau les plus proches et les lacs.

Pour *les eaux usées industrielles*, quelques entreprises procèdent au traitement de leurs effluents. Il s'agit du Complexe Textile de Bujumbura (COTEBU), du Centre Hospitalo-Universitaire de Kamenge (CHUK) et de la Brasserie de Gitega. Ces entreprises rejettent des quantités d'eaux usées par an estimées respectivement à 6000 m³, 109 500 m³ et 141 478 m³.

Pour *les déchets solides industriels*, la plupart est récupérée et utilisée à des fins d'alimentation pour le bétail (ex. drêche de la brasserie, mélasse,...), énergétiques (bagasse de canne à sucre, fibres et coques provenant des noix de palme) ou pour amendement du sol. En effet, la majorité des industries du Burundi sont agroalimentaires.

Les estimations des émissions de GES issues de la décomposition anaérobie de matières organiques dans les décharges de déchets solides, du traitement des eaux usées, des effluents industriels et des boues ainsi que des déchets humains figurent dans le tableau ci dessous.

Tableau III.6 : Synthèse des émissions issues de la gestion des déchets.

Source d'émissions	CH ₄	N ₂ O	TOTAL ECO ₂	ECO ₂ %
Emissions à partir des décharges des déchets solides	0,2288	0	5,6056	5,19
Emissions à partir des eaux usées domestiques et commerciales	0,0001	0	0,0024	0,002
Emissions à partir des eaux usées industrielles	0,0215	0	0,5267	0,5
Emissions à partir des eaux d'égouts	0	0,3184	101,0888	94,3
Emissions totales	0,2504	0,3184	108,0227	100

Le tableau montre que les émissions à partir des eaux d'égouts sont de loin les plus importantes et représentent 108,0227 Gg ECO₂, soit 94,3 %.

Les émissions à partir des décharges des déchets solides sont évaluées à 5,6056 Gg soit 5,19 % des émissions totales dans le secteur des déchets.

Cependant, ces chiffres sont à prendre avec beaucoup de réserves étant donné les incertitudes qui entourent les données qui étaient disponibles et qui sont notamment :

- (i) les contraintes structurelles au courant de l'année de l'inventaire qui ont fait que les données sur la quantité de déchets municipaux soient faussées suite au fait que les services chargés de leur collecte ne fonctionnaient pas comme il faut ;
- (ii) même si la capitale Bujumbura est peuplée par 67 % de toute la population urbaine du Burundi, il existe d'autres villes comme GITEGA, NGOZI et RUMONGE où il serait nécessaire de pouvoir analyser les quantités des déchets qui y sont produits et leur mode de gestion ;
- (iii) comme le réseau d'évacuation des eaux usées industrielles et domestiques ainsi que la station d'épuration ne fonctionnaient pas encore au cours de l'année d'inventaire, il a été difficile d'estimer la quantité des eaux usées produites ;
- (iv) peu d'industries procèdent au pré traitement des eaux usées avant leur évacuation, et, quand il y a un dispositif de pré traitement, l'eau utilisée n'est pas quantifiée.

III.3. Niveau d'émissions de GES au Burundi en 1998.

Les principales émissions de GES au Burundi sont reprises dans le tableau ci-dessous.

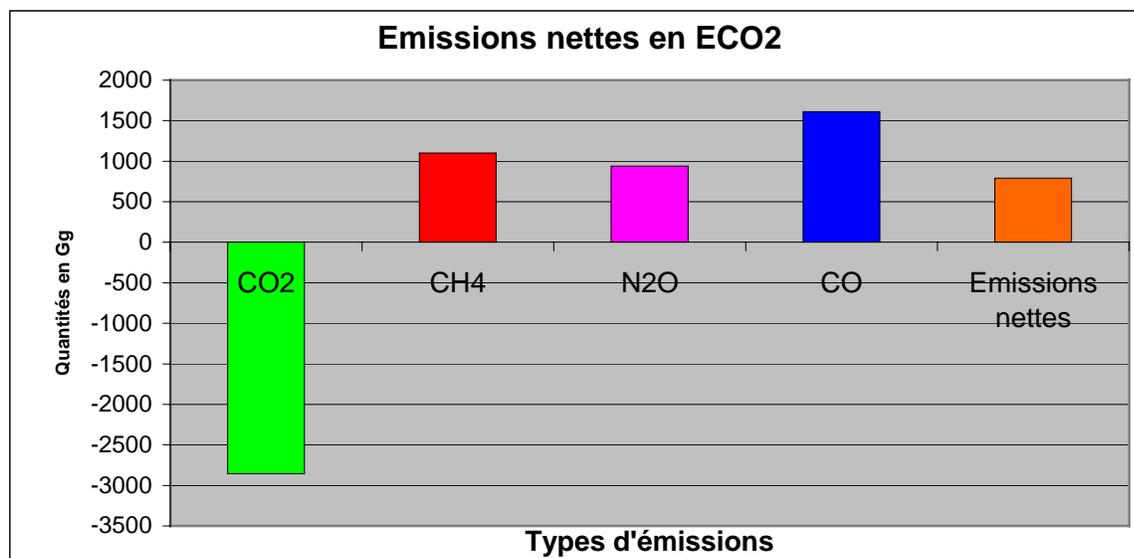
Tableau III.7 : Emissions de GES au Burundi en 1998 (synthèse).

Catégorie de Sources et puits de GES	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO	COVNM
Total (Net) des Emissions Nationales (Gg/an)	-2857,2317	44,9232	2,933	536,8192	60,106693
1. Total Energie	143,05399	26,2987	0,336812	464,55191	51,364423
Fuel combustion					
Industries énergétiques	0,3555	0,000014	2,83E-06		0,00023
Industries man. et constr.	31,04185	0,01343	0		0,4183559
Transport	90,1372	0,019176	0,000806		1,3538
Commercial et institutionnel	12,89224	0,2634	0,0035		0,5263
Agr./Forest./Pêche	2,8314	0,0776	0,001	1,3169	0,1602
Résidentiel	5,3734	25,9251	0,3315	463,22931	49,2994
Autres	0,4224	0,000028	3,41E-06	0,0057	0,0011
Combustion de biomasse pour énergie					
Emission fugitive de combustible					
Système d'huile et de gaz naturel		-			
Exploitation de charbon		-			
2. Procédés industriels	0,1274	-			8,74227
3. Agriculture		18,3564	2,2778	72,2573	
Fermentation entérique		14,816			
Gestion du fumier		0,6325	0,0472		
Culture de riz		0,0814			
Brûlage de savane		2,4569	0,0304	64,4954	
Brûlage sur place des résidus agricoles		0,3696	0,0108	7,7619	
Sols cultivés			2,1894		
4. Changement d'affectation des terres et foresterie	-3000,413	0,094	0,00007	0,010	
Evolution du patrimoine forestier et autres stocks de biomasse ligneuse.	-3067,24				
Conversion des forêts en prairies.	8,894	0,094	0,00007	0,010	
Terres aménagées abandonnées.					
Correction du PH des sols : amendements calcaires	57,933				
5. Gestion des déchets		0,1741	0,3184		

Tableau III.8 Emissions nettes en équivalent CO₂ pour le Burundi (voir en annexe 6. Tableau des équivalences utilisées).

Emissions	Quantité en Gg	Quantité en Gg ECO ₂
CO ₂	- 2857,3217	- 2857,2317
CH ₄	44,9995	1100,6184
N ₂ O	2,93308	938,5856
CO	536,8192	1610,4576
Emissions nettes		792,4299

Figure III-3 : Représentation graphique des émissions nettes en ECO₂.



Le tableau III.3 montre que les émissions en ECO₂ sont très largement atténuées par la capacité de séquestration des forêts exploitées de telle façon que les émissions nettes ne sont plus que de 794,2992 Gg ECO₂.

Tableau III.9 : Répartition sectorielle des émissions pour le Burundi.

Sous-secteur	Emissions ECO ₂	Pourcentage (=%)
Energie	2288,8076	60,390
Agriculture	1395,3997	36,820
Procédés industriels	0,1274	0,004
Déchets	105,3542	2,780
Forêts	-2998,0576	79,110

Le tableau III.9 montre que les émissions de GES dans le sous-secteur de l'énergie sont les plus importantes et représentent 60,39 %, suivies par celles du sous-secteur de l'agriculture qui représentent 36,8 %.

Les forêts ont une capacité de séquestration d'environ 79 % par rapport aux émissions et cela se comprend aisément quand on sait que plus de 60 % du territoire est couvert par de la végétation.

Figure III-4 : Représentation graphique logarithmique des émissions des GES par secteur

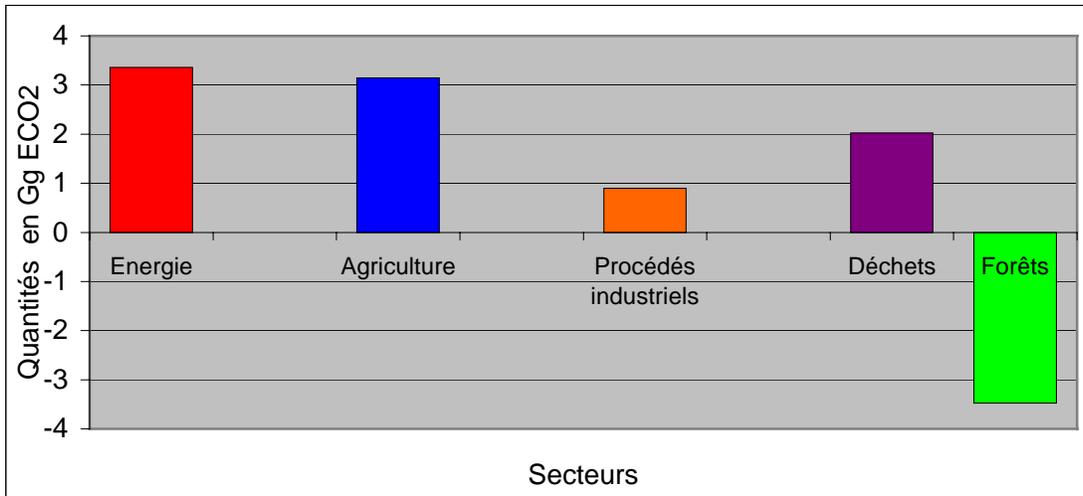
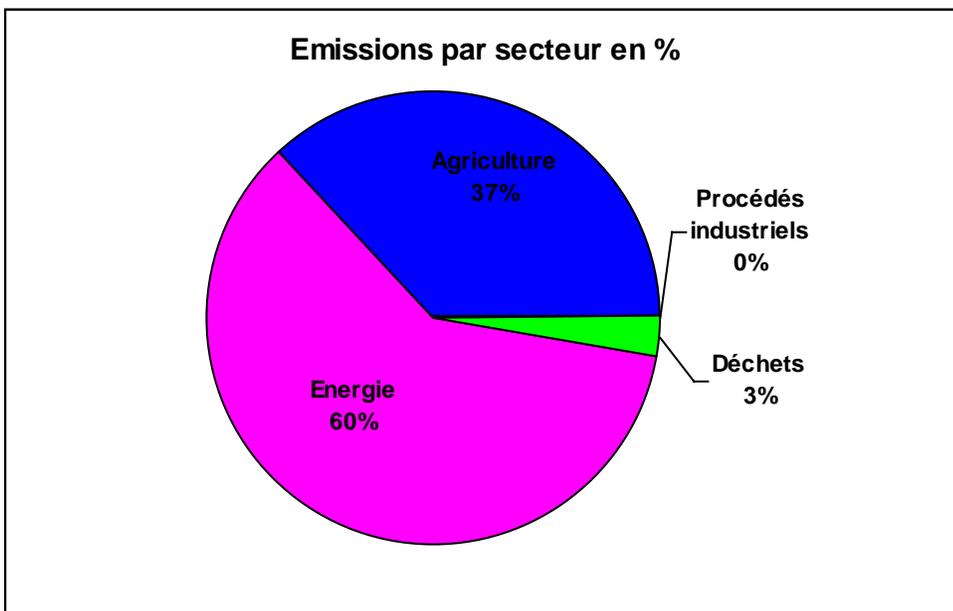


Figure III-5 : Représentation des émissions par secteur en %



III.4. Niveau de confiance des estimations des émissions des GES au Burundi.

Les inventaires des émissions des GES au Burundi au cours de l'année 1998 ont été affectés par des incertitudes d'origine structurelle et conjoncturelle.

Les incertitudes d'origine conjoncturelle sont liées à la situation de crise dans laquelle vit le pays depuis 1993. Cette situation a eu notamment comme conséquence le mauvais fonctionnement des services publics et parapublics y compris ceux qui généralement collectent les données nécessaires pour le calcul des émissions. Les activités économiques ont été paralysées par l'embargo (1996-1998) qui a entravé fortement l'importation des combustibles fossiles et des pièces de rechange pour les industries.

Les incertitudes d'origine structurelle sont, quant à elles, liées au niveau du développement de la collecte des données dans les différents secteurs d'activités constituant des sources d'émissions ou des puits d'absorption de gaz à effet de serre.

Le tableau III.10. montre le niveau de confiance des estimations des émissions des GES faites pour le Burundi. De façon générale, le niveau de confiance est bas pour les émissions estimées dans les secteurs des Procédés Industrielles et de la gestion des Déchets.

Il est par contre élevé pour les émissions du secteur énergétique. Certaines estimations d'émissions des secteurs de l'Agriculture et des Changements d'affectation des terres et de la foresterie ont également un niveau de confiance bas.

La qualité des inventaires qui est globalement moyenne pourrait être améliorée si les besoins technologiques et financiers exprimés au chapitre VI pouvait être satisfaits.

Tableau III.10. Niveau de confiance des estimations des émissions des GES au Burundi.

Nature du gaz et source d'émissions	Niveau de confiance
CO₂	
Combustibles fossiles	H
Procédés industriels (Production de la chaux)	M
Evolution du patrimoine forestier et autres stocks de biomasse ligneuse.	M
Conversion des forêts en prairies	H
Correction du PH des sols : amendements calcaires	H
CH₄	
Combustibles fossiles	H
Fermentation entérique	M
Brûlage dirigé des savanes	B
Autres sources du secteur de l'agriculture	B
Changement d'affectation des terres et foresterie	B
Gestion des déchets	B
N₂O	
Combustibles fossiles	H
Sols cultivés	M
Autres sources du secteur de l'agriculture	B
Changement d'affectation des terres et foresterie	B
Gestion des déchets	B
CO	
Combustibles fossiles	M
Brûlage dirigé des savanes	B
Brûlage sur place de résidus agricoles	B
Changements d'affectation des terres et foresterie	B

Niveau de confiance : H : haut, M : moyen, B : bas.

Chapitre IV. DESCRIPTION DES POLITIQUES ET MESURES.

IV.1. Projections des émissions des GES à l'horizon 2050.

INTRODUCTION.

Les inventaires d'émissions anthropiques des GES ont montré que le Burundi est un net émetteur de gaz à effet de serre dont la quantité a été évaluée à environ 794 Gg équivalent CO₂. Cette quantité, qui est certes faible, augmentera progressivement avec le développement des principaux secteurs socio-économiques du pays constituant des sources ou des puits de GES et qui sont : l'énergie, l'agriculture, l'aménagement du territoire et la foresterie ainsi que le secteur des déchets.

Les projections faites dans le cadre des études sectorielles d'atténuation des émissions anthropiques de GES au Burundi, et qui ont couvert les secteurs de l'énergie, l'agriculture, l'aménagement du territoire et la foresterie ainsi que la gestion des déchets, montrent que si aucune mesure d'atténuation n'est prise, les émissions anthropiques des GES vont régulièrement augmenter pour atteindre parfois cinq fois leurs quantités actuelles d'ici l'an 2050.

Ces projections tiennent compte de l'évolution prévisible des paramètres socio-économiques tels que le taux de croissance de la population, le taux de croissance du PIB, mais également des projections des productions agricoles et d'élevage, du plan d'actions en matière de foresterie, et des investissements prévus en matière d'équipements pour le traitement des déchets.

IV.1. 1. L'énergie.

Projections des émissions des GES liées à l'énergie à l'horizon 2050, scénario moyen.

Figure IV.1. Projection des émissions de CO₂, CO et COVM liées à l'énergie.

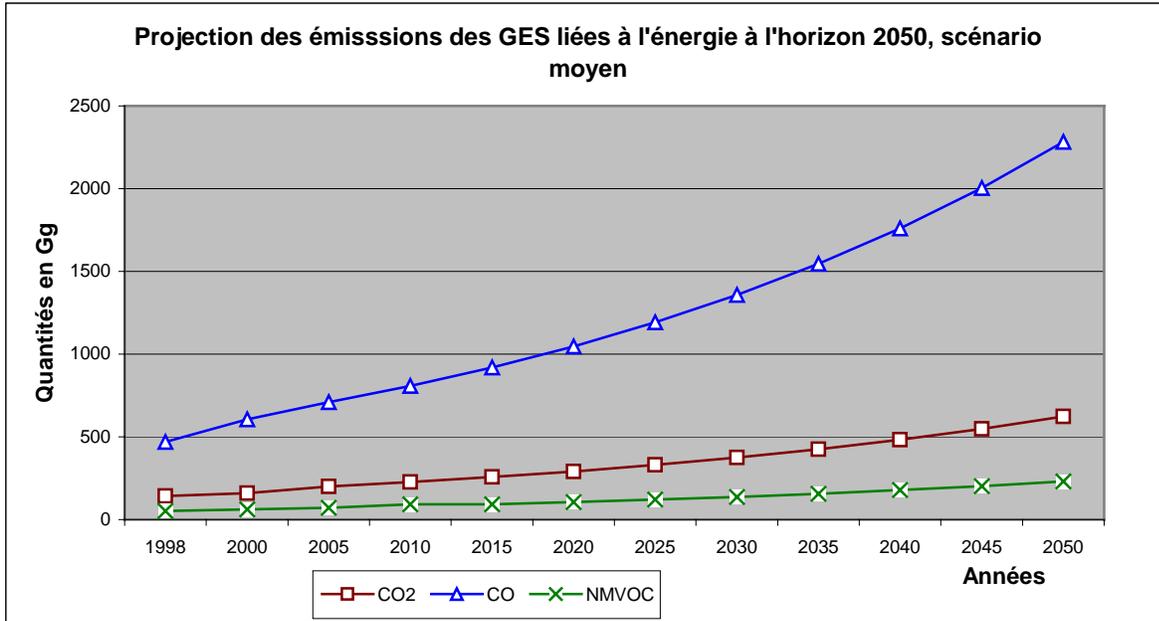
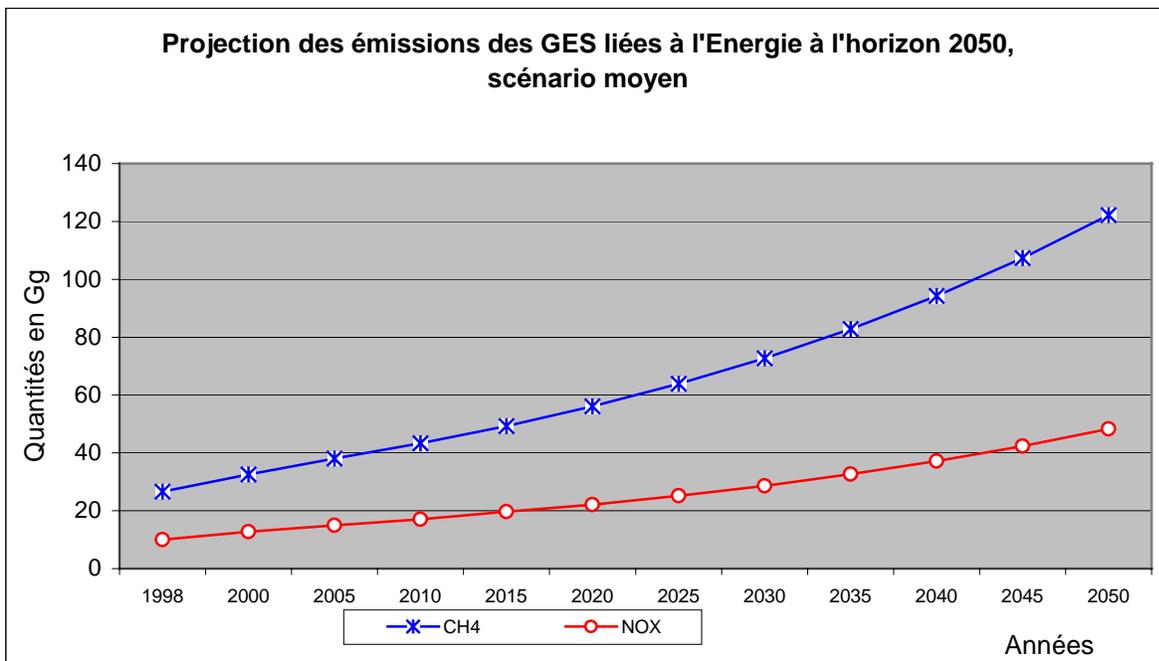


Figure IV.2. Projection des émissions de CH₄ et NO_x liées à l'énergie.



Les graphiques IV.1 et IV.2 montrent que les émissions des GES liées à l'énergie vont augmenter jusqu'à atteindre des quantités équivalentes à environ cinq fois celles de l'année de référence (1998).

IV.1.2. L'agriculture et l'élevage.

Synthèse des projections des émissions de GES en agriculture.

La figure IV.3 montre que dans les trois hypothèses, les émissions de méthane issu du secteur de l'agriculture vont doubler d'ici l'an 2050 dans l'hypothèse haute.

La figure IV.4 montre que les émissions d'hémioxyde d'azote restent faibles mais vont également doubler dans la même hypothèse.

Figure IV.3. Projections des émissions de CH₄ issues de l'agriculture

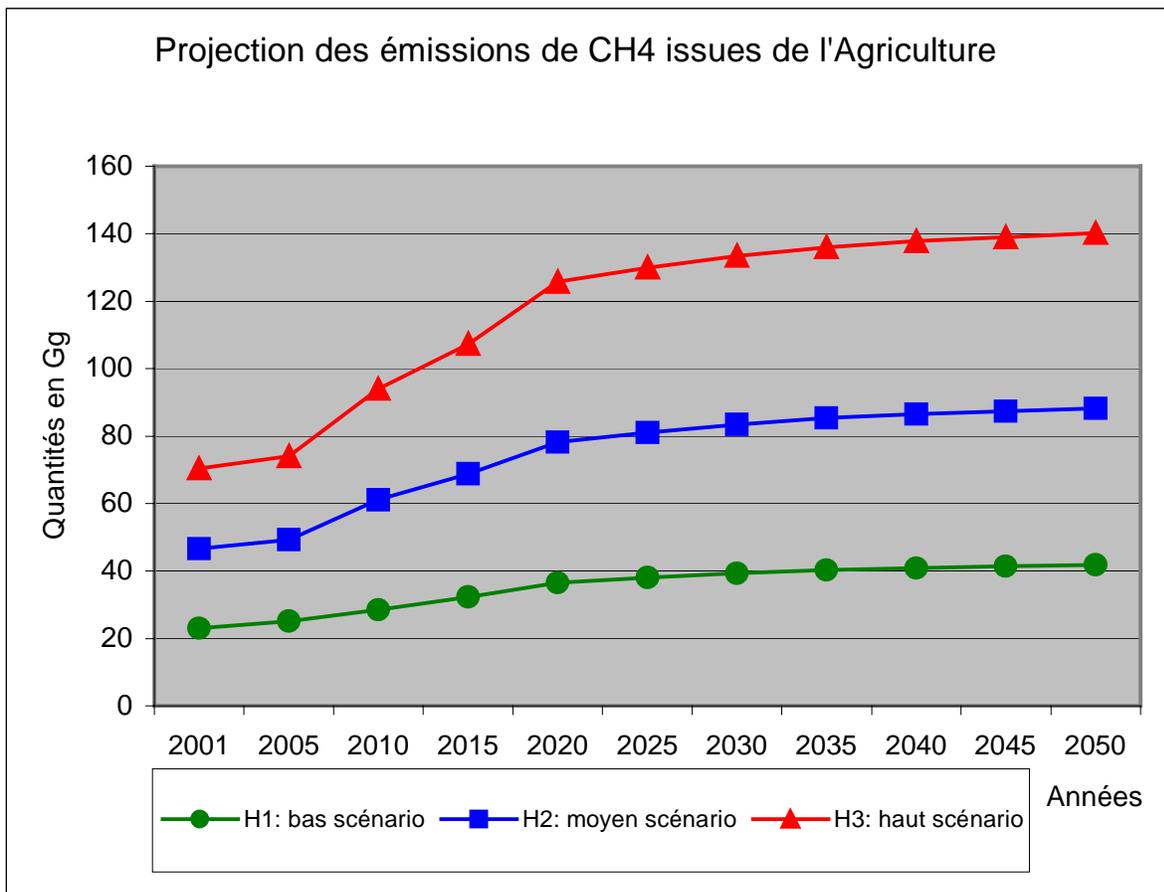
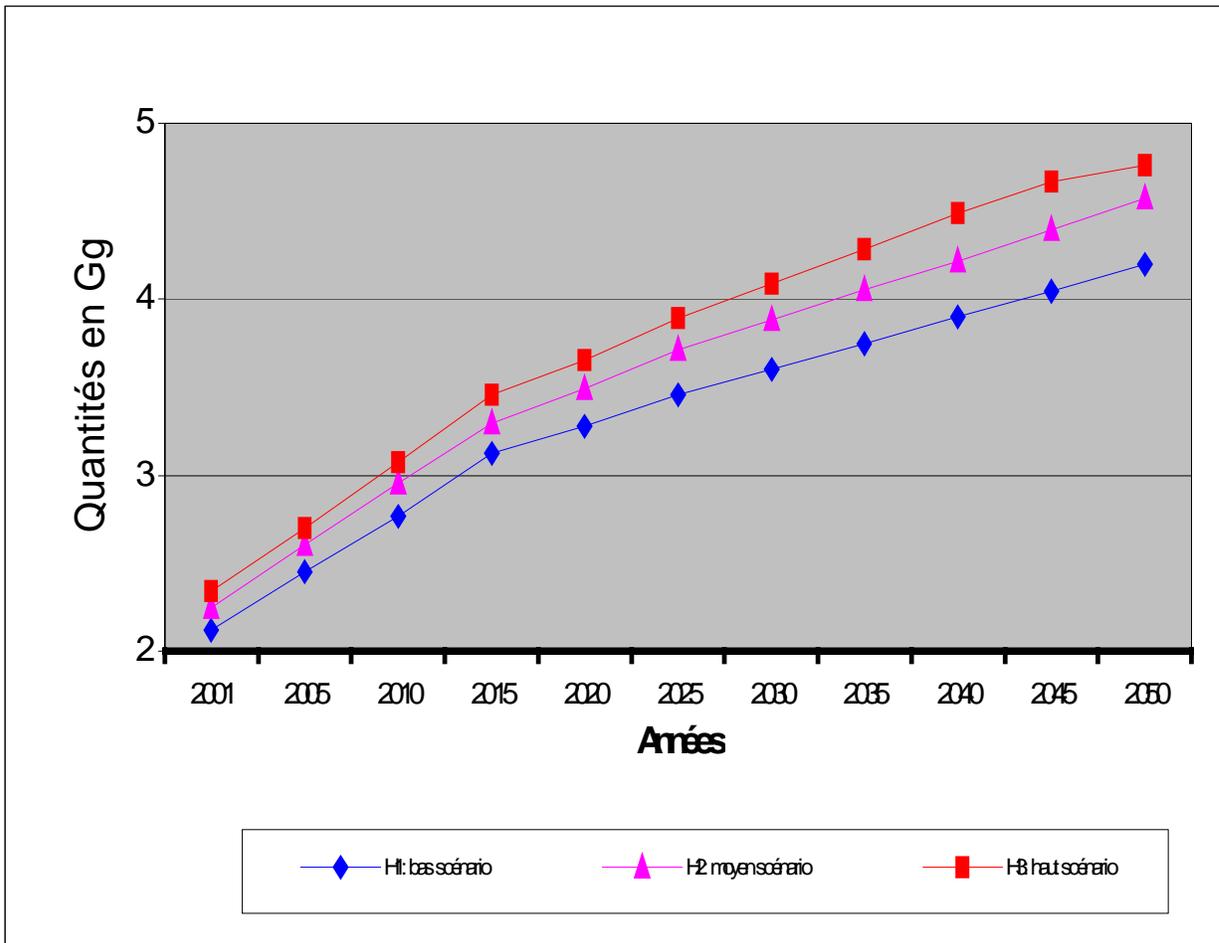


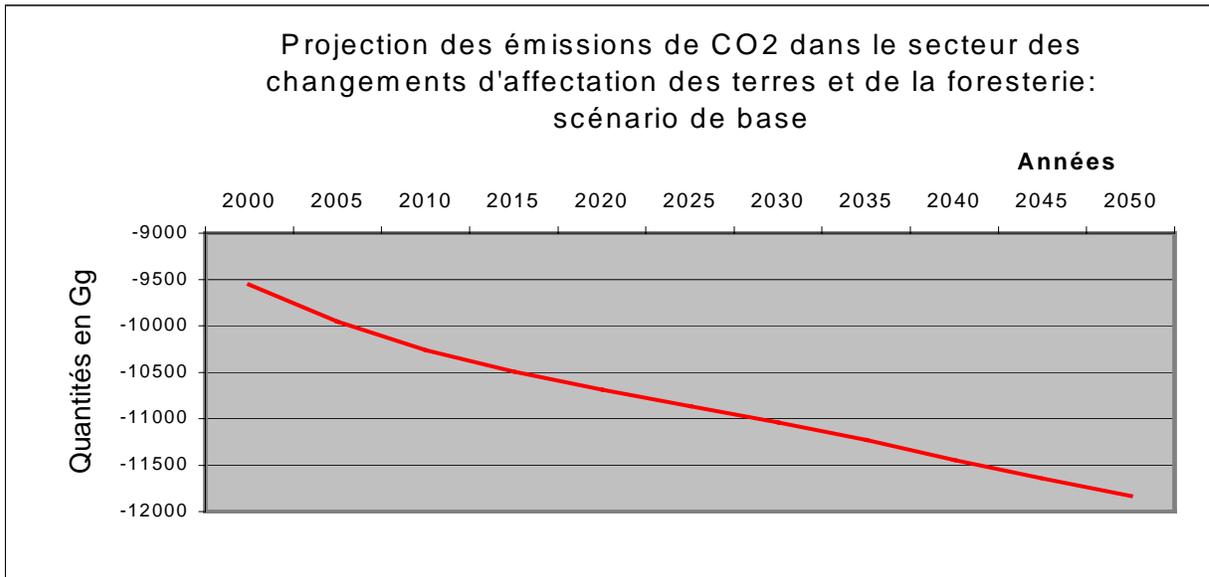
Figure IV.4. : Projections des émissions de N₂O issues de l'agriculture

IV.1.3. Les changements d'affectation des terres et la foresterie.

Synthèse des émissions/absorptions de CO₂ du secteur des changements d'affectation des terres et de la foresterie.

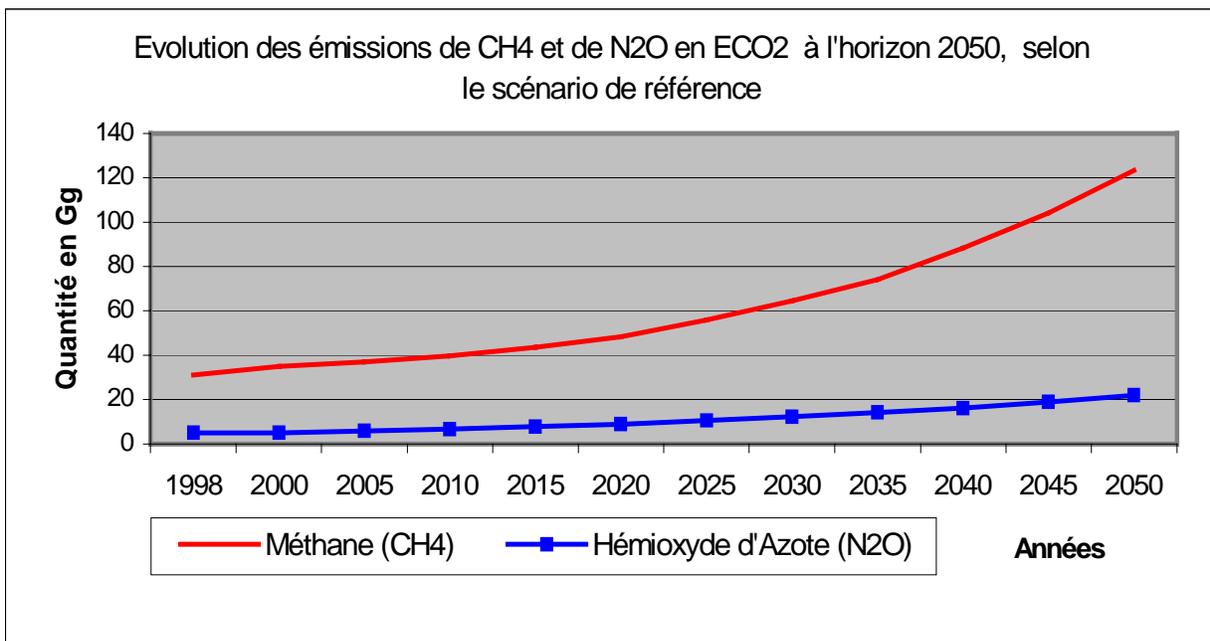
Les projections des émissions/absorptions de CO₂ dans le secteur des changements d'affectation des terres et de la foresterie se présentent comme dans la figure IV.5. Celle-ci montre que le bilan des émissions de CO₂ est négatif, c'est à dire qu'il y a plutôt séquestrations de CO₂. La capacité de séquestration augmente faiblement de 2000 à 2050 passant d'environ 9500 Gg à 11 800 Gg.

Figure IV.5. Projection des émissions de CO₂ dans le secteur des changements d'affectation des terres et de la foresterie.



IV.1.4. Les déchets.

La figure IV.6. représente l'évolution des émissions de CH₄ et de N₂O en ECO₂ à l'horizon 2050, selon le scénario de référence. Elle montre que les émissions de méthane et d'hémioxyde d'azote augmenteront progressivement jusqu'à quadrupler, d'ici 2050, selon le scénario de référence.



IV.2. POLITIQUES ET MESURES SPECIFIQUES D'ATTENUATION DES EMISSIONS DES GAZ A EFFET DE SERRE.

INTRODUCTION.

Les pays Parties de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques ont l'obligation, en vertu de l'article 3, alinéa 1, de ladite Convention de « prendre des mesures de précaution pour prévoir, prévenir et atténuer les causes des changements climatiques et en limiter les effets néfastes [.....]. Pour atteindre ce but, il convient que ces politiques et mesures tiennent compte de la diversité des contextes socio-économiques, soient globales, s'étendent sur toutes les sources et à tous les puits et réservoirs de gaz à effet de serre, comprennent de mesures d'adaptation et s'appliquent à tous les secteurs économiques ».

Dans le cas du Burundi, des politiques et mesures pour prévenir et atténuer les causes des changements climatiques et en limiter les effets négatifs ont été définies par le Gouvernement et couvrent les secteurs de l'énergie, l'agriculture, les changements d'affectation des terres et la foresterie, les procédés industriels et les déchets. Elles sont développées dans les lignes qui suivent.

IV.2.1. Secteur de l'énergie.

IV.2.1.1. Options politiques.

En matière d'énergie, le Burundi a déjà pris des options politiques de développement du secteur et qui peuvent en même temps contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Ces options visent notamment : (i) l'accroissement du taux d'accès aux sources d'énergie moderne comme l'hydroélectricité et les énergies nouvelles et renouvelables ; (ii) la fourniture d'énergie en quantité et en qualité suffisantes pour les activités artisanales et industrielles en améliorant la sécurité d'approvisionnement en électricité et en produits pétroliers ; (iii) la satisfaction des besoins domestiques en énergie tout en veillant à la sauvegarde de l'environnement.

Pour atteindre ces objectifs, le Gouvernement du Burundi compte réhabiliter et étendre le réseau électrique existant, aménager de nouvelles centrales hydroélectriques, promouvoir des technologies qui économisent le bois énergie ainsi que les énergies nouvelles et renouvelables. Mais, la grande contrainte reste le manque de moyens pour financer le programme du secteur. De plus, le Gouvernement adoptera une série de mesures pour alléger les coûts de certains équipements et les rendre accessibles aux usagés industriels et aux ménages.

IV.2.1.2. Options technologiques et leurs impacts.

Beaucoup d'options technologiques pouvant contribuer à l'atténuation des émissions de GES sont envisagées dans le secteur de l'énergie. Certaines ont déjà fait objet des expérimentations, de promotion ou d'études de faisabilité, tandis que les autres doivent être encore découvertes. Celles qui semblent les plus applicables pour le Burundi sont décrites ci-après.

IV.2.1.2.1. Electrification décentralisée par système solaire des ménages ruraux.

La répartition des émissions du secteur énergétique montre que le secteur résidentiel à lui seul dégage 2136,22 Gg ECO₂, soit 93,3 % de toutes les émissions du secteur ou 56,4 % des émissions nationales. Ces émissions sont liées à la combustion du bois, du charbon de bois, des déchets végétaux et agricoles et du pétrole utilisés par les ménages urbains et ruraux pour le chauffage, la cuisson et l'éclairage.

Cette première option technologique envisagée est donc orientée vers la substitution de tous les combustibles ci haut relevés par d'autres formes d'énergie notamment l'énergie solaire.

Une autre solution à long terme serait de substituer les divers combustibles par le propane butane ou gaz de bonbonne. Cependant, cette source d'énergie n'est pas consommée par les ménages ruraux burundais et est peu commercialisée et son introduction et sa vulgarisation nécessite une étude de faisabilité.

IV.2.1.2.2. Vulgarisation à grande échelle de foyers améliorés à bois et à charbon de bois.

Le rendement énergétique des foyers améliorés à charbon de bois serait selon J.C. BITANGIROBE et J.P. NDAYISHIMIYE, de l'ordre de 35 % alors que celui du foyer traditionnel n'est que de 15 %. Leur utilisation permettrait une baisse de la consommation du charbon de bois de 20 %.

Sachant qu'au Burundi, environ 5,2 % de la demande en bois sont destinés à la production du charbon de bois consommé principalement en milieu urbain par 6 % de la population, la vulgarisation de foyers améliorés à charbon de bois permettrait de réaliser une économie de 9 % (rendement pondéral), soit 11 % du volume du bois sur pied correspondant à 65 885 m³. Ceci permet de récupérer 88 Gg de CO₂ en l'an 2005 par exemple.

En ce qui concerne l'option de foyers améliorés à bois, elle concerne environ 90 % de la population burundaise et 86 % de la consommation totale énergétique. Selon les spécialistes, ces foyers permettent une économie de 20 % de bois de feu, soit un gain de 10 % par rapport au foyer traditionnel à trois pierres. Leur diffusion à grande échelle

permettrait d'épargner 12 % du volume de bois sur pied d'ici 2005, ce qui correspondrait à une réduction de 3460 Gg de CO₂.

IV.2.1.2.3. Efficience dans le secteur des transports.

Le sous secteur des transports contribue pour 90,1372 Gg de CO₂ dans les émissions de GES, soit 2,3 % de toutes les émissions nationales. La principale source de ces émissions est la combustion du carburant pour la propulsion des véhicules. Le transport routier est responsable de 95 % de toutes les émissions de CO₂ du sous secteur des transports et environ 60 % de toutes les émissions nationales de CO₂ et devra être la cible prioritaire de toutes les actions visant à réduire les émissions de ce gaz.

Les données détaillées sur les types de véhicules, leur âge, le nombre de véhicules en circulation, les données et projections de la demande de transport y compris le transport de masse, les cargos, ne sont pas disponibles. Il n'a donc pas été possible de donner les détails sur les quantités de CO₂ pouvant être réduites si certaines mesures étaient mises en œuvre.

Les options technologiques pouvant être proposées ne peuvent pas être mises en œuvre dans le cas du Burundi parce que d'une part, ce dernier n'est pas un constructeur automobile, et d'autre part, les véhicules importés sont en grande partie de seconde main et ne bénéficient pas d'équipements technologiques les plus performants en matière d'optimisation de la consommation de carburant.

Cependant, des mesures réglementaires et fiscales sont applicables au Burundi et peuvent contribuer à l'amélioration de l'efficacité énergétique. Il s'agit notamment de : (i) l'amélioration de la gestion de la vitesse ; (ii) la taxation et l'imposition différentielles pour favoriser les véhicules légers à faible consommation de carburant ; (iii) la promotion du transport en commun ; (iv) l'augmentation du taux de chargement de sorte que pour transporter le même nombre de personnes ou de biens, on utilise moins de véhicules ; (v) l'amélioration de la fluidité du trafic ; (vi) le contrôle régulier de la qualité de carburant et l'encouragement de l'utilisation des pots catalytiques.

IV.2.1.2.4. Amélioration de l'efficacité énergétique dans les industries manufacturières.

Les émissions de GES issues du secteur des industries manufacturières et de construction ont été estimées à 31,0418 Gg ECO₂ dont 0,1343 Gg de méthane et 0,042 Gg de NO_x. Ces émissions ne représentent qu'environ 0,8 % de toutes les émissions des GES au Burundi converties en ECO₂.

La source de ces émissions est la consommation du gasoil par les différents équipements industriels et les mesures de leur atténuation porteront sur l'optimisation des procédés industriels, l'amélioration de l'efficacité au sein des processus de production, de l'exploitation et de l'entretien des équipements.

Les mesures technologiques adoptées sont les suivantes :

(i) Conversion des chaudières à gasoil en chaudières électriques.

Cette mesure pourra être appliquée dans la plupart des industries manufacturières du Burundi en l'occurrence les brasseries BRARUDI et BRAGITA, l'usine à tabac (BTC), le Complexe Textile de Bujumbura et l'Usine à Verre (VERRUNDI).

En se basant sur une étude réalisée en 1998 par le bureau d'études FRISA et portant sur le programme d'économie d'énergie dans les industries, on estime que l'économie globale de combustibles attendues suite au remplacement de chaudières à fuel par les chaudières électriques est de 9 225 000 litres par an, d'une valeur d'environ 3 887 100 US \$, soit une réduction des émissions de GES équivalentes à 27 Gg par an.

Cependant la mise en œuvre de cette option impliquera l'acquisition de nouvelles chaudières ainsi que des frais d'investissement dans une nouvelle unité de production de l'énergie hydroélectrique. La première composante des coûts est estimée à 3 400 000 US \$ tandis que la seconde composante est évaluée à 77 000 000 US \$. Le coût total pour la mise en œuvre de l'option de conversion des chaudières à gasoil en chaudières électriques devient donc 80 400 000 US \$.

(ii) Conversion des chaudières à bois et à cosses de coton en chaudières électriques.

Cette option vise les usines à thé qui utilisent le bois (940 tonnes), les huileries et savonneries qui consomment les cosses de cotonniers (1350 tonnes) et la sucrerie SOSUMO utilisant la bagasse (47 411 tonnes) pour la production de la vapeur.

Un remplacement de 50 % des chaudières permettra une réduction des émissions de GES de 1,2 Gg ECO₂ mais exigera en conséquence une production supplémentaire d'énergie d'origine hydroélectrique de 9 GWh /an.

(iii) Récupération de la chaleur sensible des fumées.

C'est une option qui pourrait contribuer à la réduction de la consommation de gasoil ou de la biomasse dans les brasseries, le COTEBU et les usines de thé. La chaleur sensible entraînée par les fumées au niveau des cheminées serait recyclée pour l'alimentation des chaudières.

Au niveau uniquement des brasseries et du COTEBU, il y aurait moyen d'économiser environ 720 000 litres de gasoil par an, soit 7,2 GWh. Les émissions de CO₂ évitées seraient de 2,18 Gg.

(iv) Remplacement du système d'isolation thermique et d'étanchéité des fuites de vapeur.

Il permettrait une économie de 630 000 litres de gasoil pour le COTEBU et les brasseries et ainsi une réduction des émissions GES de 2 Gg par an.

Cette option pourra être également appliquée aux usines théicoles, mais, faute de données détaillées, son impact ne peut pas être quantifié.

IV.2.1.2.5. Electrification décentralisée des infrastructures publiques.

Cette option concerne les infrastructures publiques ou à caractère communautaire éloigné du réseau électrique national, qui utilisent des groupes électrogènes pour l'éclairage, le bois et la tourbe pour la cuisson. Malheureusement les statistiques existantes ne montrent pas la consommation en gasoil de ces infrastructures.

L'option consiste en électrification décentralisée des infrastructures publiques par systèmes solaires et picocentrales hydroélectriques. Elle permettra de réduire les émissions de GES de 2 Gg/an correspondant à une réduction de consommation d'environ 675 675 litres de gasoil par an.

IV.2.1.2.6. Vulgarisation des digesteurs à biogaz dans les institutions et utilisation des fours à tourbe à haut rendement.

L'utilisation de la tourbe est responsable de 82 % des émissions GES issues du secteur commercial et institutionnel, soit 10,5698 Gg. Les fours à tourbe à haut rendement permettraient de gagner 10 % du combustible, soit une réduction de 1 Gg par an.

S'agissant de la technologie du biogaz, celle-ci est bien connue au Burundi mais le coût de sa mise en œuvre est difficile à calculer faute de données statistiques sur la quantité de matière première disponible, le nombre de digesteurs à construire, leurs dimensions, etc.

IV.2.1.2.7. Electrification décentralisée des stations de lavage de café (SOGESTAL).

La substitution du gasoil par l'énergie solaire ou l'électrification du réseau existant équivaldrait à économiser 150 000 litres de gasoil par an, soit une contribution dans la diminution du gaz carbonique de 0,44 Gg par an.

IV.2.1.2.8. Maintenir prépondérante la part d'hydroélectricité dans la fourniture de l'énergie électrique.

Il s'agira de développer l'hydroélectricité en aménageant les sites potentiels de la sous région et des interconnexions entre pays à travers les organisations sous régionales de promotion de coopération en matière d'énergie à savoir : l'Energie pour les Grands Lacs (EGL), l'Organisation pour l'aménagement du Bassin de la KAGERA (OBK) et la Société Internationale d'Electricité des Pays des Grands Lacs (SINELAC).

IV.2.1.3. Autres mesures.

Le Gouvernement du Burundi prendra des mesures afin de faciliter la mise en oeuvre des options politiques retenues. Il s'agira notamment de :

- accorder des facilités à la population à faible revenu pour lui permettre d'accéder à l'énergie électrique (crédits à moyen terme, subvention) ;
- subventionner le coût des équipements photovoltaïques pour permettre le développement de l'électrification décentralisée ;
- alléger le coût des investissements à consentir par les industriels pour substituer les chaudières à gasoil et à biomasse par des chaudières électriques (exonération des taxes sur les équipements, allègement des impôts).

IV.2 .2. Secteur de l'agriculture.

Introduction.

L'économie du Burundi dépend fortement du secteur agricole qui à lui seul constitue la première source de revenus pour près de 90 % de la population, participe à plus de 50 % du produit intérieur brut, fournit 95 % des apports alimentaires et plus de 80 % des recettes en devises.

Malheureusement, les systèmes de production vivrière et animale n'ont pas beaucoup évolué. L'usage des intrants modernes est aussi peu développé qu'elle n'est réglementée.

Peu intégré à l'agriculture, l'élevage est resté en majorité extensif et continue de régresser à cause de la diminution des espaces pâturables.

Le Gouvernement considère néanmoins le secteur agricole comme prioritaire et a pris des options de politiques pour améliorer la productivité et la rentabilité de l'agriculture et de l'élevage afin de maximiser les chances de ses efforts de réduire la pauvreté rurale et assurer une sécurité alimentaire pour tous.

IV.2.2.1. Options politiques.

Les options politiques du Gouvernement dans le secteur de l'agriculture visent deux principaux objectifs :

- (i) relancer la production agro-sylvo-zootechnique pour établir et surpasser les meilleurs niveaux d'avant la crise ;
- (ii) améliorer la productivité et la rentabilité du secteur agricole de manière à transformer l'agriculture de subsistance en une agriculture de marché.

La mise en œuvre de ces options va occasionner, si elle réussit, une augmentation de la production agricole, mais également une augmentation des émissions de GES qu'il conviendra de prévenir et d'atténuer en considérant séparément leurs principales sources qui sont : le bétail domestique, le brûlage dirigé des savanes, les sols cultivés et la culture de riz.

IV.2.2.2. Options technologiques.

IV.2.2.2.1. Mesures d'atténuation des émissions de CH₄ issues de la fermentation entérique

Les quantités des émissions de méthane liées à la fermentation entérique dépendent de l'effectif du bétail domestique, de la catégorie de l'espèce, de la conduite des troupeaux, de la qualité de l'alimentation ainsi que des quantités ingérées.

Pour réduire de façon significative les émissions de méthane, il faudrait diminuer les populations animales. Dans le cas du Burundi l'augmentation du nombre de ruminants sera évitée d'autant plus que les espaces pâturables s'amenuisent à la suite d'une démographie très croissante (22 millions d'habitants en l'an 2050). Les effectifs des ruminants seront stabilisés à partir des années 2025 tout en rationalisant les productions animales. Pour cela, il sera nécessaire de vulgariser de nouvelles méthodes d'élevage et d'améliorer la composition et l'utilisation des aliments aux fins de réduire les émissions de GES.

(i) Amélioration de système d'élevage.

Le système traditionnel de type extensif concerne actuellement 95 % du cheptel bovin, 98 % du cheptel en petits ruminants ainsi que l'essentiel du cheptel rural de volailles et de porcs. Il devra donc évoluer vers un système semi-intensif et intensif de manière qu'à long terme (en 2050), la part du cheptel national élevé selon la méthode traditionnelle ne concernera que 10 % en 2030 et 2 % en 2050.

(ii) Amélioration de la composition et de l'utilisation des aliments du cheptel domestique.

Il est connu que l'utilisation des aliments très celluloseux et très carbonhydriques entraîne des taux très élevés de production de méthane. Par contre l'alimentation intensive avec des aliments de haute qualité peut réduire la formation de CH₄ de 50 %.

Le passage de *l'élevage traditionnel* à *l'élevage intensif* accompagné par des pratiques d'augmentation de la digestibilité de l'aliment ingéré par traitement mécanique, chimique et biologique (addition de la bactérie Parabrébis Brévibacillus au rumen) pourra réduire la quantité de méthane issu de la fermentation entérique estimée à 320,23 Gg respectivement de 42,54 Gg (12,72 %) ; 33,22 Gg (9,94 %) et 150,44 Gg (47 %), à la fin de l'année 2050.

(iii) Promotion de l'élevage d'animaux faiblement producteurs de méthane.

L'élevage d'espèces animales à cycle court permettra de réduire significativement les émissions de CH₄. Il s'agit essentiellement des mono gastriques tels que les porcs, les lapins et les volailles. Au Burundi, ces espèces pourront remplacer progressivement l'élevage des grands et petits ruminants partout où les exploitations agricoles sont de petite taille.

En estimant qu'au moins 40 % du cheptel ruminant sera substitué par l'élevage à cycle court durant les 50 ans, on peut estimer la réduction des émissions de méthane à 24,3 Gg soit 7,42 % des émissions de CH₄ issues du bétail domestique.

IV.2.2.2.2. Mesures d'atténuation des émissions de CH₄ issues de la gestion du fumier.

(i) Utilisation des digesteurs à biogaz dans la gestion du fumier des animaux.

La quantité de CH₄ issue de la gestion du fumier est estimée à 0,6325 Gg, soit 15,49 Gg ECO₂, tandis que celle de l'oxyde nitreux est de 0,0472 Gg, soit 15,1 Gg ECO₂, au cours de l'année de référence (1998).

Parmi les options pouvant être adoptées pour réduire le méthane issu du fumier figurent : (i) la stabilisation numérique de la population animale au-delà de 25 ans ; (ii) le raccourcissement du temps de stockage du fumier liquide ou l'aération par agitation du fumier et (iii) l'utilisation des digesteurs à biogaz. Ces deux dernières options constituent les solutions les plus simples.

La technologie du biogaz conduit à l'oxydation du CH₄ pour former du CO₂ dont le potentiel de réchauffement global est considérablement bas. Elle a également d'autres avantages comme la génération d'énergie, la production de fertilisant propre, l'assainissement des milieux, etc.

L'adoption de cette technologie pourra réduire une quantité de CH₄ estimée à 8,6 Gg à la fin de 2050, soit 2,57 % des émissions totales de CH₄ imputables au bétail domestique.

(ii) Adoption de systèmes de fumier solide à la place de fumier liquide.

Au niveau des étables, les systèmes de fumier liquide produisent des émissions de CH₄ et NH₃ plus élevées que le système de fumier solide.

L'adoption de ces derniers permet de réduire une quantité de CH₄ estimée à 4,30 Gg à la fin des années 2050, soit 1,28 % des émissions totales de CH₄ imputables au bétail domestique.

Impacts socio-économiques liés aux mesures de réduction des GES du bétail domestiques.

Les mesures de réduction des émissions de CH₄ grâce au passage de l'élevage traditionnel à l'élevage intensif ainsi qu'à l'élevage d'animaux faibles producteurs de CH₄ présentent des impacts positifs notamment : l'intensification des productions animales, la libération de l'espace pour l'agriculture, la restauration de la fertilité des sols, la contribution à l'amélioration des revenus des populations, la création d'emplois et la protection de l'environnement.

L'utilisation du biogaz constitue une importante source d'énergie et comporte d'autres avantages tels que la création de fertilisants organiques, l'assainissement du milieu et la prévention de pollution environnementale.

IV.2.2.3. Mesures de contrôle des émissions de GES issues du brûlage des savanes ou de mauvaises herbes (adventices).

Au Burundi, le brûlage des savanes au cours de la saison sèche a pour objectifs de : se débarrasser de mauvaises herbes et des insectes nuisibles, améliorer le cycle des substances nutritives et encourager la pousse de nouvelles herbes pour le pâturage des animaux. Cette pratique agricole est responsable des émissions des GES totalisant 263,39 Gg ECO₂ au cours de l'année 1998. Cette quantité pourrait être fortement réduite en adoptant des méthodes culturales comme : le désherbage manuel, le binage et le labourage à traction animale et mécanique, la rotation des cultures qui provoque une modification de la flore adventice, le compostage, l'utilisation des résidus agricoles ou des mauvaises herbes pour l'alimentation du bétail.

Les émissions projetées de méthane et d'hémioxyde d'azote à l'horizon 2050 sont respectivement de 15,45 Gg (244,6 Gg ECO₂) et de 0,186 Gg. En adoptant les mesures de ne pas brûler les savanes ou les résidus agricoles et utiliser ces derniers pour la fabrication du compost ou pour l'alimentation du bétail, ces émissions pourront être réduites respectivement de 11,6 Gg (soit 244,6 Gg ECO₂) et de 0,14 Gg (soit 43,28 Gg ECO₂).

Les efforts pour atténuer les émissions de GES issues du brûlage des savanes porteront sur l'encadrement, la formation et l'information des agriculteurs ainsi que la recherche-développement des innovations pour la modernisation de l'agriculture.

IV.2.2.4. Mesures de réduction des émissions des GES issues des sols cultivés.

L'analyse des tendances de l'évolution des productions agricoles vivrières montre que pendant la période 2000-2050, ces dernières vont augmenter afin de couvrir les besoins alimentaires de la population burundaise. Cela nécessitera le maintien ou l'augmentation de la fertilité des sols par l'utilisation des engrais, l'amélioration des pratiques agricoles et l'extension des terres cultivées.

D'après les données de la BRB pour la période 1970-1999, on observe une croissance moyenne d'engrais importé de 8,7 % annuellement. Ce taux devra se maintenir durant la période 2000-2050. Par conséquent, les émissions de N₂O continueront à croître.

Au cours de l'année de référence (1998), la quantité de l'oxyde nitreux issue des sols cultivés est importante et équivaut à 700,608 Gg ECO₂. On reconnaît que le niveau des émissions de l'oxyde nitreux dépend non seulement des quantités d'intrants azotés provenant des fumiers /et ou des fertilisants minéraux, mais également de la méthode et du timing de fertilisation.

Les mesures pratiques envisagées au Burundi pour réduire les émissions d'oxyde nitreux incluent : (i) l'utilisation des quantités optimales d'engrais azotés et leur application à des stades de développement où les plantes en ont grandement besoin pour optimiser la production et réduire toutes les pertes possibles (lessivages, percolation, dénitrification, ...) ; (ii) l'utilisation de la matière organique riche en azote ; (iii) le recours à la fixation symbiotique de l'azote à partir de l'atmosphère dans les systèmes culturaux en intercalaire ou en rotation ; (iv) le drainage des sols cultivés surtout des marais afin de réduire les pertes par la dénitrification.

L'utilisation optimale d'engrais azotés permettrait de réduire les pertes par dénitrification de 7 à 17 % (d'après Chichester et Smith, 1978) et par conséquent les émissions de N₂O atmosphériques dans les mêmes proportions.

Les réductions attendues par la mise en application de ces mesures ont été estimées à 33,5243 Gg comme le montre le tableau ci-dessous.

Tableau IV.1 Synthèse des réductions attendues par la mise en application des mesures d'atténuation pour les sols cultivés.

Mesure d'atténuation	Quantité réduite de N ₂ O (Gg)
1. Utilisation des quantités optimales et leur application à des stades optimaux.	3,36907
2. Utilisation de la matière organique riche en azote	7,84178
3. Fixation symbiotique de l'azote	22,31348
Total	33,52433

Impacts dus à la mise en application des mesures d'atténuation.

Les mesures d'atténuation proposées ci-dessus permettent :

- (i) de pourvoir aux besoins de la plante en engrais azotés et de minimiser les pertes dues à la dénitrification ;
- (ii) d'améliorer les rendements des cultures ;
- (iii) de préserver l'environnement en réduisant au minimum la pollution des eaux souterraines par les nitrates, la formation des pluies acides riches en HNO₃ et les émissions de N₂O dans l'atmosphère ;
- (iv) de faire quelques économies en substituant les engrais azotés organiques aux engrais azotés minéraux qui sont chers.

IV.2.2.2.5. Alternatives technologiques pour réduire les émissions dans les rizières.

La décomposition anaérobie de la matière organique dans les rizières inondées produit du CH₄. La quantité émise est fonction de la variété du riz, du nombre et de la durée des récoltes, du type de sol, de la température, des pratiques d'irrigation et de l'utilisation des engrais.

Au Burundi, la quantité de méthane issu de la culture du riz est estimée à 0,814 Gg. Bien que cette quantité soit faible, certaines pratiques pourraient contribuer à sa réduction. Il s'agit notamment :

- (i) du drainage à répétition au moins 2 à 3 jours toutes les trois semaines en vue de permettre une aération multiple à la place d'un système d'inondation permanente ou d'aération unique ;
- (ii) du compostage des résidus de paille avant leur incorporation dans les casiers rizicoles qui ferait qu'une partie du carbone organique soit minéralisée avant d'être incorporée en milieu anoxique ;
- (iii) de l'utilisation de la paille comme aliment pour bétail ;
- (iv) de l'exploitation des marais minéraux à la place des marais organiques ;
- (v) de la sélection d'un idéotype de variété de riz faible producteur de gaz méthane et le développement des variétés à cycle court ;
- (vi) de la détermination et respect des dates optimales de semis.

La mise en application de toutes ces mesures d'atténuation permettra une réduction des émissions de CH₄ de 1 071,3465 Gg comme le montre le tableau ci-dessous.

Tableau IV.2. Synthèse des réductions des émissions de CH₄ attendues d'ici l'an 2050 par la mise en application des mesures d'atténuation en riziculture.

Mesure d'atténuation.	Quantité de CH ₄ réduite (Gg).	Equivalent CO ₂ (Gg).
1. Vulgarisation des méthodes d'aération multiple	130,3961	2738,3177
2. Compostage des résidus de paille	310,6056	6522,7176
3. Exploitation des marais minéraux	106,040	2 226,84
4. Utilisation des variétés à cycle court	194,8495	4091,8405
5. Utilisation des variétés faibles productrices de méthane	124,2123	2608,4159
6. Semis à des dates optimales	205,243	4310,10
Total	1071,3465	22498,23

Ce tableau montre que les mesures combinées peuvent donc permettre de réduire des quantités d'émissions de méthane de loin supérieures à celles attendues en l'an 2050 estimées à 532,1916 Gg.

Impact des mesures proposées sur le secteur agricole.

Les mesures proposées n'ont pas d'impact négatif sur le secteur agricole. Cependant leur mise en œuvre nécessite d'entreprendre des actions immédiates au niveau aménagement des marais, préservation du cycle hydrologique, formation vulgarisation, recherche et au niveau des cultures de substitution pour l'exploitation des marais organiques et tourbeux.

IV.2.3. Secteur des changements d'affectation des terres et de la foresterie.

IV.2.3.1. Situation.

Le bois constitue la principale source d'énergie pour plus de 95 % de la population burundaise. Le Gouvernement du Burundi a déployé depuis les années 1978, de nombreux efforts de reboisement du pays qui ont permis d'installer environ 56 939 ha de nouveaux boisements, de telle sorte que la couverture forestière était estimée en 1992, à 201 489 hectares, soit environ 8 % du territoire nationale.

Une partie de ces boisements vient d'être détruite suite à la crise, et cette situation est accentuée par des défrichements au profit de spéculations agricoles ainsi que par des incendies d'origines diverses.

Face à cette situation qui risquait de conduire à une dégradation des ressources forestières, le Gouvernement a déjà défini une politique qui permettrait, si elle était mise en application, d'accroître la production forestière et par conséquent de répondre aux besoins de la population en produits ligneux et d'assurer une bonne gestion des ressources.

IV.2.3.2. Politique nationale forestière.

La politique du Burundi en matière de foresterie vise à atteindre les objectifs spécifiques suivants : (i) le développement du patrimoine forestier en mettant un accent particulier sur l'agroforesterie ;(ii) l'amélioration de la gestion du patrimoine forestier existant, (iii) la structuration de la filière bois.

Cette politique nécessite pour sa mise en œuvre l'implication de la population dans toutes les actions de développement et de protection du patrimoine forestier.

IV.2.3.3. Mesures prises pour la mise en œuvre de la politique forestière.

(i) Le reboisement.

Il regroupe les arbres d'alignement, les boisements publics en plein, les boisements privés comprenant les micro boisements et l'agroforesterie. Le Gouvernement a pris conscience des dimensions modestes du pays et par conséquent de la rareté des terres à reboiser. C'est pour cela qu'il fait la promotion des micro boisements privés et l'intégration à large échelle de l'arbre dans l'agriculture. En même temps, il poursuit le reboisement des crêtes dénudées à travers des projets financés par les bailleurs extérieurs.

(ii) L'augmentation des plantations agricoles pérennes.

Il s'agit principalement du théier, du caféier, du quinquina, du palmier à huile et du bananier.

Le taux d'évolution du théier est de 1,63 %, soit 245 ha/an. La politique sectorielle du Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage projette de porter les superficies théicoles de 8 000 ha en 1998 à 13 000 ha en 2010.

Pour le caféier, les superficies ont évolué au taux de 4,9 % depuis les années 1970 jusqu'en 1994. Elles devraient se stabiliser à 64 573 ha à partir de 2005 suite à l'exiguïté des terres et l'Office du Café du Burundi compte jouer sur la densité des plantations qui atteint actuellement 3 333 pieds au lieu de 2 666 pieds à l'hectare.

Les superficies occupées par le quinquina et le bananier ne devraient pas augmenter à partir de l'an 2000. Elles sont respectivement de 500 et 420 000 ha. Celles de palmier à l'huile passeront de 12 669 ha en 2000 à 16 917 ha en 2050.

(iii) La maîtrise de la conversion des boisements en terres agricoles.

Il est difficilement envisageable d'interdire des cessions ou des occupations illicites des terrains boisés alors que le Gouvernement doit faire face à la réinstallation des réfugiés (environ 500 000 personnes) et des déplacés de guerre de 1993 (environ 500 000 personnes). Cependant cette conversion qui est de 5 252 ha en 2000 sera stabilisée à moyen terme.

(iv) La gestion rationnelle des marais et l'aménagement des bassins versants.

Le taux d'augmentation des superficies des marais cultivés est de 1,18 %, soit 1399 ha par an. Pour réduire cette pression sur les marais, les bassins versants doivent être aménagés dans leur ensemble dans le but d'augmenter les rendements agricoles de manière à limiter la conquête de nouvelles terres. La protection des marais permet d'augmenter les puits de GES.

IV.2.3.4. Options technologiques d'atténuation des GES.

(i) Amélioration du système de carbonisation.

Cette option vise à économiser la quantité de bois utilisé dans le système de carbonisation. Elle recourt à l'usage d'un four modèle "Cornu de Cotonou" à rendement pondéral supérieur ou égal à 25 %, alors que la méthode traditionnelle de meule en terre n'a qu'un rendement pondéral de 10 %.

Ainsi donc, le four Cornu permet une économie de bois (masse) de 60 %, soit 73,17 % du volume du bois sur pied, c.à.d. 1 214 443 m³. Ceci permet de récupérer au moins 1 622 Gg de CO₂ pour l'an 2005, à raison d'un Gg de CO₂ pour 748 520 m³ de bois exploité.

La mise en œuvre de cette option n'est pas coûteuse et le coût d'un Gg économisé a été estimé à 5 465 FBU, soit environ 7 US \$.

(ii) Amélioration de la durabilité du bois.

Cette option consiste en la généralisation des produits de préservation du bois afin de limiter la pression sur les ressources forestières et par conséquent les émissions qui en découleraient. Le produit dont l'usage pourra être généralisé est le Wolmanit qui permet au bois de résister pendant environ 25 ans.

IV.2.3.5. Mesures réglementaires et légales.

Elles visent à appuyer les options technologiques et apporter ainsi un complément à la réduction de la pression sur le couvert végétal.

Elles portent notamment sur : (i) la réglementation des coupes d'arbres ; (ii) l'interdiction des coupes d'arbres sur les zones écologiquement sensibles comme les crêtes et les pentes fortes. Ces mesures existent déjà dans les différentes législations en vigueur au Burundi, mais il conviendra de les affiner pour qu'elles puissent intégrer les préoccupations de changements climatiques.

IV.2.3.6. Scénario d'atténuation.

Le concours de toutes ces mesures politiques, les options technologiques et les mesures réglementaires ont permis d'élaborer un scénario d'atténuation des émissions de CO₂ dans le secteur des changements d'affectation des terres et foresterie.

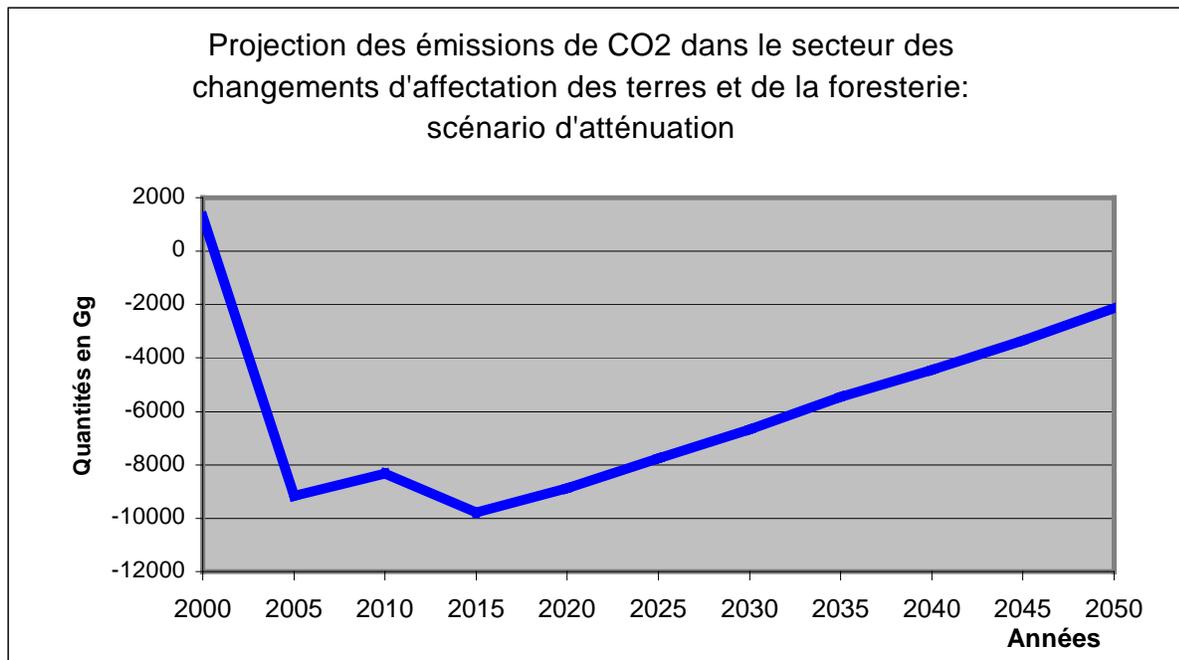


Figure IV.7 : Projection des émissions des CO₂ dans le secteur des changements d'affectation des terres et de la foresterie : scénario d'atténuation.

La figure montre que le bilan des émissions de CO₂ restera toujours négatif de 2005 à 2050 mais qu'il ira néanmoins en augmentant, c.à.d que le pouvoir de séquestration des forêts ira en diminuant d'ici 2050.

IV.2.4. Secteur des déchets.

Introduction

Les déchets ménagers, commerciaux et industriels constituent des sources importantes de gaz à effet de serre en particulier le méthane et l'oxyde nitreux. Or, depuis 1993, les services publics chargés de la gestion de ces déchets dans la ville de Bujumbura n'ont plus de moyens suffisants pour faire face aux besoins dans le secteur et les projets qui étaient en cours d'étude n'ont pas connu un début d'exécution.

C'est dans ces conditions qu'il a été élaboré des scénarios d'évolution des émissions de méthane et d'oxyde nitreux qui se basent sur quelques hypothèses notamment la mise en place d'une décharge publique contrôlée dès l'année 2005 et le fonctionnement de la STEP.

IV.2.4.1. Options technologiques d'atténuation des émissions de CH₄ et NO₂

Les options technologiques suivantes pourront contribuer à réduire les émissions de GES issues des déchets. Il s'agit de :

(i) Valorisation des déchets.

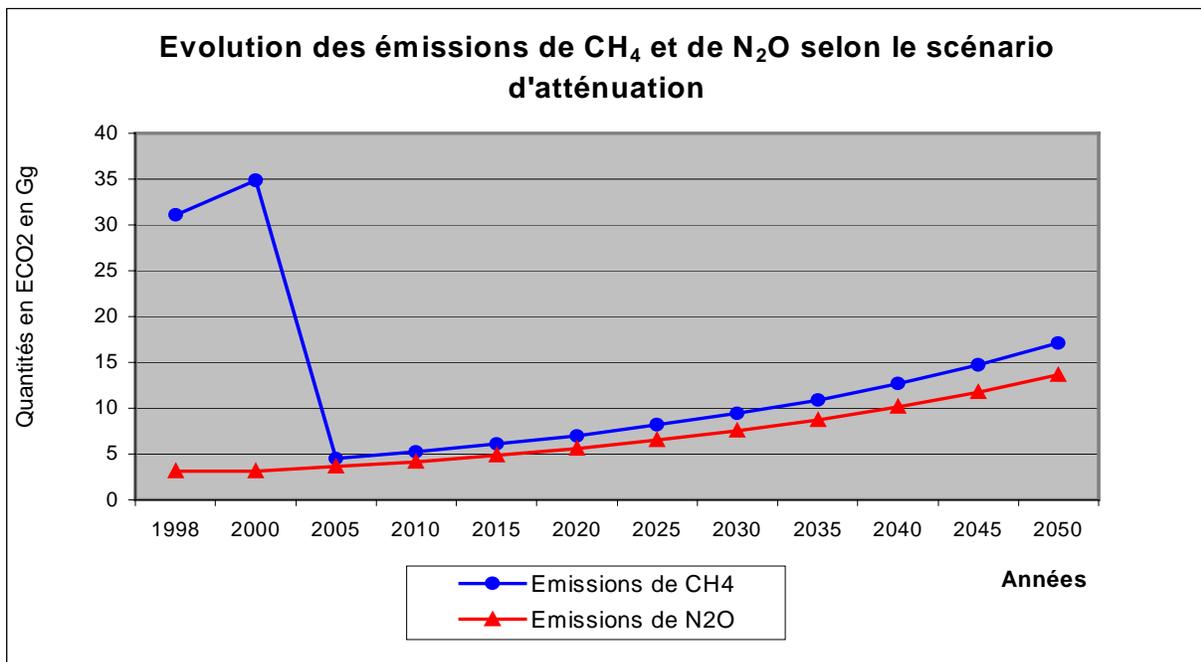
Pour le cas du Burundi, deux types de valorisation des déchets sont applicables et portent sur le compostage en tas et la technologie du biogaz. Cette dernière est bien connue, elle a été introduite dans le pays depuis 1980.

(ii) Traitement des eaux usées domestiques et industrielles.

La ville de Bujumbura dispose d'une station d'épuration des eaux usées mais dont la capacité ne permet de desservir que 38 % de la population, 62 % de la population restant non desservie.

IV.2.4.2. Scénario d'atténuation.

Figure IV.8. Evolution des émissions de CH₄ et N₂O selon le scénario d'atténuation dans le secteur des déchets.



IV.2.4.3. Impact des mesures d'atténuation.

La figure IV.8 montre que les émissions de CH₄ diminueront presque de moitié selon le scénario d'atténuation d'ici 2050. Par contre les émissions de NO₂ s'accroîtront parce que la seule station d'épuration des eaux usées ne suffira pas pour atténuer les émissions qui restent dépendantes de l'évolution de la population urbaine sans cesse en augmentation. Il sera donc nécessaire d'augmenter la capacité de traitement des eaux usées pour qu'elle puisse couvrir toute la ville de Bujumbura.

IV.2.4.4. Autres mesures.

Les mesures suivantes seront prises pour assurer le bon fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées. Il s'agit de :

- (i) instaurer un système de taxation à l'endroit des populations et des sociétés raccordées à la STEP afin de garantir son entretien régulier ;
- (ii) sensibiliser les industriels à prétraiter les eaux usées avant leur évacuation dans le réseau public et leur accorder des facilités pour l'acquisition des installations nécessaires.

IV. 3. POLITIQUES ET MESURES D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES.

IV.3.1. SCENARIOS DE CHANGEMENTS CLIMATIQUES.

Les scénarios d'évolution climatique à l'horizon 2050 ont été élaborés par l'Institut Géographique du Burundi et ont servi de base aux études de vulnérabilité aux changements climatiques des principaux secteurs socio-économiques qui ont été réalisées par l'Université du Burundi.

IV.3.1.1. Analyse spatio-temporelle des principaux éléments climatiques de 1961-1999.

L'évolution des précipitations totales annuelles au cours de la période de 1961 à 1999 montre un caractère quasi cyclique avec une périodicité de plus ou moins dix ans de l'excédent et du déficit pluviométrique par rapport à la moyenne.

S'agissant de la distribution du nombre moyen de jours de pluies, on remarque que la période de 1960 à 1975 a été caractérisée par un nombre élevé de jours de pluies par rapport à la moyenne tandis que de 1976 à 1999, le nombre annuel de jours de pluies était inférieur à la moyenne à l'exception de 2 stations sur les six considérés.

L'évolution de la température annuelle quant à elle laisse apparaître deux périodes distinctes ; (i) la période de 1961 à 1979 pendant laquelle les écarts ont été négatifs accusant ainsi une baisse de température et (ii) la période de 1980 à 1990 qui accuse une persistance de température supérieure à la normale par des écarts positifs par rapport à la moyenne. On notera néanmoins que deux stations de Muyinga et Karuzi au Nord-Est du pays réagissent différemment du reste du pays.

L'évolution de la température moyenne minimale montre, tout comme la température moyenne, une hausse à partir de l'année 1979 partout dans le pays sauf pour les deux stations ci-haut cités.

Quant à la variation mensuelle de la durée d'insolation, cette dernière accuse trois minimums dans l'année correspondant à la forte nébulosité en février, avril et novembre, alors que le maximum d'heures d'insolation mensuelle s'observe en juillet-août quand le ciel est suffisamment dégagé.

La durée d'insolation est également influencée par le relief : les régions périphériques à faible altitude bénéficient beaucoup plus d'heures d'ensoleillement que la Crête Congo-Nil souvent couverte par les masses nuageuses.

IV.3.1.2. Analyse de la tendance de la situation climatologique actuelle.

IV.3.1.2.1. Situation thermométrique de base.

Evolution de la température moyenne annuelle en l'absence de changements climatiques à Mparambo (887 m) et à Gisozi (2097 m) montre que dans les deux cas, la température est en augmentation continue jusqu'en l'an 2050. L'augmentation de la température moyenne est de 0,2°C tous les dix ans dans les basses terres et de 0,3°C sur les hautes terres (voir figures IV.9a et IV.9b).

IV.3.1.2.2. Situation pluviométrique de base.

L'évolution de la pluviométrie moyenne mensuelle en mm, en l'absence de changements climatiques à Mparambo (887 m) et à Gisozi (2097 m), révèle que les précipitations moyennes conserveront leur caractère cyclique quasi-décennal sans tendance significative (voir figures IV.9c et IV.9d).

En conclusion, en l'absence des changements climatiques, la variabilité saisonnière du climat dépend largement de la circulation des masses d'air dans la zone intertropicale sous la dynamique du front de convergence.

IV.3.1.3. Scénarios de changements du climat.

Au niveau méthodologie, le modèle MAGICC/SCENGEN a été utilisé. La sélection des scénarios d'émission et des paramètres pour le modèle MAGICC au niveau global a porté au scénario de référence IS 92A qui correspond à l'échelle moyenne en gardant les paramètres par défaut et au scénario de projection des forces motrices des changements climatiques IS92C.

La sélection du modèle de circulation générale des gaz à effet de serre a été basée sur la résolution du modèle et sa sensibilité. Ainsi, le modèle HadCM2 dont la résolution est de 2,5° lat. x 3,75° long. a été jugé le mieux adapté au cas du Burundi.

Cependant, étant donné que la résolution du modèle par rapport à la taille du Burundi est trop grande, on a procédé par la méthode d'interpolation en établissant des cartographies des isolignes et constitué ainsi le tableau des changements ΔT et ΔP par rapport à la situation de base.

Tableau IV.3. : Changement de température ΔT en °C et des précipitations ΔP en % aux différents horizons temporels (2010-2050). Scénario haut.

a) Précipitation (ΔP en %)

Année	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc	Ann.
2010	11,6	7,2	6,3	3,6	3,5	-4	-4	-4,2	-5,5	-1,2	6,5	9,5	2,9
2020	16,8	11,2	8,7	5	5,9	-7,2	-5	-5,5	-6,2	-0,6	11,1	13,5	4,6
2030	23,5	15,6	13,3	6,5	8,2	-10,3	-7,3	-5,9	-7,6	0,1	16,4	17,9	6,6
2040	30,1	20,2	17,3	8,1	10,4	-13	-9,2	-6,5	-9,5	0,1	21,5	23,6	8,5
2050	36,9	24,7	21,3	9,5	12,2	-16,5	-11,4	-8,4	-11	0,2	26,1	27,6	10,3

Source : IGEBU, 2001.

b) Températures (ΔT en °C)

Année	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc	Ann.
2010	0,6	0,6	0,8	0,8	0,9	0,9	1	1	1	1	0,9	0,7	0,8
2020	0,9	0,8	1,1	1,1	1,3	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	0,9	1,1
2030	1,1	1	1,5	1,4	1,7	1,6	1,9	1,9	1,9	1,7	1,7	1,2	1,5
2040	1,4	1,3	1,9	1,8	2,2	2,1	2,4	2,4	2,4	2,1	2,1	1,5	1,9
2050	1,7	1,5	2,3	2,1	2,7	2,5	2,9	2,9	2,9	2,5	2,6	1,9	2,3

Source IGEBU, 2001.

Les tableau IV.3.a) et b) montrent qu'en présence de changements climatiques, les précipitations augmenteront légèrement en moyenne de 3 % à 10 %.

Cependant certains mois tels que novembre, décembre, janvier, février et mars seront plus pluvieux (>25 % par rapport à la situation de base). En revanche, le groupe de mois de mai à octobre verra leur pluviométrie diminuée de 4 à 15 %.

S'agissant de la température de l'air, au cours de la période 2000-2050, on assistera à une hausse constante de la température moyenne d'environ 0,4°C tous les dix ans. L'accroissement de la température de l'air entre 2010 et 2050 atteindra 1,9°C et le réchauffement sera plus important pendant la grande saison sèche (mai à octobre).

Les figures IV.9a, b, c, d montrent l'évolution de la température moyenne annuelle et de la pluviométrie moyenne annuelle entre 1961 et 2050 avec changements climatiques à Mparambo et à Gisozi. Ces variations de températures et de précipitations devront avoir des conséquences sur les ressources en eau, l'énergie, l'agriculture, les écosystèmes naturels et la santé. Et, dans ce contexte, le Gouvernement a déjà prévu des mesures d'adaptation. Cependant, la mise en œuvre de certaines d'entre elles nécessite le concours technique et financier des bailleurs de fonds.

Figure IV.9.a

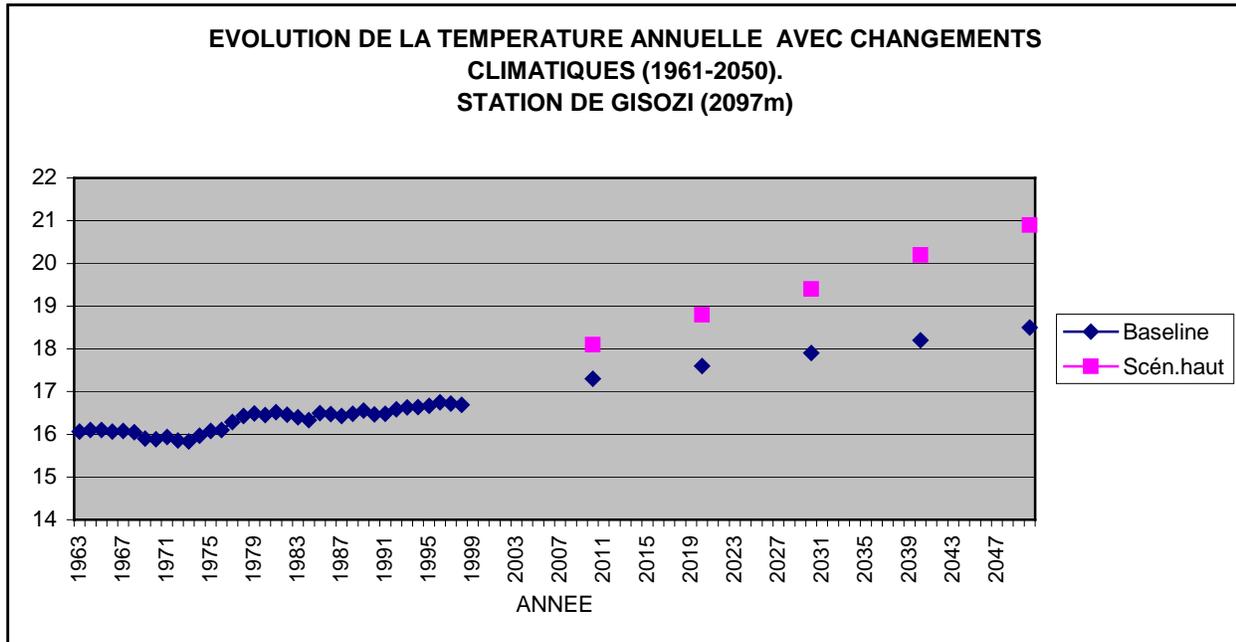


Figure IV.9.b

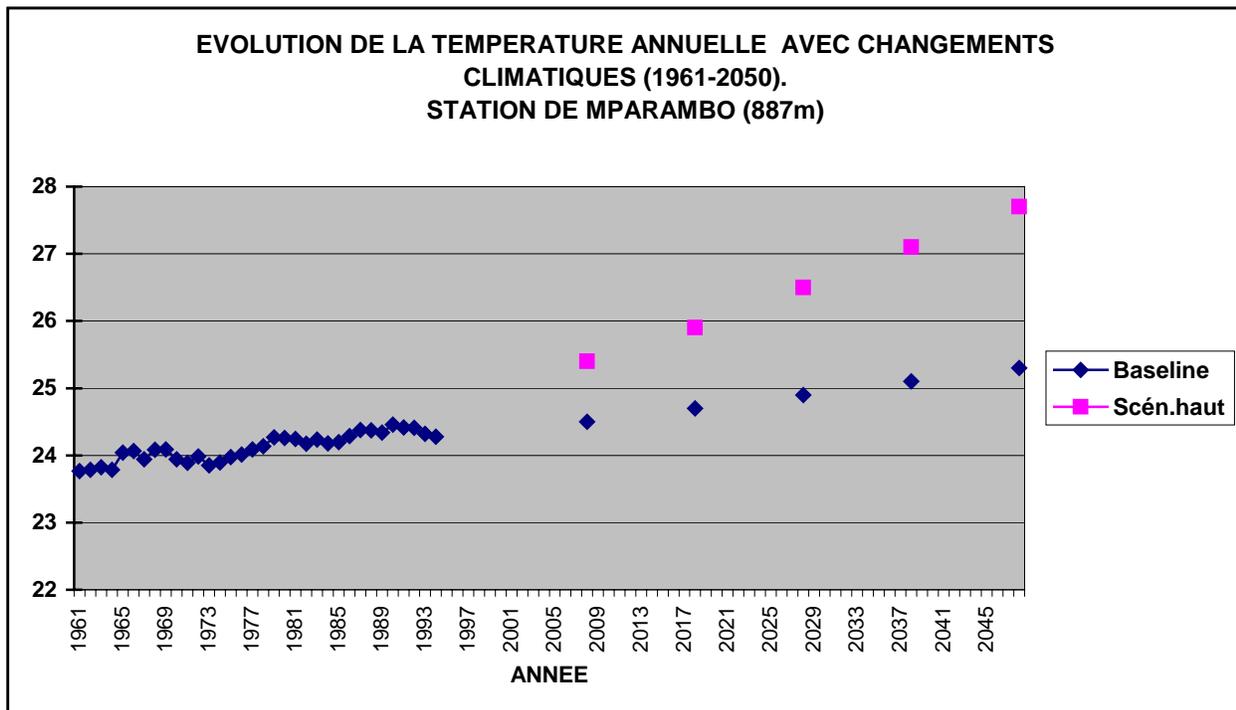


Figure IV.9.c

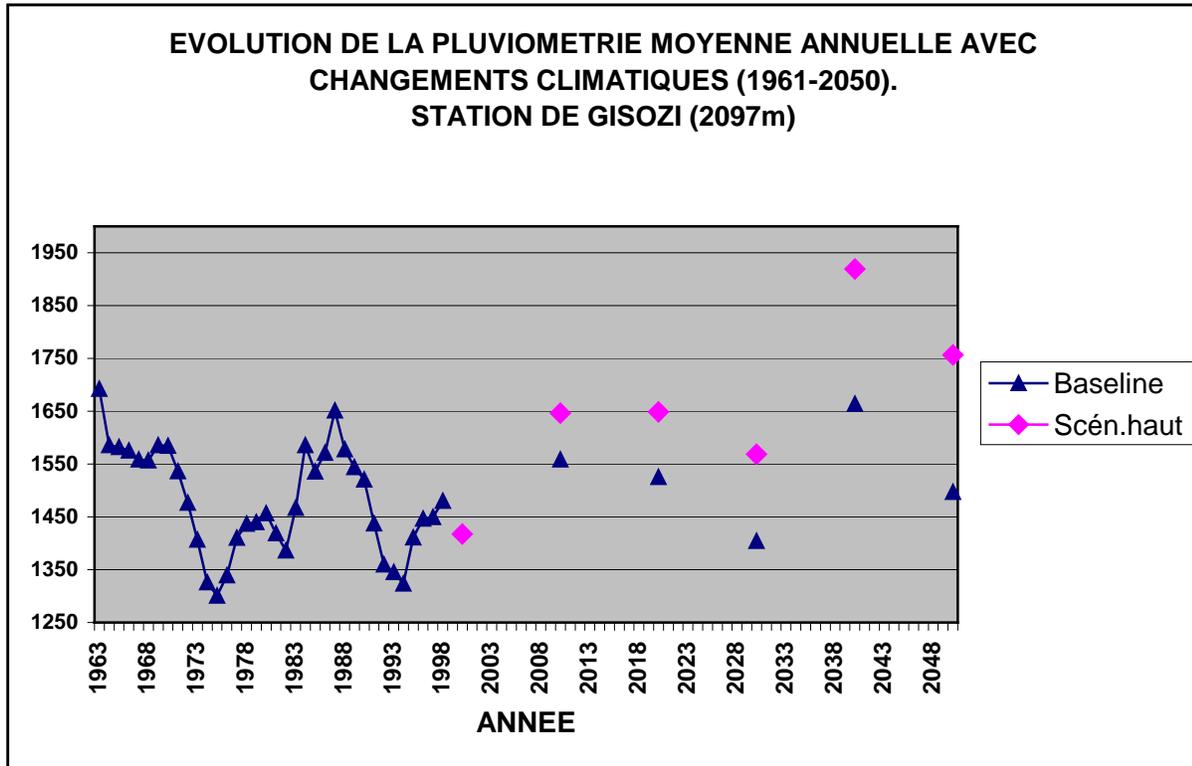
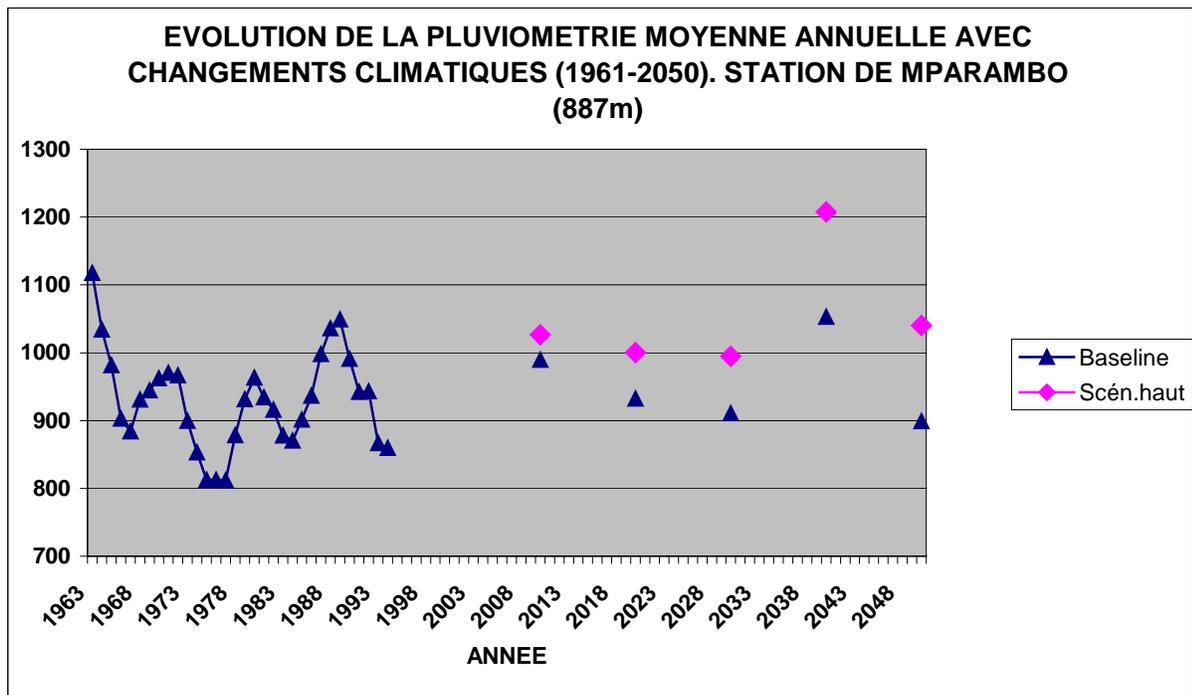


Figure IV.9.d



IV.3.2. VULNERABILITE DES PRINCIPAUX SECTEURS SOCIO-ECONOMIQUES.

IV.3.2.1. Ressources en eau.

IV.3.2.1.1. Introduction.

Le Burundi est doté de ressources en eau en quantité abondante et de bonne qualité. Elles sont partagées entre cinq sous-bassins hydrographiques dont les plus importants sont le sous-bassin de la Rusizi et le sous-bassin de la Ruvubu (voir carte des zones hydrographiques). Ce sont les données de ces sous-bassins qui ont été utilisées pour l'étude de vulnérabilité des ressources en eaux au Burundi.

Les données de base récoltées consistent en séries pluviométriques des stations climatologiques de base qui sont Mparambo pour le sous-bassin de la Rusizi et Gisozi pour le sous-bassin de la Ruvubu. Les autres séries collectées sont les débits moyens annuels observés à Gatumba pour la Rusizi et au site dit Bac-Muyinga, pour la Ruvubu.

Les séries observées au sein de la période de référence (1961-1990) sont incomplètes. La bonne corrélation entre les débits à l'exutoire et la pluviométrie en amont a permis d'établir une relation mathématique type linéaire et par conséquent d'allonger les séries.

IV.3.2.1.2. Situation de base.

La situation hydrologique de base montre une diminution progressive des débits dans les deux grandes rivières du Burundi, à savoir la Rusizi et la Ruvubu .

Pour la Rusizi, le débit moyen annuel passe de 165,23 m³/sec observé pendant la période de référence à 125,30 m³/sec projeté en 2050, soit une baisse de 39,93 m³/sec, environ 24%.

Pour la Ruvubu, le débit moyen annuel passe de 103,00 m³/sec observé pendant la période de référence à 72,07 m³/sec projeté en 2050, soit une baisse de 30,93 m³/sec, environ 30%.

Tableau IV.4. : Situation hydrologique de base : débits moyens annuels (m³/sec).

Années	1961	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Rusizi à Gatumba	-	-	-	147,30	141,80	136,90	130,80	125,30
Ruvubu (Bac-Muyinga)	-	-	-	85,14	81,87	78,60	75,34	72,07

IV.3.2.1.3. Evolution de la situation hydrologique avec les changements climatiques.

Les scénarios développés à différents niveaux en présence des changements climatiques montrent une augmentation importante des débits des rivières. (voir tableaux n°IV.5.a et IV.b. et figures IV.10.a, b, c et d.

Figure IV.10.a

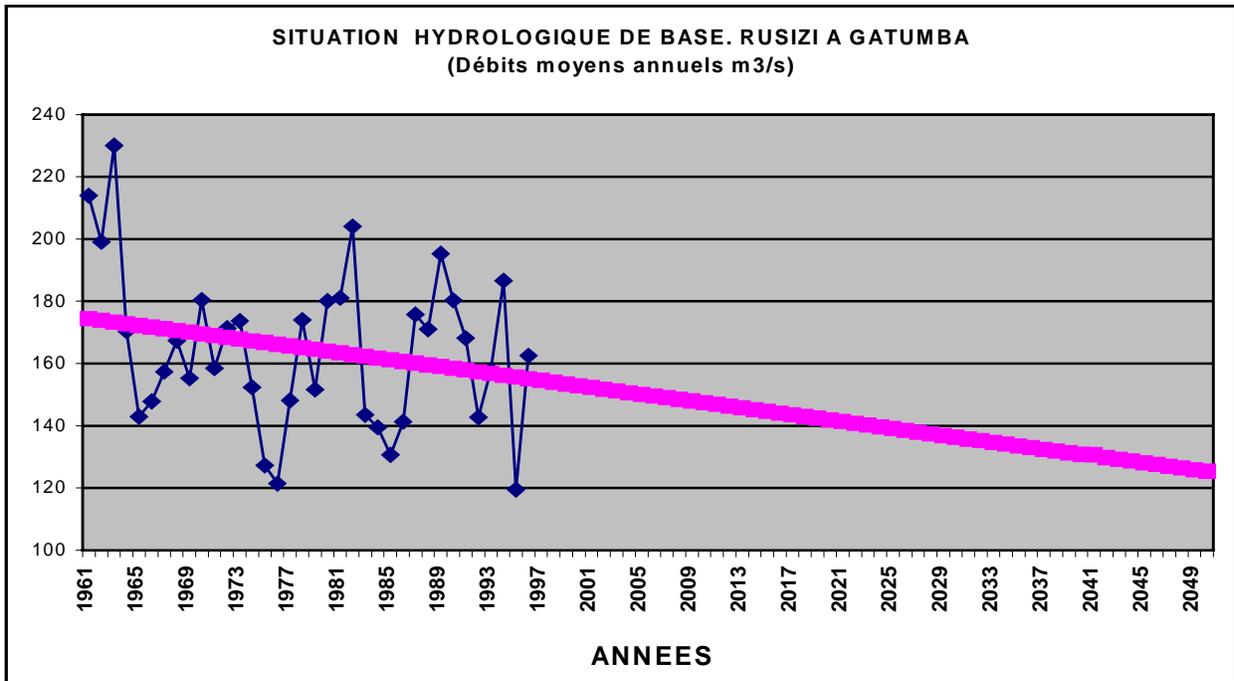


Figure IV.10.b

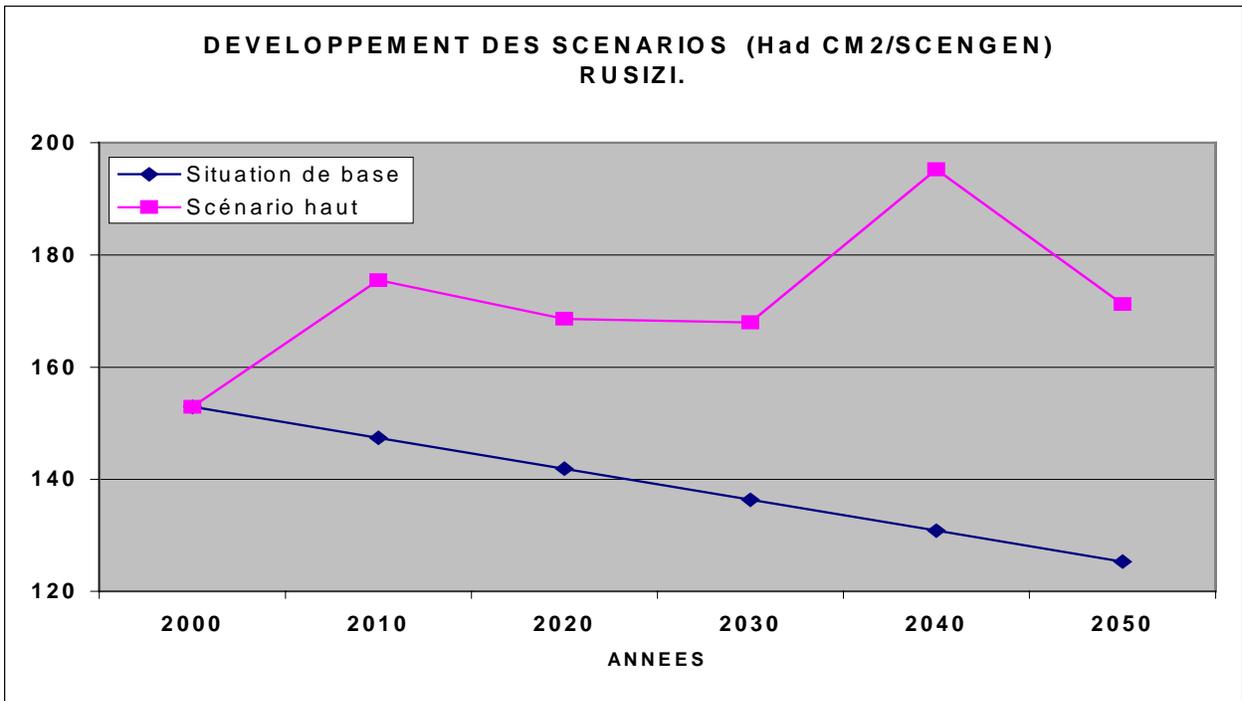


Figure IV.10.c

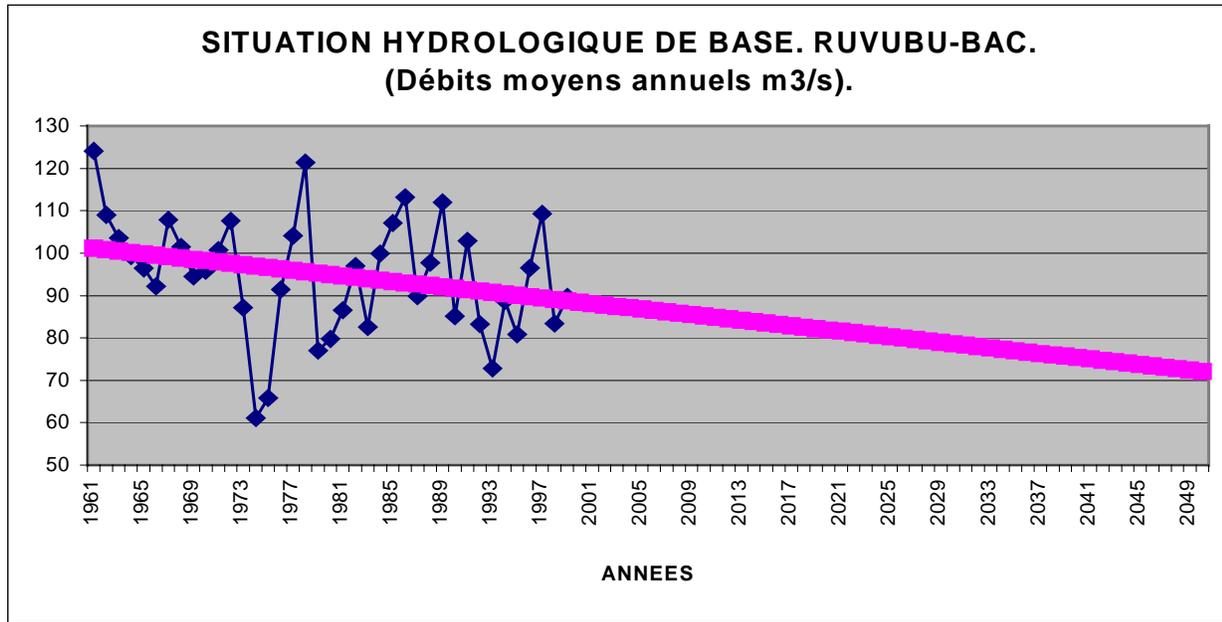
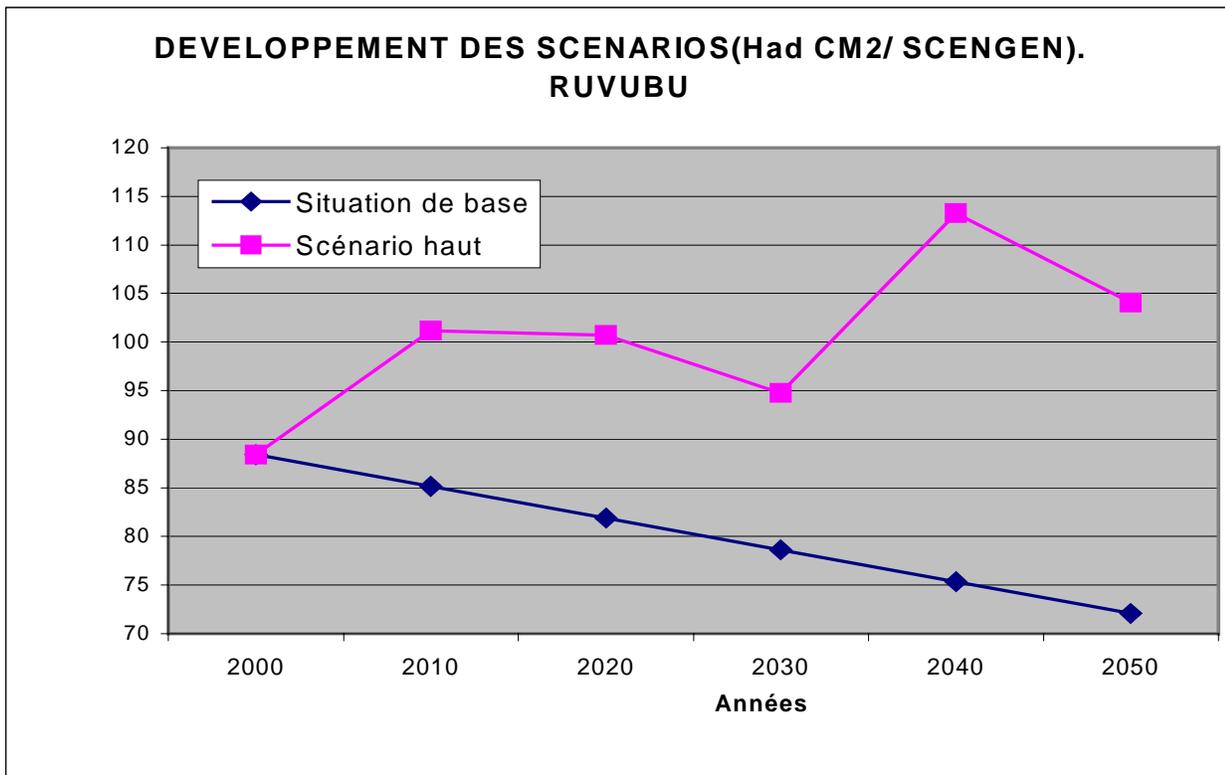


Figure IV.10.d



Ainsi, le scénario haut avec changement climatique montre que les débits de la Rusizi et de la Ruvubu passent de 125,30 m³/sec à 171,22 m³/sec et 72,07 m³/sec à 104,04 m³/sec de 2001 à l'horizon 2050, respectivement.

Tableau IV.5. : Projection de la situation hydrologique à l'horizon 2050 en présence de changements climatiques.

a) Rusizi

Année	Scénario haut		Scénario moyen		Scénario bas	
	RR (mm)	Q (m ³ /sec)	RR(mm)	Q (m ³ /sec)	RR (mm)	Q (m ³ /sec)
2010	1018	175.47	1011.1	174.37	1005.2	173.43
2020	974.8	168.60	963.6	166.82.	954.3	165.32
2030	970.8	167.96	941.6	163.32	940.7	163.18
2040	114.3	195.26	1102.4	188.89	1097.2	188.06
2050	991.3	171.22	965.3	167.09	965.0 *	167.05 *

(*) valeur estimée.

b) Ruvubu.

Année	Scénario haut		Scénario moyen		Scénario bas	
	RR (mm)	Q (m ³ /sec)	RR(mm)	Q(m ³ /sec)	RR(mm)	Q/m ³ /sec)
2010	1603.6	1011,18	1592.7	100.53	1583.4	99.97
2020	1595.7	100.78	1577.4	99.61.	1562.2	98.70
2030	1496.6	94.77	1469.9	93.17	1450.3	91.98.
2040	1805.2	113.26	1763.6	110.76	1733.6	108.97
2040	1651.5	104.05	1608.1	101.45	1583.8 *	100 *

(*) valeur estimée

IV.3.2.1.4. Evaluation des impacts et de la vulnérabilité.

De manière générale, il a été établi que les changements climatiques attendus à l'horizon 2050 seront accompagnés d'une augmentation importante des températures, des précipitations et conséquemment des débits des cours d'eau. Cette situation se traduira en plusieurs types d'impacts.

Au niveau climatique, les changements prévus entraîneront une perturbation du cycle hydrologique influant ainsi sur le comportement régulier des paramètres hydrologiques comme la pluviométrie, l'évaporation, le ruissellement et l'écoulement dans les cours d'eau.

L'augmentation des précipitations et des débits dans les cours d'eau se traduira également par une forte érosion sur les collines et des inondations dans les bas fonds. Ces phénomènes affecteront la qualité de l'eau par l'augmentation de la charge en matière solide en suspension, les cultures dans les bas fonds par l'envasement de ces terres, et pourront causer la destruction des ouvrages de traversées, d'irrigation, etc.

Le niveau d'hygiène des populations riveraines en sera affecté et l'eau polluée constituera à son tour une source de maladies épidémiques. La forte population rurale comme urbaine attendue à l'horizon 2050 aura une tendance à chercher de nouvelles sources d'approvisionnement en eau moins polluée, en l'occurrence l'eau de source. Cette

eau fera l'objet d'une nouvelle concurrence et risque d'être insuffisante pour satisfaire les besoins des populations.

Au niveau environnemental, l'augmentation de la population, le développement agricole et industriel prévisibles, associés aux fortes précipitations pourraient être des facteurs qui contribuent à la pollution de l'eau par les décharges industrielles et les intrants agricoles transportés par les eaux de pluies.

IV.3.2.1.5. Stratégies d'adaptation.

En face d'un changement climatique prévisible, le Gouvernement du Burundi poursuivra sa politique actuelle en matière de reboisement en vue de combattre la désertification et en même temps contribuer à l'effort mondial de création de puits de gaz à effet de serre.

Le Gouvernement prendra des mesures appropriées de protection, de gestion et de conservation des ressources en eau en même temps qu'il adoptera des mesures allant dans le sens d'une meilleure gestion de l'espace et de promotion de l'hygiène pour éviter les catastrophes sanitaires. Aussi, le Gouvernement va promouvoir des technologies de captage de l'eau et de construction de retenues collinaires multifonctionnelles, sensibiliser les populations à la gestion conservatoire des ressources en eau, et renforcer les ressources humaines oeuvrant dans le domaine de l'eau.

IV.3.2.2. Secteur énergie.

Les domaines qui sont les plus exposés aux effets de changements climatiques retenus dans l'étude de vulnérabilité sur base de critères tels que le niveau de variabilité par rapport aux paramètres climatiques, l'importance du domaine considéré dans la planification énergétique nationale, la quote-part dans la répartition de la consommation finale et les émissions de gaz à effet de serre sont : (i) l'hydroélectricité ; (ii) les pertes électriques et (iii) le bois et le charbon de bois.

IV.3.2.2.1. Tendances dues aux changements climatiques.

(i) La production hydroélectrique.

La production électrique du Burundi est largement tributaire du débit des rivières. L'analyse conduite au niveau des bassins versants de la Kitenge abritant la centrale hydroélectrique de Rwegura de 18 MW (en service) et du bassin versant de la Murembwe (centrale en projet de 12 MW), montre que le potentiel hydroélectrique de ces deux rivières connaîtrait une évolution identique à celle du débit si on maintient la hauteur de chute constante.

Les scénarios de l'évolution des débits annuels des bassins versants de la Murembwe et de Rwegura, montrent que le débit moyen de la Murembwe varie entre 6,10 m³/sec à 6,45 m³/sec entre 2000 et 2050, soit une variation de 5,7 %. Celui de Rwegura passe de 1,645 m³/sec à 1,71 m³/sec, soit une variation de 4 %.

Tableau IV.6 : Evolution du débit des rivières Murembwe et de Kitenge en m³/sec.

Année	Murembwe		Kitenge	
	Sans C.C.	Avec C.C.	Sans C.C.	Avec C.C.
Débit de référence	6,10	6,10	1,645	1,645
2010	6,128	6,24	1,655	1,68
2020	6,074	6,27	1,640	1,68
2030	5,877	6,15	1,608	1,66
2040	6,300	6,72	1,632	1,76
2050	6,028	6,45	1,645	1,71

Le potentiel étant proportionnel au débit, un accroissement des précipitations pourrait conduire à un accroissement des débits des rivières, donc à une production énergétique plus grande pour les centrales hydroélectriques en service et à la possibilité d'aménager des barrages plus importants pour les centrales hydroélectriques en projets.

Mais l'effet des changements climatiques se traduit également par un accroissement général des apports en sédiments variant entre 1% et 10% avec comme conséquence un risque d'envasement rapide des barrages de retenue et de débordement si les déversoirs sont seulement dimensionnés pour évacuer les crues centenaires.

(ii) Les pertes électriques en ligne.

Dans un réseau électrique, les pertes augmentent avec la température. Pour chaque type de conducteur, on peut évaluer les pertes en ligne connaissant la conductivité et le coefficient de température.

Les pertes de référence évaluées pour une longueur de ligne de 1470 Km représentant 79 % du réseau montrent une augmentation faible mais progressive de 2000 à 2050.

Les changements climatiques vont se traduire par des températures plus élevées dans le futur qui vont occasionner des pertes dans le réseau de l'ordre de 0,34% en l'an 2050 (voir tableau IV.7.)

Tableau IV.7. : Evolution des pertes électriques en ligne en %.

Année	Sans C.C.		Avec C.C.		Ecart (%)
	T(°C)	Pertes (%)	T(°C)	Pertes (%)	
2010	24,5	0,04	25,4	0,12	0,08
2020	24,6	0,05	25,9	0,17	0,12
2030	24,9	0,08	26,5	0,23	0,15
2040	25,1	0,09	27,0	0,27	0,18
2050	25,3	0,11	27,7	0,34	0,23

(iii) Consommation du bois-énergie.

Les scénarios d'évolution de la consommation du bois énergie incluent : (i) l'évolution projetée de la population dont le taux d'accroissement passerait de 2,8 % à 2,1 % entre 2000 et 2050 et (ii) l'évolution de la consommation unitaire consécutivement à celle des paramètres macroéconomiques (urbanisation, revenus, etc).

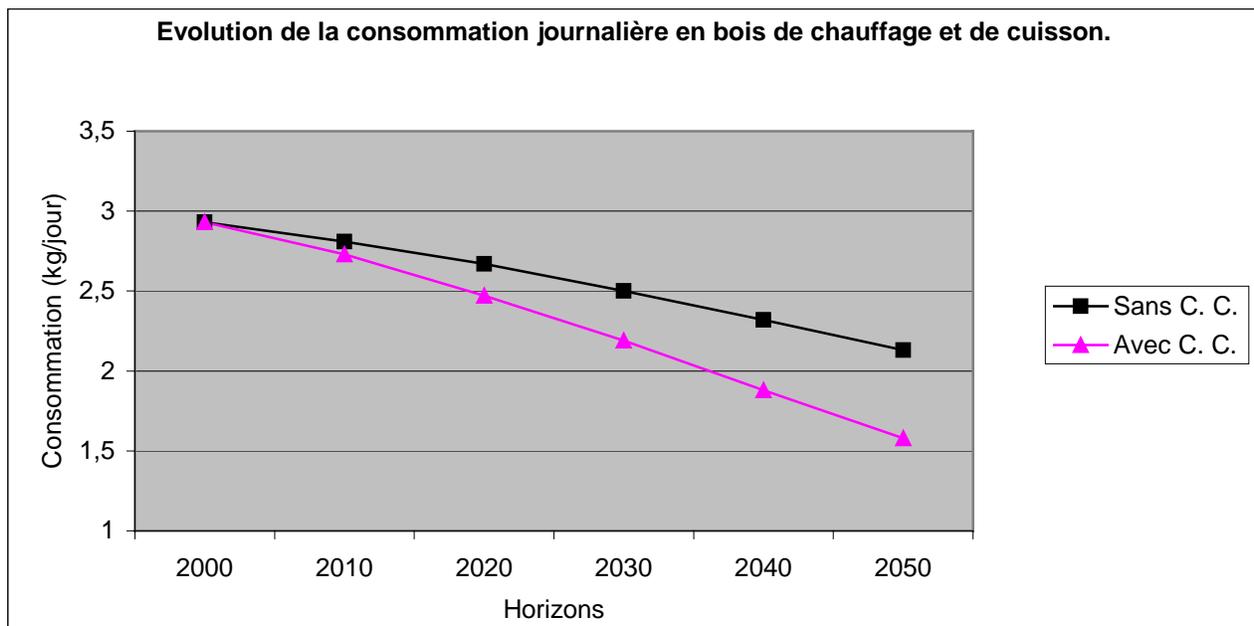
Suite aux changements climatiques, la consommation unitaire sera modifiée suite à l'augmentation de température. La durée d'utilisation devrait diminuer selon une règle de trois inverse et la consommation unitaire devrait être réduite de 2,93 kg/h.j à 1,58 kg/h.j , entre 2000 et 2050, soit une réduction de 46%.

Le tableau IV.8. et la figure IV.11 montrent la consommation du bois énergie en l'absence et en présence des changements climatiques.

Tableau IV.8: Consommation du bois énergie en l'absence et en présence des changements climatiques.

Année	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Consommation sans C.C. (kg/h.j)	2,93	2,81	2,67	2,50	2,32	3,13
Consommation avec C.C.(kg/h.j)	2,93	2,73	2,47	2,19	1,88	1,58

Figure IV.11.: Consommation du bois énergie en l'absence et en présence des changements climatiques.



IV.3.2.2. Mesures d'adaptation.

Les impacts majeurs observés des changements climatiques sont :

- (i) un accroissement des pertes dans le système de transport et de distribution de l'énergie électrique ;
- (ii) une réduction possible de la production hydroélectrique ;
- (iii) une réduction de la consommation de bois par habitant.

Les pertes en ligne de transport et de distribution semblent inévitables suite aux effets de changements climatiques. La seule possibilité d'action serait d'accroître la tension et la section des conducteurs, mais l'option serait techniquement et économiquement injustifiée vu que le réseau de distribution est largement surdimensionné et que les capacités actuelles et futures de transit d'énergie restent limitées.

En ce qui concerne la réduction de la production hydroélectrique suite à une baisse du niveau des lacs de retenue par évaporation, la gestion coordonnée de ces derniers s'impose afin de contrôler en même temps les débits turbinés et la baisse des niveaux des retenues, pour les centrales existantes. Pour les nouvelles centrales, il conviendra d'accroître le volume utile des réservoirs de retenue pour atténuer les effets de la variation des débits et de la hauteur de chute.

Le Burundi poursuivra également les actions déjà engagées relatives au renforcement du parc de production hydroélectrique, au développement du réseau interconnecté et à la réduction des pertes techniques et non techniques au sein du réseau électrique.

S'agissant de la réduction de la consommation unitaire du bois énergie par habitant et par jour, cette dernière est un élément positif qui mérite d'être renforcé. Une réduction concomitante pourra être atteinte en assurant le développement des énergies de substitution au bois énergie, à savoir l'électricité et les énergies nouvelles et renouvelables. Un accroissement des revenus contribuera à accélérer cette substitution en faveur des formes d'énergie qui sont acceptées par la population.

IV.3.2.3. Paysages et écosystèmes naturels.

Introduction.

Au Burundi, les paysages, les écosystèmes naturels et les établissements humains les plus vulnérables sont ceux qui sont particulièrement exposés à des catastrophes naturelles telles que les inondations, les fortes érosions des sols, les glissements de terrain ainsi que les sécheresses dans les basses terres. Il s'agit notamment, pour les paysages, de la plaine de l'Imbo, de l'escarpement des Mirwa et la Crête Congo-Nil. Pour les écosystèmes naturels, l'étude de vulnérabilité

s'est attachée au lac Tanganyika, au Delta de la Rusizi, à la forêt xérophile de la plaine de la Rusizi et à la forêt ombrophile de montagne de la Kibira. Ces écosystèmes représentent un potentiel économique évident pour le Burundi, mais sont malheureusement soumis à des pressions diverses qui menacent leur avenir. Ils ont été décrits dans le chapitre I.

IV.3.2.3.1. Vulnérabilité des paysages.

La vulnérabilité des *basses terres de l'Imbo* est fondamentalement liée à leurs caractéristiques géologiques et topographiques qui les rendent très sensibles à l'érosion latérale et verticale le long des axes de drainage et les prédisposent à de fréquentes inondations le long des principaux cours d'eau et même dans les autres secteurs des plaines. Les manifestations les plus spectaculaires concernent la destruction des berges et infrastructures le long des axes de drainage.

S'agissant de la *région des Mirwa*, sa vulnérabilité est également due à son substrat géologique qui est dans sa majeure partie constituée de roches très susceptibles à l'altération, mais également à la permanence de longues et raides pentes, accentuée par l'abondance du réseau hydrographique constitué de cours d'eau à régime torrentiel. Cela se traduit par un surcreusement des vallées et une intense dissection des versants avec des pertes annuelles en terres très élevées.

A ces prédispositions naturelles responsables de la vulnérabilité des Mirwa, s'ajoute la pression démographique et l'intense mise en valeur en l'absence de protection et de conservation des sols.

En ce qui concerne la *crête Congo-Nil*, le principal facteur de vulnérabilité repose sur les activités de l'homme qui se traduisent par l'extension des cultures et pâturages au détriment de la forêt primaire et de la végétation naturelle.

IV.3.2.3.2. Vulnérabilité des écosystèmes naturels.

Le lac Tanganyika.

La partie habitable du lac Tanganyika par la faune se limite à la couche superficielle jusqu'à 100 m de profondeur au large du Burundi sous l'influence des fluctuations de la température, de la direction et de la vitesse du vent.

Les données de la température moyenne de l'eau, enregistrée dans la couche superficielle en 1956-1957 et en 1993-1994, sont respectivement de 25,99°C et 26,33°C, soit une augmentation de 0,34°C en 37 ans. Ce réchauffement semble également toucher les eaux profondes où la température est généralement stable.

Dans l'hypothèse de changements climatiques où les températures atmosphériques devraient avoir augmenté de 2,3°C dans le scénario haut, l'élévation correspondante de la

température dans les eaux superficielles sera de 1,9°C soit 28,23°C. Dans les eaux profondes, l'augmentation correspondante sera de 0,7°C, soit 24,16°C.

Ces augmentations de température vont affecter la couche oxygénée qui devrait se réduire de près de 17 m dans la situation de base et de 52,5 m en cas de changement climatique.

La profondeur moyenne de la thermocline, c.à.d. la zone de passage entre la couche des eaux chaudes de surface où se font les brassages et celle des eaux profondes plus froides et plus riches en nutriments, devrait remonter à 47,5 m de profondeur en cas de changements climatiques. (voir tableau IV.9).

Tableau IV.9. : Simulations des températures de l'eau et autres paramètres liés dans le lac Tanganyika en 2050 à partir des données historiques.

Année	Temp. dans l'épilimnion (°C)	Temp. dans l'hypolimnion	Thermocline	Epaisseur de la couche oxygénée (m)
1957	25,99	23,32 (1947)	68	130
1994	26,33	23,46	55	100
2050 (base actuelle)	26,94	23,69	47,5	83
2050 (change bas)	27,34	23,86	42	70
2050 (change haut)	28,23	24,16	33	47,5

La zone littorale à l'extrême Nord du lac Tanganyika.

En ce qui concerne la zone littorale, les fluctuations annuelles et inter annuelles du niveau du lac Tanganyika de 1960 à 1996 montrent que le niveau moyen du lac a été de 775,09 m d'altitude.

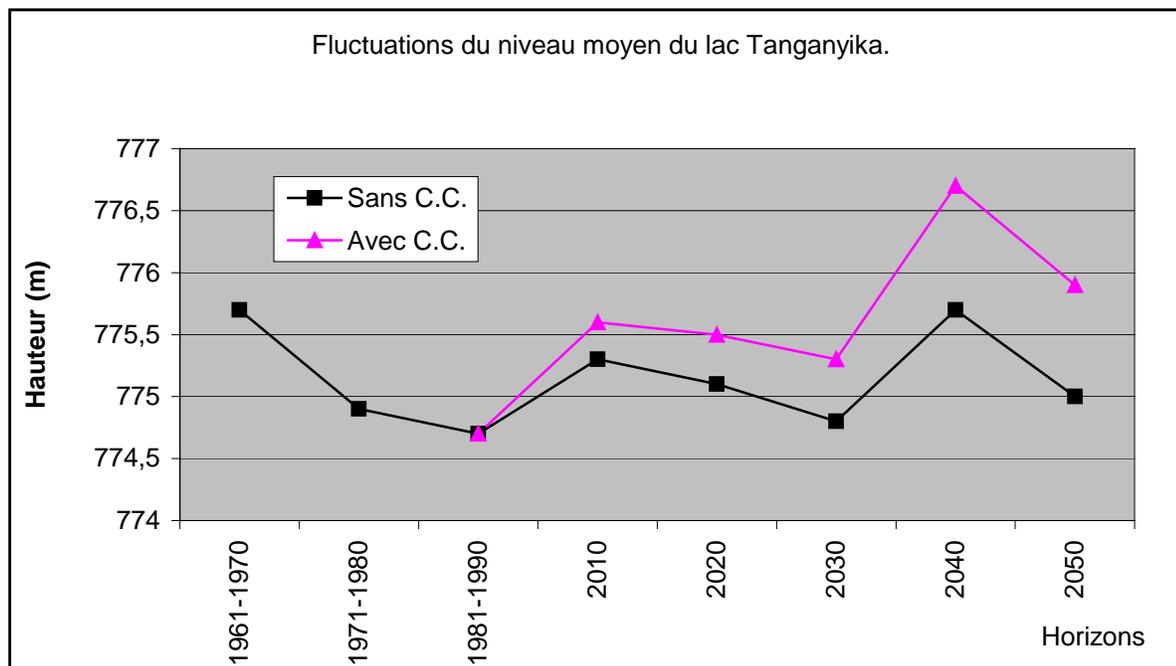
Si les conditions climatiques gardent leurs tendances actuelles, l'amplitude des fluctuations du niveau du lac, qui a été en moyenne de 78 cm pour la période 1960-1990, sera de même ordre c.à.d de 66 cm dans les années à précipitations déficitaires et de 98 cm pour les années à précipitations excédentaires.(voir tableau IV.10.)

Tableau IV.10. : Fluctuations annuelles du niveau du lac Tanganyika.

Année	Pluies en mm (Gisozi + Mparambo)		Fluctuation du niveau en cm	
	Situation de Base	Situation avec C.C.	Situation de Base	Situation avec C.C.
61-90	2460	-	78	-
2010	2548	2653	85	93
2020	2457	2649	78	93
2030	2315	2563	66	86
2040	2717	3127	98	131
2050	2396	2797	73	105

Le niveau moyen du lac continuera donc à se situer autour de 775 m, mais les minima connus en 1964 (777,06 m) pourront encore revenir ponctuellement d'ici l'an 2050.

Figure IV.



En cas de changements climatiques, le niveau moyen du lac devrait être, pendant certaines années de 777 m, avec des amplitudes annuelles de plus de 130 cm. Les niveaux de 777,778 et 779 m, qui pourront être atteints avec une ou deux années de fortes précipitations, seraient observés plus souvent. Ils correspondent à un accroissement de la zone littorale lacustre de 800 ha, 2000 ha, 3000 ha et 6000 ha par rapport à la situation actuelle 775 m d'altitude.

Ces conditions qui sont plutôt favorables du point de vue de l'écosystème du lac par l'extension des sites de reproduction obligés et de croissance pour beaucoup d'espèces lacustres y compris des espèces pélagiques, sont par contre catastrophiques pour les infrastructures, les villages et les terrains agricoles inondés.

Le delta de la Rusizi.

Le delta de la Rusizi est occupé par des micro-habitats et des associations végétales adaptées aux conditions d'inondation et d'exondation alternées sur un cycle annuel ou pluriannuel.

En cas de poursuite des conditions climatiques actuelles, les écosystèmes du secteur delta de la Rusizi devraient continuer dans leur cycle actuel, c'est à dire les

inondations des étangs de Gatumba pendant la saison des pluies, avec développement des associations végétales en fonction des gradients d'humidité, et recul des eaux pendant la saison sèche jusque parfois à l'assèchement complet des étangs.

En cas de changements climatiques, si le niveau de lac se maintient durablement à 776 m ou au-delà, le secteur delta de la Rusizi, dans ses limites actuelles, aura disparu sous le lac. Les formations végétales de zones semi-inondables et la faune associée ne pourront pas vraisemblablement s'installer plus au Nord d'une nouvelle ligne parce que ce sera en dehors de la zone protégée par l'INECN.

La forêt xérophile du parc de la Rusizi.

La forêt xérophile à *Hyphaenae* du parc de la Rusizi devrait continuer à bien se porter si les conditions actuelles se prolongent d'ici 2050.

En cas de changements climatiques, les conditions deviennent favorables au développement de la strate herbacée associée aux espèces sclérophylles qui pourrait donner, pendant la saison des pluies un aspect plus fermé à la forêt. Cette évolution va malheureusement accentuer sont attrait pour les populations voisines à la recherche de pâturages et de terrains agricoles, et par conséquent le risque de disparition si la protection de l'INECN n'est pas effective.

La forêt ombrophile de la Kibira.

La forêt ombrophile de la Kibira est quant à elle un écosystème très stable. Son existence est un facteur important de régulation du climat et tout doit être fait pour qu'elle soit préservée.

Dans l'état des connaissances actuelles, il est difficile de prédire l'ampleur des changements que pourrait induire une élévation de température de l'ordre de 2°C et des précipitations marquées par une alternance d'années excédentaires et des années déficitaires.

IV.3.2.3.3. Evaluation des impacts et de la vulnérabilité.

Les paysages.

Les impacts induits par les changements climatiques futurs se traduiront par l'amplification des inondations dans les basses terres, l'accélération de l'érosion dans les versants escarpés des Mirwa et une forte dynamique fluviale dans l'ensemble des régions étudiées.

Les écosystèmes naturels.

Pour le lac Tanganyika, la remontée de la thermocline à 33 m alors que la couche d'eau oxygénée aurait en moyenne 47,5 m va occasionner une disponibilité permanente des substances nutritives dans les couches peu profondes et donc favoriser une production primaire massive qui peut aller jusqu'à l'eutrophisation souvent marquée par le développement de fleurs d'eau et de végétaux flottants. L'eutrophisation aura des incidences sur la composition de la faune des poissons : les poissons planctonnophages de surface seront favorisés (les sardines, les tilapias), mais les prédateurs sélectifs (ex. les Lates) et les espèces liées à des fonds clairs devront se déplacer vers des zones du lac qui sont plus favorables.

L'augmentation des précipitations lors de certaines années devrait avoir pour effet une extension de la zone littorale du Nord du lac et plus particulièrement dans le delta de la Rusizi. Du point de vue de l'écosystème lacustre, c'est plutôt positif. Même pour la partie du delta de la Rusizi qui serait ainsi temporairement sous eaux, les écosystèmes peuvent s'adapter avec le temps. C'est le coût social et économique de l'inondation des infrastructures et des terrains agricoles proches qui pèserait négativement dans la balance.

Pour la forêt xérophile de la réserve de la Rusizi, les conditions de températures et de précipitations annoncées sont plutôt favorables au développement d'une forêt avec un aspect plus fermé qui serait convoitée par les populations à la recherche de pâturages et de terrains agricoles.

IV.3.2.3.4. Stratégies d'adaptation.

Le Gouvernement du Burundi va élaborer pour les différentes zones situées en dessous de la courbe de niveau 780 m des plans d'aménagement appropriés afin de limiter les impacts négatifs des inondations qui risquent d'être concentrées entre 2035 et 2045 suite à un retour climatique remarquablement humide. En outre, il renforcera la surveillance des fluctuations du niveau du lac afin de prévenir les conséquences directes et proposera des stratégies les plus appropriées par la cartographie systématique des ressources et des zones en péril.

Afin d'assurer la protection des sols dans les versants escarpés des Mirwa, le Gouvernement poursuivra et renforcera son programme d'aménagement participatif des bassins versants en recourant à la combinaison des méthodes mécaniques et biologiques déjà expérimentées.

Enfin, le Gouvernement va renforcer les actions visant à : (i) limiter au minimum l'entrée des substances fermentescibles et fertilisantes dans le milieu lacustre afin de ralentir l'eutrophisation qui risque de se faire sentir dans la baie du lac Tanganyika au large de Bujumbura et (ii) protéger efficacement ses aires protégées de la région étudiée contre l'exploitation illicite et la spéculation foncière.

IV.3.2.4. Secteur de l'agriculture.

Le Burundi jouit d'un climat fortement influencé par l'altitude. On n'y trouve une diversité de cultures notamment des cultures des régions tropicales dans les zones de basse altitude (manioc, bananier, etc.) et des cultures des régions tempérées dans les régions de haute altitude (pomme de terre, blé, carotte, etc.). Dans les zones intermédiaires, toutes ces espèces de plantes coexistent.

Le facteur principal qui détermine les saisons culturales est la disponibilité de l'eau. C'est ainsi que l'on distingue trois saisons culturales :

- (i) la première saison culturale, "Agatasi" en Kirundi (saison A) correspond à la petite saison des pluies et s'étend d'octobre à décembre. Les principales cultures sont essentiellement celles qui supportent le moins la pression parasitaire due aux maladies fongiques : haricot, petit pois, etc.
- (ii) la deuxième saison (saison B), "Impeshi", en Kirundi correspond à la grande saison des pluies et s'étend de février à mai. Les principales cultures de cette saison sont celles qui manifestent une certaine résistance vis à vis des maladies fongiques (sorgho, maïs).
- (iii) la troisième saison (saison C) ou saison des marais intervient pendant la grande saison sèche (juin à septembre). Les plantes sont cultivées dans les fonds de vallées qui pendant les saisons de pluies sont inondés.

L'agriculture burundaise est actuellement confrontée à des problèmes liés à l'irrégularité des saisons culturales. Dans certains cas, on assiste à des sécheresses prolongées entraînant parfois des famines ou des excès de pluies provoquant des inondations.

IV.3.2.4.1. Vulnérabilité du secteur agricole.

L'agriculture constitue un secteur fort dépendant du climat. Dans le cas d'une étude des effets des changements climatiques sur le secteur agricole, le rendement constitue l'indicateur principal. En effet, le rendement d'une culture constitue la réponse finale à toutes les interactions plante sol climat. Connaissant l'impact des changements climatiques sur le rendement, on peut alors déterminer la vulnérabilité du secteur et identifier les stratégies d'adaptation.

Dans le cadre de l'étude de la vulnérabilité du secteur agricole, l'équipe responsable a dû opérer des choix quant aux cultures et zones à étudier. Ainsi, l'étude s'est limitée aux cultures vivrières qui fournissent à la population la presque totalité des besoins alimentaires et plus de 90 % de revenus. L'équipe a opté pour l'étude de l'impact des changements climatiques sur les rendements du haricot (légumineuse), du maïs (céréale) et la patate douce (plante à tubercule).

Le haricot est l'aliment de base de la population burundaise (le Burundais consomme en moyenne 120 gr de haricot sec par jour) est constitue la principale source de protéine. En terme de production moyenne annuelle, il se place en tête de série des légumineuses et représente 7,6 % des productions vivrières.

Le maïs quant à lui est la principale céréale cultivée au Burundi, sa production moyenne annuelle représente 4,1 % des productions vivrières et occupe la première place parmi les céréales. Il est presque toujours cultivé en association avec le haricot. C'est ainsi qu'il est cultivé par 58,3 % des ménages burundais.

La patate douce enfin se place parmi les cultures les plus consommées au Burundi, et ensemble avec le haricot, ils constituent le principal met de la ration du Burundais. Environ 71,7 % des ménages cultivent la patate douce dont la production moyenne annuelle, en terme de tonnage, correspond à 12,7 % des productions vivrières.

Concernant les zones à étudier, il a été utilisé des données climatiques des stations MPARAMBO (zone de basse altitude située entre 774-1000 m et GISOZI, zone de haute altitude située à plus de 1900 m). Ces données ont servi à l'analyse des corrélations entre les rendements réels ou potentiels et les paramètres climatiques. Les résultats montrent des corrélations positives, bien que faibles, entre ces rendements (voir annexe n°....).

Compte tenu de la faible corrélation entre les rendements réels et potentiels, il a été fait recours à une autre évaluation portant sur l'intensité des limitations climatiques, surtout que la méthode FAO (1985) adaptée aux conditions écologiques du Burundi (TESSENS 1991) ne tient pas compte des précipitations dans le calcul des rendements potentiels.

IV.3.2.4.2. Evolution des rendements potentiels à l'horizon 2050 en l'absence et en situation de changements climatiques.

Les données ont été obtenues sur base des simulations thermométriques fournies par l'IGEBU et qui ont été incorporées dans la formule des rendements potentiels.

En l'absence de changements climatiques, l'évolution des rendements potentiels montre une diminution progressive quelle que soit la culture et la saison.

En situation de changements climatiques, on observe comme dans le cas précédent, une diminution des rendements à l'horizon 2050 sauf qu'ici la chute est plus prononcée. La culture du haricot semble être la plus vulnérable.

Les figures IV.13 et IV.14. montrent l'évolution des rendements du haricot à Mparambo et à Gisozi au cours des différentes saisons culturales.

Figure IV.13

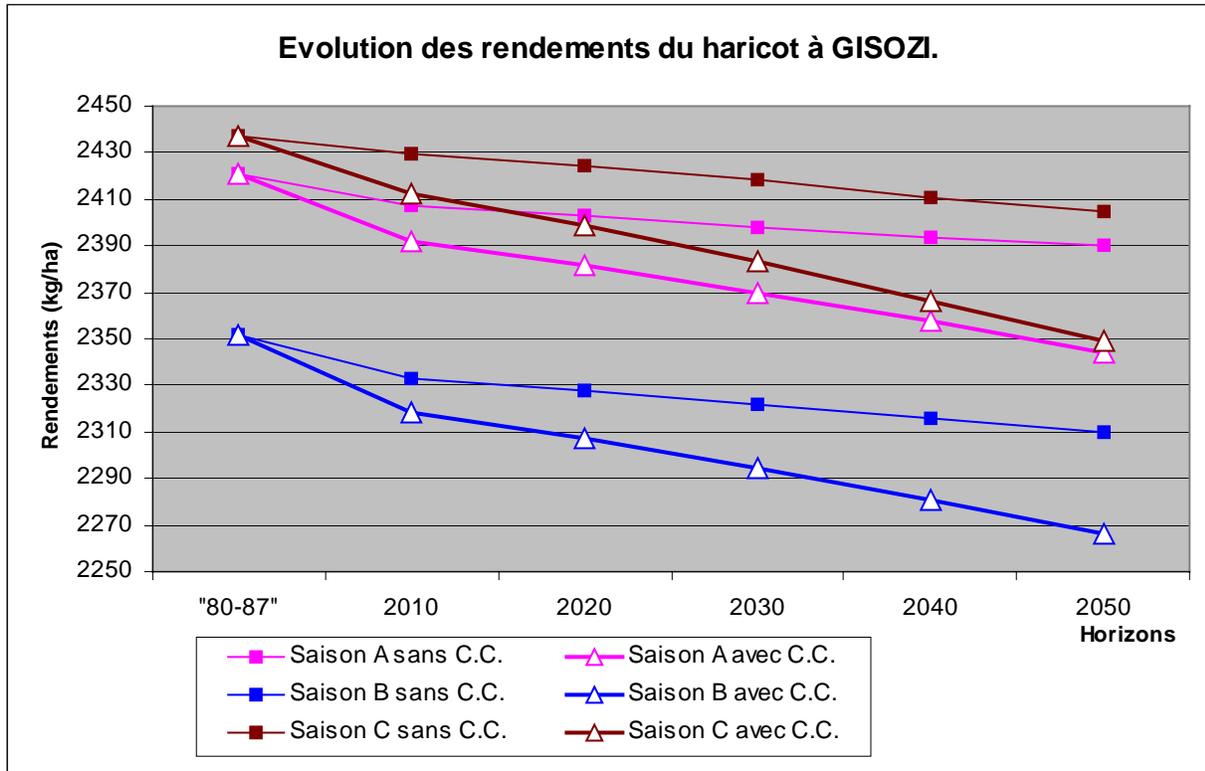
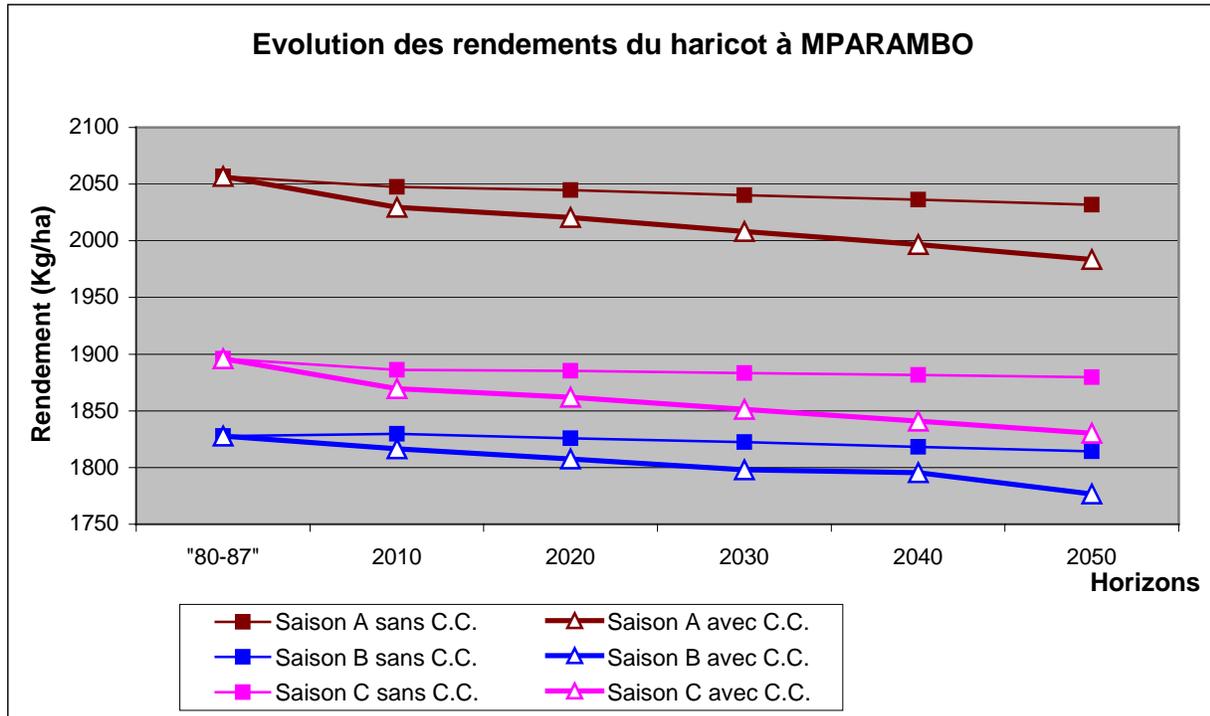


Figure IV.14



IV.3.2.4.3. Evaluation de la vulnérabilité et des impacts à l'horizon 2050.

En région de haute altitude, les précipitations annuelles et les températures moyennes n'ont pas beaucoup d'influence (limitation faible à modérée) sur les rendements de la culture de maïs que ce soit en présence de changements climatiques ou non.

Par contre, pour le haricot, la température moyenne pendant le premier mois, constitue un facteur très limitant en l'absence de changements climatiques. L'intensité des limitations est très sévère jusqu'en l'an 2030 et devient modérée au-delà. En présence de changements climatiques par contre la limitation devient modérée.

En ce qui concerne la patate douce, les précipitations mensuelles pendant la période de maturation constitue un facteur très limitant : intensité des limitations très sévère aussi bien en l'absence de changements climatiques qu'en leur présence.

La température moyenne maximale pendant la période de croissance constitue une limitation très sévère en présence ou non des changements climatiques. Ces derniers ne modifieront l'intensité des limitations qu'à partir de l'horizon 2040.

En région de basse altitude, les précipitations pendant la période de croissance limitent très sévèrement la culture de maïs et vont jusqu'à exclure l'utilisation des terres (précipitations inférieures à 500 mm) quelles que soient les saisons et les situations avec changement climatique ou sans changement climatique. Il en est de même pour les températures moyennes, qui en présence des changements climatiques, vont constituer une limitation de type sévère en saison C et à partir de 2030.

IV. 3.2.4.4. Estimation des impacts.

En région de basse altitude, les pertes de rendement les plus sévères sont enregistrées en saison C pour le maïs. Cependant le haricot sera la culture la plus vulnérable aux changements climatiques, et comme pour le maïs, le degré de vulnérabilité est plus intense en saison C.

En région de hautes terres, les pertes de rendement pour la patate sont plutôt faibles par rapport aux autres cultures qui connaissent les pertes les plus élevées en saison C.

En conclusion, les pertes de rendements semblent faibles mais vont s'amplifier de 2010 à 2050, et cela quelles que soient la culture et la saison considérées. Bien plus, de toutes les cultures, les légumineuses sont les plus vulnérables aux changements climatiques que l'on soit en basse ou en haute altitude. Enfin, il convient de noter que même si les prévisions des pertes montrent que la saison C est la plus dangereuse, il faut garder à l'esprit que les disponibilités en eau pour les cultures proviennent essentiellement des eaux d'irrigation ou des réserves en eau du sol. Cependant, les risques des baisses de rendement plus élevés sont possibles, d'autant plus que les modèles MAGIC-SCENGEN ne sont pas bien adaptés aux régions d'altitude.

IV.3.2.4.5. Stratégies d'adaptation aux changements climatiques.

Région de haute altitude.

Pour les légumineuses, la température considérée sous l'angle de température moyenne pendant le premier mois constitue une contrainte de taille. Il faudra alors maîtriser les autres facteurs influençant la production et recourir à la création des variétés pouvant produire à de telles températures.

Pour les céréales en général, et le maïs en particulier, la seule contrainte majeure est le volume des précipitations pendant la période de croissance. Une des voies de sortie préconise un semis tardif qui s'effectuerait mi-octobre ou début novembre au lieu de début octobre.

Cette pratique a néanmoins l'inconvénient que le semis tardif est susceptible aux attaques pathogènes et des ravageurs. Il faudra donc prévoir des pesticides ou recourir aux génotypes assez résistants.

Pour les tubercules, la température moyenne maximale pendant la période de maturation restera toujours une contrainte du moment qu'aucun mois n'enregistre des températures maximales supérieures à 18,2°C. Il faudra donc recourir aux génotypes moins thermophiles.

Région de basse altitude.

L'adaptation des légumineuses devra recourir à l'amélioration variétale afin d'aboutir à des génotypes résistants aux hautes températures ou tout au moins tolérants.

S'agissant des céréales, seule l'intensification de la culture en adoptant l'irrigation peut être envisagée étant donné qu'il est pratiquement impossible de trouver deux mois consécutifs totalisant un volume des précipitations supérieures à 500 mm. L'autre alternative est de recourir à la sélection de génotypes moins précoces qui peuvent s'étendre sur plus de trois mois et ainsi totaliser un volume de précipitations suffisantes.

Le Gouvernement du Burundi, à travers les institutions de recherche nationales et régionales, développera des recherches sur les variétés adaptées aux changements climatiques attendus et intensifiera son programme en cours de développement et de la micro-irrigation.

IV.3.2.5. Secteur santé.

Les problèmes de santé intimement liés aux changements climatiques sont consécutifs au paludisme, à la schistosomiase, à l'onchocercose et aux maladies du péril fécal. L'évolution du paludisme a été régulièrement croissante depuis 1961 à 1980 avec moins de 200 000 cas par an. Depuis 1990 jusqu'en 1999, elle est exponentielle et cette période correspond : au réchauffement du climat dans les hautes terres jusque là indemnes du paludisme, à l'introduction de la riziculture des marais ainsi que la pisciculture dans ces régions.

Le nombre de cas de schistosomiase est également en augmentation depuis 1989 jusqu'en 1999 suite au dépistage actif, mais également par le fait du réchauffement et des travaux d'irrigation notamment dans le cas de la riziculture.

S'agissant de l'onchocercose, sa courbe d'évolution montre deux pics, de 1990 à 1993 et de 1995-1996. Ces pics correspondent à des campagnes de dépistage actif effectuées par les centres de santé appuyée par le Projet de Lutte contre les Maladies Transmissibles et Carencielles (L.M.T.C.) après une formation sur le diagnostic et le traitement de la maladie. Toutefois, les modifications climatiques et surtout les changements du réseau hydrographique influencent l'évolution du nombre de cas.

Concernant les maladies liées au péril fécal, elles ont comme réservoir soit le milieu physique, soit l'homme malade ou porteur sain. Le climat n'est ici qu'un facteur aggravant (inondations, prolifération des mouches). Des flambées épidémiques de choléra et de dysenterie bacillaire s'observent surtout dans les sites de sinistrés suite à la crise actuelle.

Les projections du futur de la santé au Burundi d'ici l'an 2050 révèlent que :

- (i) dans les régions où la température moyenne annuelle se situe autour de 21°C actuellement, il existe une menace d'une recrudescence du paludisme, de la schistosomiase et de l'onchocercose ;
- (ii) les maladies du péril fécal (choléra et dysenterie bacillaire) jouiront des mêmes facteurs favorisant (températures et précipitations, en augmentation), à moins qu'entre temps une action énergique dans l'approvisionnement en eau potable, l'évacuation hygiénique des excréta et l'éducation pour la santé n'ait été entreprise pour améliorer les comportements humains ;
- (iii) les épidémies sporadiques de méningite peuvent devenir plus fréquemment cycliques si la température des mois secs devenait plus élevée qu'au cours de ces dernières années.

Mesures d'adaptation.

La situation de la santé appelle à un programme à moyen et long terme pour lutter contre les vecteurs et éduquer la population afin de l'amener à de meilleurs comportements envers la protection, l'amélioration et la promotion de la santé et cela malgré la présence des vecteurs et les changements climatiques.

Le Gouvernement du Burundi poursuivra son programme d'approvisionnement en eau potable, d'assainissement du milieu de vie des populations et d'éducation à l'hygiène.

Chapitre V. AUTRES INFORMATIONS.

V.1. Stratégie Nationale de mise en œuvre de la CCNUCC.

Pour mettre en œuvre la CCNUCC, le Gouvernement du Burundi a adopté des stratégies intersectorielles et un plan d'actions stratégique qui est concrétisé par une série de propositions de projets.

V.1.1. Renforcement des institutions impliquées dans la mise en œuvre de la CCNUCC.

L'objectif de cette stratégie est de créer et d'animer une capacité nationale et des institutions capables de mettre en œuvre la Convention. Ces institutions devraient être à mesure d'actualiser les informations nationales sur les changements climatiques et d'intégrer les considérations liées aux changements climatiques dans leurs plans sectoriels de développement.

En particulier, le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement nécessite un renforcement institutionnel pour lui permettre de garantir la cohérence des interventions sur les changements climatiques, notamment par la mise en place des procédures et normes d'évaluation de l'impact des projets sur l'environnement ainsi qu'à l'établissement d'un programme d'encadrement de toutes les couches de la population.

Les autres institutions qui ont pris part aux différentes études en cours sur les changements climatiques en l'occurrence : le Ministère de l'Energie et des Mines (Direction Générale de l'Eau et de l'Energie) ; le Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage (Direction Générale du Suivi-Evaluation) ; l'Université du Burundi et l'Institut Géographique du Burundi seront renforcées en moyens humains, financiers et matériels pour leur permettre d'actualiser les informations relatives aux changements climatiques et d'exécuter certains programmes qu'elles ont identifiés.

D'autres ministères pourront également intervenir dans la mise en application et le suivi de certaines mesures, par exemple les campagnes d'information et de sensibilisation, le contrôle de la pollution, la recherche de financements, la protection de l'environnement, l'éducation et la recherche environnementales, etc.

L'IGEBU continuera les observations relatives au climat, au temps et à l'atmosphère. L'Institut sera appuyé pour reconstituer son réseau d'observation hydrométéorologique. Dans cette optique, le budget de fonctionnement de l'Institut et le nombre du personnel devront être revus en hausse.

La capacité de séquestration du pays devra être augmentée par le Département des Forêts dans le cadre de sa politique de reboisement. Un inventaire exhaustif des forêts et plantations pérennes devra être mené pour disposer de données réelles.

Afin de s'assurer que les projets liés aux changements climatiques soient tenus en considération dans le PIP, au sein du Ministère de la Planification du Développement et de la Reconstruction, il sera nécessaire que les cadres acquièrent une formation en environnement qui leur permette d'intégrer cet aspect dans l'analyse des projets.

V.1.2. Amélioration du cadre législatif et réglementaire.

En matière législative et réglementaire, pour faciliter la mise en œuvre de la CCNUCC, le pays compte :

- adapter le cadre législatif et réglementaire existant en intégrant des dispositions liées aux changements climatiques ;
- veiller à la mise en application du Code de l'Environnement promulgué en juin 2000 et élaborer des textes d'application notamment ceux relatifs aux études d'impact ;
- réviser le code forestier et y intégrer des mesures incitatives pour une gestion durable et une augmentation des ressources forestières ;
- améliorer le Code des Investissements pour intégrer des mesures incitatives pour les industriels qui prennent en compte les mesures de réduction des GES ;
- mettre en place une réglementation sur l'aménagement du territoire pour protéger certaines zones, marais, espaces verts...

V.1.3. Information et sensibilisation.

La sensibilisation du public est une activité quotidienne et de longue haleine. Elle commencera par la tenue d'ateliers d'information aux responsables des services gouvernementaux, des congrégations religieuses et autres communautés opérant dans les provinces. A l'issue de ces ateliers qui seront tenus par province ou par groupe de provinces, les procédures pour porter le message au plus bas niveau (colline) seront mises sur pied. Les ONG et associations oeuvrant dans le domaine de l'environnement seront associées.

En plus d'ateliers, d'autres voies seront utilisées pour sensibiliser le plus grand nombre de personnes. Tout ceci nécessite des fonds importants et des ressources humaines capables de former, de sensibiliser et de coordonner. Jusque maintenant les actions de sensibilisation déjà menées ont eu lieu lors de la tenue du séminaire sur les inventaires et les ateliers organisés sur l'atténuation, la vulnérabilité et la préparation de la SNMO.

De plus, les institutions participant aux inventaires, à l'analyse des mesures d'atténuation et aux études de vulnérabilité et d'adaptation ont pu en même temps prendre connaissance de la problématique des changements climatiques. Cette prise de conscience doit être élargie à d'autres couches de la population. L'adhésion d'un grand nombre du public facilitera et garantira la mise en œuvre de la CCNUCC.

V.1.4. Renforcement de l'éducation environnementale dans les écoles.

Cette tâche revient au Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement en collaboration avec le Ministère de l'Education Nationale.

La formation environnementale reste un défi à relever. Il est vrai que sur le marché du travail, la filière environnementale n'est pas encore sollicitée. Ceci fait qu'une formation spécialisée n'aurait pas de sens. Aussi, les enseignants qualifiés en matière d'environnement et particulièrement en changements climatiques sont peu nombreux ou n'existent pas du tout pour les niveaux du secondaire et supérieur. Pour l'école primaire, il existe un programme de formation environnementale que le gouvernement compte mettre en application. Pour l'école secondaire et l'Université, les programmes seront conçus.

La recherche de partenaires pour former les formateurs pendant une période de courte durée (de 3 à 12 mois) et la formation sur le tas des fonctionnaires devrait être la meilleure voie d'accroître le nombre de personnes formées en environnement.

La formation se ferait également par le renforcement de la coopération en matière d'échanges d'expériences, d'informations et de technologies en matière de changements climatiques. Il est vrai que l'un des résultats sans doute incontestables de l'actuel projet de «Communication Nationale sur les Changements Climatiques » est la formation d'une petite équipe d'experts » en changements climatiques.

Les équipes qui ont participé aux inventaires des GES et à l'analyse des mesures d'atténuation ont pu bénéficier de séminaires de formation qui leur ont permis de s'approprier les méthodologies utilisées en vue d'une mise à jour ultérieure.

Cependant, les séminaires ou stages de courte durée sont encore nécessaires pour renforcer l'expertise nationale.

V.1.5. Mobilisation d'un appui financier international.

La disponibilité de financements est un instrument incontournable pour mettre en œuvre la CCNUCC et pour montrer l'importance que la communauté internationale accorde à ce sujet. L'exécution d'un tel ou tel projet permet de réveiller la curiosité nationale. C'est pourquoi les partenaires du Burundi devraient être sensibles et le soutenir dans la mise en œuvre des projets propres.

Comme il a été dit plus haut, les capacités intérieures de financement sont limitées pour réaliser de grands projets. Le regard est tourné vers les partenaires extérieurs. Aussi, les contacts seront noués avec les pays amis et les bailleurs de fonds multilatéraux pour les intéresser à appuyer le Burundi dans son développement.

D'autre part, le Burundi va s'atteler à formuler des projets éligibles aux mécanismes de développement propre mis au point par la CCNUCC.

La plupart des projets liés aux changements climatiques sont des projets prioritaires de développement ou sociaux, ils ne devraient pas rester confinés dans le cadre du FEM ou du mécanisme de développement propre uniquement, surtout que ces deux instruments ont des procédures et des critères de sélection que les cadres ne maîtrisent pas bien et que leurs moyens risquent d'être limités pour couvrir tout le pays. Notons que le mécanisme d'échange des crédits d'émission en contrepartie de projets réduisant les émissions des GES semble hypothétique pour le Burundi car les potentiels de réduction à faible coût (le coût d'une unité réduite) ne sont pas nombreux. C'est une voie qui risquerait de freiner le développement socio-économique du pays.

V.1.6. Renforcement de la recherche sur les changements climatiques.

Pour certains secteurs, des études et des recherches doivent être préalablement menées pour déterminer avec exactitude les actions à mener. C'est le cas de la vulnérabilité du secteur de l'agriculture aux changements climatiques. L'ISABU et la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université du Burundi avaient bénéficié depuis longtemps d'une assistance belge ; malheureusement celle-ci s'est retirée au milieu des années 1990 à cause de la crise. Cette dernière a aussi aggravé la situation et les recherches ont sensiblement diminué faute de budget et de personnel suffisant et de moyens logistiques (transport et matériel de laboratoire).

L'Institut de Recherches Agronomiques et Zootechniques (IRAZ) de la Communauté Economique des Pays des Grands Lacs (Burundi, R.D. Congo et Rwanda) basé à Gitega au Burundi a également réduit ses activités faute de budget.

Face à cette situation et compte tenu des effets néfastes des changements climatiques sur l'agriculture qui est à la base de l'économie nationale, les travaux de recherche seront relancés. Ces travaux permettront d'introduire des cultures à haut rendement et à croissance rapide, de proposer plusieurs variétés de cultures, indiquer les pratiques culturales acceptables du point de vue changements climatiques, de fournir une gamme de technologies pour l'intensification des cultures, d'indiquer les dates optimales de semis par culture et par région, etc.

Dans le même cadre, il y a lieu de citer la nécessité de renforcer les échanges entre les instituts et les chercheurs dans le domaine de l'environnement et des changements climatiques tant au niveau national qu'international.

V.2. Plan d'actions stratégique.

Les plans d'actions stratégiques, en annexe 8, ont été élaborés par secteur économique (énergie, agriculture, aménagement du territoire et foresterie). Ces plans montrent les actions à mener pour réduire les émissions par leurs sources et accroître les puits des GES. La mise en œuvre de ces actions constituera pour le Burundi, une réponse aux engagements pris dans le cadre de la CCNUCC.

V.3. Plan de mise en œuvre de la CCNUCC.

Le plan de mise en œuvre de la CCNUCC se limite à l'arrangement institutionnel pour la mise en œuvre et au suivi des politiques et mesures. Il aurait été complet s'il comprenait l'échéancier, mais cette donnée n'est pas disponible.

V.3.1. Arrangement institutionnel.

L'arrangement institutionnel consistera en :

- la mise en place d'un comité interministériel qui aura comme mission d'orientation des actions relatives aux changements climatiques et le suivi-évaluation de la mise en œuvre de la CCNUCC ;
- les institutions ayant participé à la préparation de la première Communication Nationale mettront à jour les données sur les changements climatiques et évalueront l'état d'avancement de leurs plans d'actions respectifs.

V.3.2. Suivi-évaluation du plan d'actions.

Le suivi et l'évaluation constituent une étape importante dans l'exécution du plan d'actions. Il permet de s'assurer que le plan d'actions est en cours de réalisation, et de le réorienter en cas de besoin. Dans cette optique, il est important d'appuyer le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement pour le suivi du plan d'actions national

et dans l'élaboration des communications nationales à présenter à la Conférence des Parties. Ces communications comprendront l'état d'avancement de l'exécution du Plan d'actions national. Cependant, comme ce plan d'actions aura été élaboré avec la participation d'autres institutions, celles-ci seront toujours associées à son évaluation. Pour cela, le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement créera et animera le cadre de concertation des intervenants dans la mise en œuvre de la CCNUCC à travers des réunions et séminaires.

V.4. Projets proposés aux mécanismes de financement.

Les projets proposés aux mécanismes de financement relèvent aussi bien des mesures intersectorielles que sectorielles. Pour les projets sectoriels, des fiches de projets détaillées ont été élaborées. Une synthèse de leur contenu est présentée dans les lignes qui suivent.

Les mécanismes de financement envisagés sont pris globalement. Ils peuvent être des mécanismes de soutien bilatéraux ou multilatéraux, le FEM ou le Mécanisme de Développement Propre.

Les projets proposés sont les suivants :

Projet n°1. Renforcement des institutions impliquées dans la mise en œuvre de la CCNUCC.

Le projet consiste à doter les différentes institutions impliquées dans la mise en œuvre de la CCNUCC, de moyens financiers et matériel et à renforcer les capacités humaines de ces institutions. Il sera supervisé par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.

Projet n°2. Appui aux travaux de recherche sur la vulnérabilité aux changements climatiques.

Ce projet vise à appuyer les institutions de recherche à améliorer leurs connaissances sur la vulnérabilité aux changements climatiques et sur les mesures d'adaptation. Le projet consiste en un appui financier pour l'équipement de laboratoires et d'autres moyens logistiques ainsi qu'à l'assistance technique.

Projet n°3. Plan Directeur d'électrification décentralisée.

L'objectif de l'étude est de préparer le programme d'électrification décentralisée à grande échelle en évaluant les besoins et en définissant les mécanismes de montages financiers et institutionnels.

Les détails du projet seront fournis ultérieurement.

Projet n°4. Audit énergétique dans les industries.

Avant de lancer le programme d'efficacité dans les industries, il importe de mener un audit énergétique dans les 7 principaux usines du pays (Brarudi, Bragita, Cotebu, Sosumo, BTC, RAFINA, Huilerie de Rumonge) pour déterminer avec exactitude les économies de combustibles possibles avec la mise en œuvre des options d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre.

Projet n°5. Electrification décentralisée par des systèmes photovoltaïques.

Le projet vise à améliorer les conditions de vie et de travail en milieu rural par la fourniture d'une forme d'énergie moderne aux ménages, aux centres de santé, aux établissements scolaires et aux sociétés de gestion et de lavage de café. Il vise le remplacement des groupes électrogènes, les lampes ou frigo à kérosène, voire le bois de chauffage, par les systèmes photovoltaïques.

Projet n°6. Diffusion de foyers améliorés en milieu rural et urbain.

Le projet vise à substituer les foyers traditionnels à trois pierres et traditionnel à charbon de bois par respectivement les foyers améliorés à bois et à charbon de bois. C'est un projet dont l'objectif est de contribuer à la gestion rationnelle de la ressource bois-énergie utilisée à 95 % par la population.

Projet n°7. Projet hydroagricole et hydroélectrique de Mpanda.

Le projet consiste en la construction de la centrale de Mpanda pour augmenter la capacité de production électrique et accroître le taux de desserte en énergie propre.

Projet n°8. Information, éducation et communication pour la réduction des GES issus de l'agriculture et l'élevage.

L'objectif du projet est de redynamiser les structures d'appui à la production agro-sylvo-zootechmique par le biais de l'information, l'éducation et la communication sur les techniques tenant compte de la préservation de l'environnement et de la durabilité des productions agricoles. Le projet va s'appuyer sur la formation des formateurs, la sensibilisation des décideurs politiques, des responsables de services de production au niveau provincial, des responsables agro-zootechmiques au niveau communal, des populations rurale et urbaine, sur les techniques de réduction des GES.

Projet n°9. Recherche-développement des technologies pour l'atténuation des GES dans le secteur de l'agriculture et de l'élevage.

L'objectif du projet est la redynamisation des structures d'appui à la production agro-sylvo-zootechmique par le biais de la recherche. Cette recherche sera axée sur : (i) la formulation des ratios alimentaires optimales et tests en milieu rural ; (ii) la valorisation et la conservation des ressources alimentaires (fourrages et sous-produits agricoles) ; (iii) la digestibilité et l'analyse bromatologique des aliments pour bétail ; les variétés de riz.

Projet n°10. L'aménagement des marais en systèmes d'aération multiples et des marais organiques en systèmes agro-zoo-piscicoles et fourrages.

L'objectif du projet est la réhabilitation, la valorisation et l'amélioration de la gestion de l'outil de production et des ressources naturelles.

Projet n°11. Amélioration des techniques de carbonisation.

Le projet a comme objectif d'économiser la ressource bois et protéger l'environnement. Il consiste en la quantification et identification des besoins en charbon, l'identification des boisements à carboniser et la détermination du volume de ces derniers, l'élaboration du programme annuel de coupe, la sensibilisation des exploitants et charbonniers sur les conséquences de la déforestation, la formation sur les techniques de carbonisation et l'encadrement des charbonniers.

Projet n°12 Récupération et valorisation des déchets de sciage.

L'objectif du projet est d'économiser la ressource bois par la substitution d'autres combustibles. Le projet consiste en la récupération des déchets de sciage pour fabriquer des briquettes. Il a aussi un volet de formation sur les techniques de fabrication de briquettes et de foyers adaptés. Le dernier volet du projet consiste en une campagne de publicité.

Projet n°13. Reboisement.

L'objectif du projet est d'accroître la couverture forestière pour satisfaire les besoins du pays, sauvegarder l'environnement et augmenter les revenus des populations rurales.

Le projet consiste à boiser 30 000 ha par an comprenant les boisements privés et publics. La première étape sera de reconvertir les vieux boisements publics et de boiser les crêtes encore dénudées. Les essences à croissance rapide et qui rejettent des souches facilement seront privilégiées.

Projet n°14. Préservation du bois.

L'objectif global est d'économiser la ressource bois en pérennisant les ouvrages en bois d'œuvre et de service. Le projet consiste à sensibiliser et à encadrer les utilisateurs du bois sur la nécessité de le préserver par un produit de traitement qui permet au bois de durer environ 30 ans.

Chapitre VI. BESOINS FINANCIERS, TECHNOLOGIQUES ET CONTRAINTES.

Dans le développement qui vient d'être fait, il a été systématiquement relevé les incertitudes qui affectent certaines des données utilisées et les résultats obtenus. Afin d'améliorer la qualité des prochaines communications nationales, il est nécessaire de :

- (i) appuyer l'instauration d'un système de collecte de l'information et son intégration dans une base de données nationale (Système d'Information Géographique). Ceci nécessitera la mise en place d'une base de données et d'un réseau de collecte d'information au niveau des institutions nationales, du secteur privé et des ONG ;
- (ii) apporter un appui technique et financier aux institutions nationales de recherche (Université, ISABU, IRAZ) pour qu'elles puissent mener des études de détermination des facteurs locaux d'émissions de GES.
- (iii) appuyer les institutions nationales concernées pour faire un inventaire forestier national et élaborer des plans de gestion et de développement forestier ;
- (iv) fournir des équipements aux institutions nationales (informatiques notamment) permettant l'utilisation des outils d'analyse des études d'atténuation, de vulnérabilité et d'adaptation comme LEAP, COMAP, MAGICC/SCENGEN, etc. et former les équipes nationales à leur exploitation ;
- (v) former les équipes nationales dans les secteurs suivants :
 - élaboration de projets dans le domaine des changements climatiques ;
 - identification et évaluation des éléments de calcul des coûts et bénéfiques des options d'atténuation des émissions de GES ;
 - études de vulnérabilité et d'adaptation aux changements climatiques.
- (vi) appuyer la mise en place au niveau national et sous-régional d'un système permanent d'observation et de suivi de l'évolution des paramètres permettant d'évaluer les impacts des changements climatiques en particulier dans les secteurs de l'agriculture, des ressources en eau, de l'énergie, des changements d'affectation des terres et de la foresterie ;
- (vii) augmenter les moyens financiers alloués à la préparation des communications nationales en particulier ceux qui sont destinés à la sensibilisation du public sur la problématique des changements climatiques ;

- (viii) renforcer l'expertise nationale à travers la participation à des séminaires et autres manifestations scientifiques sur les changements climatiques. Il faudra également prévoir des stages de formation de courte durée (jusqu'à trois mois).

Au Burundi, les dimensions modestes du pays, l'existence de certaines institutions publiques décentralisées au niveau des provinces et disposant de cadres de haut niveau, la forte sensibilité du Gouvernement aux problèmes de l'environnement, constituent autant d'atouts pour améliorer les communications nationales mais également pour contribuer à la réduction des émissions des GES.

Références bibliographiques sélectionnées.

1. BELLER CONSULT GMBH, Etude des Eaux Usées Industrielles, Phase II : Organisation des Mesures de Pré –traitement, septembre 1994.
2. BESSE et GUIZOL, Etude de la filière « Bois », août 1991.
3. BIDOU J.E., Variation du climat au Burundi depuis le début du XXème siècle. Le point de vue d'un géographe, in Histoire sociale dans l'Afrique des Grands Lacs : Département d'Histoire, Bujumbura, p.9 à 20
4. BONNEFILLE, R. ; Evolution forestière climatique au Burundi durant les quarante derniers millénaires. C.R.AC.SC. série II pp.1021-1026.
5. B.R.B. Rapport annuel de la Banque de la République du Burundi, dix-huitième année : INSS 1013-5332.
6. CARTER T.R., PARRY M.L., HARASAWA H. and NISHIOKA S. Manuel des méthodes d'évaluation des impacts des changements climatiques et des stratégies d'adaptation, PNUE, 1998, 62pp.
7. CAZENAVE P.F. (1979) : Le rôle de l'altitude et de l'exposition sur les milieux naturels au Burundi Nord-occidental. Thèse : Bordeaux III.
8. CEPGL-EGL : Proposition pour un programme de diffusion de foyers améliorés septembre 1986.
9. DEUXIEME VICE-PRESIDENCE, Politique Générale du Gouvernement de Transition en Matière Economique et Sociale : la promotion d'un développement économique et social harmonieux, octobre 1998.
10. Malou, R. et DIALLO S., Etude de vulnérabilité et d'adaptation aux changements climatiques, approche méthodologique. Coordination régionale des nations Unies pour les changements climatiques. Dakar, 1999, 41pp.
11. DIRECTION GENERALE DE LA VULGARISATION AGRICOLE, Rapport annuel 1998.
12. DIRECTION GENERALE DE L'EAU ET DE L'ENERGIE, Annuaire statistique sur l'électricité, la tourbe et les produits pétroliers, 1998.
13. EK (1990 a) : Preserving the tropical forests ; second report of the Enquete commission on " Preventive Measures to protect the Earth's Atmosphere", German Bundstag (ed), Economica-Verlag, Bonn.

14. EK (1990 b) : Protecting the Earth ; Third report of Enquete commission on “ Preventive Measures to protect the Earth’s Atmosphere “; German Bundestag (ed.) Economica-Verlag, Bonn.
15. EK (1992) : Climate change-Athreat to Global Development, First report of the Enquete commission on“ Protecting the Earth’s Atmosphere” ; German Bundestag (ed.), Economica-Verlag, Bonn.
16. EK (1995) : Protecting our green earth : to manage global warming through environmentally sound forming and preservation of the world’s forest/Third report of the Enquete Commission on “ Protecting the Earth’s Atmosphere”, German Bundestag (ed.), Economica-Verlag, Bonn.
17. FAO, Agriculture revised 1996 IPCC guidelines for National Greenhouse Gas Inventories : Reference Manual.
18. FAO, Module 4.Agriculture: lignes Directrice du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Version révisée 1996/manuel simplifié.
19. FAO, Rapport d’évaluation des récoltes au Burundi, exercice 1997/98.
20. FRISA Engineering SA, Programme d’économie d’énergie dans les industries. Rapport final.1998.
21. GIEC, Directives techniques du GIEC pour l’évaluation des impacts de l’évolution du climat et des stratégies d’adaptation, OMM, 1995, 62pp.
22. GIEC, Changements climatiques : deuxième rapport d’évaluation du GIEC, 63pp.
23. GIEC, Incidence de l’évolution du climat dans les régions : évaluation de vulnérabilité, 1997, 17pp.
24. GIEC, Introduction aux modèles climatiques simples employés dans le deuxième rapport d’évaluation, 1997.
25. HOUGHTON J.T. , L.J.MEIRA FILHO et al, Greenhouse Gas Inventory reference Manual. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Gas Inventories.
26. HULME M., Using a climate Scenario Generator for Vulnerability and Adaptation Assessments: MAGIC and SCENGEN, 2000.
27. IPCC, Special repport emission scenarios, Cambridge University, 2000, 599pp.
28. IPCC, Rapport spécial du GIEC. Scénario d’émissions, Groupe d’Experts Intergouvernementaux sur l’évolution du climat, 2000.
29. KATSUYUKI M. , ARVIN M. Et RONALD S. , CH4 et N2O Global emissions and controls from rice fields and other agricultural and industrial, march 1992

-
30. Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), Etude « Evacuation des Déchets Solides et Boues de la ville de Bujumbura », décembre 1994.
 31. MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ELEVAGE, Etude de factibilité d'un Projet de Développement de l'élevage dans l'Imbo, 1998.
 - Etude du Plan Directeur de l'Elevage dans l'Imbo, 1998.
 - Politique sectorielle pour une relance et un développement agricole durable, mars 1999.
 - Rapports annuels (de 1962 à 1990)
 - Rapport annuel, 1998.
 32. MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT :
 - Stratégie Nationale pour l'Environnement au Burundi et Plan d'Action Environnemental (SNEB/PAE), 1997.
 - Politique sectorielle, octobre 1999.
 33. MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES MINES, Plan de développement des secteurs de l'eau et de l'énergie à l'horizon 2020, mai 1998.
 34. Nations Unies, Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, 1992.
 35. .NDIKUMAKO A.: Analyse de la Biodiversité animale nationale et identification des priorités pour sa conservation : étude d'inventaire. Rapport de consultance. Stratégie Nationale et Plan d'Action en matière de la Diversité Biologiques (Projet SNPA-DB/BDI/98/G31), 2000.
 36. ITUNGA L., Etude d'actualisation du projet Chaudière Brarudi-Rapport final, octobre 1998.
 37. NKURUNZIZA F., Enquête sur la consommation d'énergie des ménages au Burundi, octobre 1994.
 38. NSABIMANA Stanislas: Climats et sols au Burundi : thèse : Paris VII, 212 p., 1997
 39. NZIGIDAHERA B., Analyse de la Biodiversité végétale nationale et identification des priorités pour sa conservation : étude d'inventaire. Rapport de consultance. Stratégie Nationale et Plan d'Action en matière de la Diversité Biologique (Projet SNPA-DB/BDI/98/G32)
 40. Plisnier, P.D. : Climate, Limnology and fisheries changes of Lake Tanganyika, 1997
 41. PNUD/GOUVERNEMENT DU BURUNDI. Rapport sur le Développement Humain du Burundi, septembre 1999. la Pauvreté au Burundi, septembre, 1999.

-
- 42.** PNUE, Manuel des méthodes d'évaluation des impacts des Changements Climatiques et des stratégies d'adaptation, version 2.0, Nairobi, 1998.
- 43.** PROJET BDI/98/G32, Communication Nationale sur les Changements Climatiques. Inventaires des gaz à effet de serre. Module : Energie ; Procédés Industriels ; Agriculture ; Changements d'affectation des terres et foresterie ; Déchets.
- Analyse d'atténuation des gaz à effet serre. Module : Energie, Agriculture, Aménagement du Territoire et foresterie.
 - Etudes de vulnérabilité et d'adaptation aux changements climatiques : Module : Energie, Agriculture, Ecosystèmes naturels, Santé, Ressources en eau.
- 44.** REPUBLIQUE DU BURUNDI :
- Plan Quinquennal de Développement Economique et Social, 1993-1997.
 - Plan Quinquennal de Développement Economique et Social, 1998-1992.
- 45.** SAR II : IPCC, 1996 : Climate Change 1995 : Impacts, Adaptations, and Mitigation of Climate Change : Scientific-Technical Analyse. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (atson, R.T. , M.C. Zinyowera and R.H. Moss).
- 46.** SINARINZI E., Recherche d'une tendance dans les séries des totaux pluviométriques annuels du Burundi, 1992.
- 47.** TESSENS E., Données climatologiques du Burundi: précipitations, températures et durées d'insolation : 1960-1987. Publication n°134, ISABU, 1989.
- 48.** TESSENS E., Une méthode pour évaluer l'aptitude agricole des terres du Burundi : exigences climatiques et édaphiques des principales cultures du Burundi. Publication n° 156, ISABU, 1991, 74pp.
- 49.** THARECK. Inventaires des Marais au Burundi. Rapport de mission, 1999.
- 50.** WATSON R., Zinyowera et R.H. Mass MC., Technologies, Policies and Measures for mitigation climate change. Intergovernmental Panel on Climate Change, novembre 1996.
- 51.** WILFRIED G., La culture du haricot au Burundi, ISABU, 1995

Annexes

Annexe 1 : Bilan énergétique pour l'année 1998 exprimé en tonnes

	Charbon de bois	Bois	Tourbe	S/Total	Essence	Gasoil	Pétrole Lampant	J.P.1 Kérosène	S/Total	Lubrifiant
1. PRODUCTION	292 853,00	8 275 624,00	7 993,00	8 576 470,00						
2. IMPORTATION					17 611,98	21 540,96	1 500,14	1 084,50	41 737,58	890,00
3. VARIATION DE STOCK			268,00	268,00	-295,62	61,82	88,69	-90,37	-235,48	
4. OFFRE TOTALE	292 853,00	8 275 624,00	8 261,00	8 576 470,00	17 316,36	21 602,78	1 588,83	994,13	41 502,10	890,00
5. EXPORTATION										
6. OFFRE INTERNE BRUTE	292 853,00	5 347 094,00	8 261,00	5 647 940,00	17 316,36	21 484,99	1 588,83	994,13	41 384,31	886,60
7. TOTAL TRANSFORMATION		-2 928 530,00		-2 928 530,00		-117,79			-11,79	-3,40
7.1 CHARBONNIERS (1)		-2 928 530,00		-2 928 530,00						
7.2 CENTRALES THERMIQUES						-111,79			-111,79	-3,40
8.2 PERTES/GAINS										
9.1 ECART STATISTIQUE			-1 486,00	-1 486,00	1 287,68	1 708,06	54,17	805,09	3 855	
10. CONSOMMATION FINALE TOTALE	292 853,00	5 347 094,00	6 775,00	5 646 722,00	18 604,04	23 193,05	1 643,00	1 799,22	45 239,31	886,60
10.1 CONSOMMATION ENERGETIQUE	292 853,00	5 347 094,00	6 775,00	5 646 722,00	18 600,26	23 193,05	1 602,48	1 799,22	45 195,01	
10.2 CONSOMMATION NON ENERGETIQUE					3,78		40,52		44,30	886,60
11. CONSOMMATION FINALE INDUSTRIE		16 648,00		16 648,00	22,14	10 503,77	40,52		10 566,43	
11.1 INDUSTRIE AGROALIMENTAIRE		16 648,00		16 648,00		6 021,49			6 021,49	
11.2 INDUSTRIE DU TEXTILE ET CUIR					18,36	3 718,00			3 736,36	
11.3 INDUSTRIE DE LA VERRERIE						459,90			459,9	
11.4 INDUSTRIE CHIMIQUE ET PLASTIQUE					1,12		40,52		41,64	
11.5 INDUSTRIE DU BOIS ET PAPETERIE					2,66				2,66	
11.6 CONSTRUCTION ET MINES						304,38			304,38	
12. CONSOMMATION FINALE TRANSPORT					18 580,03	12 245,28		1 799,22	32 624,53	873,74
12.1 TRANSPORT ROUTIER					18 580,03	11 175,71			29 755,74	864,82
12.2 TRANSPORT MARITIME						1 069,57			1 069,57	8,92
12.3 TRANSPORT AERIEN								1 799,22	1 799,22	
13. CONSOMMATION FINALE AUTRES	292 853,00	5 330 446,00	6 775,00	5 630 074,00	1,87	444,00	1 602,48		2 048,35	12,86
13.1 RESIDENTIEL	292 837,00	5 264 379,00		5 557 216,00			1 583,64		1 583,64	
13.2 COMMERCE ET INSTITUTIONNEL	16,00	66 067,00	6 775,00	72 858,00		440,70			440,70	12,73
13.3 PECHE					1,87	3,30	18,84		24,01	0,13

(1): Selon l'étude Prix et Tarifs de l'énergie au Burundi, janvier 1994, 450 kg de bois sec donne 45 kg de charbon de bois

Source :Rapport d'inventaires des GES,Module « Energie »,Jan 2000

Annexe 2 : Tableau récapitulatif des émissions de CO₂ dans le secteur de l'énergie

SECTEURS D'ACTIVITES	Consommations						Emissions CO ₂ /fossiles (Gg)		Emissions CO ₂ /biomasse (Gg)		C stocké (Gg)	% CO ₂	% C stocké
	Prod.pét.(Gg)	Lubr./Bit (Gg)	Tourbe (Gg)	Biomasse (Gg)	Energie (TJ)	Prod.Pét.	Lubr.	Tourbe	Biomasse				
1.TRANSPORT	31,197	0,0082	0	0	1282,7645	90,124	0,0132	0	0	0,0036	63,0	0,12	
Routier	27,4803	0	0	0	1227,0206	85,4572	0	0	0	0	59,7	0,00	
Aérien	3,0163	0	0	0	55,5291	3,9289	0	0	0	0	2,7	0,00	
Maritime	0,7004	0,0082	0	0	10,2148	0,7379	0,0132	0	0	0,0036	0,5	0,12	
						S/total₁	90,1372	0					
2.IND.MAN.ET CONST.	9,7365	3,1055	0,03	49,7025	964,8003	30,65975	0,3373	0,0448	41,835	2,7103	21,7	90,91	
						S/total₂	31,04185						
3.COMM.ET INSTIT	0,4432	0,633	7,071	66,083	1178,6362	1,4	0,9235	10,56874	102,2109	0,2566	9,0	8,61	
						S/total₃	12,89224						
4.SECTEUR RESIDENT.	1,6877	0	0	5557	89322,284	5,3734	0	0	8903,822	0	3,8	0,00	
						S/total₄	5,3734						
5.AGR./FOREST./PECH.	0,8881	0,0121	0	16,6485	297,0465	2,8137	0,0177	0	25,7449	0,0049	2,0	0,16	
						S/total₅	2,8314	0					
6.IND.ENERGETIQUE	0,1088	0,0034	0	0	4,8503	0,3506	0,0049	0	0	0,0014	0,2	0,05	
						S/total₆	0,3555	0					
7.AUTRES	0,131	0,0021	0	0	5,7619	0,4194	0,003	0	0	0,0008	0,3	0,03	
						S/total₇	0,4224						
S/total ₈						131,14085	1,2996	10,61354	9073,6128				
TOTAL	44,1923	3,7643	7,101	5689,4	93056,144	143,05399				2,9812	100	100	

Source :Rapport d'inventaires des GES,Module « Energie »,janvier 2000

Annexe 3 : Tableau récapitulatif des émissions des non -CO₂ dans les secteurs de l'énergie

SECTEUR D'ACTIVITES	CH ₄ (Gg)	% de CH ₄	CO (Gg)	% de CO	N ₂ O (Gg)	%de N ₂ O	NOx (Gg)	% de NOx	NMVOC (Gg)	% de NMVOC
1.SECTEUR RESID.	25,9251	98,57921554	463,22931	99,715296	0,3315	98,4228108	8,9322	88,9723387	49,2999	95,98063518
2.COMM.ET INSTIT	0,2634	1,001568572	0		0,0035	1,034154865	0,0897	0,8934886	0,5263	1,024639164
3. TRANSPORT	0,019176	0,07291607	0		0,000806	0,239281737	0,9107	9,0713496 8,923929	1,3538	2,635676419
Routier	0,0191	0,07262703	0		0,0008	0,237521112	0,8959		1,349	2,62633143
Aérien	0,000027	0,00010266	0		0		0	0,1474206	0,0028	0,005451244
Maritime	0,000049	0,000186321	0		5,93E-06	0,001760625	0,0148		0,002	0,003893746
4.IND.MAN.ET CONST.	0,01343	0,051067069	0		0	0	0,042	0,4183559	0,0231	0,044972762
5.Agr./Forest. et Pêche	0,0776	0,295071075	1,3169	0,2834775	0,001	0,29690139	0,0579	0,5767334	0,1642	0,311889025
6.IND.ENERGET	0,000014141	5,3776E-05	0		2,83E-06	0,000839726	0		0,000023569	4,58858E-05
7.AUTRES	0,00002839	0,000107952	0,0057	0,001227	3,41E-06	0,001011484	0,0068	0,0677338	0,0011	0,00214156
TOTAL	26,29874853	100	464,55191	100	0,336812	100	10,0393	100	51,36442357	100

Source :Rapport d'inventaires des GES,Module « Energie »,Jan.2000

Annexe 4 : Production des principales industries et artisanats susceptibles de produire des gaz à effet de serre au Burundi (1994-1998).

Année	1994	1995	1996	1997	1998
Produits des industries alimentaires					
Bière Primus (hl)	1187058	1148948	997188	983680	820942
Bière Amstel (hl)	195612	255264	230733	777549	215379
Boisson gazeuse (hl)	201400	219746	179079	146580	143538
Farine (t)	2349	472	497	-	-
Lait (t)	1128635	710571	594875	254128	288367
Produits laitiers (hl)	40132	-	-	-	-
Sucre (t)	12268	15300	17755	19582	21713
Huile de coton (l)	269900	211450	234600	199715	133500
Aliment pour bétail (t)	2443	1909	2339	1589	957
Cigarette (unité)	584580	522484	449880	377145	316820
Thé sec (t)	6864	6985	5648	4169	6669
Café vert Arabica (t)	24898	24913	13400	31870	22303
Artisanat agroalimentaire					
Vin de banane (hl)	-			8496700	3131700
Bière de sorgho (hl)	-			1262,6	75800
Huile de palme (hl)				24000	67800
Farine de manioc et céréales (t)				738200	449300
Viande (t)				19100	19900
Peaux brutes (t)				790000	707600
Beignet (t)				900	1500
Production minière					
Chaux (t)	-	-	-	200	140
Bitume (importé)	-	-	-	-	23080
Asphaltage					

Source : Rapport d'inventaires des GES, Module "Procédés Industriels"2000.

Annexe 5 : Productions agricoles pour l'année de référence (1998)

N°	Culture	Production en tonnes (1998)
1	Maïs	146 190
2	Blé	7 938
3	Riz	45 687
4	Sorgho	101 838
5	Eulésine	11 139
6	Haricot	312 018
7	Soja	290
8	Petit pois	30 517
9	Arachide	12 041
10	Igname	10 658
11	Pomme de terre	46 470
12	Manioc	1 329 733
13	Colocase	333 179
14	Patate douce	691 528
15	Banane	1 534 425
16	Canne à sucre	184 304
17	Coton	395.6
18	Tabac	336
19	Café	19 984
Total		4 823 301

Source : Direction des Statistiques et Informations Agricoles
Rapports annuels 1998 des DPAE et de la Direction Générale
de la Vulgarisation Agricole .

Annexe 6 : Taux d'équivalences utilisés

Type de GES	Taux d'équivalence
CO ₂	1
CH ₄	24,5
N ₂ O	320
NO _x	40
CO	3

Source : IPCC Second Assessment Report (1995).

ANNEXE 7a : Rendements des cultures (Kg/ha) à l'horizon 2050 en l'absence des changements climatiques.

Site								
CULTURE			GISOZI				MPARAMBO	
Maïs		Saison A	Saison B	Saison C		Saison A	Saison B	Saison C
	Années « 80-87	2015,61		1919,22		2575,02	2442,52	2706,27
	Année 2010	2012,34		1915,89		2574,67	2441,57	2707,2
	Année 2020	2010,99		1914,28		2572,59	2439,33	2706,08
	Année 2030	2009,31		1912,71		2570,14	2437,41	2704,59
	Année 2040	2007,77		1910,79		2567,68	2435,13	2703,09
	Année 2050	2006,52		1909,02		2565,2	2432,84	2701,58
		Saison A	Saison B	Saison C		Saison A	Saison B	Saison C
Haricot	Années « 80-87	2421,14	2352,05	2437,41		2056,64	1827,84	1895,87
	Année 2010	2407,35	2332,64	2429,8		2047,38	1829,76	1886,26
	Année 2020	2403,29	2327,53	2424,02		2044,65	1825,69	1885,28
	Année 2030	2398,08	2321,93	2418,17		2040,17	1822,41	1883,43
	Année 2040	2393,4	2316,19	2411,04		2036,36	1818,3	1881,56
	Année 2050	2390,4	2309,78	2404,39		2031,84	1814,17	1879,69
Patate douce	Années 80-87	5153,63						
	Année 2010	5143,09						
	Année 2020	5139,12						
	Année 2030	5134,7						
	Année 2040	5130,21						
Année 2050	5126,02							

ANNEXE 7b : Rendements des cultures (Kg/ha) à l'horizon 2050 en présence des changements climatiques.

Site								
Mparambo		Gisozi						
CULTURE		Saison A	Saison B	Saison C		Saison A	Saison B	Saison C
Maïs	Années 80-87	2015,61		1919,22		2575,02	2442,52	2706,27
	Année 2010	2007,54		1910,13		2565,54	2434,46	2696,4
	Année 2020	2004,25		1906,03		2560,17	2429,52	2691,21
	Année 2030	2000,41		1901,62		2553,62	2424,5	2683,64
	Année 2040	1996,46		1896,52		2546,97	2421,89	2676,32
	Année 2050	1991,71		1891,44		2539,44	2412,85	2668,88
		Saison A	Saison B	Saison C		Saison A	Saison B	Saison C
Haricot	Années 80-87	2421,14	2352,05	2437,41		2056,64	1827,84	1895,87
	Année 2010	2391,77	2318,37	2412,24		2029,64	1816,59	1869,64
	Année 2020	2382,04	2307,24	2398,32		2020,47	1807,4	1861,94
	Année 2030	2369,69	2294,73	2383,37		2008,3	1798,12	1851,43
	Année 2040	2357,39	2280,68	2366,09		1996,72	1795,45	1840,87
	Année 2050	2343,59	2266,29	2348,98		1983,45	1776,65	1830,2
Patate douce	Années 80-87	5153,63						
	Année 2010	5130,93						
	Année 2020	5121,65						
	Année 2030	5111,97						
	Année 200	5100,84						
	Année 2050	5088,91						

Annexe 8

Plan d'actions stratégique

Objectif global	Objectifs spécifiques	Actions à mener	Indicateurs de performance	Partenaires
Améliorer la productivité et la rentabilité du secteur agricole de manière à transformer notre agriculture de subsistance en une agriculture de marché	Repeupler le cheptel animal et amorcer un programme d'intégration de l'élevage et de la foresterie à l'agriculture	<ol style="list-style-type: none"> 1.Repeupler le cheptel national (bovins, ovins, caprins, porcins, volailles, lapins etc...) en utilisant les races animales adaptées aux différentes zones agro-éco-climatiques 2.Appuyer la promotion de l'insémination artificielle. 3.Améliorer les performances zootechniques (production laitière, viandeuse et oeufs) 	<p>Nombre de races et d'animaux diffusés.</p> <p>Nombre de veaux nés issus de l'I.A. Gains de productivité obtenus.</p>	<p>D.G.E FAO.</p> <p>D.G.E FAO</p>
	Relancer et diversifier les cultures de rente (cultures traditionnelles, nouvelles cultures y compris celles d'import-substitution comme le riz, le blé, le maïs, le tournesol, le soja etc...)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Promouvoir l'utilisation des variétés de riz à cycle court, naines, hautement productrices et faibles productrices de méthane. 	<p>Superficies occupées et types de variétés diffusées.</p>	<p>DGVA</p>
	Redynamiser et diversifier les circuits actuels de disponibilité des intrants d'agriculture et d'élevage (semences et plants, fertilisants, produits phytosanitaires, matériel et outillage agricole, bétail, aliments et produits vétérinaires correspondants etc..) tout en veillant à restaurer la fertilité des terres et conserver l'environnement.	<ol style="list-style-type: none"> 1.Utiliser rationnellement les engrais azotés. 2.Appuyer la promotion de l'utilisation des concentrées et autres aliments de qualité pour améliorer la digestibilité. 3.Promouvoir l'utilisation de la matière organique riche en azote. 4.Promouvoir l'utilisation des légumineuses et autres plantes symbiotiques fixatrices de l'azote atmosphérique. 5.Développer l'outillage agricole performant (traction bovine, charrue à socs, serpettes performantes pour le fauchage etc...) 	<p>Quantité appliquée par unité de surface. Tonnage d'aliments concentrés fabriqués</p> <p>Taux d'adoption de la technologie. Taux d'adoption et type de plantes diffusées</p> <p>Taux d'adoption et type d'outillage utilisé</p>	<p>DGSE DGVA, DGE FAO</p>
	Contribuer à la réhabilitation, à la valorisation et améliorer la gestion de l'outil de production et des ressources naturelles.	<ol style="list-style-type: none"> 1.Développer un système de maîtrise de l'eau dans les marais rizicoles permettant le passage au système d'aération multiple. 2.Création des systèmes intégrés agro-zoo-piscicoles et fouragers (vivriers, poules, lapins, porcs, poissons, sesbania, leuceana, calliandra, fougères etc..) 3.Aménager les bassins versants pour la préservation des cycles hydrologiques. 	<p>Taux d'adoption</p> <p>Taux d'adoption et type de techniques développées. Superficie aménagée</p>	<p>DGR DGVA FAO ONG'S</p>

Objectif global	Objectifs spécifiques	Actions à mener	Indicateurs de performances	Partenaire s
Améliorer la productivité et la rentabilité du secteur agricole de manière à transformer notre agriculture de subsistance en une agriculture de marché	Redynamiser les structures d'appui à la production (recherche, vulgarisation, disponibilité des intrants, filières agro-industrielles, administration du territoire, ONG, privés, etc...)	<p>1. Recherche sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les races animales adaptées aux différentes zones agro-éco-climatiques. - Les rations optimales d'aliments pour bétail - Les variétés de riz à cycle court, naines, hautement productrices et faibles productrices de méthane. - Les variétés pluviales de riz à haut rendement. - La fixation symbiotique azotée. <p>2. Vulgarisation sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'utilisation optimale des engrais et de la matière organique - la technologie du biogaz; - les systèmes d'élevage améliorés. - la gestion rationnelle des marais en général et des marais rizicoles en particulier suivant le plan directeur du MATE. - Les dates optimales de semis et les techniques améliorées d'application des engrais dans les rizières. - les effets néfastes du brûlage <p>3. Formation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Former les formateurs - Organiser des ateliers de formation (cadres, techniciens, décideurs politiques, les élus locaux, les ONG, etc...) - Développer le matériel d'éducation et de sensibilisation). 	<p>Nombre de chercheurs impliqués</p> <p>Nombre de variétés ou de races développées</p> <p>Equipement de recherche utilisé.</p> <p>Publications et séminaires.</p> <p>Taux d'adoption des différentes technologies.</p> <p>Nombre de personnes formées</p> <p>Thèmes de formation développés</p>	<p>ISABU UNIVERSITES CNTA ALCOVIT DGE PRIVES</p> <p>DGVA DGE DGR FAO ONG's</p> <p>MATE MAE ONG's UNIVERSITES</p>

Objectif global	Objectifs spécifiques	Actions à mener	Indicateurs de performance	Partenaires
<p>1. Faciliter l'accès d'une plus grande partie de la population à l'énergie moderne</p> <p>2. Fournir de l'énergie en quantité et en qualité suffisante pour l'activité socio-économique (artisanat, industrie, transport, etc)</p>	1.1 Augmenter le taux d'électrification du pays	1. Extension du réseau	1. Nombre de ménages électrifiés	MEM, DGHER, REGIDESO, Administrations communales, privés, etc
	1.2 Rendre disponible les sources d'énergie moderne et adaptées au milieu rural	1. Promotion et diffusion des énergies renouvelables (Energies propres)	2. Nombre d'installations solaires, éoliennes, biogaz, etc implantées	MEM, Min.de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Min. du Développement Communal, Min. de l'Action Sociale et de la Promotion de la Femme.
	2.1 Augmenter la production énergétique nationale	<p>1. Réhabilitation et construction de centrales et micro centrales hydroélectriques</p> <p>2. Renforcement et réhabilitation du réseau</p> <p>3. Etablir un plan de gestion des lacs de retenues.</p>	<p>1. Productible augmenté</p> <p>2. Taux de disponibilité (fiabilité) augmenté</p> <p>3. Gestion coordonnée des lacs de retenues.</p>	<p>MEM, REGIDESO, Privés</p> <p>MEM, REGIDESO, DGHER</p> <p>REGIDESO</p>
	2.2 améliorer la sécurité d'approvisionnement en sources énergétiques (électricité, produits pétroliers, ENR, etc)	1. Substitution des produits pétroliers dans l'industrie (chaudières électriques à Brarudi, Cotebu)	1. Chaudières électriques opérationnelles, Diminution de la consommation des produits pétroliers (fuel lourd, gasoil, etc)	MEM, Cotebu, Brarudi REGIDESO

Objectif global	Objectifs spécifiques	Actions à mener	Indicateurs de performance	Partenaires
3. Satisfaire les besoins primaires en énergie des ménages	2.3 Augmenter l'efficacité énergétique dans les secteurs d'utilisation (industrie, transport, commercial, etc)	1. Renforcement de l'isolation thermique et réparation des fuites de vapeur dans l'industrie (Cotebu, Brarudi, etc) 2. Entretien et maintenance 3. Promotion du transport en commun 4. amélioration de la gestion du trafic routier 5. Favoriser l'utilisation des véhicules à tonnage important	1. Diminution des pertes en chaleur 1. Pertes réduites 1. augmentation du nombre de passagers empruntant le transport en commun 1. Fluidité du trafic augmentée 1. Augmentation du nombre de véhicules à tonnage important	MEM, Cotebu, Brarudi, REGIDESO REGIDESO, Industriels. MEM, Ministère du transport, privés
	3.1 Augmenter l'efficacité énergétique dans l'utilisation du bois-énergie.	1. Diffusion des foyers améliorés en milieu rural et urbain	1. Augmentation du taux de pénétration des foyers améliorés 2. Réduction de la consommation du bois-énergie	MEM, Min. à l'Action Sociale et à la Promotion de la Femme, Min. de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Privés.

Objectif global	Objectifs spécifiques	Actions à mener	Indicateurs de performance	Partenaires	
1. Satisfaction des besoins de la population en produits ligneux et protection de l'Environnement.	1.1 Accroissement de la production forestière.	1.1.1. Adapter la réglementation forestière en vigueur aux réalités du moment.	L'aliénation des terrains boisés est limitée.	DGATE, Adm. Locale, Min. Justice.	
		1.1.2. Elaborer un programme de formation pour tous les intervenants en matière de sylviculture.	Les pratiques sylvicoles sont maîtrisées par un grand public.	DGATE, Min. Education.	
		1.1.3. Inventorier les superficies à boiser.	Le cartographie des terres à boiser est disponible.	DGATE.	
		1.1.4. Produire et diffuser des essences adaptées aux conditions écologiques du milieu en y intégrant les arbres fruitiers.	Les superficies boisées et l'amélioration de l'alimentation sont augmentées.	DGATE, Adm. Locale, ONGs, Population.	
		1.1.5. Réhabiliter les essences d'intérêt économique et/ou nutritionnel en disparition.	Les revenus et la nutrition de la population sont améliorés.		
		1.1.6. Intégrer la population dans la maîtrise de toute filière-bois.	La filière-bois est bien organisée.		
		1.1.7. Sensibiliser tous les partenaires y compris l'administration territoriale et créer des zones pilotes de démonstration.	La productivité des boisements est améliorée.	DGATE, Adm. Locale, Population..	
		1.1.8. Renforcer les moyens de protection et d'entretien des boisements.	Les boisements sont aménagés et protégés.	DGATE, Adm. Locale.	
2. Gestion rationnelle des ressources forestières.	2.1. Obtention d'une production régulière et soutenue.	2.1.1. Adopter des plans d'aménagement spécifique à chaque catégorie de boisement.	Les production forestières sont régulières et soutenues.	DGATE, Adm. Locale, Propriétaires privés.	
		2.2. Economie de la ressource forestière.	2.2.1. Améliorer les techniques de transformation du bois.	Le gaspillage de la matière première est limité.	DGATE, Artisans.
			2.2.2. Promouvoir les technologies d'économie des produits forestiers.	Le gaspillage des produits forestiers est limité.	DGATE, DG Energie, Consommateurs.

Objectif global	Objectifs spécifiques	Actions à mener	Indicateurs de performance	Partenaires
3. Accroissement de la production agricole.	3.1. Extension et entretien des cultures pérennes et aménagement des bananeraies.	3.1.1. Réaménager les superficies à cultures pérennes par intégration des plantes agroforestières et/ou plantes de couverture.	La productivité des plantations pérennes se trouve augmentée.	Min. Agriculture. Population.
		3.1.2. Réhabiliter les plantations dégradées et/ou détruites.	Les plantations sont en bon état végétatif.	Min. Agriculture. Population.
		3.1.3. Produire et diffuser les plants de cultures pérennes.	Les superficies des cultures pérennes sont augmentées.	Min. Agriculture Population.
4. Protection de l'Environnement urbain.	4.1. Développement de la foresterie urbaine.	4.1.1. Réhabiliter les espaces verts encore existants.	Les espaces verts sont viables.	DGATE, Adm. Locale, Population.
		4.1.2. Encourager la mise en place des arbres d'alignement.	Les routes sont bien protégées.	DGATE, Min. des Travaux publics.
5. Accroissement de la productivité des marais et des pâturages.	5.1. Aménagement et gestion rationnelle des marais et pâturages.	5.1.1. Faire adopter la loi sur les marais et élaborer son texte d'application.	Un outil de contrôle de gestion des marais est disponible.	DGATE, Min. de l'Agriculture, Energie et Mines, Développement Communal, Adm. Locale, Population
		5.1.2. Mettre en place des mécanismes d'intégration de la population dans la gestion des marais.	Les marais à écosystèmes fragiles sont protégés.	
		5.1.3. Intégrer les arbres fourragers dans les pâturages.	Les pâturages sont améliorés.	
		5.1.4. Promouvoir l'élevage en stabulation semi-permanente.	La charge sur les pâturages.	

Objectif global	Objectifs spécifiques	Actions à mener	Indicateurs de performance	Partenaires
6. Lutte contre les pollutions.	6.1. Développement des unités industrielles propres.	6.1.1. Informer les industriels sur les procédés les moins polluants.		DGATE, INECN
		6.1.2. Mener une enquête auprès des industriels pour une maîtrise des procédés utilisés et sur l'opportunité de les moderniser.		DGATE, INECN.
	6.2. Assainissement du milieu.	6.2.1. Elaborer une législation en matière de gestion des déchets.	Outil législatif est disponible.	DGATE.
		6.2.2. Améliorer le système d'évacuation et de traitement des déchets solides.	Les dépôts des déchets non contrôlés sont réduits.	Adm. Locale, Population, INECN, DGATE, SETEMU.
		6.2.3. Développer le système d'évacuation et de traitement des eaux usées.	Les eaux usées sont évacuées et traitées.	Adm. Publique, Population, SETEMU, Population.
		6.2.4. Sensibiliser le public sur la gestion des déchets solides et des eaux usées.	Les milieux urbains sont assainis.	DGATE, Adm. Locale, Population.
		6.4.5. Former les cadres et agents sur les techniques de prévention et de la pollution de l'Environnement.	Les connaissances scientifiques en matière de la protection de l'Environnement.	MINATE, Min. Education.