

REPUBLIQUE DU RWANDA



**MINISTRE DES TERRES, DE L'ENVIRONNEMENT,
DES FORETS, DE L'EAU ET DES MINES**
P.O. BOX 3502 , KIGALI-RWANDA
Fax : (250) 5 82629
Tel : (250)5 82628

COMMUNICATION NATIONALE INITIALE



RELATIVE A

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

JUIN 2005



Rwanda
"Pays des Mille Collines"

Préface

La République du Rwanda est devenue Partie à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) en vue d'œuvrer de concert avec la Communauté Internationale pour s'attaquer aux problèmes posés par les changements climatiques dans le but d'un développement économique durable.

Bien avant la signature de cette Convention à Rio en 1992, le Rwanda avait déjà élaboré sa Stratégie Nationale de l'Environnement (SNER) et son Plan d'Actions (PAE) et pris des mesures en différents secteurs pour lutter contre la dégradation de l'environnement due surtout à l'érosion et à la déforestation.

Après la guerre et le génocide de 1994 qui ont endeuillé le pays et la période d'urgence qui s'en est suivie, le Rwanda est entré dans la phase de développement qui doit concilier les besoins de la population et les soucis écologiques. Les engagements pris dans le cadre de cette Convention viennent renforcer les initiatives et actions prioritaires prises par le Gouvernement du Rwanda dans les politiques sectorielles en vue de la protection et la gestion de l'environnement, la réduction de la pauvreté et la promotion des investissements. Selon les spécificités de notre pays, les politiques et mesures destinées à protéger le système climatique contre les changements provoqués par l'homme seront d'ores et déjà intégrés dans les programmes nationaux de développement.

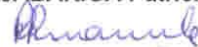
La Communication Nationale Initiale a été préparée par les experts nationaux désignés par le comité National sur le Climat (CNC) dont les membres proviennent des départements ministériels, du secteur privé et des Organisations Non Gouvernementales (ONG) directement concernés par les aspects du changement climatique. Ces experts ont acquis une expérience sur la méthodologie du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) utilisée pour l'inventaire des émissions des Gaz à Effet de Serre (GES) ainsi que sur la technique d'évaluation de la vulnérabilité des écosystèmes et le développement des stratégies d'adaptation aux changements climatiques. Leur maîtrise d'utilisation des facteurs d'émission dans les différents secteurs aidera notre pays à remplir ses engagements quant à la mise à jour périodique des inventaires nationaux des émissions anthropiques par leurs sources et de l'absorption par leurs puits de tous les gaz à effet de serre non réglementés par le Protocole de Montréal.

Le Rwanda partage avec la communauté mondiale les préoccupations des effets néfastes des changements climatiques comprises dans la CCNUCC et se réjouit de l'entrée en vigueur du Protocole de Kyoto dans l'intérêt international d'un meilleur équilibre planétaire et d'un développement durable.

Le Ministère des Terres, de l'Environnement, des Forêts, de l'Eau et des Mines (MINITERE), au nom du Gouvernement Rwandais, exprime ses vifs remerciements à toutes les institutions internationales et nationales qui ont bien voulu contribuer à l'accomplissement des activités de cette Communication Nationale Initiale. Il tient spécialement à adresser ses plus chaleureuses félicitations et sa reconnaissance :

- au Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) qui a financé le Projet « Rwanda : Activités Habilitantes pour la Préparation de la Communication Nationale Initiale relative à la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements climatiques (CCNUCC) » ;
- au Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) et au Secrétariat de la CCNUCC qui ont appuyé ce projet à travers des ateliers de formations à l'intention des experts nationaux et par le financement des séminaires et l'acquisition du matériel et la documentation pertinente ;
- aux Structures Nationales du secteur public, du secteur privé et des ONG qui ont soutenu le Projet ainsi qu'à tous ceux qui ont fait le suivi de tout le processus d'élaboration et de validation de ce document ;
- au Point Focal National de la CCNUCC, au personnel du Projet et à toute l'équipe d'experts nationaux qui ont contribué à la rédaction du rapport définitif de cette Communication Nationale Initiale.

**Le Secrétaire d'Etat chargé
des Terres et de l'Environnement
HAJABAKIGA Patricia**



GLOSSAIRE

ALICOME	<i>Alimentation, Commerce général des produits Chimiques</i>
APC Mashyuza	<i>Action pour la Promotion de la Chaux de Mashyuza</i>
Unité AST	Unité à Activité Scientifique et Technologique
CaCO₃	Carbonate de Calcium
CCNUCC	Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CDC	Comités de Développement Communautaire
CFJ	Centres de Formation des Jeunes
CIMERWA	Cimenterie du Rwanda
CNC	Comité National sur le Climat
CITES	Convention on International Trade of Endangered Species
CO	Monoxyde de Carbone
COCOCHAUMA	Coopérative de Production de la Chaux de Mashyuza
CO₂	Dioxyde de Carbone
CH₄	Méthane
DBO	Demande Biochimique par Oxygène
DSM	Déchets Solides Municipaux
DSRP	Document de Stratégies de Réduction de la Pauvreté
EH	Equivalent Habitat
ELECTROGAZ	Etablissement de Production et de Distribution d'Electricité, d'Eau et de Gaz
FAO	Food Agriculture Organization
FEM	Fonds pour l'Environnement Mondial
FEWS	Famine Early Warning System
FRW	Franc Rwandais
Gg	Gigagramme
GBK	Gisenyi Butare Kibuye
GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC	Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'évolution du Climat
GPL	Gaz pétrole lampant
HIMO	Haute Intensité de Main d'œuvre
IEC	Information, Education et Communication
INADES	Institut Africain pour le Développement Economique et Social
IRST	Institut de Recherche Scientifique et Technologique
ISAR	Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda
IUCN	International Union for Conservation Nature
KIE	Kigali Institute of Education
KIST	Kigali Institute of Science, Technology and Management
MAB	Main and Biosphere
MINAGRI	Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales
MINALOC	Ministère de l'Administration Locale, du Développement Communautaire et des Affaires Sociales
MINEDUC	Ministère de l'Education Nationale, de la Recherche Scientifique et de la Technologie
MINERENA	Ministère de l'Energie, de l'Eau et des Ressources Naturelles
MINICOM	Ministère du Commerce, de la Promotion des Investissements, du Tourisme et des Coopératives
MINECOFIN	Ministère des Finances et de la Planification Economique
MININFRA	Ministère des Infrastructures
MINISANTE	Ministère de la Santé

MINITERE	Ministère des Terres, de l'Environnement, de l'Eau, des Forêts et des Mines
NEPAD	New Partnership for Africa Development
NMVOG	Non-methane volatile organic compound
ONG	Organisations Non Gouvernementales
ORTPN	Office Rwandais du Tourisme et des Parcs Nationaux
PAFOR	Projet d'Appui à l'Aménagement des Forêts du Rwanda
PIB	Produit Intérieur Brut
PNA	Parc National de l'Akagera
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
PNV	Parc National des Volcans
PRSP	Poverty Reduction Strategic Papers
PVC	Projet pour la valorisation du calcaire
SBV	Superficie du bassin versant
SWAP	Sector Wide Approach
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture
UAAC	Université Adventiste d'Afrique Centrale
ULK	Université Libre de Kigali
UNILAK	Université Laïque de Kigali
UNR	Université Nationale du Rwanda

TABLE DES MATIÈRES

<i>Préface</i>	<i>i</i>
GLOSSAIRE	iii
RÉSUMÉ ANALYTIQUE	1
Chapitre 1 : CONDITIONS PROPRES AU PAYS	25
1.1. Cadre politique, institutionnel et juridique	25
1.2. Caractéristiques géophysiques	26
1.2.1 Le Relief	26
1.2.2 Le Climat.....	26
1.3 Les Ressources Naturelles	28
1.3.1 Le Sol et le Sous-sol	28
1.3.2 Hydrologie.....	29
1.4. Biodiversité	33
1.4.1. Les aires protégées.....	33
1.4.2. Les forêts relictives et forêts galleries	35
1.4.3. Les boisements	35
1.4.4. Agro-écosystèmes.....	35
1.4.5. Biodiversité des zones humides.....	35
1.5. Données socio-économiques	36
1.5.1 Les Etablissements humains	37
1.5.2 Energie et transports	37
1.5.3 Industrie.....	38
1.5.4. L'Agriculture.....	39
1.5.4.1. Les rizicultures	41
1.5.4.2. Le brûlage dirigé des savanes	41
1.5.4.3. Le brûlage sur place des résidus de récoltes	42
1.5.4.4. Les sols cultivés	44
1.5.4.5. L'élevage	45
1.6. Forêts	46
1.7. Déchets	47
1.8. Education, information et recherche	48
Chapitre 2 : INVENTAIRE NATIONAL DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE (GES) ..	49
2.1. Inventaire d'émissions des gaz à effet de serre liés à l'énergie	49
2.1.1. Emissions de CO ₂	49
2.1.2. Emission de Gaz autres que le CO ₂	50
2.1.2.1. Emissions de N₂O	50
2.1.2.2. Emission de CH₄ en Gg	51
2.1.2.3. Emissions fugitives	51
2.2 Inventaire des gaz à effet de serre liés aux procédés industriels	52
2.2.1 Inventaire des émissions du dioxyde de carbone (CO ₂)	52
2.2.1.2 Inventaire des émissions de CO₂ lors de la production de la chaux	52
2.2.1.3 Production de métal	53
2.3 Inventaire des émissions de gaz a effet de serre lies l'agriculture	53
2.3.1 Emissions de GES issues du cheptel domestique	54
2.3.2 Emissions de Gaz à effet de serre issues de la riziculture.....	55
2.3.3 Emissions de Gaz à effet de serre issues du brûlage dirigé des savanes	55
2.3.4 Emissions de GES issues du brûlage sur place des résidus de récoltes	56
2.3.5 Emissions de GES issues des sols cultivés	56

2.4 Inventaire des gaz à effet de serre liés à l'affectation des terres et foresterie.....	60
2.4.1. Emissions de CO ₂ et autres gaz traces provenant de la conversion des forêts et prairies	60
2.4.2. Emissions de CO ₂ provenant de la conversion des forêts	60
2.4.3. Emissions de gaz traces autres que le CO ₂	61
2.4.4. Emissions ou séquestration de CO ₂ et autres gaz traces suite à l'affectation et à l'utilisation des terres	62
2.5. Inventaire des gaz à effet de serre liés aux déchets	63
Chapitre 3 : MESURES ET STRATEGIES D'ATTÉNUATION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE	67
3.1 Le secteur de l'énergie	67
3.1.1 Options politiques et mesures spécifiques d'atténuation des gaz à effet de serre	67
3.1.2 Stratégies d'atténuation des GES dans le secteur de l'énergie	67
3.2 Secteur de l'industrie	70
3.2.1 Industrie du ciment	70
3.2.2 Industrie de la chaux et de l'étain	70
3.2.3 Stratégies d'atténuation des gaz à effet de serre liés aux procédés industriels	70
3.3 Secteur de l'Agriculture	71
3.3.1 Mesures d'atténuation des émissions de N ₂ O	71
3.3.2 Mesures d'atténuation des émissions de CH ₄	71
3.3.3 Stratégies d'atténuation des GES dans le secteur de l'agriculture	72
3.4 Secteur d'affectation des terres et foresterie	72
3.4.1 Options techniques et technologiques	72
3.4.2 Options politiques	73
3.4.3 Cadre institutionnel	73
3.4.4 Options stratégiques	74
3.5 Secteur d'élimination des déchets et des eaux usées	74
3.5.1 Secteur d'élimination des déchets	74
3.5.2 Secteur d'élimination des eaux usées	75
3.5.3 Stratégies d'atténuation des gaz à effet de serre dans le secteur des déchets et des eaux usées	75
3.5.3.1 Secteur des déchets	75
3.5.3.2 Secteur des eaux usées	76
Chapitre 4 : VULNERABILITE ET ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES	77
4.1 Vulnérabilité	77
4.1.1 Secteurs des établissements humains, de l'énergie et de l'industrie	77
4.1.1.1 Effets des changements climatiques sur les établissements humains et vulnérabilité	77
4.1.1.2 Effets des changements climatiques sur les infrastructures hydroélectriques	78
4.1.1.3 Effets des changements climatiques sur le secteur industriel	78
4.1.2 Vulnérabilité dans le secteur de la sécurité alimentaire	78
4.1.2.1 Les inondations, les glissements de terrain et éboulements	79
4.1.2.2 Les sécheresses	80
4.1.3 Vulnérabilité des écosystèmes terrestre et d'eau douce	80
4.1.3.1 Menaces d'origine naturelle	81
4.1.3.2 Les menaces d'origine anthropique	82
4.2 Adaptation	83
4.2.1 Secteur des établissements humains, Energie et Industrie	83
4.2.2. Secteur de l'agriculture et de la sécurité alimentaire, des écosystèmes terrestre et d'eau douce	83
Chapitre 5 : PROGRAMMES RELATIFS AU DEVELOPPEMENT DURABLE, L'EDUCATION, A LA RECHERCHE ET LA SENSIBILISATION DU PUBLIC	85
5.1 Développement durable dans le contexte du changement climatique et de la synergie entre les Conventions de Rio	85
5.1.1 Vision 2020	85
5.1.2 Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté	85
5.1.3 Politique Nationale de l'Environnement	87
5.1.4 Politique Nationale Forestière	87
5.1.6 Politique Agricole	88
5.1.7 Politique de l'Energie	88

5.1.8 Politique de Gestion des Risques et des Catastrophes	88
5.1.9 Mesures de correction.....	89
5.1.10 Corrélation entre les stratégies sectorielles et les conventions de Rio.....	89
5.2 Education et Recherche	91
5.2.1 Education formelle	91
5.2.2 Stratégies d'intégration des aspects du changement climatique dans l'éducation formelle.....	92
5.2.3 Activités nationales de la recherche scientifique	92
5.3 Education Informelle, Information et Sensibilisation du Public	94
5.3.1 Education informelle	94
5.3.2 Formation, information et conscientisation du public	95
5.3.3 Promotion du matériel pour la conscientisation du public par les mass média.....	95
5.3.5 Formation pour les membres du Comité National sur le Climat	96
Chapitre 6 : AUTRES INFORMATIONS UTILES POUR ATTEINDRE L'OBJECTIF DE LA CONVENTION	97
6.1 Recherche et observation systématique	97
6.1.1 Les systèmes de collecte et banques de données météorologiques au Rwanda	97
6.1.2 Les systèmes de collecte et banques de données hydrologiques.....	97
6.2 Les besoins financiers et technologiques relatifs aux études de vulnérabilité au changement climatique aux niveaux national, régional et/ou sous régional.....	98
6.2.1 Secteur de l'énergie	98
6.2.2 Secteur des établissements humains	98
6.2.3 Secteur de l'agriculture et de la sécurité alimentaire	99
6.2.4 Gestion des déchets et des eaux usées	99
6.2.5 Hydrologie et ressources en eau	99
6.2.6 Secteur de l'industrie	99
6.2.7 Secteurs des écosystèmes terrestres et d'eau douce, des forêts et de la santé.....	99
BIBLIOGRAPHIE	100

RÉSUMÉ ANALYTIQUE

Chapitre 1 : CONDITIONS PROPRES AU PAYS

Le Rwanda est un pays montagneux et surpeuplé dont la production essentiellement agricole ne satisfait pas aux besoins de la population. Ceci entraîne une dégradation excessive de l'environnement suite à la surexploitation des ressources naturelles.

1.1 Cadre politique, institutionnel et juridique

Administrativement, le Rwanda a onze provinces et la Ville de Kigali qui est la capitale politique, administrative et économique. Sur le plan politique, le Rwanda a développé une Vision 2020 qui compte parmi les piliers du développement durable, la protection et la gestion de l'environnement, la réduction de la pauvreté et la promotion des investissements. Par ailleurs, les politiques sectorielles ont été élaborées et sont mises en œuvre.

Sur le plan juridique, la Constitution du Rwanda du 04 juin 2003 stipule dans son article 49 que tout citoyen a droit à un environnement sain et satisfaisant, que tout individu a le devoir de protéger, sauvegarder et promouvoir l'environnement et que l'Etat veille à la protection de l'environnement. En outre, les trois Conventions de Rio et les Conventions environnementales ont été signées et ratifiées.

Au niveau institutionnel, le Ministère des Terres, de l'Environnement, des Forêts, de l'Eau et des Mines « MINITERE » est responsable de la formulation des politiques et lois visant la protection et l'utilisation rationnelle de l'environnement.

1.2. Caractéristiques géophysiques

Le Rwanda est géographiquement localisé en Afrique Centrale entre 1°04' et 2°51' de latitude sud et entre 28°45' et 31°15' de longitude Est. Il a une superficie de 26.338 km² avec la densité moyenne de l'ordre de 321 habitants au km² et de 433 habitants au km² pour la densité physiologique.

1.2.1 Relief

Le Rwanda a un relief accidenté et montagneux dont l'altitude varie entre 900 m et 4.507 m sur une étendue de plus ou moins 400 km.

1.2.2. Le Climat

Le Rwanda jouit d'un climat tropical tempéré qui est caractérisé par une alternance de quatre saisons dont deux pluvieuses et deux sèches. La température moyenne tourne autour de 20°C, sans écarts significatifs. La pluviosité est abondante et régulière avec une moyenne de plus ou moins 1000 mm /an. On constate néanmoins que les pluies sont généralement bien réparties sur toute l'année, malgré quelques irrégularités.

1.3 Les Ressources Naturelles

1.3.1 Le Sol et le Sous-sol

L'exploitation des terres emploie 91,9% de la population active. Sur une superficie totale de 26.338km², seulement 52% sont utilisables, soit environ 1.385.000 hectares. Les marais à vocation agricole ajouteraient à cette superficie plus de 100.000 hectares.

La terre cultivable disponible est d'environ 0,60 ha par exploitation agricole familiale. Le sous-sol rwandais contient des gisements de minerais tels que la cassitérite, le wolfram, la colombo-tantalite, l'or et les carrières.

1.3.2 Les ressources en eau

Le Rwanda connaît un réseau hydrographique très dense de 2 km/km². Il est divisé en deux bassins hydrographiques par une ligne de partage des eaux appelée Crête Congo-Nil.

A l'Est de la Crête Congo-Nil se situe le bassin du Nil qui couvre 67% de la superficie du Territoire National. Il regorge de nombreux lacs de petites dimensions et draine les 90% des eaux du Rwanda par deux principaux cours d'eau que sont la Nyabarongo et l'Akagera.

Le bassin du Congo (33% de la superficie du Territoire National) draine 10% des ressources en eau du Pays vers le lac Kivu (102.800 ha de la partie rwandaise).

Les débits moyens transitant par des stations hydrologiques principales sont:

78 m³/s (Nyabarongo à Kigali), 100 m³/s (Nyabarongo à Kanzenze), 232 m³/s (Akagera à Rusumo), et 256 m³/s (Akagera à Kagitumba).

En ce qui concerne les eaux souterraines, les données de certains projets estiment à 66 m³/s le débit de la ressource disponible et renouvelable.

Au Rwanda, la qualité de l'eau est en général bonne avec un pH= 6 – 7,5. Cependant, les eaux de surface sont souvent chargées de sédiments et dans les régions minières et volcaniques, ces eaux peuvent contenir de l'arsenic, du plomb, du mercure des fluorures, iodures et d'autres métalloïdes toxiques et métaux lourds.

La pollution des cours d'eau et lacs par la jacinthe d'eau et autres plantes aquatiques envahissantes est un phénomène très récent et alarmant au Rwanda.

1.4. La Biodiversité

Le Rwanda est couvert d'écosystèmes diversifiés : écosystèmes naturels constitués de forêts ombrophiles de montagne, forêts galeries, savanes, milieux humides et aquatiques, les boisements et agro-écosystèmes. Tous ces écosystèmes hébergent une riche flore et faune.

1.4.1. Les aires protégées

Le Parc National des Volcans (PNV) mondialement célèbre grâce à la présence du Gorille de montagne (*Gorilla gorilla beringei*). En plus de cet animal spectaculaire, le PNV abrite des populations variées de nombreuses espèces végétales et animales.

Le Parc National de Nyungwe est une forêt ombrophile de montagne la plus étendue de toute l'Afrique avec une superficie de 101.500 ha. Il enferme plus de 1200 espèces de flore dont 140 espèces d'orchidées, 260 espèces de plantes ligneuses et herbacées dont 24 espèces d'arbres, 275 espèces d'oiseaux dont 26 endémiques au Rift Albertin et 3 sont sur la liste rouge de IUCN (*Bradypterus graueri*, *Crypto spiza shelleyi* et *Apdis argentea*), treize espèces de primates constituant 1/5 des espèces de primates inventoriées en Afrique et l'espèce de *Colobus angolensis.ruwenzori* peut s'observer en groupe de 300 à 400 individus.

Le Parc National de l'Akagera couvre une superficie d'environ 108.500 ha et héberge plus de 900 espèces de plantes, 90 mammifères dont 47 espèces de grands mammifères, 530 espèces d'oiseaux, 9 espèces d'amphibiens et de 23 espèces reptiles. Quatre espèces animales sont protégées par la CITES (Convention on International Trade of Endangered Species) à savoir *Loxodonta Africana*, *Sincerus caffer*, *Panthera leo* et *Tragelaphus oryx*.

1.4.2. Les forêts relictées et forêts galeries

La forêt de Gishwati qui s'étendait sur 21.000 ha avant 1981, ne couvre que 600 ha en 2002.

La forêt naturelle de Mukura qui s'étendait sur 3.000 ha en 1960 n'occupe que 800 ha en 2002. Elle est similaire à celle de Gishwati quant aux espèces d'arbres et sa situation en altitude 2000~3000 m.

Les forêts relictées et les savanes de l'Est situées autour du Parc de l'Akagera renferment une gamme d'espèces endémiques et rares pour la plupart utilisées en médecine traditionnelle.

Les forêts galeries abritent une importante biodiversité avec des espèces endémiques et rares. C'est le cas par exemple de *Blighia unijugata*, *Grewia forbese*, *Rhus vulgaris*, *Pterygota mildbraedii* et *Ficus sp.*

1.4.3. Les boisements

Les boisements ont été mis en place à partir de 1920 et sont principalement constitués d'Eucalyptus et des essences agro-forestières telles que le *Grevillea*, *cedrella*, *calliandra*.

1.4.4. Les agro-écosystèmes

L'espace agro-pastoral couvre plus de 70% du pays. Les cultures vivrières comprennent le haricot, le maïs, les patates douces, les pommes de terre, le sorgho, la banane, etc. Les cultures industrielles sont notamment le café, le thé, le pyrèthre. L'élevage est en grande partie extensif et traditionnel et se pratique dans le cadre familial. Parmi les races élevées au Rwanda figurent les races exotiques aussi bien pour les bovins que pour les caprins.

1.4.5 La biodiversité des zones humides

Environ 104 espèces de flore et plusieurs espèces de faune sont répertoriées dans les zones humides.

1.5. Les données socio-économiques

Le Rwanda est classé parmi les pays les plus pauvres du monde. Environ 50% de la population est âgée de moins de 16 ans et 90% vivent dans les milieux ruraux. En 2002, le produit intérieur brut (PIB) du Rwanda par tête aux prix constants était de 77.870 Frw. Le PIB est dominé par le secteur agricole. En 2002, la part de l'agriculture dans le PIB était de l'ordre de 43%, celle de l'industrie 19% et celle des services 37%. De 1999 à 2001, le secteur minier a contribué aux recettes d'exportation dans les proportions suivantes : 5,9% en 1999; 12,58% en 2000 ; 42,64% en 2001.

1.5.1 Les établissements humains

L'habitat rural au Rwanda a été depuis longtemps et reste dispersé. La politique nationale de l'habitat vise l'établissement d'un modèle d'habitat rural amélioré et regroupé communément appelé « IMIDUGUDU ».

La politique en matière d'urbanisation est en cours de finalisation et vise à décourager la prolifération des quartiers spontanés. Les efforts louables ont été consentis dans l'élaboration des plans directeurs des villes, pour résoudre les problèmes causés par les quartiers spontanés.

1.5.2 L'énergie et les transports

Au Rwanda, la biomasse constitue la principale source énergétique puisqu'elle couvre 94% des besoins nationaux. Les combustibles ligneux et des résidus végétaux sont des sources d'énergie utilisés dans les ménages, les industries et l'artisanat.

Les centrales hydro-électriques ne produisent que 4% de l'énergie totale consommée. Les produits pétroliers importés sont utilisés à 80% en transport terrestre.

L'importation des véhicules d'occasion, surtout les taxis minibus, devient de plus en plus dominante et leur âge moyen est de 10 ans. La capitale Kigali compte plus de 70% du charroi automobile.

1.5.3 L'industrie

Le tissu industriel rwandais est modeste et récent : 78% des entreprises industrielles ont été créées entre 1964 et 1987. En 2002, la contribution du secteur industriel au PIB est de 19% dont la majorité sont dans l'agro-industrie et d'autres dans la catégorie des petites et moyennes entreprises qui produisent des biens de consommation de substitution aux importations en utilisant des technologies simples. L'industrie du ciment et la production de la chaux constituent la seule source d'émissions des gaz à effet de serre.

1.5.4 L'agriculture

L'agriculture est le secteur le plus important de l'économie rwandaise. En 2002, la part de l'agriculture dans le PIB était de 47% par rapport aux prix de 1995, alors qu'elle était de 43 % par rapport aux prix de 2002. Le café et le thé sont les principales cultures d'exportation, avec environ 49 millions de \$ US des recettes d'exportation en 1998. Le système de production agricole est basé sur de petites exploitations familiales dont la production est autoconsommée à plus de 80 %.

Les dimensions des exploitations agricoles familiales varient de 0,5 ha (34% des fermes) à plus de 2 ha (16%) (MINAGRI, 2001). La moyenne des exploitations agricoles familiales est de 0,71 ha. En 2001, au niveau national 63% des ménages ont moins de 0,75 ha.

La riziculture est exclusivement pratiquée sur les sols minéraux, principalement irriguée et inondée en permanence. La production du riz a augmenté progressivement en fonction des superficies emblavées qui sont passées de 3.500 ha en 1997 à 6.500 ha en 2002.

Environ 10 % de la zone de l'ancien *Parc National de l'Akagera*, soit 25.000 ha, est l'étendue de la savane herbeuse annuellement brûlée au cours des années 1980. Après l'année 1994, la superficie de la zone des pâturages estimée à 15 %, soit environ 26 500 ha, est annuellement mise à feu.

Les résidus brûlés sont toujours proportionnels au tonnage de produits consommables. Les bananes sont de loin les plus grands pourvoyeurs de résidus agricoles, suivis par les légumineuses et les tubercules.

Les sols organiques mis en culture sont estimés à 7.600 ha et localisés dans les marais et les bas-fonds. L'importation des fertilisants inorganiques a considérablement augmenté à plus de 8.000 tonnes à partir de l'année 2000.

L'élevage est une activité généralisée dans tout le pays et se pratique surtout dans le cadre familial. Les espèces animales élevées sont les bovins, les caprins, les ovins, les porcins, les volailles, et les abeilles. La production laitière est en moyenne d'un (1) litre / vache/ jour pour les bovins pendant 180 jours de lactation (MINAGRI, 2001). La stabulation permanente, la semi-stabulation et l'élevage extensif constituent les trois principaux modes d'élevage.

1.6. Les forêts

La couverture forestière nationale est estimée à 527.863 ha en 2001 soit un taux de couverture de 20,05% de la superficie totale du Rwanda. Sur une période de 41 ans, les superficies des forêts naturelles sont passées de 634.000 ha à 221.200 ha soit une régression de 65,11% entre 1960 et 2002. Cette situation résulte de plusieurs facteurs dont les défrichements dus à la recherche des terres cultivables, l'exploitation abusive des forêts, la mauvaise gestion, etc.

1.7. Les déchets

Les déchets solides sont répartis en déchets solides municipaux (DSM) et en déchets solides industriels. Les premiers qui sont à plus de 75 % biodégradables comprennent les ordures ménagères, les déchets commerciaux et les déchets publics ; les seconds comprennent les déchets assimilables aux déchets solides municipaux, les déchets spécifiques aux procédés de fabrication et les sous-produits de fabrication.

1.8. L'éducation, l'information et la recherche

Le Rwanda a adopté un système d'éducation pour tous. Néanmoins, il y a une faible intégration de l'éducation environnementale dans les programmes d'enseignement primaire, secondaire et supérieur.

Des efforts et des initiatives pour l'éducation environnementale sont dispersés. Les moyens les plus utilisés pour sensibiliser la population sont la radio, la télévision, la presse écrite, les affiches et les films-vidéos.

La recherche dans le domaine de l'environnement est essentiellement menée dans cinq établissements publics suivants : l'Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda (ISAR), l'Institut de Recherche Scientifique et Technologique (IRST), l'Université Nationale du Rwanda (UNR), et Kigali Institute for Science, Technology and Management (KIST), Kigali Institute of Education (KIE).

Chapitre 2 : INVENTAIRE NATIONAL DES EMISSIONS DES GAZ A EFFET DE SERRE (GES)

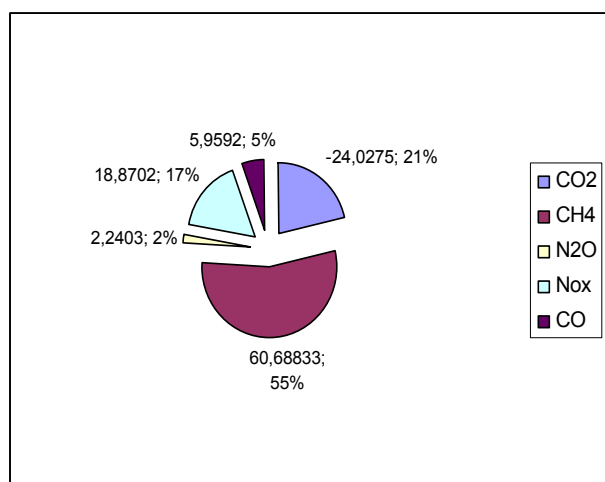
Les caractéristiques des émissions des gaz à effet de serre non régis par le Protocole de Montréal montrent les sources de ces gaz et leurs puits. L'inventaire de ces gaz constitue la partie principale de la Communication Initiale du Rwanda relative à la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) et en même temps la base des autres activités réalisées dans ce travail.

La méthodologie utilisée est celle qui est proposée dans le manuel simplifié des lignes directrices du GIEC 1996-version révisée pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Suite aux événements tragiques de guerre et de génocide qui ont endeuillé le Rwanda de 1990 à 1994, l'année 2002 a été choisie comme année de référence au lieu de l'année 1994. Ainsi, le calcul des émissions de gaz à effet de serre a été effectué en utilisant les facteurs par défaut pour l'année 2002.

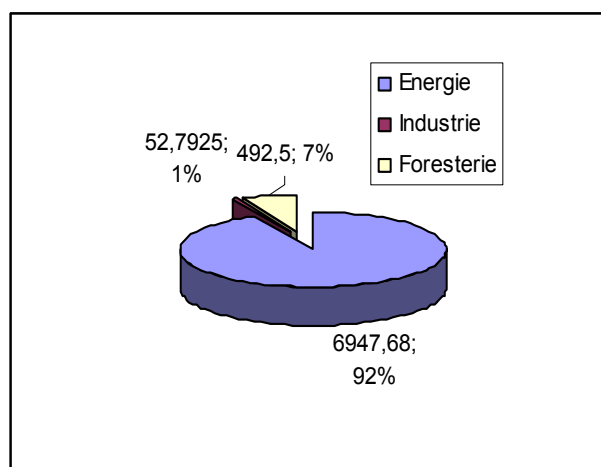
Les émissions de GES au Rwanda sont largement compensées par la capacité de séquestration des forêts : -7517 Gg ECO₂. Ce qui fait que le bilan des émissions de CO₂ en 2002 est en faveur d'une séquestration de -24,0275 Gg ECO₂.

Total des émissions de gaz a effet de serre (Gg) en 2002					
Catégories des Gaz à effet de Serre	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO
Total National de l'Emission	-24,0275	60,68833	2,2403	18,8702	5,9592
1. Energie	6947,68	42,34173			
A. Emission issues du domaine des Produits pétroliers.	259,68	0,04173			
B. Emission par l'utilisation du bois de feu	5918	32,5			
C. Emission par la production Charbon de bois	770	9,8			
2.Procédés Industriel	52,7925				
A. Emissions issues lors de la production du ciment	50,740				
B. Emissions issues lors de la production de la chaux	2,04				
C. Emissions issues lors de la production de l'Etain	0,0125				
3. Agriculture		12,529	1,876	18,7	0,38
A. Fermentation entérique		10,91			
B. Gestion du Fumier			0,41	0,43	
C. Culture du Riz		0,35			
D. Sols Cultivés				1.813	
E. Brûlage dirigé des Savanes		0,113		3,01	0,05
F. Brûlage des résidus de Récolte		0,746	0,02	15,69	0,33
4.Changement d'affectation des Terres et Foresterie	-7024,5	0,6376	0,0043	0,1702	5,5792
A. Sequestration dans le domaine des Forêts	-7517				
B. Emissions issues lors de la conversion des forêts	492,5	0,6376	0,0043	0,1702	5,5792
5. Déchets		5,18	0,36		
A. Emissions provenant du traitement des Eaux Usées		0,2			
B. Emissions du traitement des Eaux Usées et des boues domestiques et Commerciales		3,48			
C. Emissions issues des déchets humains		1,5	0,36		

Total des émissions de GES en Gg en 2002



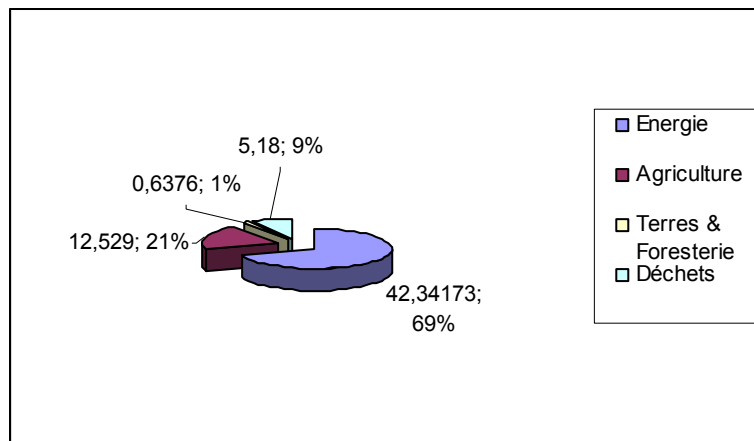
Emissions de dioxyde (CO₂) en Gg en 2002



Le secteur Energie est le premier responsable des émissions de CO₂ (92 %), suivi de loin par celui de l'affectation des terres et de la foresterie (7 %).

L'hémioxyde d'azote émis en grande partie par les secteurs de l'agriculture (1,876 Gg) et des déchets (0,36 Gg) est de l'ordre de 2 %.

Emissions de méthane (CH₄) en Gg en 2002



Pour le méthane (CH₄), les secteurs de l'énergie et de l'agriculture contribuent principalement à son émission. Le secteur de l'énergie libère 69 %, soit 42,3Gg de CH₄, contre 21% soit 12,53Gg pour l'agriculture, 9 % soit 5,18 Gg pour le secteur des déchets et 1 % soit 0,64 Gg de CH₄ issu de la conversion des forêts.

Chapitre 3 : MESURES ET STRATEGIES D'ATTÉNUATION DES ÉMISSIONS DES GAZ À EFFET DE SERRE

Dans le cas du Rwanda, des politiques et mesures pour prévenir et atténuer les causes des changements climatiques et en limiter les effets négatifs, pour un développement socio-économique durable, ont été définies par le Gouvernement.

3.1 Le secteur de l'énergie

La vision 2020 prévoit que le Rwanda aura réduit de 90% à 40% la part du bois dans le bilan énergétique à l'horizon 2020. Le potentiel hydraulique associé à celui du gaz méthane devrait satisfaire les besoins en énergie électrique pour toutes les activités de développement du pays avec un supplément de 125 MW par rapport à 2000. Dans le document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (Poverty Reduction Strategic Paper/PRSP), le Rwanda s'est donné comme objectif d'assurer un taux de croissance de consommation d'énergie électrique de 9,6% par an, d'assurer un taux d'électrification rurale de 30% et d'amener de 6% à 35% la population ayant l'accès à l'électricité.

3.1.1 Options politiques et mesures spécifiques d'atténuation des gaz à effet de serre

En matière d'énergie, le Rwanda a déjà pris des options politiques de développement du secteur et qui peuvent en même temps contribuer à la réduction des émissions des gaz à effet de serre. Ces options visent notamment à :

- Accroître le taux d'accès aux ressources énergétiques modernes comme l'hydroélectricité et les énergies nouvelles et renouvelables ;

- Fournir de l'énergie en quantité et en qualité suffisantes pour les milieux urbains et ruraux en améliorant la sécurité d'approvisionnement en électricité et en produits pétroliers ;
- Satisfaire les besoins domestiques en énergie tout en veillant à la protection de l'environnement.

3.1.2 Stratégies d'atténuation des GES dans le secteur de l'énergie

La politique sectorielle du secteur énergie répondant à un développement durable s'articule autour des éléments et stratégies suivants :

- Intensifier la collaboration régionale en matière de production d'électricité et d'intégration des réseaux de distribution d'électricité ainsi que la promotion du commerce d'énergie au niveau régional de manière à augmenter la quantité d'électricité, réduire les coûts de production et les prix d'électricité au consommateur ;
- la diminution de l'utilisation du bois de feu et du charbon de bois grâce aux énergies de substitution (gaz méthane, énergie solaire, tourbe, biogaz, etc) ;
- Accroître le nombre et la capacité des barrages hydroélectriques ;
- Accroître le nombre de microcentrales hydroélectriques surtout en milieu rural;
- Mettre en place des mesures d'amélioration des systèmes d'économie de l'énergie dans les industries manufacturières.

Beaucoup d'options technologiques pouvant contribuer à l'atténuation des émissions des gaz à effet de serre ont été proposées par le GIEC dans le secteur de l'énergie. Celles qui peuvent être applicables au Rwanda sont décrites ci-après :

Stratégies et actions pour l'atténuation des GES dans le secteur de l'énergie	
Stratégies	Actions
Recours aux sources d'énergie alternatives	<ul style="list-style-type: none"> - Promouvoir et vulgariser l'utilisation du biogaz ; - Promouvoir l'utilisation de l'énergie solaire (photovoltaïque) ; - promouvoir les chauffe-eau solaires - Construire des microcentrales hydroélectriques ; - Intensifier la collaboration régionale en matière de production d'électricité et d'intégration des réseaux de distribution d'électricité ainsi que la promotion du commerce d'énergie au niveau régional - Etudes de faisabilité et promotion de l'utilisation de la tourbe ; - Promouvoir l'utilisation de certains types de déchets comme matériel de combustion ;
Promotion des programmes de l'efficacité énergétique	<ul style="list-style-type: none"> - Promouvoir les lampes à basse consommation.
Amélioration de l'efficacité de bois à la combustion	<ul style="list-style-type: none"> - Vulgariser l'utilisation des fours améliorés dans les ménages ; - introduire des technologies visant à améliorer le système de carbonisation du bois.
Efficacité dans le secteur des transports	<ul style="list-style-type: none"> - Imposer l'installation d'un dispositif d'ionisation du carburant à tout véhicule motorisé ; - Favoriser l'importation des nouveaux véhicules à faible consommation de carburant en facilitant l'octroi des crédits et en diminuant les taxes sur l'importation des véhicules âgés de moins de 5 ans ; - Défavoriser l'importation et l'exploitation des vieux véhicules en augmentant les taxes sur leur importation et les impôts sur leur exploitation ; - Imposer des normes de contrôle régulier d'entretien technique ; - Encourager le transport en commun par les mesures tarifaires incitatives.

3.2 Secteur de l'industrie

3.2.1 Industrie du ciment

Pour réduire la quantité et l'intensité des émissions du CO₂ dues aux procédés industriels dans la production du ciment au Rwanda, il est recommandé à la CIMERWA de soutenir les programmes de préservation de la biodiversité et de la forêt naturelle de Nyungwe et de reboisement de la région de Bugarama en général.

3.2.2 Industrie de la chaux et de l'étain

Pour l'industrie de la chaux, il faudra faire la séquestration du CO₂ via la sucrerie de Kabuye, l'ELECTROGAZ, les entreprises du bâtiment et les travaux publics. Il faudra également planter les arbres autour des sites d'implantation d'usines qui fabriquent de la chaux et utiliser les algues pour les petites unités de fabrication de la chaux.

Pour l'industrie de l'étain, il faudra choisir des sites industriels appropriés et utiliser les algues pour transformer le CO₂ car les quantités produites sont moindres.

3.2.3 Stratégies d'atténuation des gaz à effet de serre liés aux procédés industriels

- **Pour l'industrie du ciment,**
 - Substituer partiellement le clinker par des liants alternatifs sans CaCO₃ (laitiers et cendres volantes) ;
 - Boiser les terres agricoles et appuyer la conservation de la biodiversité et des forêts.
- **Pour l'industrie de la chaux,** il faudra appuyer les programmes de reboisement en vue d'accroître les puits de carbone.
- **Pour l'industrie de l'étain,** la stratégie est similaire à celle de la chaux.

Les instruments à utiliser pour atteindre les résultats escomptés sont la formation, l'éducation, la sensibilisation, les exonérations, les prêts à faibles taux d'intérêts et autres avantages financiers.

3.3 Secteur de l'Agriculture

3.3.1 Mesures d'atténuation des émissions de N₂O

Les options d'atténuation et les pratiques de gestion pour réduire l'émission de N₂O dans le secteur agricole sont :

- Augmentation de l'efficacité de l'utilisation de l'azote des fertilisants artificiels ;
- S'assurer que le N est émis sous la forme N₂ au lieu de N₂O par chaulage des sols acides.

3.3.2 Mesures d'atténuation des émissions de CH₄

➤ La fermentation entérique

Les mesures potentielles de réduction porteraient sur la réduction du nombre de bétail selon la capacité de charge par unité de surface des pâturages, l'amélioration de la productivité et l'amélioration de la composition alimentaire.

➤ La gestion du fumier

Les mesures potentielles pouvant être adoptées pour la réduction des émissions du méthane provenant de la fermentation anaérobie dans les fosses à lisier sont l'utilisation des digesteurs à biogaz et la réduction des matières fermentescibles.

➤ **Le brûlage dirigé des savanes et le brûlage sur place des résidus agricoles**

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

3.3.3 Stratégies d'atténuation des GES dans le secteur de l'agriculture

Les stratégies et actions envisagées pour atténuer les GES dans le secteur de l'agriculture sont reprises dans le tableau suivant :

Stratégies et actions	
Intensification de l'agriculture et de l'élevage	<ul style="list-style-type: none">- Vulgariser l'utilisation des semences sélectionnées et les races d'élevage améliorées ;- Vulgariser les techniques de conservation de sols et de l'emploi de fumier de ferme ;- Répandre dans la population des micro-technologies apprenant aux éleveurs à rentabiliser au maximum le fumier de ferme ;- Développer l'utilisation d'intrants agricoles ;- Promouvoir le système d'élevage en stabulation.

3.4 Secteur de changement d'affectation des terres et foresterie

Les mesures d'atténuation des GES peuvent se regrouper en diverses catégories qui relèvent du cadre technique de conservation et de gestion des écosystèmes forestiers, des agro-écosystèmes; d'autres sont associées aux politiques sectorielles et institutionnelles ; et enfin à la législation en vigueur.

3.4.1 Options techniques et technologiques

Les options techniques et technologiques proposées pour le maintien et l'accroissement du couvert forestier existant sont la conservation des massifs forestiers naturels, la réhabilitation des forêts dégradées et la promotion de nouveaux boisements, ainsi que la vulgarisation de l'agroforesterie et recours aux sources d'énergie alternatives.

3.4.2 Options politiques

➤ **Aménagement du territoire**

Dans le cadre d'une politique générale d'aménagement du territoire, il faut une utilisation rationnelle des terres et un aménagement adéquat des écosystèmes marais et zones humides de par leur rôle de régulateur hydrique.

➤ **Politique nationale de l'eau**

Une politique visant l'économie et la gestion de l'eau aura un impact sur les effets de l'érosion suite à une gestion rationnelle des eaux de pluie, le maintien du couvert végétal en toutes saisons notamment par l'irrigation et l'augmentation de la production végétale et animale.

➤ **Politique forestière nationale**

La politique forestière nationale vise à préserver des étendues suffisantes de forêts afin de protéger la diversité biologique, conserver les écosystèmes fragiles et maintenir les fonctions que les forêts et les arbres jouent dans l'environnement en particulier dans les bassins versants.

➤ Modernisation de l'Agriculture et de l'Élevage

La politique agricole prévoit de développer l'élevage en stabulation pour le bovin jusqu'à environ 500 000 têtes et la productivité par animal. Elle envisage également l'augmentation de la fixation du carbone dans les terres agricoles par une meilleure gestion des résidus et le rétablissement des sols dégradés des collines.

3.4.3 Cadre institutionnel

Le Gouvernement central a comme rôle principal d'élaborer les politiques et lois, de fournir des orientations. Des comités interministériels de coordination ont été mis en place selon trois domaines clés à savoir l'économie, les affaires sociales et les infrastructures.

3.4.4 Options stratégiques

La stratégie de gestion des fumiers cherche à faire diminuer les émissions de GES grâce à un épandage plus efficace sur les terres labourables et à une amélioration des méthodes de stockage du lisier liquide. Cela augmenterait le revenu des citoyens, réduirait la pression sur les formations forestières (puits du CO₂) et conduirait à la réduction du nombre d'agriculteurs et d'éleveurs au profit de métiers ayant moins recours à la terre et donc à la forêt.

Stratégies et actions d'atténuation des GES dans le secteur de changement d'affectation des terres et de la foresterie

Stratégies	Actions
Réduction du taux de déforestation	<ul style="list-style-type: none">- sensibilisation de l'opinion publique sur l'importance de la conservation ;- développer les capacités nécessaires pour intervenir dans le domaine de l'éducation à la conservation ;- faire respecter la législation en vigueur dans le domaine de la conservation des aires protégées ;- initier des projets générateurs des revenus aux alentours des aires protégées (apiculture, vannerie, plantes médicinales) ;
Accroissement de l'étendue des boisements	<ul style="list-style-type: none">- développer une gestion communautaire des boisements ;- promouvoir l'utilisation d'alternatives à l'utilisation directe ou indirecte du bois dans la construction ;- reboiser les zones encore dénudées ou presque sur les collines ;- rechercher et introduire des essences de boisements adaptées aux régions sèches ;- développer et vulgariser les techniques de l'agroforesterie ;- Créer les espaces verts dans les zones urbaines et étendre les boisements sur les axes routiers.

3.5 Secteur d'élimination des déchets et des eaux usées

3.5.1 Secteur d'élimination des déchets

Les options d'atténuation des GES dans le secteur des éliminations des déchets sont liées aux traitements biologiques (biométhanisation compostage, épandage agricole et mise en décharge) et thermiques (l'incinération, le plasma thermique, pyrolyse/thermolyse et la vitrification), le recyclage, le réemploi, les traitements physico-chimiques et l'enfouissement profond.

3.5.2 Secteur d'élimination des eaux usées

Les options d'atténuation des gaz à effet de serre dans le secteur des eaux usées sont:

- Interdiction de l'écoulement des eaux usées sur la voie publique ;
- Interdiction des puits perdus pour l'évacuation des eaux urbaines résiduelles ;

- Instauration d'une taxe d'épuration;
- Vulgarisation de la technologie d'épuration par lagunage.

3.5.3 Stratégies d'atténuation des GES dans le secteur des déchets et des eaux usées

3.5.3.1 Stratégies d'atténuation des gaz à effet de serre dans le secteur des déchets

Nom de la politique/ mesure	Type d'instrument	Objectif et/ou méthode de réduction des émissions
Programme national de communication concernant le changement climatique	- Sensibilisation - Information - Education	Campagne pragmatique de renseignement du public sur le changement climatique et d'autres problèmes atmosphériques, coordonnée par le MINITERE
Ateliers, colloques, consultations, populaires sur les possibilités de gestion de déchets en ville et mesures volontaires	Idem	Aider la population urbaine, les industries, les entreprises et les collectivités à cerner les mesures qui réduiront les déchets et les émissions de gaz à effet de serre qu'ils produisent en privilégiant une démarche préventive plutôt qu'une démarche corrective
Programme d'études sur les gaz à effet de serre	Idem	Les gaz à effet de serre et le réchauffement de la planète sont des sujets à traiter dans les programmes d'études (curriculums) pour les étudiants des écoles primaires et secondaires
Ligne téléphonique sans frais au sujet de l'élimination des déchets	Idem	Une ligne téléphonique permet aux résidents surtout des villes d'obtenir des renseignements et des brochures en matière d'élimination des déchets.
Réduction et/ou prévention à la source	Idem et mesures volontaires	Promouvoir la gestion individuelle des déchets (arrêt de la production de déchet, rejet d'un effluent dépollué, compostage individuel, réutilisation des emballages vides, la transformation d'objets divers, la conception de produits générant moins de déchets, consigner les contenants de boisson aux fabricants de boissons suite à un accord à établir, transformation de certains déchets en nourriture pour animaux, etc.)
Tri ou collecte sélective des déchets	Législation et réglementation	Il s'agit d'un système simple et flexible de gestion de déchets solides à petite échelle comprenant les composants intégrés suivants : triage, stockage, collecte, transfert des déchets et transport
Capture ou récupération du méthane sur les décharges et sa valorisation énergétique	Disposition réglementaire ou législative	Réglementer pour autoriser le captage et la valorisation du méthane dégagé par les décharges existantes (valorisation énergétique : cuisson, éclairage, entraînement des moteurs pour la production d'électricité, etc.) pour réduire les émissions de CH ₄ et instaurer une taxe de contravention.
Critères pour les décharges futures	Disposition législative	N'autoriser que les déchets ultimes dans les décharges futures pour réduire les émissions de CH ₄
Brûlage des déchets dans les campagnes; Brûlage et incinération des déchets en villes	Législation et règlement	Le plan de gestion de déchets doit limiter les quantités de déchets à brûler ou à incinérer par la prévention, la récupération et la valorisation des déchets.
Prêts pour le programme de réduction des gaz à effet de serre	Programme d'encouragement financier	Offrir des prêts à bas taux d'intérêt aux industries, aux collectivités, aux associations ou coopératives et même aux familles pour les aider à la construction d'unités de réduction des GES(bio-digesteurs, dispositifs de compostage, etc.)
Mise en œuvre conjointe	Mesures volontaires	Des industriels (ou autres) produisant le même type de déchets peuvent se regrouper pour traiter ensemble leurs déchets ou se partager la facture pour payer un sous-traitant spécialisé

3.5.3.2 Secteur des eaux usées

Stratégies d'atténuation des gaz à effet de serre dans le secteur des eaux usées

Nom de la Politique/ mesure	Type d'instrument	Objectif et / ou méthode de réduction des émissions
Promotion du lagunage	Législation	Reconnaître le lagunage comme système d'assainissement individuel ou d'une collectivité ne dépassant pas 2000 personnes.
Critères pour les fosses septiques	Législation	Inciter les rwandais à doter de leurs habitations de fosses septiques raccordées à un système de lagunage ou à un autre système d'épuration des eaux usées.
Critères pour les eaux usées industrielles	- Législation - Normes sur les effluents industriels	Traiter dans les sites de prétraitement sur place toutes les eaux industrielles avant de les déverser dans les tranchées de collecte des eaux usées de la vie de tous les jours ou de système d'égout.
Recyclage des eaux usées	- Information - Sensibilisation - Education	Comme il y a parfois manque d'eau dans les villes et que le prix de l'eau est un peu élevé, les eaux usées peuvent être réutilisées et vendues à bas prix soit pour le nettoyage de la ville, ou bien utilisées dans les toilettes, lavage des vitres, nettoyage des maisons, utilisation dans la construction des maisons, etc..
Améliorer l'efficacité de dépollution des rejets d'eaux usées	Législation	Renforcer le principe « qui pollue paie » et qui « épure est aidé »
Programme de prêts aux entreprises privés, publiques et aux districts, secteurs ou cellules	Encouragement financier	Instaurer un programme qui offre des prêts à bas taux d'intérêt pour aider les industries locales (ou autres entreprises privées ou publiques, les districts, etc.) à installer leurs unités d'épuration ou s'associer pour s'acheter ces unités d'épuration pour réduire les dépenses d'investissement et les coûts d'exploitation.
Schéma d'aménagement et de gestion des eaux usées dans chaque ville	- Planification - Législation	- Elaboration des plans d'action - Rédaction d'une loi d'aménagement urbain tenant compte de la gestion des eaux usées
Gestion environnementale dans chaque institution privée ou publique	- Sensibilisation - Information - Education	Inciter les entreprises tant publiques que privées à créer un poste de gestion environnementale dont l'occupant s'occupera entre autres de la gestion des eaux usées sur le site de l'entreprise.

Chapitre 4 : VULNERABILITE ET ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

La situation géographique du Rwanda, son relief, la densité de la population et les indicateurs socio-économiques rendent le pays vulnérable aux risques naturels qu'anthropiques.

Au Rwanda, on observe des changements climatiques liés à la circulation générale des vents et la variation des températures dans la région de l'Afrique Centrale où se trouve notre pays.

Au cours de ces 30 dernières années, le Rwanda a subi des changements climatiques en ce qui concerne la fréquence, l'intensité et la persistance des extrêmes tels que les fortes précipitations, les vagues de chaleur, la sécheresse et les variables climatologiques tel que EL Niño et la Nina. La fréquence des déficits pluviométriques a atteint 16%.

Le nombre d'apparition des déficits et des excédents pluviométriques a augmenté de façon significative dans ces dernières années. L'évolution du climat au cours de cette même période a eu des incidences sur l'environnement, l'économie et les vies humaines.

4.1. Vulnérabilité

4.1.1. Secteurs des établissements humains, de l'énergie et de l'industrie

Pour les secteurs des établissements humains, de l'énergie et de l'industrie, le Rwanda ne dispose pas des services pouvant quantifier les pertes dues aux changements climatiques.

Le plus souvent on donne le nombre de pertes en vies humaines, mais il s'avère difficile de préciser les pertes économiques imputables aux événements catastrophiques liés à ces changements.

La capacité de production de l'énergie par les centrales hydroélectriques est affectée par les changements climatiques et la surexploitation des terres sur les bassins versants. La baisse du niveau des eaux des lacs Bulera et Ruhondo a déjà eu des impacts sur la production hydroélectrique de la Centrale Ntaruka qui a connu une chute remarquable en 2003 et 2004, d'où les conséquences graves sur les activités socio-économiques.

La plupart des établissements industriels du pays sont opérationnels dans la Ville de Kigali et la grande majorité de ces derniers est implantée dans la vallée de la rivière Ruganwa ainsi que dans la vallée de la rivière Nyabugogo.

Ces vallées sont caractérisées par une très grande vulnérabilité due aux inondations qui occasionnent des dégâts importants pendant les saisons pluvieuses comme ce fut le cas en septembre – décembre 2001 et mai 2002.

Les risques directs les plus fréquents dus à l'évolution du climat sur les établissements humains, à l'énergie et à l'industrie au Rwanda sont liés aux sécheresses prolongées et aux inondations, aux glissements de terrain et éboulements suite aux précipitations.

Le Rwanda a un relief très accidenté offrant un paysage aux versants à forte pente où les fortes précipitations provoquent une érosion sur des sols dépourvus de systèmes de lutte anti-érosive. Ces fortes précipitations entraînent parfois des glissements de terrain très meurtriers, endommagent les infrastructures routières ou emportent des habitations des populations.

Au Rwanda, la sécheresse touche souvent l'Est et le Sud-Est du pays, et parfois certaines zones du plateau central. Les effets de la sécheresse sur la sécurité alimentaire et le bétail constituent les éléments de risque majeur et créent des conditions favorables aux famines entraînant le déplacement des personnes et la transhumance du bétail.

4.1.2 Vulnérabilité dans le secteur de la sécurité alimentaire

Au Rwanda, les risques directs les plus fréquents auxquels l'agriculture est exposée sont liés aux inondations, aux glissements de terrain et à l'érosion.

Le cas le plus récent de famine généralisée a eu lieu en 2000 et 2004 dans le Bugesera et dans un certain nombre d'autres régions du pays. La répétition des cas de famine et de sécheresse cyclique a contribué à l'avènement de périodes de crises accrues et de pertes en vies humaines et en ressources économiques.

Les cultures de bas-fonds subissent souvent les diminutions de rendement sinon des destructions totales dans les marais inondés. Chaque année, l'on est en présence d'une perte de production de maïs et de haricot qui va de 20 à 30% dans les marais du bassin versant de la Nyabarongo et l'Akanyaru à cause des inondations.

Au Rwanda, la sécheresse résulte d'une forte baisse des précipitations et d'une évapotranspiration très élevée. Elle touche surtout les régions agrobioclimatiques de l'Est et du Sud-Est du pays, et parfois certaines zones du plateau central.

A titre d'exemple, le Bugesera connaissait avant les années 90 une pluviométrie de 700 à 800 mm/an, actuellement il n'a que 300 mm/an de pluie soit plus de 70 % de déficit hydrique. La production des céréales et légumineuses notamment le maïs et le haricot y est devenue presque impossible. Ces conditions de sécheresse ont aussi été favorables à la prolifération des parasites tels que les chenilles sur les patates douces et les prédateurs du haricot.

4.1.4 Vulnérabilité des écosystèmes terrestre et d'eau douce

Les écosystèmes terrestres et d'eau douce sont soumis à de multiples pressions, dont les changements d'affectation des terres, le dépôt de substances nutritives et de polluants, les prélèvements, le pâturage, l'introduction d'espèces exotiques et la variabilité naturelle du climat. Les impacts négatifs sur le milieu physique enregistrés suite aux changements climatiques résultent des menaces naturelles à savoir l'érosion, les glissements de terrain, les inondations, le vent, la sécheresse, la prolifération des espèces envahissantes, les maladies et ravageurs.

4.2. Adaptation

4.2.1. Secteur des établissements humains, Energie et Industrie

Concernant les **établissements humains et industriels**, les mesures proposées sont :

- Planifier les établissements humains, industriels et leurs infrastructures à travers les schémas directeurs ;
- Planifier et mettre en œuvre des plans de lotissement des villages-imidugudu en milieu rural ;
- Fournir à la population et aux autorités locales les moyens pour mettre en place des dispositifs de lutte anti-érosive et reboiser les endroits où les boisements ont été décimés ;
- Identifier d'abord les endroits très vulnérables et construire les mûrs de soutènement pour protéger les routes ;
- Lutter contre l'érosion en créant notamment des terrasses radicales sur les versants des collines à forte pente ;
- Régulariser les cours d'eau traversant des agglomérations urbaines et construire des mûrs de protection de part et d'autres des rives de ces cours là où c'est nécessaire ;
- Mettre en place des lois interdisant à la population de construire dans des quartiers et zones vulnérables.

Concernant le **secteur de l'énergie**, les mesures d'adaptation suivantes sont envisagées :

- Investir davantage dans le secteur des infrastructures énergétiques en construisant d'autres centrales hydroélectriques. Des potentialités existent sur la rivière Nyabarongo (Bulinga, 28 Mw), sur la rivière Rusizi, sur la rivière Akagera et sur des petits cours d'eau où il y a des potentialités pour les micro-centrales hydroélectriques ;
- Développer les énergies nouvelles et renouvelables ;
- Lutter contre l'érosion sur les versants des lacs Bulera et Ruhondo pour éviter la sédimentation qui, à long terme, entraînerait leur dessèchement alors qu'ils constituent des lacs de retenue pour les centrales hydroélectriques de Ntaruka et Mukungwa.

Concernant **l'industrie**, la mesure d'adaptation envisagée consiste à déplacer sur des sites appropriés la grande majorité des industries actuellement construites dans les vallées des cours d'eau traversant la ville de Kigali et qui sont souvent menacées par des inondations lors de fortes pluies.

4.2.2. Secteur de l'agriculture et de la sécurité alimentaire, des écosystèmes terrestre et d'eau douce

Les mesures d'adaptation aux changements climatiques proposées dans ces secteurs :

SECTEUR	VULNERABILITES /IMPACTS	MESURES D'ADAPTATION	OPTION POLITIQUE	CADRE POLITIQUEDE MISE EN OEUVRE	STRATÉGIED E RIPOSTE
Agriculture	<p>Précipitations intenses provoquant : érosion du sol, les éboulements, les inondations des marais et des pâturages, les maladies des plantes, pertes animales, perte de la fertilité due à l'excès des précipitations.</p> <p>Sécheresses prolongées : baisse de la production agricole, pertes de pâturage et maladies des plantes, incendies des forêts, perte prononcée de la biodiversité, réduction de la teneur en matières organiques et minérales du sol, assèchements prolongés.</p>	<p>Amélioration des techniques de conservation des sols surtout dans les régions de haute altitude (Nord-Ouest du Rwanda et dans les zones de la Crête Congo-Nil) et introduction de l'agroforesterie.</p> <p>Introduction de nouvelles variétés culturales surtout précoces, résistantes et adaptées au climat (par exemple haricot volubile dans les régions de haute altitude, patate douce, le riz, la pomme de terre, le sorgho et le maïs)</p>	<p>Mise en place et en application d'un système d'information environnementale</p> <p>Renforcement institutionnel</p>	<p>Partenariat (Synergie) entre les institutions chargées de la production agricole, de la gestion des bassins versants, de la conservation et transformation des produits agricoles ainsi que de la gestion des catastrophes</p>	<p>Création des systèmes de retenues d'eau de pluie pour les activités agro-pastorales</p> <p>Préparation des semences de variétés résistantes à la sécheresse (germoplasme)</p>
Sécurité alimentaire et Ecosystèmes terrestres et d'eau douce	<p>Migration des populations</p>	<p>Vulgarisation entre le chercheur(ISAR) et l'agriculteur, utilisation des fertilisants</p> <p>Utilisation des technologies améliorées en agriculture et élevage (par exemple cultures irriguées et élevage en stabulation)</p> <p>Construction des valley-dams</p> <p>Assistance à la population démunie</p> <p>Construction des dépôts pour stocker les vivres</p> <p>Transformation et conservation des produits agricoles</p> <p>Elaboration d'un plan d'aménagement des terres.</p>	<p>Renforcement institutionnel</p>	<p>Accélération de la législation foncière</p> <p>Mise en place d'un réseau d'observations hydrologiques et hydro-météorologiques</p>	<p>Mise en place d'un stock des produits phytosanitaires</p> <p>Mise en place des dispositifs de lutte anti-érosive</p>

Chapitre 5: PROGRAMMES RELATIFS AU DEVELOPPEMENT DURABLE, A L'EDUCATION, A LA RECHERCHE ET LA SENSIBILISATION DU PUBLIC

Les éléments essentiels des programmes nationaux de développement durable sont consignés dans les documents de politiques générales et de politiques sectorielles du pays ayant trait au développement durable notamment la Vision 2020, la Stratégie de Réduction de la Pauvreté, la Politique Nationale de l'Environnement, la Politique Foncière, la Politique Nationale Forestière, la politique nationale de gestion des risques et des catastrophes au Rwanda, la Politique Nationale Agricole ainsi que la Stratégie Nationale et Plan d'Actions pour la Conservation de la Biodiversité au Rwanda. Le chapitre "Conditions propres" donne un bref aperçu de leurs contenus.

5.1. Développement durable dans le contexte du changement climatique et de la synergie entre les Conventions de Rio

5.1.1. Vision 2020

Le document de Vision 2020 sert de référence pour la planification sectorielle à long terme. Il trace les grandes orientations du développement social, économique et de gestion des ressources naturelles à l'horizon 2020.

Dans le document de vision 2020, les efforts sont fournis pour mettre en place des mécanismes de gestion rationnelle des ressources naturelles et l'environnement. Par contre, ce document ne donne pas des solutions assez claires en matière de gestion des ressources naturelles et de l'Environnement eu égard au changement climatique.

5.1.2 Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté

D'après le Rapport d'Evaluation Participative de la Pauvreté élaboré en octobre 2001, les aléas climatiques viennent en 3^{ème} position parmi les 10 premières causes de la pauvreté au Rwanda. Le rapport de l'Enquête Intégrale sur les Conditions de vie des Ménages au Rwanda (2000-2001) publié en mars 2002, révèle les principales caractéristiques de la pauvreté selon l'accessibilité de la population aux services dépendant directement des phénomènes climatiques.

Les activités d'atténuation ou d'adaptation aux changements climatique dans le DSRP se retrouvent dans plusieurs secteurs.

Cependant, ledit document aurait pu inclure le secteur industriel en tant que responsable de l'émission du gaz carbonique qui fait partie des gaz à effet de serre.

5.1.3 Politique Nationale de l'Environnement

Le document de la Politique Nationale de l'Environnement propose des mesures à prendre et actions stratégiques qui ont une implication directe sur les changements climatiques dans le cadre des ressources en eau, les forêts et les aires protégées, la biodiversité, l'agriculture, l'élevage et la pêche, le transport et communication, le commerce, l'industrie et le tourisme, l'énergie et les mines, et enfin l'atmosphère et les catastrophes naturelles.

5.1.4 Politique Nationale Forestière

Certaines dispositions contenues dans la Politique Nationale Forestière telles que la promotion de l'agroforesterie, la conservation et la réhabilitation des forêts et le reboisement des terrains impropres à l'agriculture sont aptes à favoriser l'adaptation aux changements climatiques.

5.1.5 Stratégie Nationale et Plan d'Actions pour la Conservation de la Biodiversité

Les principales actions préconisées tenant compte des aspects du changement climatique sont celles relatives à la réhabilitation de l'environnement des aires protégées endommagées, les mesures de conservation et d'utilisation durable de la biodiversité. D'autres actions se rapportent à la promotion des techniques modernes d'élevage et d'agriculture et la promotion de l'utilisation des énergies nouvelles et renouvelables ainsi que des technologies d'économie d'énergie.

La stratégie propose également d'encourager l'utilisation des technologies non dégradantes d'exploitation minière, d'abattage de bois, de pêche, d'agriculture, etc. Elle indique aussi les systèmes de production traditionnels performants et durables et propose le développement des politiques et lois qui favorisent la promotion de la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité et le partage équitable des bénéfices découlant de l'utilisation des ressources biologiques.

5.1.6 Politique Agricole

La Politique Agricole propose un plan stratégique pour la transformation de l'agriculture et aborde de façon indirecte les changements climatiques. La plupart des actions proposées visent à conserver et restaurer la fertilité des sols et à les protéger contre l'érosion.

5.1.7 Politique de l'Energie

Les activités prévues dans le cadre de la gestion rationnelle des ressources énergétiques auront certainement un impact positif sur le climat.

Stratégies	Programmes	Activités
Réduction du taux de consommation de l'énergie bois et charbon de bois	Recherche des énergies de substitution	Evaluation du potentiel des ressources renouvelables, des besoins et de la demande ; Promotion des projets de substitution (biogaz, tourbe, etc) Vulgarisation des foyers améliorés Utilisation du gaz méthane
	Diffusion de technologies de conservation de l'énergie	Vulgarisation des techniques de cuisson à économie d'énergie Sensibilisation à la gestion rationnelle de l'énergie Vulgarisation de techniques améliorées de carbonisation
Extension du réseau d'électrification	Electrification rurale par extension du réseau	Etude du plan directeur d'électrification rurale Identification des projets; Etudes de faisabilité ; Exécution des projets
Réseaux isolés alimentés par les micro-centrales hydroélectriques	Electrification rurale par micro-centrales hydroélectriques	Identification des projets ; Etudes de faisabilité ; Exécution des projets
Réseaux isolés alimentés à partir de l'énergie solaire	Electrification rurale par énergie solaire	Electrification des institutions publiques éloignées du réseau national ;Centres de santé ; Ecoles ; Bureaux des Districts ; Télé centres et Stations de pompage d'eau en milieu rural
Volet environnement inclus dans tous les projets d'énergie	Etudes d'impact environnemental avant l'exécution des projets	Revue des standards utilisés ; Etudes de conformité ; Etude du système de suivi de la stabilité du lac Kivu pendant l'exploitation du gaz méthane ; Etudes d'impact environnemental pour chaque projet d'énergie

5.1.8 Politique de Gestion des Risques et des Catastrophes

La Politique de Gestion des Risques et des Catastrophes propose un cadre institutionnel à mettre en place pour mieux gérer les risques et les catastrophes y compris ceux liés au changement climatique. Les structures proposées se situent au niveau national et au niveau des entités déléguées et décentralisées et sont constituées de structures conjoncturelles ou d'urgence.

5.1.9 Mesures de correction

Les documents de développement durable évalués contiennent plusieurs dispositions aptes à influencer positivement sur l'adaptation aux changements climatiques. Les actions concrètes de mise en œuvre des politiques de développement durable sont entre autres l'aménagement des zones humides, le reboisement de tous les espaces libres et pouvant l'être. Les programmes de lutte anti-érosive, toutes les initiatives de gestion durable des ressources en eau, de protection des rives et berges des lacs et rivières, de lutte contre la désertification sous toutes ses formes et d'autres actions favorables au maintien de la qualité de l'environnement sont à encourager.

5.1.10. Corrélation entre les stratégies sectorielles et les Conventions de Rio

En confrontant les actions stratégiques du Rwanda à celles qui incombent aux pays Parties des Conventions de Rio (Biodiversité, Désertification et Changement climatique), il existe une forte corrélation entre les mesures exigées aux Pays Parties signataires de ces Conventions et les stratégies sectorielles nationales adoptées pour la réduction de la pauvreté.

Pour favoriser une plus grande synergie entre les conventions de Rio et intégrer l'environnement dans tous les secteurs socio-économiques, il est indispensable de procéder par approche programme multi-sectoriel plutôt que par approche projet. Cela suppose de prévoir des programmes d'adaptation aux changements climatiques ou d'atténuation de ses effets néfastes dans les plans stratégiques des provinces comprenant des régions à haute vulnérabilité.

En vue de rendre la Stratégie Nationale de Réduction de la Pauvreté et les stratégies sectorielles plus aptes à affronter la vulnérabilité liée aux changements climatiques dans le sens de l'atténuation ou de l'adaptation tout en respectant les dispositions des Conventions de Rio, certains compléments sont à proposer, entre autres :

Pour le DSRP,

- enrichir le chapitre sur l'environnement en tenant compte de la politique environnementale et de la politique foncière qui sont en relation avec les changements climatiques;
- montrer les relations de cause à effet existantes dans chaque secteur lors de la proposition des stratégies devant figurer dans le DSRP pour l'atténuation ou l'adaptation aux changements climatiques ;
- ajouter les activités de recherche, de transformation technologique, d'utilisation des engrais organiques, de promotion des échanges commerciaux dans le domaine agricole ;
- insérer le domaine industriel dans le DSRP non seulement pour la promotion du secteur privé mais aussi pour la promotion des unités de transformation et de conservation des produits agricoles.

Pour les stratégies sectorielles,

- lors de l'analyse des problèmes sectoriels, montrer les problèmes d'émissions causés par les secteurs de l'assainissement (déchets solides, eaux usées domestiques et industrielles), le secteur des transports et le secteur des industries ;
- Recourir à l'approche SWAP pour harmoniser les stratégies des secteurs ayant des actions complémentaires. Cela concerne surtout le secteur agricole qui montre des duplications entre le Ministère chargé de l'environnement, des terres et des forêts, le Ministère chargé des infrastructures, le Ministère chargé du commerce et des industries et le Ministère chargé du développement communautaire. C'est aussi le cas du secteur des ressources en eau qui nécessite la concertation avec le Ministère chargé de l'eau, le Ministère chargé de l'agriculture et celui chargé des infrastructures.

5.2. Education et Recherche

5.2.1 Education formelle

L'éducation joue un rôle très important dans le processus de développement notamment dans la dissémination et l'assimilation de l'information y compris l'information sur les changements climatiques.

➤ Enseignement primaire

Le contenu des programmes d'enseignement de la géographie et l'étude du milieu devrait inclure les notions de l'équilibre de l'environnement, les causes, les conséquences et les manifestations du changement climatique dans l'environnement ainsi que les mesures d'adaptation.

➤ Enseignement secondaire

En général, le programme du secondaire est caractérisé par une absence de relation de cause à effet. Ce qui revient à recommander qu'il puisse insister sur le fait que les agents de l'érosion, les causes de la dégradation de l'environnement seraient l'un des facteurs des changements climatiques et par conséquent évoquer le phénomène de changements climatiques.

➤ Enseignement supérieur

La structure de l'enseignement supérieur ne fait aucune allusion aux changements climatiques. En effet, en dehors des cours et/ou des options relatifs à l'environnement (ex.: aménagement du territoire, sciences environnementales, écologie et environnement, etc.), des notions plus ou moins approfondies se retrouvent dans des options traitant des sciences naturelles et technologies, du commerce et de l'environnement, de l'agronomie, de la médecine, de la recherche-développement, de l'industrie, de l'hygiène et de l'assainissement, de la pollution et de la gestion de déchets.

5.2.2 Stratégies d'intégration des aspects du changement climatique dans l'éducation formelle

Tout en tenant compte des programmes déjà existants dans l'enseignement primaire, secondaire et supérieur, les actions prioritaires suivantes sont à envisager:

- Intégrer l'éducation environnementale dans les programmes d'enseignement à tous les niveaux ;
- Multiplier les réseaux d'observations systématiques afin de permettre une meilleure compréhension du climat à l'échelle locale et régionale et de rendre disponibles les prévisions météorologiques ;
- Diversifier les moyens d'éducation : matériel, audio-visuel, presse écrite, concours écrit tels que les poèmes, théâtres, des chroniques radiodiffusées et télévisées en vue de sensibiliser le public et la jeunesse en particulier sur les effets néfastes du changement climatique.

5.2.3 Activités nationales de la recherche scientifique

Les activités de recherche sont réalisées dans les institutions et centres de recherche et d'enseignement supérieur public ou privé. En 1999, 86,9 % des unités de recherche étaient opérationnelles. Parmi les unités actives, les industries et les unités AST (Unité à Activité Scientifique et technologique) occupent une place importante par rapport aux institutions de recherche ou d'enseignement supérieur.

5.3. Education Informelle, Information et Sensibilisation du Public

L'éducation, la formation et la conscientisation du public sur la problématique environnementale et particulièrement sur les changements climatiques restent un défi. En effet, les changements climatiques sont parmi les principaux problèmes environnementaux auxquels le Rwanda fait face actuellement.

Des programmes d'éducation et de sensibilisation du public existent au niveau national. Cependant, ceux-ci restent insuffisants ou non adaptés aux besoins. Le résultat de cette situation est que la majorité des rwandais n'ont pas d'informations sur les changements climatiques et en particulier sur le phénomène d'émissions des gaz à effet de serre ainsi que ses implications sur la vie socio-économique des populations.

Les pauvres dépendent directement des ressources naturelles en termes de moyens de subsistance et sont plus touchés par la dégradation de l'environnement due aux changements climatiques. L'éducation et la sensibilisation du public et des populations pauvres en particulier s'avèrent donc importantes en vue d'une adaptation aux vulnérabilités dues à ces changements climatiques.

5.3.1 Education informelle

Les programmes permanents d'éducation informelle actuellement en vigueur dans le pays susceptibles de contribuer d'une manière significative à l'éducation et à la sensibilisation du public doivent être étendus à sa formation sur les changements climatiques et ses conséquences. Ces programmes incluent l'alphabétisation fonctionnelle et technologies appropriées ainsi que la Formation Professionnelle au sein du MINEDUC.

5.3.2 Formation, information et conscientisation du public

Des programmes d'information et de conscientisation du public dans le contexte du changement climatique existent et comprennent des activités d'information et de sensibilisation en matière de :

- production et diffusion des outils d'information et de sensibilisation du public ;
- semaines et journées nationales et internationales de l'environnement, de l'eau, de la météorologie, de l'arbre et de la biodiversité, etc;
- chroniques et émissions radiodiffusées et/ou télévisés;
- campagnes ou tournées de sensibilisation organisées dans des zones vulnérables.

Dans ce cadre, les activités sont orientées vers la production et diffusion du matériel (affiches, livrets, films documentaires, chroniques, dépliants) et outils constitués de publications et imprimés, sketches, discours politiques, les journaux et les banderoles en rapport avec l'environnement.

Ces outils revêtent une grande importance dans l'éducation et la conscientisation du public aux effets du changement climatique, aux mesures d'atténuation et d'adaptation en vue d'adopter des attitudes et des comportements favorables à la protection des ressources naturelles et de l'environnement.

5.3.3 Promotion des outils pour la conscientisation du public par les mass média

En vue de pouvoir éduquer, former et conscientiser le public aux effets néfastes des changements climatiques et aux mesures d'adaptation, l'implication des médias officiels et privés constitue l'une des meilleures stratégies. En effet, ces médias (télévision, la radio et les autres dont les agences de publicité), disposent de toutes les méthodes et techniques de communication pour atteindre efficacement et rapidement un large public.

C'est dans ce cadre que le Projet « Activités habilitantes pour la préparation de la Communication Nationale Initiale relative à la CCNUCC » a fait traduire en langue nationale « le Kinyarwanda » les textes et autres documents des Conventions internationales et de leurs Protocoles sur l'environnement ayant une synergie, à savoir celles relatives au changement climatique, à la diversité biologique, à la lutte contre la désertification et à la protection de la couche d'ozone pour s'en servir comme outil principal de sensibilisation du public aux aspects relatifs à l'environnement en général et aux changements climatiques en particulier.

5.3.5 Formation pour les membres du Comité National sur le Climat

Du 15 octobre au 15 novembre 2002, lors d'une mission effectuée au Rwanda par l'expert de l'UNISTAR, Mr MONTI Massimo, des sessions de formation sur la méthodologie d'inventaire des émissions et absorptions de gaz à effet de serre ont été tenues à l'intention des membres du Comité National sur le Climat (CNC) et de l'équipe chargée d'études sectorielles.

En plus, Mr Ravi SHARMA et Mademoiselle Liza LECLERC, Représentants du PNUE/FEM, ont donné des exposés au cours des ateliers nationaux d'évaluation des rapports d'études techniques élaborées dans le cadre du projet «Communication Nationale Initiale». Ces exposés ont porté sur les Lignes Directrices du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur les Changements Climatiques pour l'élaboration des communications nationales et les études de vulnérabilité/impacts et les mesures d'adaptation aux changements climatiques.

Chapitre 6 : AUTRES INFORMATIONS UTILES POUR ATTEINDRE L'OBJECTIF DE LA CONVENTION

6.1 Recherche et observation systématique

6.1.1 Les systèmes de collecte et banques de données météorologiques au Rwanda

Actuellement le service météorologique fonctionne au ralenti à cause du manque du personnel suffisant et des équipements nécessaires pour la collecte, la saisie et le traitement des données. Depuis sa reprise des activités après la guerre de 1994, le service n'a pas d'annuaires climatologiques mis à jour et aucun bulletin agrométéorologique n'a été publié. Ainsi, les données récentes, nécessaires pour les différents utilisateurs dans leurs activités routinières font défaut.

Le service météorologique dispose une grande banque de données historiques qui datent de 1906 et proviennent de toutes les stations opérationnelles avant 1994 et celles rouvertes de 1998 à 2000 à des fins de l'aviation civile fonctionnant jusqu'aujourd'hui. Cette banque de données est gérée par un logiciel climatique (CLICOM) et comporte plusieurs paramètres météorologiques tels que les précipitations, la température, l'humidité, l'insolation, la nébulosité, le vent, la pression etc. Une bonne partie de ces données n'est pas encore informatisée et reste consultée dans les documents techniques.

Notons que le grand handicap du service météorologique National est le manque du réseau complet d'observations météorologiques tel qu'il était avant 1994.

6.1.2. Les systèmes de collecte et banques de données hydrologiques

Le service hydrologique national est une Division au sein du Ministère des Terres, de l'Environnement, des Forêts, de l'Eau et des Mines. Avant les événements tragiques de 1994, le service comptait 47 stations hydrologiques. Depuis 1994, le nombre de stations a diminué suite aux conséquences de la guerre et à la moindre importance accordée à l'évaluation des ressources en eau.

Grâce à l'assistance de la FAO, le service hydrologique a reçu un équipement moderne pour les mesures automatiques de la hauteur et du débit sur quelques stations de la Nyabarongo à Kanzenze, de l'Akanyaru, et de l'Akagera à Rusumo.

A part les données sur la hauteur et le débit des rivières, le service dispose également des données sur la qualité de l'eau dans certaines régions où sont exécutés les projets pilotés par les organisations non gouvernementales. L'ELECTROGAZ dispose également d'une banque de données sur la qualité de l'eau, spécialement pour l'eau potable.

Le problème majeur qui handicape les observations, la collecte et le traitement des données hydrologiques est la moindre importance accordée à l'hydrologie, le manque du personnel qualifié, la dispersion des données et les limitations budgétaires.

6.2. Les besoins financiers et technologiques relatifs aux études de vulnérabilité au changement climatique aux niveaux national, régional et/ou sous régional

Les technologies appropriées pour l'adaptation aux changements climatiques proposées ci-après peuvent être adaptées au contexte socio-économique et environnemental du Rwanda.

Toutefois, pour chaque technologie, il faudrait mener des études d'impacts environnementaux et socio-économiques avant sa vulgarisation.

6.2.1 Secteur de l'énergie

Dans le *secteur de l'énergie*, les technologies identifiées sont : fourneau à foyer amélioré (coût : 800 à 1000 frw), foyer en céramique kenyan (coût : 2000 frw), fourneau Nada Chula (coût : 50.000 à 75.000 frw), Fourneau Nofie (coût : 2000 frw) et la carbonisation du bois en charbon.

Ces différentes technologies peuvent être mises à profit pour la population rurale, urbaine ou semi urbaine, habitat regroupé et établissements publiques (écoles, prisons, etc.).

D'autres options de ces technologies adaptées toujours dans le secteur de l'énergie sont à caractère industriel par exemple le four MANGIEN et le four NAVARE ainsi que la fabrication de briques par densification dont le groupe cible est la population rurale et urbaine pour un coût estimé à 7000×10^3 frw.

6.2.2 Secteur des établissements humains

Dans le *secteur des établissements humains*, les technologies identifiées sont du domaine de la fabrication de matériaux de construction et sont réparties en pressage à sec (coût : 5000×10^3 frw), l'extrusion (coût : 6000×10^3 frw), four de campagne à murs verticaux (coût : 1500×10^3 frw), four de campagne amélioré continu (coût : 75×10^3 frw), four à tirage par le haut (coût : 150×10^3 frw), four tranché (coût : 5000×10^3 frw), four Hoffmann (coût : 2000×10^3 frw) et four tunnel (coût : 40000×10^3 frw).

Ces technologies peuvent être mises en application pour le compte des populations urbaines, semi- urbaines et les populations rurales en habitat regroupé (imidugudu).

6.2.3 Secteur de l'agriculture et de la sécurité alimentaire

Dans le *secteur de l'agriculture et de la sécurité alimentaire*, les technologies choisies ont trait à la fabrication de silos en paille pour le bétail (coût : 700.000 frw) ainsi que l'agriculture attelée (coût : 300.000 frw) pour les milieux paysans.

Dans le cadre de la *sécurité alimentaire*, les technologies qui semblent les plus adaptées dans notre pays sont la presse à huile d'arachide ou de palme (coût : 750.000) et le séchoir solaire indirect (coût : 250.000 frw) utilisé par les populations urbaines ou rurales en habitat regroupé.

Pour le *transport*, seul le transport à traction animale dans le milieu rural en habitat regroupé (imidugudu) paraît être viable avec un coût d'environ 300.000 frw.

6.2.4 Gestion des déchets et des eaux usées

Dans le secteur de la *gestion des déchets et des eaux usées*, les technologies proposées sont le lit bactérien (coût : 150.000×10^3 frw/1000 EH), le disque biologique (coût : 125.000×10^3 frw/1000 EH), la boue activée (coût : 160.000×10^3 frw/1000 EH), l'infiltration percolation sur sable (coût : 130×10^3 frw/1000 EH), les filtres plantes à écoulement vertical (coût : 130.000×10^3 frw/1000 EH) , les filtres plantes de roseaux à écoulement horizontal (coût : 130.000×10^3 frw/1000 EH), le lagunage naturel (coût : 130.000×10^3 frw/1000 EH), le lagunage aéré (coût : 80.000×10^3 frw/ 1000 EH) mais également les latrines améliorées à fosse ventilée (coût : 90.000×10^3 frw et 200.000 frw / < 8 EH, 50.000 frw), le compostage par la méthode Indore et la biométhanisation (coût : 1000×10^3 frw par système moyen).

Ces technologies peuvent être utilisées par la population urbaine et rurale en habitat regroupé ou les collectivités.

6.2.5 Hydrologie et ressources en eau

Dans le domaine de *l'hydrologie et des ressources en eau*, les technologies inventoriées sont la pompe à irrigation à pédale (coût : 700×10^3 frw), pompe à traction animale (coût : 700×10^3 frw), pompe solaire (coût : 3.650×10^3 frw) ainsi que le réservoir d'eau de type panier (coût : 150.000 frw/m³) pour la collecte de l'eau des toitures.

Ces technologies peuvent être adaptées pour les populations rurales en habitat regroupé.

6.2.6 Secteur de l'industrie

Dans le cas de technologies liées à l'industrie, pour une meilleure adaptation aux changements climatiques dus aux émissions de gaz à effet de serre lors de la fabrication du ciment et de la chaux, la mesure d'adaptation préconisée pour les pays développés consiste en la production du ciment à base de laitier, ce qui n'est pas à la portée du Rwanda. Comme mesure correctrice, les boisements au voisinage de ces usines sont recommandés.

6.2.7 Secteurs des écosystèmes terrestres et d'eau douce, des forêts et de la santé

Les technologies liées au secteur des écosystèmes terrestres et d'eau douce, au secteur des forêts et au secteur de la santé sont respectivement: ceinturage d'une zone lacustre, greffage et le moustiquaire imprégné super net contre le paludisme. La population cible est spécifiquement celle riveraine des zones lacustres, la population rurale et éventuellement toute la population dans le cas du moustiquaire imprégné.

Chapitre 1 : CONDITIONS PROPRES AU PAYS

Le Rwanda est un pays montagneux et surpeuplé dont la production essentiellement agricole ne satisfait pas aux besoins de la population. Ceci entraîne une dégradation excessive de l'environnement suite à la surexploitation des ressources naturelles. Ainsi, la gestion durable de l'environnement et le développement socio-économique ne peuvent pas être analysés comme des phénomènes séparés mais plutôt par une approche intégrée et multisectorielle incluant les aspects du changement climatique.

1.1. Cadre politique, institutionnel et juridique

Administrativement, le Rwanda a onze provinces et la Ville de Kigali qui est la capitale politique, administrative et économique. En plus, les provinces et la Ville de Kigali sont subdivisées en 106 Districts qui sont divisés à leur tour en 1536 secteurs répartis eux-mêmes en 9025 Cellules.

Sur le plan politique, le Rwanda a développé une Vision 2020 qui compte parmi les piliers du développement durable, à savoir: la protection et la gestion de l'environnement, la réduction de la pauvreté et la promotion des investissements. Par là, le Gouvernement veut bâtir une nation où la pression sur les ressources naturelles telles que les terres, l'eau, la biodiversité, s'est sensiblement allégée et le processus de pollution et de dégradation de l'environnement inversé. Par ailleurs, les politiques sectorielles ont été élaborées et sont mises en œuvre, entre autres la politique de l'environnement, la politique foncière, la politique de l'énergie, la politique agricole, la politique de l'habitat, la politique de la décentralisation et de bonne gouvernance et la politique de gestion des catastrophes.

Sur le plan juridique, la Constitution du Rwanda du 04 juin 2003 stipule dans son article 49 que tout citoyen a droit à un environnement sain et satisfaisant et que tout individu a le devoir de protéger, sauvegarder et promouvoir l'environnement et que l'Etat veille à la protection de l'environnement.

Egalement, la loi organique portant protection, conservation et gestion de l'environnement vise l'amélioration des conditions de vie de la population et l'environnement viable.

Les trois Conventions de Rio et les Conventions relatives entre autres aux zones humides, à la protection des végétaux, à la protection de la couche d'ozone, aux polluants organiques persistants, au commerce international des espèces de faune et de flore menacées d'extinction, aux mouvements transfrontaliers des déchets dangereux ont été signés et ratifiés. Le Rwanda participe aussi aux initiatives régionales en matière de protection et de gestion de l'environnement telles que l'Initiative du Bassin du Nil, le Programme de la Biodiversité du Lac Victoria (Lake Victoria Biodiversity Programme) et le Nouveau Partenariat pour le Développement en Afrique (NEPAD).

Au niveau institutionnel, le Ministère des Terres, de l'Environnement, des Forêts, de l'Eau et des Mines « MINITERE » est responsable de la formulation des politiques et lois visant la protection et l'utilisation rationnelle de l'environnement.

Certains départements ministériels, établissements publics, institutions d'enseignement et de recherche et organismes internationaux et non gouvernementaux intervenant dans les secteurs liés à l'environnement à savoir l'agriculture, la météorologie, les transports, les communications, l'énergie, l'industrie, le tourisme, la santé et l'administration locale collaborent étroitement avec le MINITERE.

1.2. Les caractéristiques géophysiques

Le Rwanda est géographiquement localisé en Afrique Centrale entre 1°04' et 2°51' de latitude sud et entre 28°45' et 31°15' de longitude Est. Il a une superficie de 26.338 km² avec la densité moyenne de l'ordre de 321 habitants au km² et de 433 habitants au km² pour la densité physiologique.

1.2.1 Le relief

Le Rwanda a un relief accidenté et montagneux dont l'altitude varie entre 900 m et 4.507 m. Les éléments de ce relief sont :

- *La Crête Congo-Nil* surplombant le lac Kivu avec une altitude variant entre 2500 m et 3000 m. Elle est dominée au Nord-Ouest par la chaîne des volcans constituée de cinq massifs dont le plus élevé est le Karisimbi avec 4507 m.
- *Le plateau central* présente un relief de collines d'altitude variant entre 1500 m et 2000 m.
- *Les basses terres de l'Est* sont dominées par une dépression au relief généralement ondulé de 1000 à 1500 m d'altitude.
- *Les basses terres du Sud-Ouest dans la plaine du Bugarama* d'une altitude de 900 m qui font partie intégrante de la dépression tectonique du Rift Valley africain.

Chaîne de montagnes «Ibisi bya Huye»



1.2.2 Le Climat

Le Rwanda jouit d'un climat tropical tempéré du fait de sa haute altitude. La température moyenne annuelle tourne autour de 16°C à 20°C, sans écarts significatifs. La pluviosité est abondante, quoique parfois elle présente des irrégularités. Les vents sont généralement douces de l'ordre de 1-3 m/s.

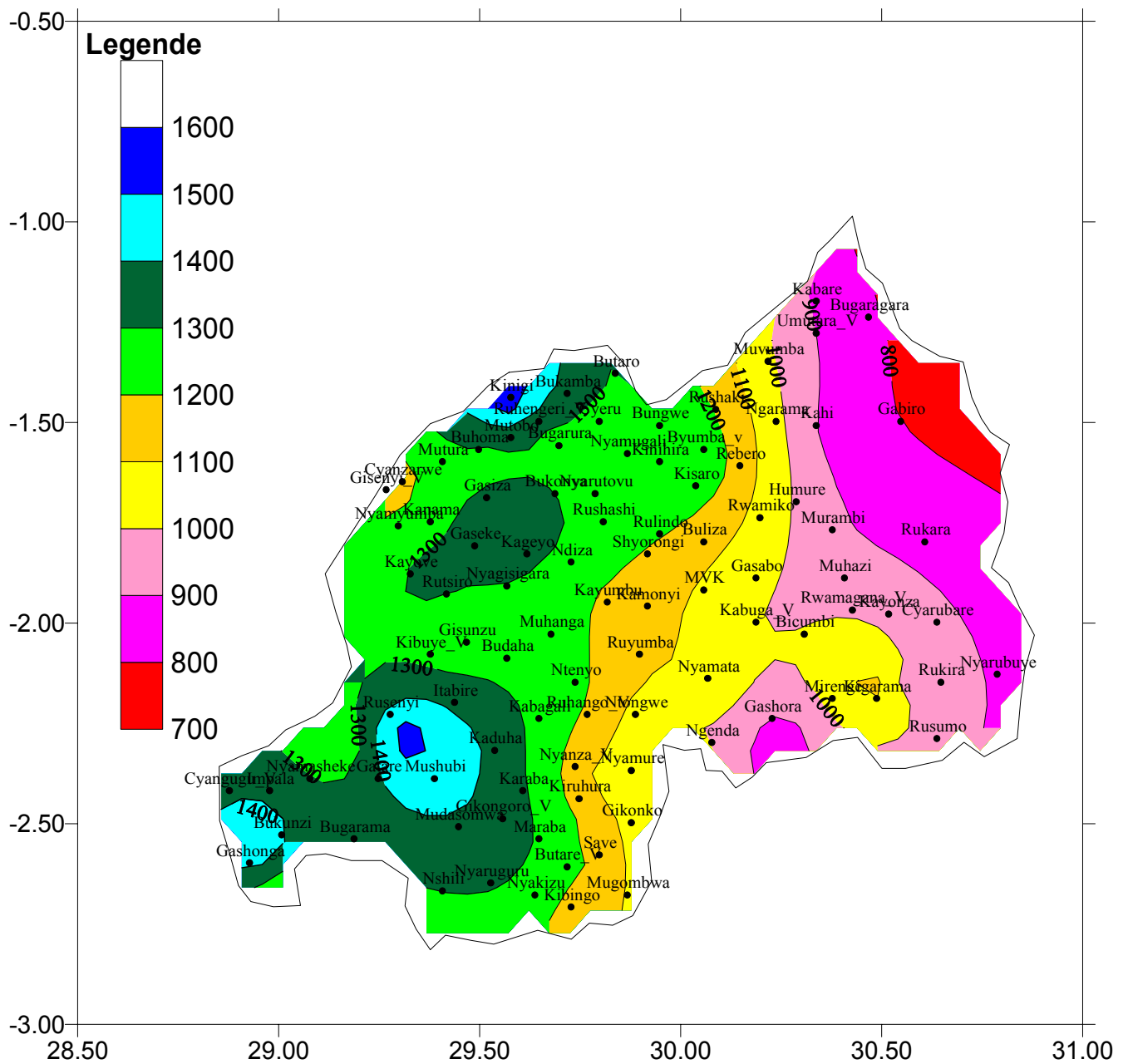
Dans les hautes régions de la crête Congo-Nil, les températures moyennes varient entre 15 et 17°C et les pluies y sont abondantes. La région des volcans connaît des températures encore plus basses pouvant, par endroits, tomber en dessous de 0°C.

Dans les zones d'altitude intermédiaire, les températures moyennes varient de 19 à 21°C et la pluviosité a une moyenne de plus ou moins 1000 mm/an. Les précipitations y sont moins régulières, ce qui de fois occasionne des périodes de sécheresse.

Dans les zones de basse altitude (Est et Sud-Est), les températures sont plus élevées et l'extrême supérieur peut dépasser 30°C en février et juillet-août. La température maximum absolue de 32.8°C a été enregistrée au Sud-Est à la station de Karama-Plateau le 4 Septembre 1980. Les contrastes thermiques sont plus prononcés par rapport au reste du pays. Les précipitations y sont moins abondantes (700 à 970 mm/an).

C'est le rythme des précipitations qui détermine les saisons au Rwanda. Ainsi, le climat du pays se caractérise par une alternance de quatre saisons dont deux pluvieuses et deux sèches. On constate néanmoins que les pluies sont généralement bien réparties sur toute l'année, malgré quelques irrégularités. Les régions d'Est et du Sud-Est (Umutara, Kibungo, Bugesera, Mayaga) sont les plus touchées par les sécheresses prolongées tandis que les régions de la partie Ouest (Ruhengeri, Gisenyi, Gikongoro et Byumba) connaissent surtout les fortes précipitations qui provoquent l'érosion, les inondations, les éboulements et glissements de terrain.

Fig. 1 : Distribution annuelle des moyennes des précipitations en mm (1961-1990)¹



¹ Service météorologique national

Comme le montre la figure 1 ci-dessus, la quantité des précipitations totales annuelles varie de 800 mm au Nord-Est du Rwanda (à l'Est d'Umutara) à 1600 mm dans la forêt naturelle de Nyungwe (Wisumo) et dans les hautes terres du Nord-Ouest (Kinigi). La baisse des précipitations est observée dans la région du Bugesera (900 mm) et à l'Ouest de la Province de Gisenyi (1200 mm). La hausse de la pluviométrie est observée dans les régions telles que Kibungo (Gahororo, 1200 mm) ; au Sud-Ouest (Mibirizi, 1450 mm) et dans la forêt naturelle de Gishwati (1350 mm). La grande région avec beaucoup de précipitations (au-dessus de l'isohyète moyenne de 1200 mm) est localisée dans la moitié Ouest du pays s'étendant de Byumba à Kibeho et de Kinigi à Mibirizi incluant la région côtière du lac Kivu.

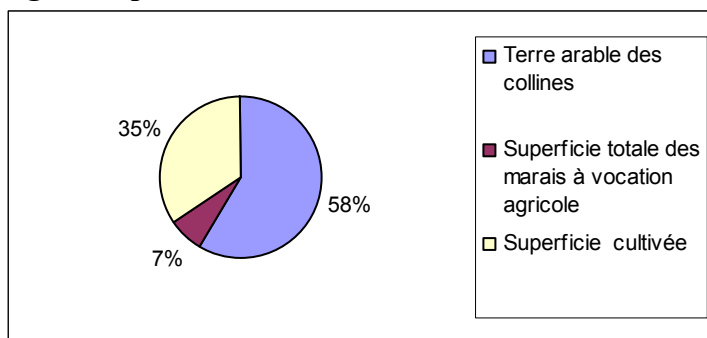
1.3 Les Ressources Naturelles

1.3.1 Le Sol et le Sous-sol

L'exploitation des terres emploie 91,9% de la population active. Sur une superficie totale de 26.338 km², seulement 52% sont utilisables, soit environ 1.385.000 hectares (fig.2). Les marais à vocation agricole ajouteraient à cette superficie plus de 100.000 hectares. La ressource terre est donc très limitée et partant convoitée.

La terre cultivable disponible est d'environ 0,60 ha par exploitation agricole familiale et cela entraîne la surexploitation et souvent la mauvaise utilisation des terres avec des conséquences néfastes sur les ressources foncières elles-mêmes et sur l'environnement en général.

Fig.2 : Répartition des terres arables en 2002



La pédologie du Rwanda est caractérisée par six types de sols à savoir :

- Les sols dérivés des formations schisteuses, de grès et de quartzites (50%) ;
- Les sols dérivés de granite et de gneiss (20%);
- Les sols dérivés des roches basiques intrusives (10%) ;
- Les sols dérivés des matériaux volcaniques récents (10%);
- Les sols dérivés de matériaux volcaniques anciens (4%);
- Les sols alluvionnaires et colluvionnaires (6%).

Le Sous-sol rwandais contient des gisements de minerais tels que la cassitérite, le wolfram, la colombo-tentalite, l'or et les carrières. De 1999 à 2001, le secteur minier a joué un rôle important dans l'économie nationale. Il a contribué aux recettes d'exportation dans les proportions suivantes²: 5,9% en 1999; 12,58% en 2000 ; 42,64% en 2001.

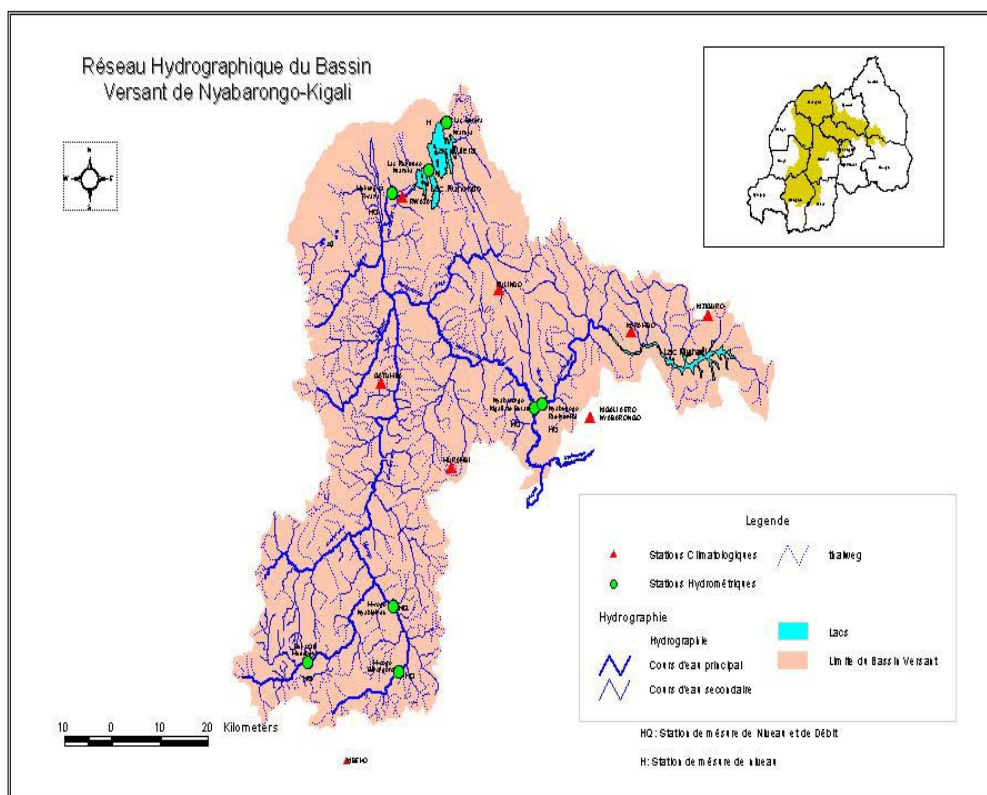
² MINECOFIN, Indicateurs de développement du Rwanda, Août 2002

1.3.2 Les ressources en eau

Le Rwanda connaît un réseau hydrographique très dense $\pm 2\text{km}/\text{km}^2$ (Fig.3). Il est divisé en deux bassins hydrographiques par une ligne de partage des eaux appelée Crête Congo-Nil, orientée du Nord au Sud et plus ou moins perpendiculaire à la ligne des volcans, obstacles naturels aux écoulements vers le Nord Kivu et le Sud Ouest de l'Ouganda.

A l'Est de la Crête Congo-Nil se situe le bassin du Nil qui couvre 67% de la superficie du Territoire National et draine les 90% des eaux du Rwanda par deux principaux cours d'eau que sont la Nyabarongo et l'Akagera. Cette dernière est le principal affluent du lac Victoria avec un débit moyen de $256\text{ m}^3/\text{s}$ et à ce titre, elle est considérée comme la source du Nil.

Fig. 3 : Bassin Versant de la Nyabarongo à Kigali



Le bassin du Nil au Rwanda regorge de nombreux lacs de petites dimensions (Bulera, Ruhondo, Cyohoha Sud, Mugesera, Muhazi, Rwampanga, Mihindi, Mirayi et bien d'autres). Ces lacs sont peu profonds (5 à 7 m de profondeur) sauf le Bulera et le Ruhondo qui ont entre 50 et 60 m de profondeur.

Le bassin du Congo (33% de la superficie du Territoire National) draine 10% des ressources en eau du Pays. Il comprend les rivières Sebeya, Koko, Rubyiro, comme affluents du lac Kivu (102.800 ha de la partie rwandaise), Ruhwa, Rusizi, et bien d'autres petites rivières.

Lac Kivu (1463 m d'altitude)



Tableau 1 : Caractéristiques morphométriques des Bassins versants de Nyabarongo – Kigali et Sebeya - Gisenyi

Rivière	Récepteur	S.B.V en Km ²	Rect. équivalent en Km		Périm. en Km	Kc	Altitude en m			Pluvio en mm	Pente %	Qmoy m ³ /s	H en mm	Cr %	Qs l/s/Km ²
			L	I			amont	Aval	Moy.						
Nyaba-Kigali	Akagera	8900	207	43	500	1.5	3000	1352	2176	1350	0.8	83	294	22	9.3
Sebeya/Gisenyi	Lac Kivu	320	25	13	76	1.2	2700	1460	2080	1300	5	3.3	325	25	10.3

N.B. Nyaba: Nyabarongo, **S.B.V.** : Superficie du bassin versant, **L** : Longueur en Km, **I** : largeur en Km, **Périm.** : Périmètre en Km, **Kc** : Coefficient de compacité, **Pluvio** : Pluviométrie sur B.V. , **Qmoy** : Débit moyen en m³/s, **H** : Lamme d'eau écoulée, **Cr** : Coefficient d'écoulement, **Qs** : Débit spécifique

Les débits moyens transitant par des stations hydrologiques principales sont: 78 m³/s (Nyabarongo à Kigali), 100 m³/s (Nyabarongo à Kanzenze), 232 m³/s (Akagera à Rusumo), et 256 m³/s (Akagera à Kagitumba).

Lors des hautes eaux et compte tenu de l'élargissement de la vallée de Nyabarongo avec une pente de marais d'environ 1%, les eaux de crues provoquent de graves inondations.

Fig. 4: Courbes des fréquences des débits maxima mensuels à Nyabarongo–Kigali (1974-1990)

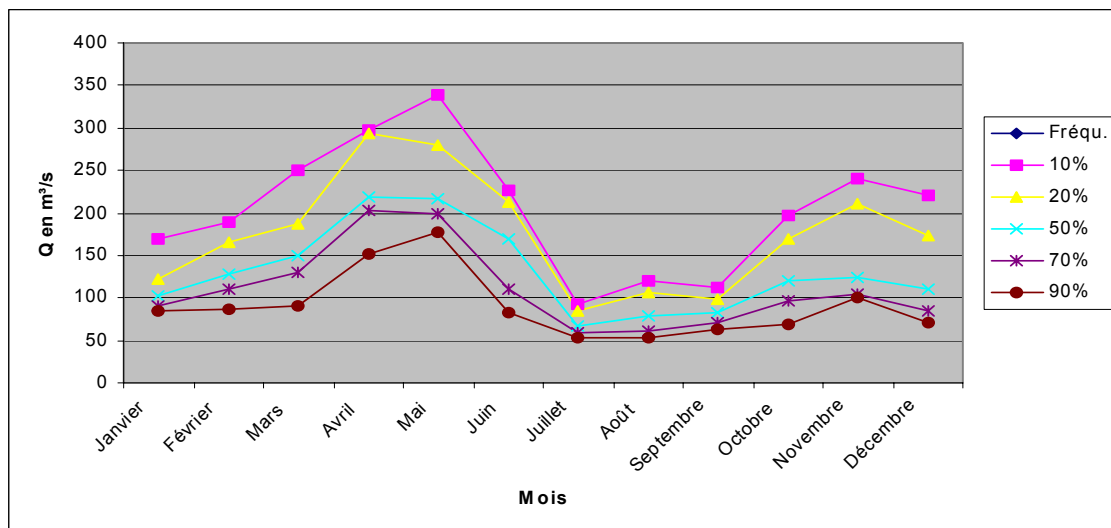
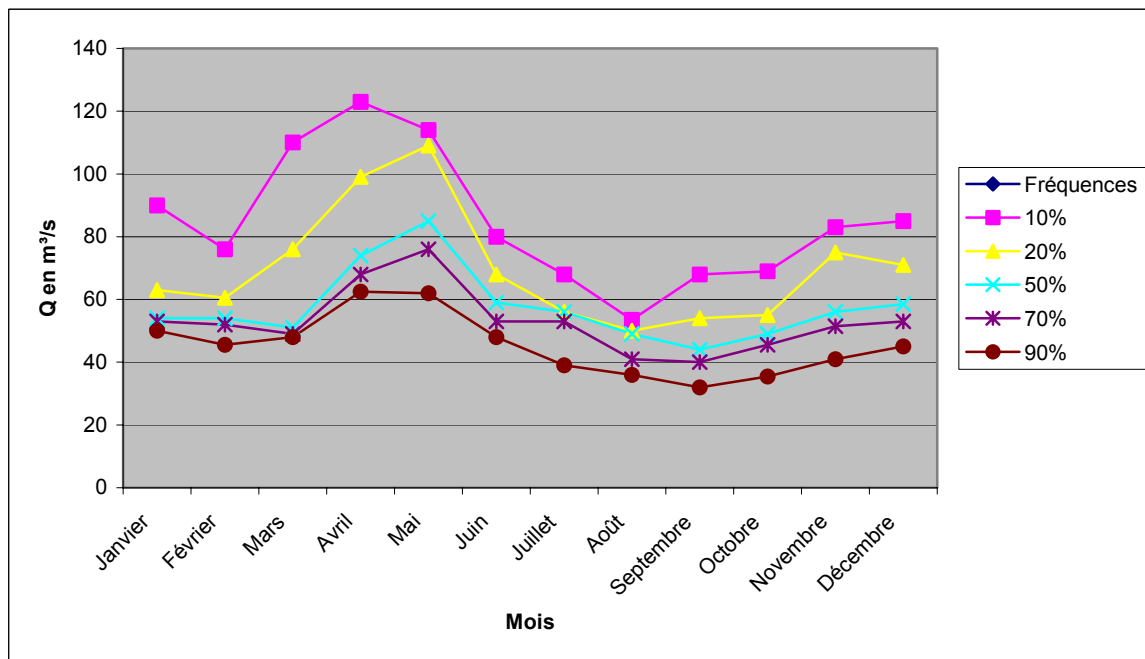


Fig. 5: Courbes des fréquences des débits minima mensuels à Nyabarongo–Kigali (1974-1990)



Les figures 4 et 5 montrent le comportement des débits maximaux et minimaux mensuels à Nyabarongo-Kigali sur une série de 17 ans. Compte tenu de la hauteur des berges qui est de 4 m, le seuil d'inondation est atteint et correspond à un débit de 210 m³/s avec une fréquence de 50 % au cours de la grande saison de pluie. L'inondation peut se produire au cours de la petite saison de pluie avec une fréquence de 10 % et 20 % de cas. Pendant la grande saison sèche de juillet à septembre, les débits minimaux extrêmes atteignent 32 - 36 m³/s avec 90 % de fréquence, ce qui indique une forte sécheresse et un fort besoin en eau pour les activités socio-économiques.

Tableau 2: Crues et étiages probables de la Nyabarongo à Kigali avec intervalle de confiance à 90%

Station Nyabarongo Kigali	2 ans	5 ans	10 ans	25 ans	50 ans	100 ans
Crues	236,0	289,8	325,5	370,6	404,1	43,3
Etiages	56,5	43,4	37,2	31,5	27,8	25,4

Tableau 3: Crues et étiages probables de la Sebeya à Gisenyi avec intervalle de confiance à 90%

Station Sebeya Gisenyi	2 ans	5 ans	10 ans	25 ans	50 ans	100 ans
Crues	11,9	14,3	15,9	17,4	19,4	20,9
Etiages	0,99	0,59	0,43	0,30	0,22	0,18

Sur base des données des débits maximaux et minimaux ³ sur les rivières Nyabarongo à Kigali (1974-1990) et Sebeya à Gisenyi (1951-1988), les tableaux 2 et 3 donnent les valeurs des crues et étiages probables pour les périodes de récurrence de 2 ans, 5 ans, 10 ans, 25 ans, 50 ans et 100 ans.

En ce qui concerne les eaux souterraines, les données de certains projets⁴ estiment à 66 m³/s le débit de la ressource disponible et renouvelable.

Le tableau 4 donne une synthèse de la ressource disponible après la saison sèche qui représente les quantités en eau souterraine.

Tableau 4: Disponibilités en eau après la grande saison sèche.

Rivière	Débit d'étiage (m ³ /s)	Débit venant de l'étranger (m ³ /s)	Débit venant des lacs et marais (m ³ /s)	Débit des aquifères (m ³ /s)
AKAGERA à Rusumo (Nyabarongo + Akanyaru)	81,2	16,2	8,1	56,9
KAGITUMBA à Kagitumba	4,0	2,0	-	2,0
Rivières affluents du lac Kivu	7,0	-	-	7,0
Total des ressources en eau disponibles (m ³ /s)				65,9

Qualité de l'eau

Au Rwanda, la qualité de l'eau est en général bonne avec un pH= 6 – 7,5. Cependant, les eaux de surface sont souvent chargées de sédiments et dans les régions minières et volcaniques, ces eaux peuvent contenir de l'arsenic, du plomb, du mercure, des fluorures, iodures et d'autres métalloïdes toxiques et métaux lourds.

Nyabarongo à la frontière des Provinces de Kibuye et Gitarama



Jacinthe d'eau sur la rivière Nyabarongo



La pollution physico-chimique des eaux n'est pas fréquente suite au faible niveau d'industrialisation et d'emploi d'intrants agricoles. La pollution microbiologique est souvent observée et provient de divers déchets et rejets d'origine domestique charriés par les eaux de pluie vers le milieu naturel. La pollution des cours d'eau et lacs par la jacinthe d'eau et autres plantes aquatiques envahissantes est un phénomène très récent et alarmant au Rwanda.

³ Service hydrologique national

⁴ Direction de l'Eau et de l'Assainissement

1.4. La biodiversité

Le Rwanda est couvert d'écosystèmes diversifiés : écosystèmes naturels constitués de forêts ombrophiles de montagne, forêts galeries, savanes, milieux humides et aquatiques, les boisements et agro-écosystèmes. Tous ces écosystèmes hébergent une riche flore et faune.

1.4.1. Les aires protégées

Le Parc National des Volcans (PNV) est devenu mondialement célèbre grâce à la présence du Gorille de montagne (*Gorilla gorilla beringei*), un primate endémique de la zone de haute montagne du Rift Albertin, grâce auquel il fut classé Réserve Mondiale de la Biosphère dans le cadre du programme MAB (Man and Biosphere) de l'UNESCO.

En plus de cet animal spectaculaire, le PNV abrite des populations variées de nombreuses espèces végétales et animales.

Volcan Karisimbi (4507m d'altitude)



Le Parc abrite plus de 245 espèces de plantes dont 19 espèces d'orchidées, à savoir *Disastarsii*, *Polystachya kermessia*, *Calanthes sylvatica*, *Chamaengis sarcophylla*, *Cyrtorchis arcuata*, *Habenaria praestans*, *Stolzia cupuligera*, *Eulophia horsfallii*, etc.

La végétation du PNV est étagée :

- L'étage inférieure est la forêt de montagne qui s'étend entre 1800 et 2500 m suivant le massif volcanique.
- L'étage des bambous en peuplements purs de *Sinarundinaria alpina* s'étend entre 2300 et 3200 m d'altitude.
- L'étage à *Hagenia* et à *Hypericum* succède à l'étage de bambous et s'étale entre 2600 et 3200 m. A cet étage, le sous-bois très dense se limite à une seule strate herbacée composée surtout de *Senecio trichopterygius*, *Galium ruenzoriense*, *Impatiens burtonii*, *Rumex abyssinica*, *Urtica massaica* et de quelques graminées.
- L'étage subalpin commence à 3200 et monte à 3700 ou à 4000 m d'altitude selon l'inclinaison des pentes. A cet égard, deux types de végétation se distinguent : l'*Ericetum* et les zones à Sénéçons et à Lobélies.
- L'étage afro-alpin apparaît au-dessus de 4000 m et peu de plantes y survivent notamment des fougères (*Asplenium*, *Pteridium*), des immortelles (*Helichrysum erici-rosenii*, *H. guilelmii*) et des *Alchemilla* (*Alchemilla cryptantha*, *Alchemilla cinerea*).

Le Parc National de Nyungwe⁵ est une forêt ombrophile de montagne la plus étendue de toute l'Afrique avec une superficie de 101.500 ha.

Il enferme :

- Plus de 1200 espèces de flore et 140 espèces d'orchidées ;
- Plus de 260 espèces de plantes ligneuses et herbacées dont 24 espèces d'arbres endémiques au Rift Albertin;
- Plus de 275 espèces d'oiseaux dont seulement 26 sont endémiques au Rift Albertin (3 espèces – *bradypterus graueri*, *crypto spiza shelleyi* et *apalis argentea* sont sur la liste rouge de IUCN), d'où le parc de Nyungwe se classe parmi les zones les plus importantes du monde pour la conservation des oiseaux ;
- Treize espèces de primates constituant 1/5 des espèces de primates inventoriées en Afrique ;
- Le Colobe d'Angola (*Colobus angolensis ruwenzori*) est visible en groupes stables de 300 à 400 individus ; c'est un attribut écologique bien connu dans Nyungwe que l'on ne trouve nulle part ailleurs dans le monde pour les espèces de singes arboricoles.

Parc National de Nyungwe



Le Parc National de l'Akagera se trouve à l'Est du pays. Il couvre une superficie de 108.500 ha et héberge plusieurs espèces de plantes, plus de 90 espèces de mammifères dont 47 espèces de grands mammifères, 530 espèces d'oiseaux, 9 espèces d'amphibiens et 23 espèces de reptiles.

Il abrite toute une diversité de formations végétales comprenant plus de 900 espèces de plantes dont plusieurs espèces d'orchidées internationalement protégées. La majeure partie du paysage est couverte de savanes arbustives ou arborescentes à *Acacias Combretum* où abondent localement les bosquets sur termitières. L'*Acacia senegalensis* est généralement dominant. Dans les zones plus arides du PNA, la végétation tend vers une association à *Acacia-Commiphora*, tandis que dans les zones les plus humides, l'*Acacia senegalensis* tend à être remplacé par l'*Acacia polycantha* et l'*Acacia sieberana*.

Les savanes herbeuses comprennent surtout le *Themeda*, l'*Hyparrhenia*, le *Sporobolus* et le *Botriochloa*. La faune du PNA constitue son principal attrait. Elle comprend 47 espèces de grands mammifères, plus de 500 espèces d'oiseaux, 9 espèces d'amphibiens et 23 espèces de reptiles.

Dans ce parc, 4 espèces animales sont protégées par la CITES (Convention on International Trade of Endangered Species) à savoir *Loxodonta Africana*, *Sincerus caffer*, *Panthera leo* et *Tragelaphus oryx*.

⁵ Biodiversity surveys of the Nyungwe forest reserve in S.W. Rwanda, working paper N°19, July 2002

1.4.2. Les forêts relictives et forêts galeries

La forêt de Gishwati, située à l'altitude 2000~3000 m, s'étendait sur 21.000 ha avant d'être défrichée et convertie en pâturages sur 5.000 ha par le Projet sulvo-pastoral GBK à partir de 1981. Avec le rapatriement des anciens réfugiés, à partir de 1995, cette forêt a été occupée anarchiquement à 95 % par les anciens réfugiés. En 2000, le Gouvernement Rwandais a décidé d'octroyer 3000 ha pour la réinstallation de ces réfugiés en parcelles organisées d'environ 1 ha chacune. Ainsi, il ne reste que 600 ha à la forêt naturelle de Gishwati.

*La forêt naturelle de Mukura*⁶ qui s'étend sur une superficie de 800 ha est similaire à celle de Gishwati quant aux espèces d'arbres et sa situation en altitude 2000~3000 m.

En termes de biodiversité biologique, Mukura est plus appauvrie que la partie restante de Gishwati. Il est à noter que la diminution de sa superficie entraîne une réduction en diversité biologique dans la variété des microorganismes disponibles.

Les forêts relictives et les savanes de l'Est situées autour du Parc de l'Akagera renferment une gamme d'espèces endémiques et rares pour la plupart utilisées en médecine traditionnelle.

Les forêts galeries abritent une importante biodiversité avec des espèces endémiques et rares. La plus importante en superficie parmi ces forêts galeries est celle d'Ibanda-Makera. Cette dernière présente un intérêt particulier pour la population parce qu'elle abrite des espèces végétales utilisées en médecine traditionnelle, dans l'alimentation et dans d'autres activités de survie pour la population locale.

Certaines des plantes disponibles dans les forêts galeries font objet de recherche dans la pharmacopée moderne. C'est le cas par exemple de *Blighia unijugata*, *Grewia forbesi*, *Rhus vulgaris*, *Pterygota mildbraedii* et *Ficus sp.*

1.4.3. Les boisements

Les boisements ont été mis en place à partir de 1920 et sont principalement constitués d'Eucalyptus et des essences agro-forestières telles que le *Grevillea*, *cedrella*, *calliandra*, et *pinus*.

1.4.4. Les agro-écosystèmes

Au Rwanda l'espace agro-pastoral couvre plus de 70% du pays. Les cultures vivrières comprennent le haricot, le maïs, les patates douces, les pommes de terre, le sorgho, le bananier, etc) et les cultures industrielles sont notamment le café, le thé, le pyrèthre.

L'élevage est en grande partie extensif et traditionnel et se pratique dans le cadre familial. Parmi les races élevées au Rwanda figurent les races exotiques aussi bien pour les bovins que pour les caprins.

1.4.5. La biodiversité des zones humides

Environ 104 espèces de flore et plusieurs espèces de faune sont répertoriées dans les zones humides.

⁶ Plan d'action pour la conservation de la réserve forestière de Mukura 2004-2008, ARECO 2004

1.5. Les données socio-économiques

Le Rwanda compte actuellement 8.128.553 habitants⁷ pour une superficie de 26.338 km², soit une densité physique de 321 habitants/km². Vu que la surface effectivement utile n'est que de 18.740 km², la densité physiologique en 2002 atteint 378 habitants au km². Il est classé parmi les pays les plus pauvres du monde. Environ 50% de la population est âgée de moins de 16 ans et 90% vivent dans les milieux ruraux.

En 2002, le PIB par tête aux prix constants était de 77.870 FRW. La croissance du PIB réel pour l'année 2002 était de 9,4% par rapport à l'année 2001 grâce surtout à une bonne production vivrière durant les grandes saisons agricoles de l'année 2002.

Le produit intérieur brut du Rwanda est dominé par le secteur agricole. En 2002, la part de l'agriculture dans le PIB était de l'ordre de plus de 43%, celle de l'industrie 19% et celle des services 37%.

Fig.6 : Composition du PIB, 2002

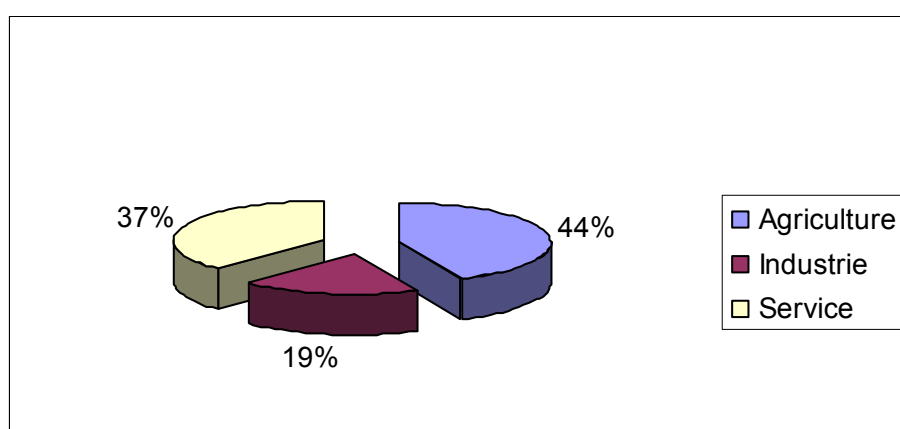


Tableau 5: Indicateurs socio-économiques

Indicateurs socio-économiques ⁸	1980	1990	2002
Population (million)	5,163	6,879	8,162
% sexe féminin	-	51,3	52,3
Taux de fécondité	8,3	6,9	5,6
Taux de mortalité maternel (pour 100.000 naissances)	-	1300	1071
Taux d'accroissement annuel (%)	3,1	3,1	1,2
Indice de la pauvreté (%)	40	53	60
Espérance de vie	46	49,5	49
Mortalité infantile (par 1000 naissances)	128	85	107
Mortalité pour les - de 5 ans (par 1000 naissances)	224	150	196
Prévalence VIH/SIDA (entre 15-49 ans)	-	-	13,7
Prévalence VIH/SIDA (plus de 12 ans) : milieu rural	-	-	10,8
Préval. VIH/SIDA (plus de 12 ans) : milieu urbain)	-	-	11,6
Enrôlement brut dans l'éducation primaire	63	70	103,7
% des filles dans l'enrôlement total	48,0	49,6	50,2
Enrôlement net dans l'éducation primaire	-	-	74,5
Enrôlement brut dans l'éducation secondaire	3,0	8,0	13,9
% des filles dans l'enrôlement total	33,3	39,9	74,9
Education supérieure : % des filles dans l'enrôl. total	8,2	16,6	52,5

⁷ Recensement général de la population et de l'habitat, août 2002

⁸ MINECOFIN, Edition n°5, août 2002: Indicateurs de développement économique

1.5.1 Les Etablissements humains

L'habitat rural au Rwanda a été depuis longtemps et reste dispersé. Il a été caractérisé depuis longtemps par l'occupation anarchique de l'espace portant ainsi atteinte à l'environnement par le gaspillage des terres et l'érosion des sols.

En 2004, le Gouvernement a adopté la politique nationale de l'habitat visant l'établissement d'un modèle d'habitat rural amélioré et regroupé communément appelé « IMIDUGUDU » et répondant aux critères de viabilité environnementale à travers la réorganisation de l'espace national, la réforme foncière et l'amélioration de la qualité des logements.

Habitat regroupé « Umudugudu », Rugobagoba



La politique en matière d'urbanisation est en cours de finalisation et vise à décourager la prolifération des quartiers spontanés. Les efforts louables ont été consentis dans l'élaboration des plans directeurs des villes, pour résoudre les problèmes causés par les quartiers spontanés.

1.5.2 L'énergie et les transports

Au Rwanda, la biomasse constitue la principale source énergétique puisqu'elle couvre 94% des besoins nationaux⁹. Les combustibles ligneux et des résidus végétaux sont des sources d'énergie utilisés dans les ménages, les industries et l'artisanat.

Transport du charbon de bois



⁹ MININFRA, Direction de l'Energie

Cependant, le pays dispose également d'autres sources d'énergies alternatives non encore exploitées notamment la tourbe estimée à 155 millions de tonnes, le gaz méthane du lac Kivu qui représente 57 milliards de m³ et l'énergie solaire.

Les centrales hydro-électriques au Rwanda ne produisent que 4% de l'énergie totale consommée pendant que le pays dispose d'un potentiel hydro-électrique important suite à son réseau hydrographique dense.

Les produits pétroliers importés sont utilisés à 80% en transport terrestre. Parmi eux, l'essence super, le gasoil ainsi que lubrifiants et huiles sont utilisés dans ce secteur.

Le secteur de transport est généralement dominé par le transport routier qui compte 14000 Km de routes et pistes. Dans le sous-secteur de transport aérien, le pays dispose de deux aéroports internationaux ainsi que trois aérodromes servant de transport intérieur. Le transport lacustre est pratiqué principalement sur le lac Kivu pour relier les provinces de Gisenyi, Kibuye et de Cyangugu.

A la fin de 2002, les statistiques du parc automobile¹⁰ étaient réparties comme suit : 5 automobiles pour 1000 personnes, 3 automobiles par Km de route, 1 véhicule de passagers pour 1000 personnes, 1 bicyclette pour 1000 personnes et 1 motocyclette pour 3000 personnes. Le total des véhicules opérationnels enregistrés jusqu'au 31/12/2003 était: 2925 motos, 7846 voitures, 4759 camionnettes, 1145 camions, 3458 jeeps, 2496 minibus, 289 remorques, 61 semi-remorques, 24 tracteurs, 46 bus et 18 microbus (Source: Direction des Transports, MININFRA). L'importation des véhicules d'occasion, surtout les taxis minibus, devient de plus en plus dominante et leur âge moyen est de 10 ans. La capitale Kigali compte plus de 70% du charroi automobile.

Les taxes sur l'importation des véhicules sont basées sur certains facteurs dont l'année de fabrication. En effet, plus le véhicule importé est âgé, plus il paie mois de taxes. Les impôts sur l'exploitation des véhicules fixés par Rwanda Revenue Authority dépendent aussi de plusieurs facteurs, mais celui de base est la puissance du véhicule en chevaux vapeurs. L'âge ou l'année de fabrication des véhicules n'a aucun effet sur la fixation des impôts.

Néanmoins, dans la fixation des frais d'assurance, les sociétés d'assurance considèrent l'année de fabrication des véhicules comme suit: un véhicule neuf jusqu'à l'âge de 5 ans paie moins de frais d'assurance. Celui âgé de 5 à 10 ans paie la taxe du nouveau véhicule de même type et catégorie majorée de 10% pour chaque année. Après 10 ans, les frais d'assurance restent inchangés.

1.5.3 Industrie

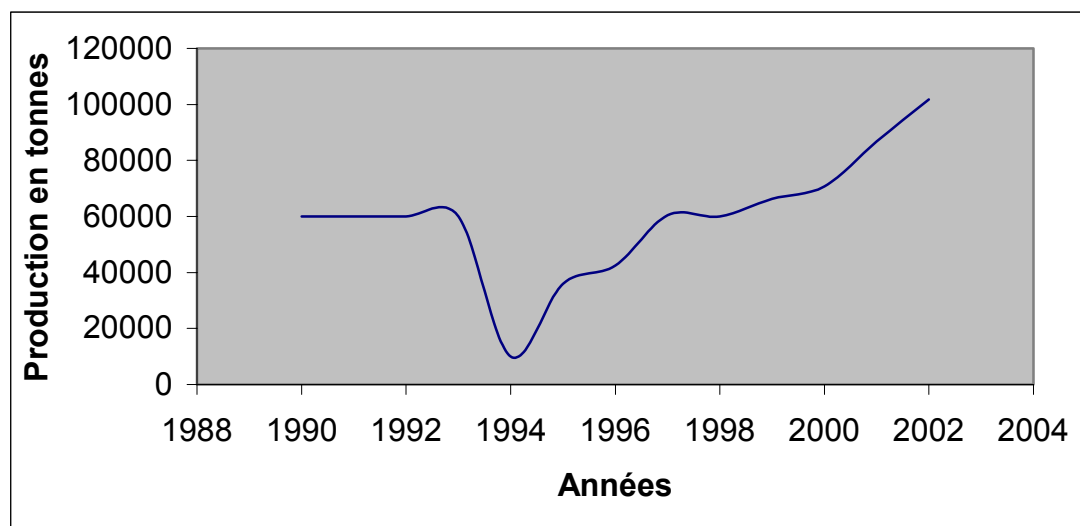
Le tissu industriel rwandais est modeste et récent : 78% des entreprises industrielles ont été créées entre 1964 et 1987. En 2002, la contribution du secteur industriel au PIB est de 19% dont la majorité sont dans l'agro-industrie et d'autres dans la catégorie des petites et moyennes entreprises qui produisent des biens de consommation de substitution aux importations en utilisant des technologies simples. L'industrie du ciment et la production de la chaux (tableaux 6 et 7) constituent la principale source d'émissions des gaz à effet de serre.

La production du ciment durant la période 1990 à 2002 se présente comme suit :

¹⁰ MININFRA, Direction des Transports

Tableau 6: Production de ciment par la CIMERWA (Cimenterie du Rwanda)

Années	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Production (Tonnes)	60000	60000	60000	60000	10000	36000	42452	60505	60030	66291	70716	86828	101786

Fig.7: Production du Ciment par la CIMERWA

La figure 7 montre combien la production annuelle du ciment a chuté de 60.000 tonnes en 1993 à 10.000 tonnes en 1994 à cause de la guerre. Après la guerre, la tendance de la production est en hausse progressive, de telle façon qu'elle a atteint 101.786 tonnes en 2002.

Durant la période de 1996 à 2002, la production de la chaux (en tonnes) se présente comme suit :

Tableau 7: Production de la chaux en tonnes

Producteur	PVC	ALICOMECH	APC Mashyuza	COCOCHAUMA	Quantité totale en tonnes
1996	1214	-	-	-	1214
1997	1214	-	-	-	1214
1998	479	-	-	-	479
1999	763	499	268	270	1800
2000	824	895	333	211	2263
2001	664	1294	412	252	2622
2002	-	1929	450	203	2582

De 1996 à 2002, la production annuelle de la chaux a doublé, allant de 1214 à 2582 tonnes.

1.5.4. L'Agriculture

L'agriculture est le secteur le plus important de l'économie rwandaise et contribue pour 43 % au PIB. Le café et le thé sont les principales cultures d'exportation, avec environ 49 millions de US\$ des recettes d'exportation en 1998. En 2002, les revenus d'exportation du thé étaient de 18 millions US\$.

Plantation théicole à Gisakura à la limite du Parc National de Nyungwe



Le système de production agricole est basé sur de petites exploitations familiales dont la production est auto-consommée à plus de 80 %. Les systèmes de culture sont complexes, basés sur la diversification de productions et l'association des cultures. Sept cultures principales, à savoir la banane, le haricot, le maïs, la patate douce, le manioc, le sorgho, et la pomme de terre, dont les cinq premiers sont présents sur 90 % des unités de productions¹¹, constituent une base commune à l'ensemble des régions du Rwanda (MINAGRI, 1998).

La faible utilisation des engrais (moins de 3 kg/ ha) et pesticides, le faible niveau d'équipement et l'application très limitée des technologies mises au point par la recherche, se traduisent par des rendements médiocres très sensibles aux aléas climatiques.

Les dimensions des exploitations agricoles familiales varient de 0,5 ha (34% des fermes) à plus de 2 ha (16%) (MINAGRI, 2001). La moyenne des exploitations agricoles familiales est de 0,71 ha. En 2001, au niveau national 63% des ménages ont moins de 0,75 ha.

Exploitation agricole familiale

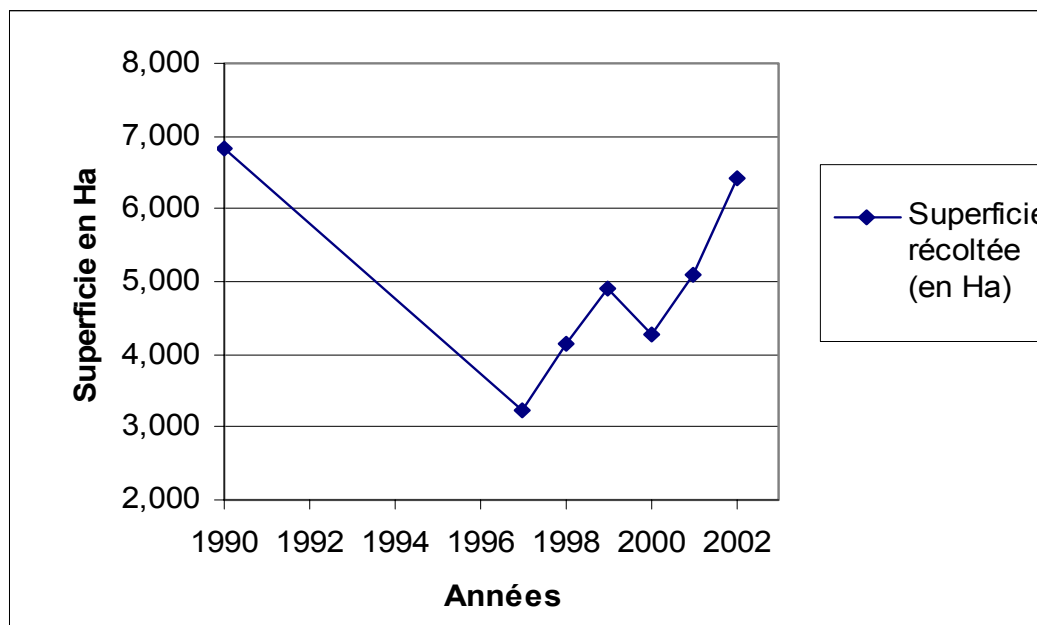


¹¹ MINAGRI, 1998

1.5.4.1. Les rizicultures

La riziculture est exclusivement pratiquée sur les sols minéraux, principalement irriguée et inondée en permanence.

Fig. 8: Evolution de la superficie récoltée des rizières



L'analyse de l'évolution des superficies récoltées d'après le rapport du MINAGRI (2002) révèle une baisse dramatique de la pratique de la riziculture durant la période de crise politico-sociale entre 1990 et 1994. Cependant, la production du riz a augmenté progressivement en fonction des superficies emblavées dès 1997.

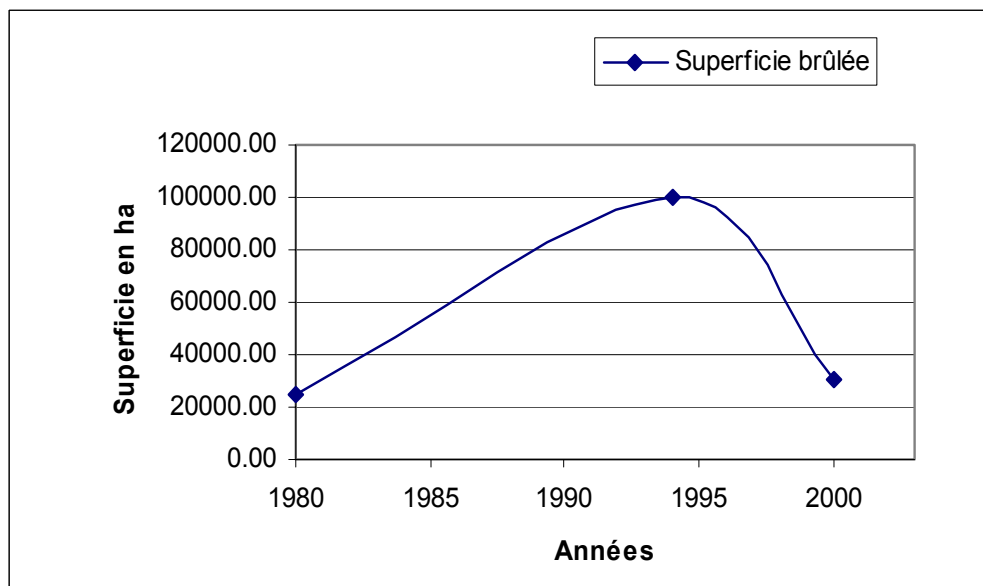
1.5.4.2. Le brûlage dirigé des savanes

La zone de savane au Rwanda couvre, pour la majeure partie, la superficie anciennement occupée par le Parc National de l'Akagera dans ses limites d'avant 1994, c'est à dire environ 250.000 ha¹².

Environ 10 % de la zone de l'ancien *Parc National de l'Akagera*, soit 25000 ha, est l'étendue de la savane herbeuse annuellement brûlée au cours des années 1980. Après l'année 1994, la superficie de la zone des pâturages estimée à 15 % est annuellement mise à feu, soit environ 26500 ha.

¹² MINECOFIN, 2001

Fig. 9: Evolution de la superficie de savane brûlée



1.5.4.3. Le brûlage sur place des résidus de récoltes

Le brûlage des résidus de récolte est une source d'émission de méthane, de monoxyde de carbone, d'oxyde nitreux et d'oxydes d'azote.

Les Figures 10 à 13 illustrent les parts relatives à chaque groupe de cultures vivrières en supposant que les résidus brûlés sont toujours proportionnels au tonnage de produits consommables, les bananes sont de loin les plus grands pourvoyeurs de résidus agricoles, suivis par les légumineuses et les tubercules.

Fig. 10: Evolution de la production des résidus de récoltes, MINAGRI 2002

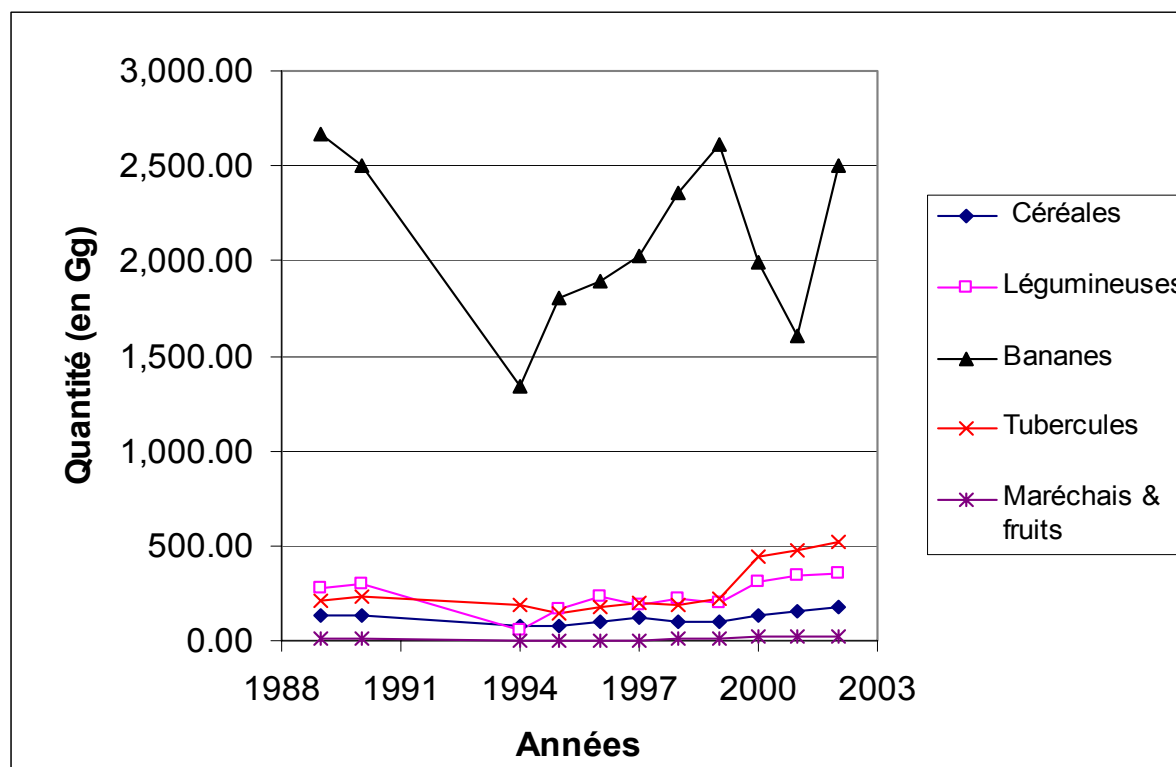


Fig. 11: Evolution de la production des résidus de céréales, MINAGRI 2002

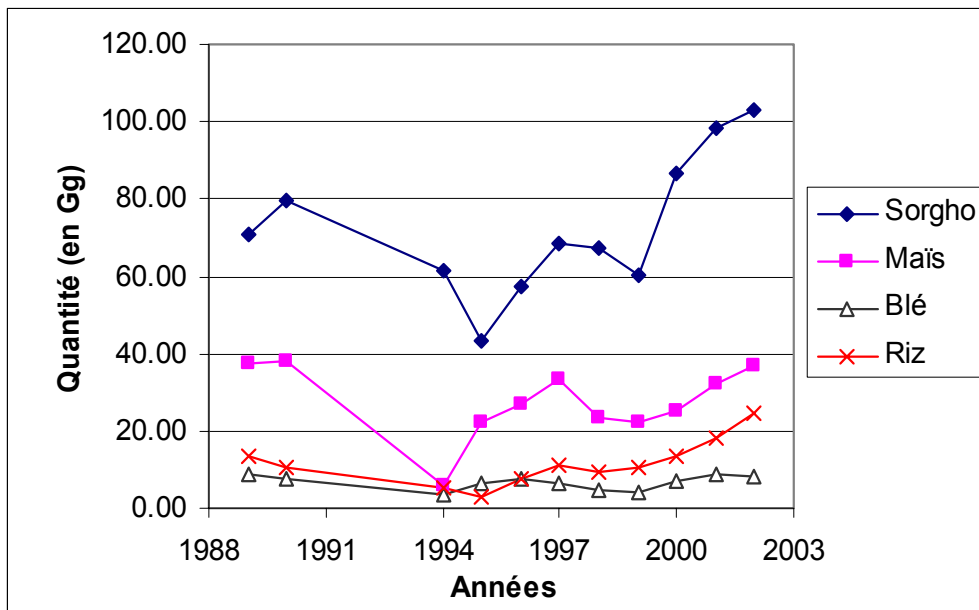


Fig. 12: Evolution de la production des résidus de tubercules, MINAGRI 2002

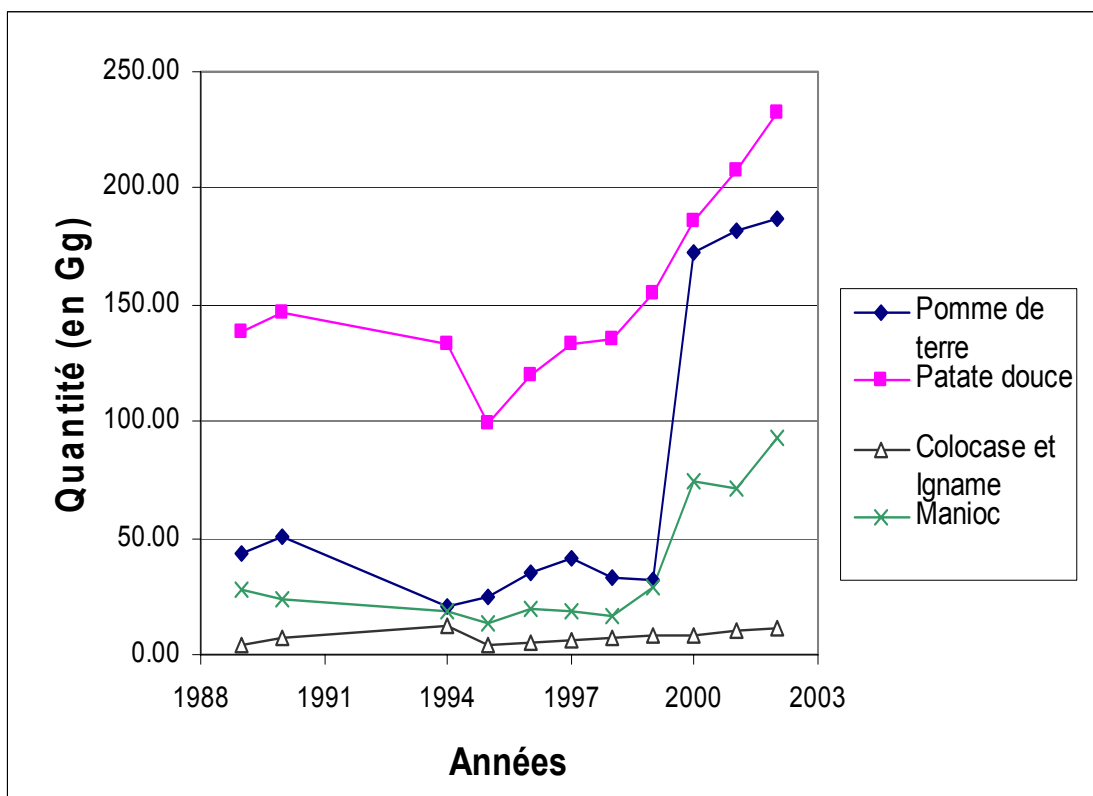
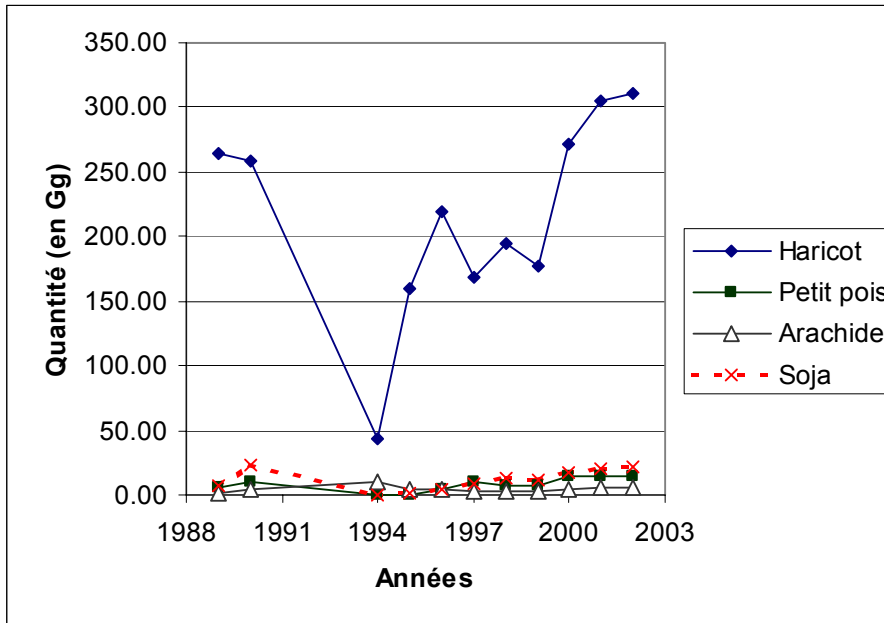


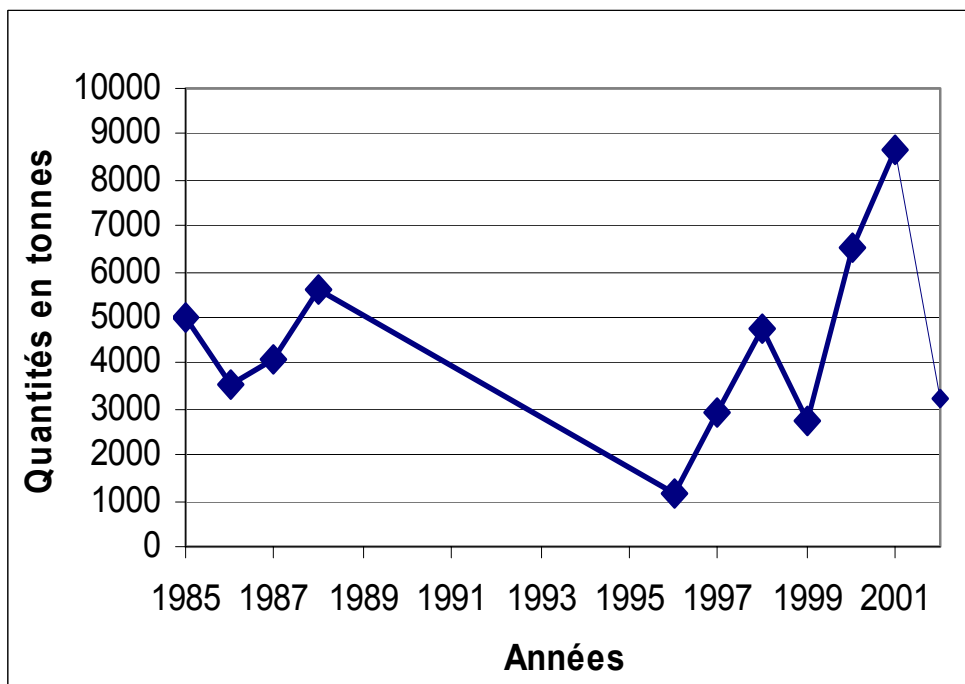
Fig. 13: Evolution de la production des résidus de légumineuses, MINAGRI 2002



1.5.4.4. Les sols cultivés

Les sols organiques mis en culture sont estimés à 7600 ha et localisés dans les marais et les bas-fonds. L'importation des fertilisants inorganiques a considérablement augmenté à partir de l'année 2000.

Fig. 14: Evolution des importations de fertilisants artificiels au Rwanda, FEWS NET (1989 et 2001) et MINAGRI (2002).



1.5.4.5. L'élevage

L'élevage, essentiellement de bovins est extensif en grande partie. La production laitière est en moyenne d'un (1) litre / vache/ jour pour les bovins pendant 180 jours de lactation (MINAGRI, 2001).

Bovins de race Ankolé



Les *pâturages* sont essentiellement constitués de jachères familiales, et des terres marginales considérées comme impropres à l'agriculture tels que les sous-bois. La pression démographique pousse progressivement vers la semi-intensification ou l'intensification des ressources fourragères utilisées dans l'alimentation des animaux.

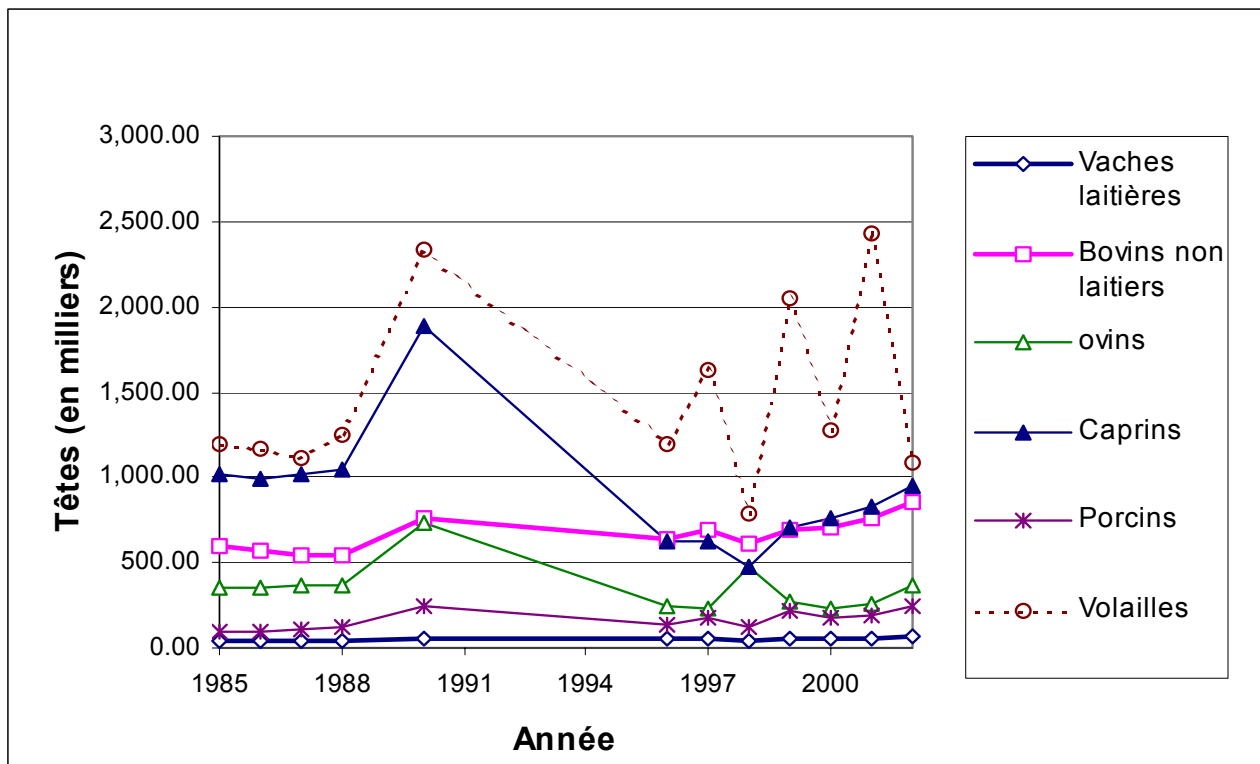
Le peu de surfaces pâturables qui restent sont mal utilisées parce que les éleveurs ne maîtrisent pas la gestion des pâturages. Cela se traduit par le surpâturage et la surexploitation conduisant au piétinement, à la dégradation et à la disparition du couvert végétal.

La stabulation permanente, la semi-stabulation et l'élevage extensif constituent les trois principaux modes d'élevage. Le tableau ci-dessous donne une idée sur leur répartition.

Tableau 8: Mode de régie pratiqué par les ménages par espèces animales (en % des ménages), MINAGRI 2002

Espèce / Mode de régie	Bovins	Caprins	Ovins	Porcins	Volailles	Lapins
Semi-stabulation ou permanente	65,0	40,0	61,9	93,5	21,9	80,7
Hors stabulation	35,0	60,0	38,1	6,5	78,1	19,3

Fig. 15: Evolution du cheptel domestique entre 1985 et 2002, MINAGRI 2002



La figure 15 montre qu'il y a eu une augmentation du cheptel domestique entre les années 1988 et 1990. Les années suivantes, de 1991 à 1996, le nombre de cheptel domestique a fortement baissé à cause de la guerre, du génocide et de leurs conséquences.

1.6. Les forêts

La couverture forestière nationale est estimée à 527.863 ha en 2001 soit un taux de couverture de 20,05% de la superficie totale du Rwanda. Sur une période de 41 ans, les superficies des forêts naturelles sont passées de 6 34.000 ha à 221.200 ha soit une régression de 65,11% entre 1960 et 2002. Cette situation résulte de plusieurs facteurs dont les défrichements dus à la recherche des terres cultivables, l'exploitation abusive des forêts, la mauvaise gestion, etc.

Parc National de Nyungwe



Tableau 9: Evolution des superficies en ha de grandes forêts et plantations forestières de 1960 à 2002 (MINAGRI et ORTPN)

Catégorie	Type de forêts	Superficies en ha								
		1960	1970	1980	1990	1996	1999	2000	2001	2002
Forêts Naturelles	Nyungwe+Cyamudongo	114.000	108.800	101500	101500	101500	101500	101500	101500	101500
	Gishwati	28.000	28.000	23.000	8.800	3.800	600	600	600	600
	Mukura	3.000	3.000	2.100	2.100	1.600	1.200	1.200	800	800
	Parc des volcans	34.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000
	Parc de l'Akagera	241000	241.000	241.000	241.000	241000	90.000	90.000	90.000	90.000
	Domainne de chasse	64.000	45.000	45.000	34.000	0	0	0	0	0
	Forêts galeries de l'Est	150.000	150.000	90.000	55.000	30.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Plantations forestières	Plantations forestières	24.500	27.160	80.000	247500	232.500	252.000	282.563	306.663	306.663

1.7. Les déchets

Les déchets solides sont répartis en déchets solides municipaux (DSM) et en déchets solides industriels. Les premiers comprennent les ordures ménagères, les déchets commerciaux et les déchets publics ; les seconds comprennent les déchets assimilables aux déchets solides municipaux, les déchets spécifiques aux procédés de fabrication et les sous-produits de fabrication.

L'évolution de la production annuelle des déchets solides et eaux usées (kg DBO/1000 personnes/an) de 1990 à 2002 en fonction de la population urbaine est reprise sur les figures 16 et 17.

Fig. 16: Evolution de la production des déchets solides de dans les milieux urbains (1990 - 2002)

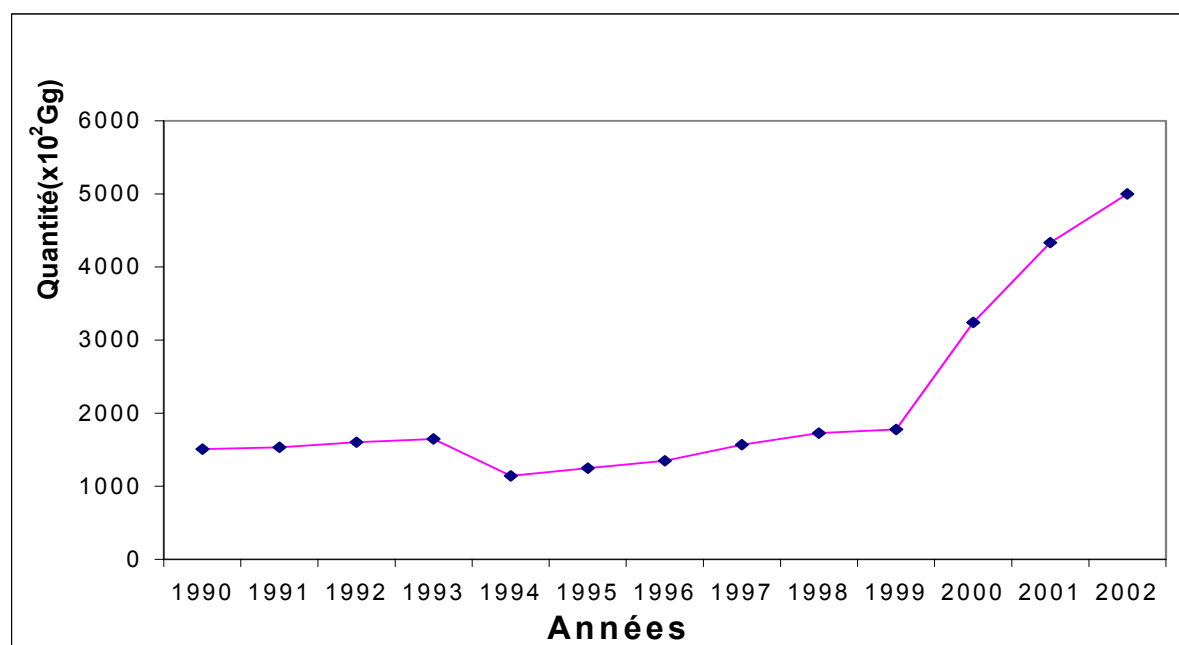
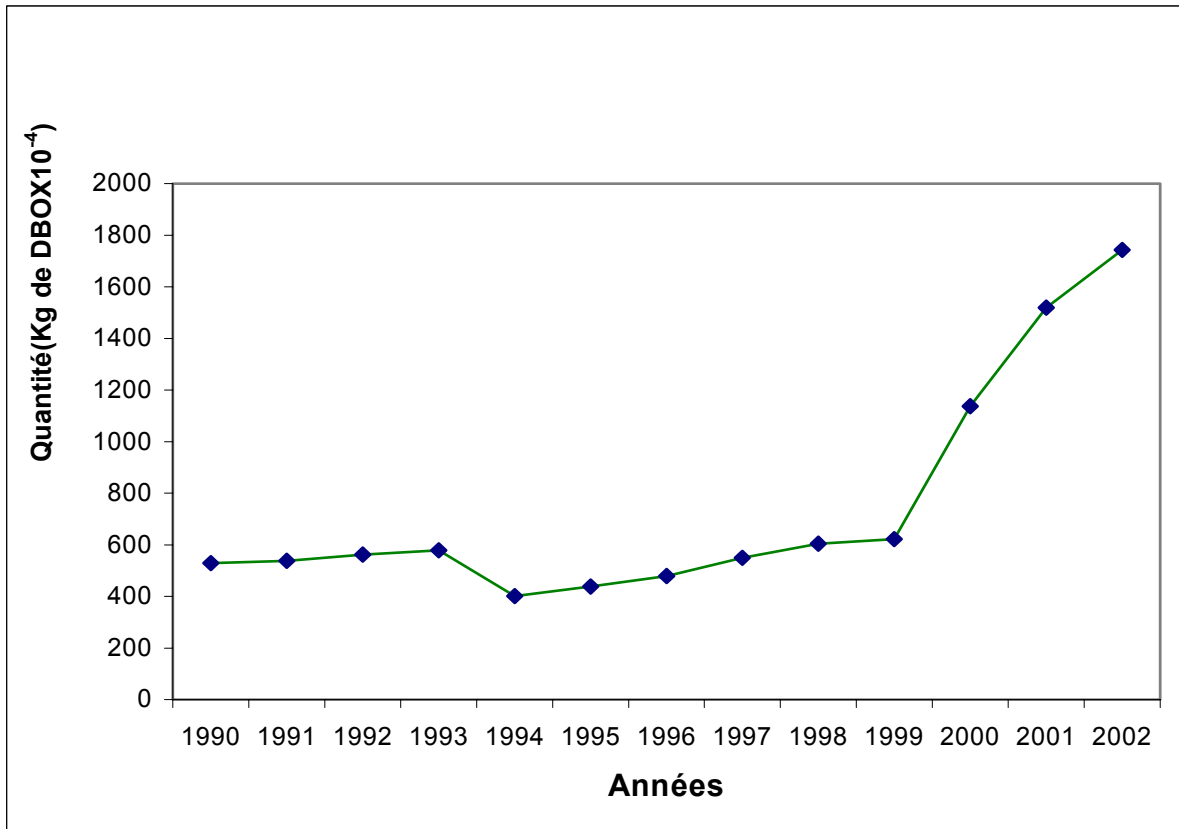


Fig. 17: Evolution de la production des eaux usées de 1990 à 2002 dans les milieux urbains



Les graphiques des figures 16 et 17 montrent que les quantités des déchets solides et des eaux usées augmentent d'une façon exponentielle à partir de l'année 1995. Cela se justifie par les circonstances d'après guerre 1990-1994 et de génocide d'avril 1994 qui ont engendré l'exode rural vers les centres urbains et le développement qui a suivi après la période de réhabilitation à partir de l'année 1999.

1.8. Education, information et recherche

Le Rwanda a adopté un système d'éducation pour tous. Néanmoins, il y a une faible intégration de l'éducation environnementale dans les programmes d'enseignement primaire, secondaire et supérieur. Des efforts et des initiatives pour l'éducation environnementale sont dispersés. Il n'existe pas une plate-forme ou un forum de dialogue et d'harmonisation des activités d'éducation environnementale.

L'information joue un rôle important dans la sensibilisation et la conscientisation de la population aux problèmes de l'environnement et dans le changement des habitudes vis-à-vis de celui-ci. Les moyens les plus utilisés pour sensibiliser la population sont la radio, la télévision, la presse écrite, les affiches et les films-vidéos.

La recherche dans le domaine de l'environnement est essentiellement menée dans les établissements publics suivants :

- l'Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda (ISAR) ;
- l'Institut de Recherche Scientifique et Technologique (IRST) ;
- l'Université Nationale du Rwanda (UNR) ;
- Kigali Institute of Science, Technology and Management (KIST);
- Kigali Institute of Education.

Chapitre 2 : INVENTAIRE NATIONAL DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE (GES)

Les caractéristiques des émissions des gaz à effet de serre non régis par le Protocole de Montréal montrent les sources de ces gaz et leurs puits. L'inventaire de ces gaz constitue la partie principale de la Communication Initiale du Rwanda relative à la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) et en même temps la base des autres activités réalisées dans ce travail.

La méthodologie utilisée est celle qui est proposée dans le manuel simplifié des lignes directrices du GIEC 1996-version révisée pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Cette méthodologie a consisté à exploiter la documentation existante, l'identification et la collecte des données, l'identification des personnes ressources à contacter, l'analyse et le traitement de ces données et la validation.

Suite aux événements tragiques de guerre et de génocide qui ont endeuillé le Rwanda de 1990 à 1994, l'année 2002 a été choisie comme année de référence au lieu de l'année 1994. Ainsi, le calcul des émissions de gaz à effet de serre a été effectué en utilisant les facteurs par défaut pour l'année 2002.

2.1. Inventaire d'émissions des gaz à effet de serre liés à l'énergie

2.1.1. Emissions de CO₂

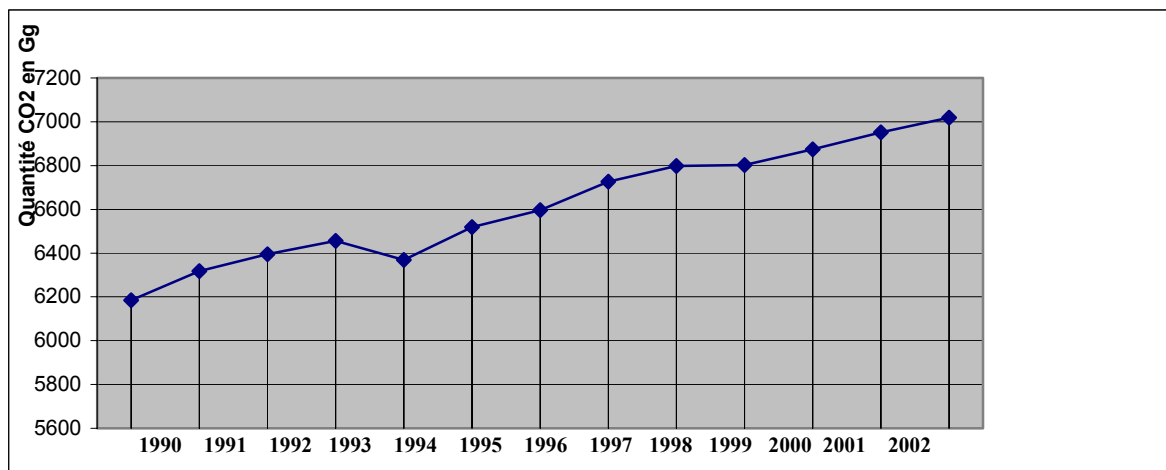
Les émissions de CO₂ de 1990 à 2002 (Tableau 10) prises en compte portent sur les produits pétroliers utilisés dans le transport terrestre, les ménages, l'industrie ainsi que la biomasse.

Tableau 10: Emissions de CO₂ en Gg de 1990 à 2002

Années	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Produits pétroliers	258.77	207.78	223.77	226.04	84.06	171.76	194.45	269.30	291.23	246.90	271.17	304.19	259.68
Bois de feu	5713	5889	5922	5955	5977	5999	6013	6021	6019	6010	5991	5962	5918
Charbon de bois	213	220	249	275	308	348	389	436	488	546	612	686	770
TOTAL	6184.77	6316.78	6394.77	6456.04	6369.06	6518.76	6596.45	6726.3	6798.23	6802.9	6874.17	6952.19	6947.68

L'inventaire des émissions de CO₂ provenant des produits pétroliers montre selon tableau 10 une augmentation moyenne de 12,33% du phénomène dans le temps. Une baisse de ces émissions en 1994 s'explique par la baisse d'importation des produits pétroliers au cours de la guerre d'avril à juillet 1994. Au fur et à mesure que le parc automobile s'accroisse, la consommation des hydrocarbures va augmenter.

Fig.18: Total des émissions de CO₂ en Gg CO₂ de 1990 à 2002



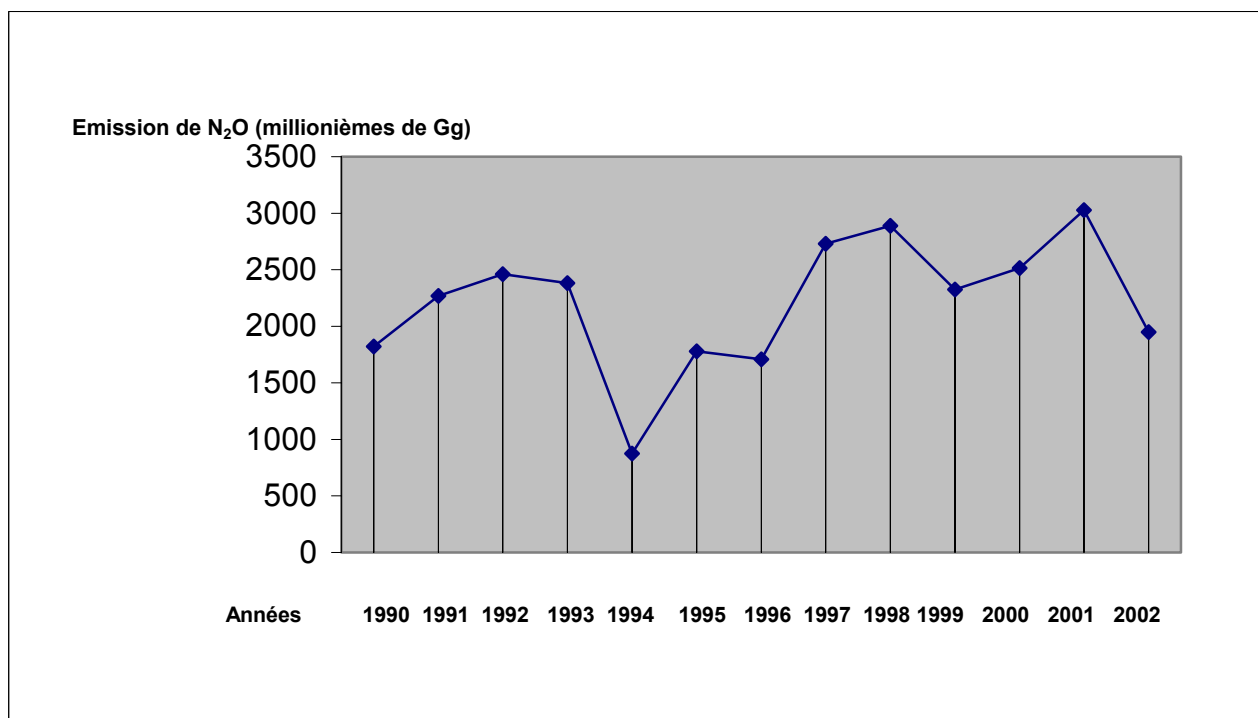
2.1.2. Emission de Gaz autres que le CO₂

2.1.2.1. Emissions de N₂O

Tableau 11: Emissions d'hémioxyde d'azote issues des hydrocarbures

Années	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Produits pétroliers (10 ⁻⁶)	1823	2268	10068	2381	874	1779	1709	2729	2890	2325	2515	3027	1950

Fig.19: Emissions d'hémioxyde d'azote issues des hydrocarbures



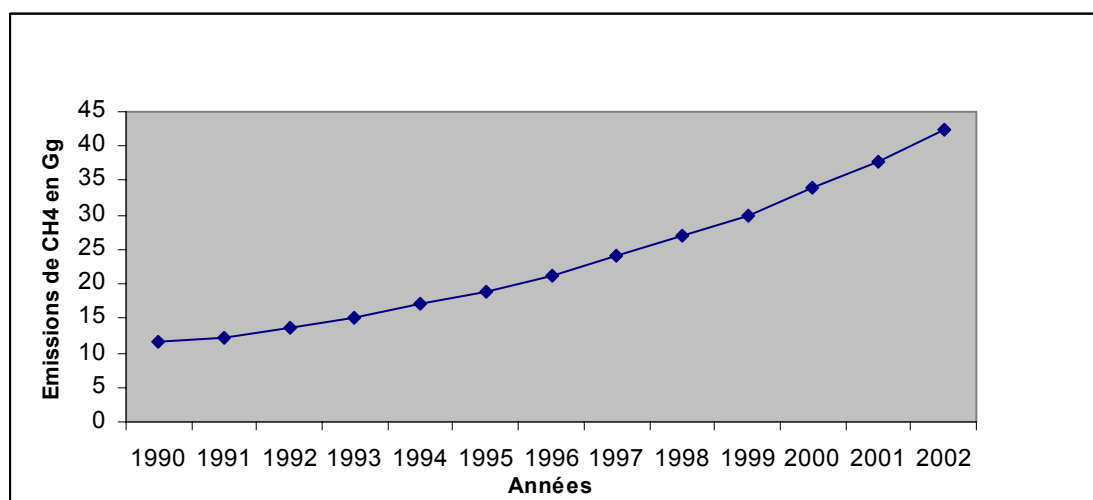
Les émissions de N₂O à partir de l'utilisation des hydrocarbures restent faibles comme le montre le graphique ci-dessus et on note une grande variabilité de ces émissions.

2.1.2.2. Emission de CH₄ en Gg

Tableau 12: Emissions de CH₄ en Gg

ANNEES	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Produits pétroliers x10 ⁻²	3.5863	2.8029	3.284	3.148	1.188	2.309	3.228	4.028	3.8574	3.7806	4.4361	4.411	4.173
Production de charbon de bois	2.68	2.8	3.14	3.5	3.9	4.4	4.9	5.53	6.2	6.9	7.8	8.7	9.8
Utilisation du charbon de bois	8.9	9.3	10.5	11.5	13.1	14.71	16.4	18.4	20.7	23.1	26	29	32.5
TOTAL	11.62	12.13	13.7	15	17	19	21.33	24	27	30	34	37.74	42.34

Fig.20: Total des émissions des CH₄(Gg CO₂)



Les émissions de méthane montrent une croissance de presque 4 % de 1990 à 2002 suite à la production et l'utilisation du charbon de bois.

2.1.2.3. Emissions fugitives

Les émissions fugitives concernant le gaz méthane dissous dans le lac Kivu sont estimées à 175 Gigagrammes de méthane par an.

Les données sur l'utilisation du bois énergie dans le secteur industriel sont incomplètes. Selon l'enquête menée par le MINERENA/Banque Mondiale en Avril 2002, sur 886 industries et institutions comptées, 103 étaient des briqueteries et 193 restaurants répartis sur six Provinces.

L'inventaire des émissions dues aux avions n'a pas été fait faute de données sur les fréquences d'atterrissages décollages selon les types d'avions. Une seule compagnie SN Brussel Airlines tient des données qui datent seulement de 2002.

Les émissions de gaz autres que le CO₂ restent très faibles en général. Les principaux secteurs d'utilisation de l'énergie sont les ménages et le transport, avec une domination très importante du bois – énergie. Cette ressource reste la principale source d'émissions de CO₂ à 96% par rapport aux produits pétroliers, la contribution des autres gaz étant très faible. De cette prédominance de la ressource bois-énergie résulte une surexploitation des boisements et forêts dont la principale conséquence est une déforestation excessive.

2.2 Inventaire des gaz à effet de serre liés aux procédés industriels.

Les principales sources d'émissions sont issues de procédés industriels au cours desquels les matériaux subissent une transformation physique ou chimique. Les gaz à effet de serre émis comprennent le CO₂, CH₄ et N₂O.

2.2.1 Inventaire des émissions du dioxyde de carbone (CO₂)

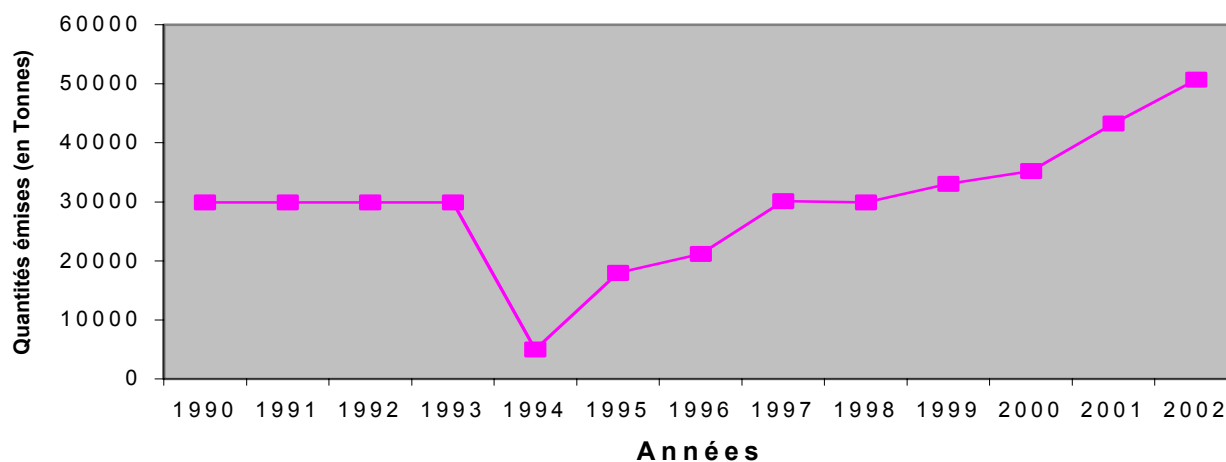
Les sources d'émissions du dioxyde de carbone (CO₂) au Rwanda sont principalement la fabrication du ciment et de la chaux.

Le dioxyde de carbone est également émis lors de sa production en fonction du procédé industriel utilisé, lors de la production du carbure de silicium et du carbure de calcium et lors de la production de métal (Fer et acier, Ferro-alliages, Magnésium, autres métaux).

Tableau 13: Estimation de CO₂ émis lors de la production du ciment en Gg

Année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total
Qté de CO ₂	29,210	29,210	29,210	29,210	4,985	17,946	21,162	30,162	29,925	33,046	35,252	43,284	50,740	386,142

Fig. 21: Quantité de CO₂ émis lors de la production du ciment



La quantité du dioxyde de carbone (CO₂) émise lors du processus de production de ciment durant la période de 1990 à 2002 est estimée à 386.142 Tonnes, soit 386,142 Gigagrammes de CO₂.

2.2.1.2 Inventaire des émissions de CO₂ lors de la production de la chaux

La chaux produite provient du chauffage du calcaire, c'est pourquoi dans le calcul de la quantité de CO₂ émis, le facteur d'émission qui a été utilisé est celui de *0,79 tonne de CO₂/tonne de chaux vive produite*.

Tableau 14: Estimation de CO₂ émis lors de la production de la chaux en Gg

Année	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total
Qté de CO ₂	0,959	0,959	0,378	1,422	1,788	2,071	2,040	9,617

La quantité de dioxyde de carbone émise lors du processus de production de la chaux durant la période de 1996 à 2002 est estimée à 9.617,46 Tonnes, soit 9,617 gigagrammes de CO₂.

Fig. 22 : Quantité de CO₂ émis lors de la production de la chaux



2.2.1.3 Production de métal

La quantité de dioxyde de carbone (CO₂) émise lors du processus de production de l'étain (Sn) en 2002 est estimée à 12,5 Tonnes, soit 0,0125 gigagramme de CO₂.

Tableau 15: Estimation de CO₂ émis lors de la production de l'étain (Sn)

	A	B	C	D=C/1000
Année	masse de l'agent réducteur (en tonnes)	Facteur d'émission	Quantité de CO ₂ émis (en tonnes)	Quantité de CO ₂ émis en Gigagrammes
2002	5	2,5	12,5	0,0125

2.3 Inventaire des émissions de gaz à effet de serre liés l'agriculture

L'analyse des conditions agricoles du Rwanda révèle que l'intervalle 1990 -2000 a été dur envers les ressources naturelles. L'étendue des jachères, pâturages et boisement a fortement diminué durant cette période. Le brûlage des savanes ainsi que l'émission de CO ont été les plus sévères durant cette période.

2.3.1 Emissions de GES issues du cheptel domestique

Dans le cas du Rwanda, la majeure partie du méthane issu de la fermentation entérique du cheptel domestique provient des bovins non laitiers. Les vaches laitières sont si peu nombreuses que les caprins et ovins constituent de plus grands producteurs de méthane que les premières.

La figure 23 montre que les années de guerre sont marquées par une chute d'un peu plus de 10 Gg en émissions de CH₄, mais la seconde moitié des années 1990 voit une augmentation relativement rapide des émissions de CH₄. Avec le début des années 2000, on observe un retour au niveau des émissions de CH₄ en 1990. Cet accroissement des émissions de CH₄ reflète vraisemblablement la reconstitution des troupeaux de bovins à leur niveau d'avant guerre.

Fig. 23: Emissions annuelles de méthane en provenance du cheptel domestique

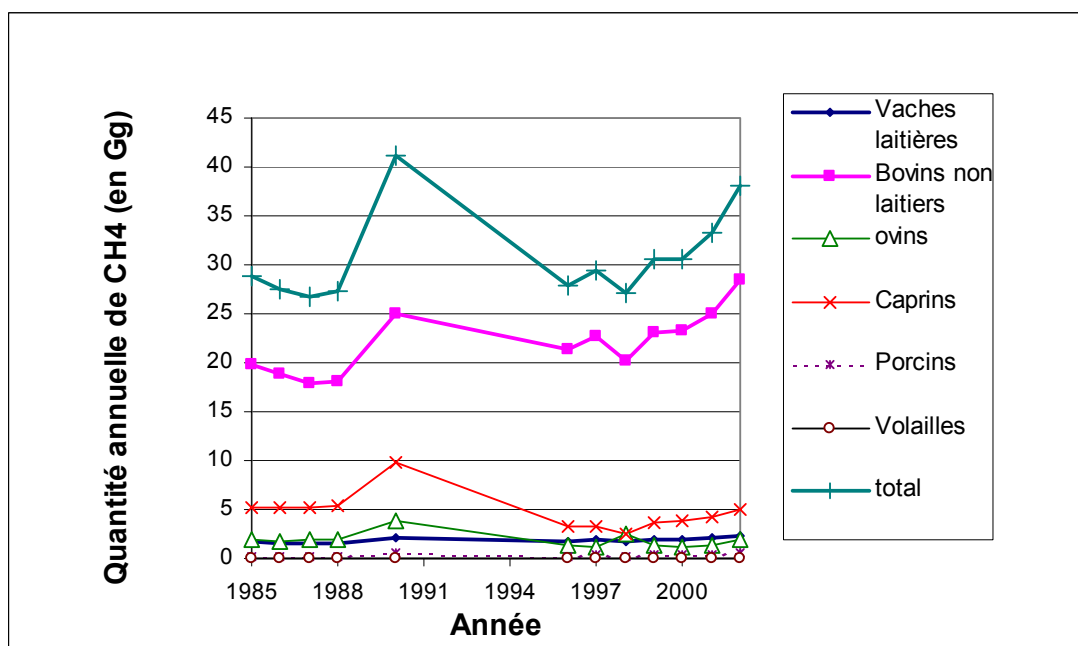
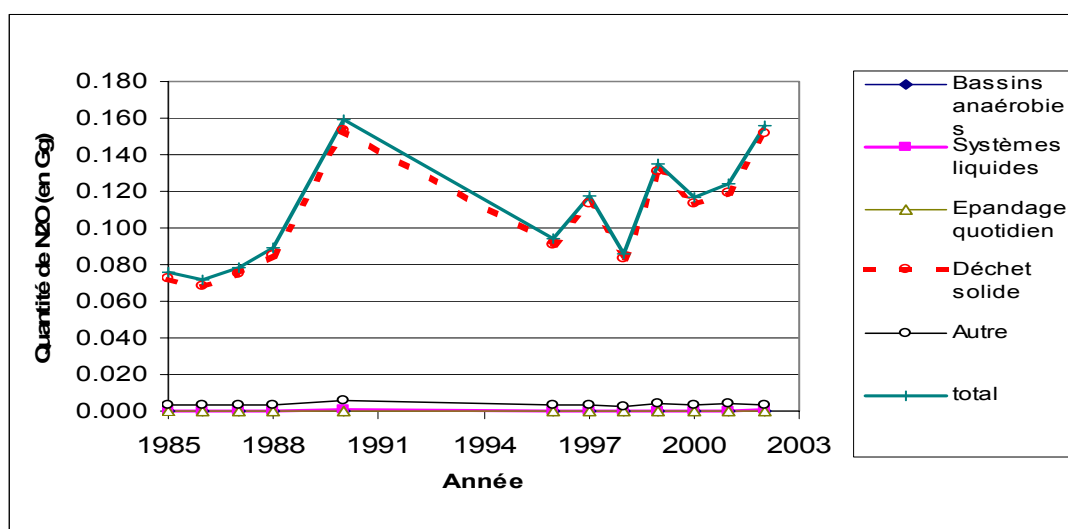


Fig. 24: Emissions annuelles d'hémioxyde d'azote

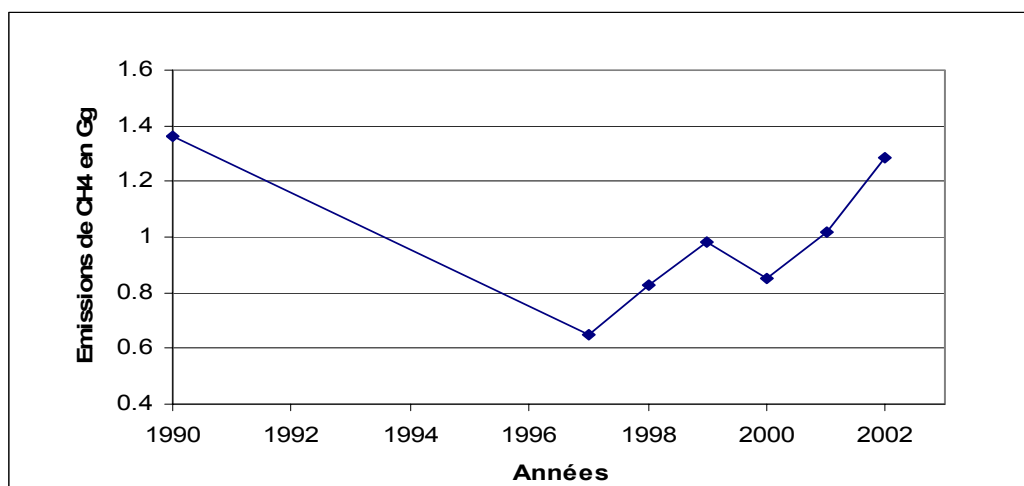


Les émissions annuelles de N₂O sont comme le CH₄ marquées par une baisse de 0,08 Gg entre les années de guerre 1990-1994 et une augmentation rapide après l'année 1997 qui atteint le niveau de l'année 1990 de 0.16 Gg en 2002.

2.3.2 Emissions de Gaz à effet de serre issues de la riziculture

Reflétant l'évolution de la superficie de rizière récoltée au cours des années, les émissions de méthane marquent une nette tendance à l'augmentation depuis la seconde moitié des années 1990 (Figure 25). Le début des années 2000 semble marquer le retour au niveau d'avant-guerre pour les émissions de méthane issues des rizières.

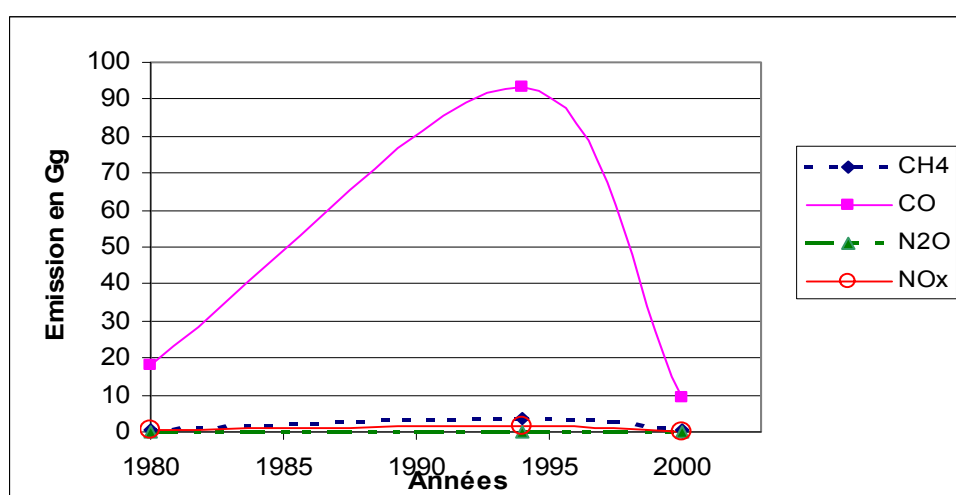
Fig. 25: Emissions de méthane issues des rizières



2.3.3 Emissions de Gaz à effet de serre issues du brûlage dirigé des savanes

Le monoxyde de carbone est le principal GES émis lors du brûlage des savanes (Figure 26)

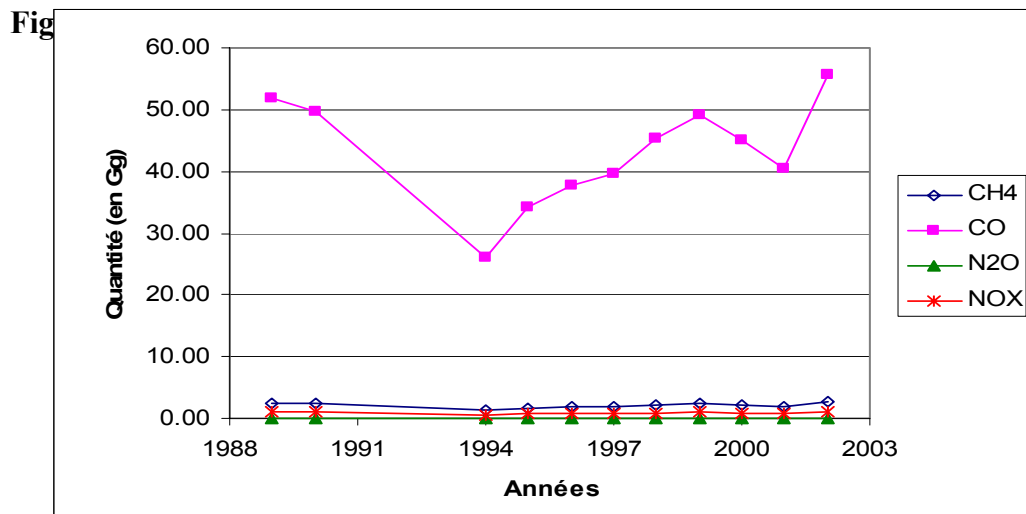
Fig. 26: Emission de GES issus du brûlage dirigé des savanes.



La courbe décrivant l'évolution de l'émission de CO issu du brûlage dirigé des savanes a la forme de la courbe indiquant l'évolution de la superficie de savane brûlée.

2.3.4 Emissions de GES issues du brûlage sur place des résidus de récoltes

La production estimée de résidus de récolte des bananes détermine l'allure des émissions de monoxyde de carbone (CO) issues du brûlage des résidus de récoltes. Le monoxyde de carbone (CO) est le GES le plus abondant lors du brûlage des résidus de récoltes.

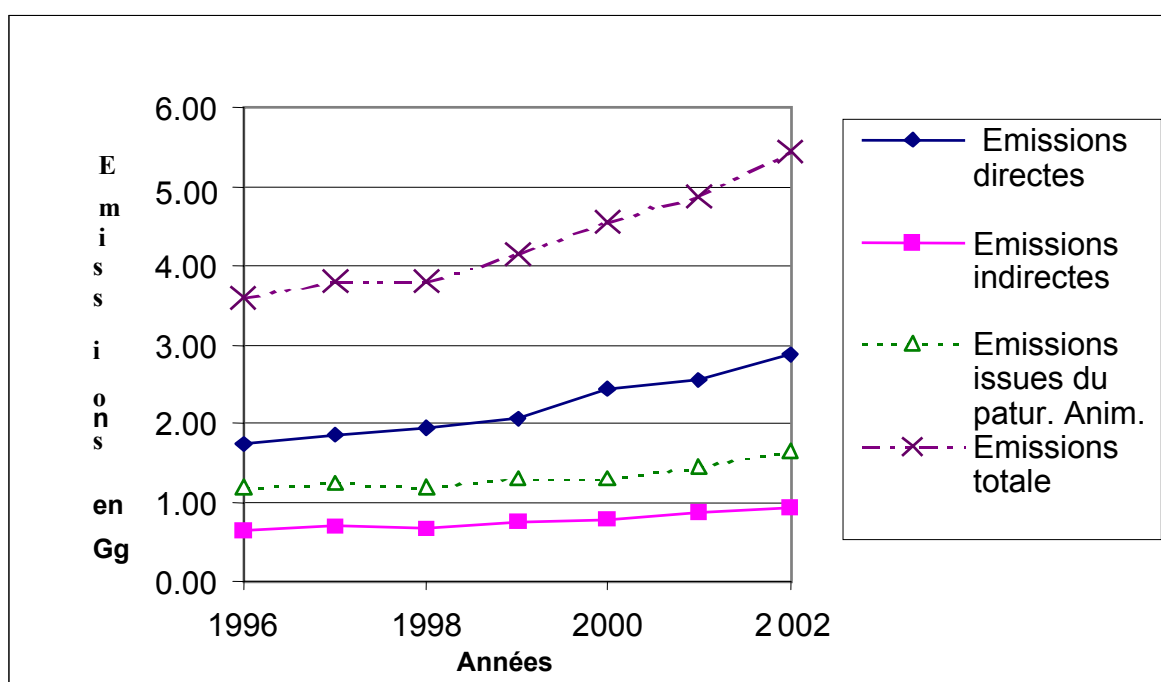


La figure 27 montre une baisse de 25 Gg d'émissions de CO au cours de la période 1990 et 1994 et une augmentation de 25 Gg d'émissions de CO entre les années 1994 et 2002. Les émissions des autres GES (N₂O, NO_x et CH₄) sont insignifiants et restent presque au même niveau de 1990.

2.3.5 Emissions de GES issues des sols cultivés

Les émissions directes constituent la plus grande contribution de N₂O des sols cultivés. Les déjections des animaux en pâture sont les seconds contributeurs de N₂O des sols cultivés. L'épandage des fertilisants (organiques et inorganiques) ainsi que le rejet atmosphérique de NH₃ et de NO_x contribuent relativement peu à l'émission de N₂O des sols cultivés (Figure 28).

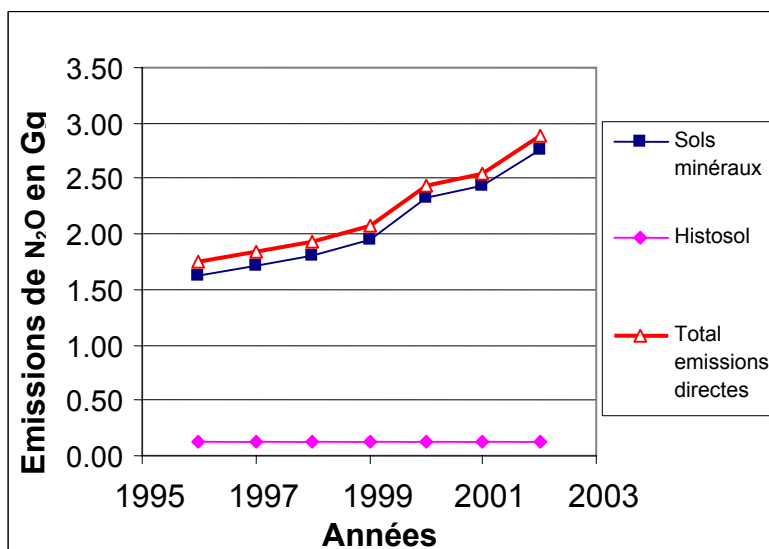
Fig.28: Emissions d'hémioxyde d'azote issue des sols cultivés (1996 à 2002)



Les sols minéraux qui constituent la majorité des sols exploités au Rwanda contribuent à la majorité des émissions directes de N₂O des sols cultivés.

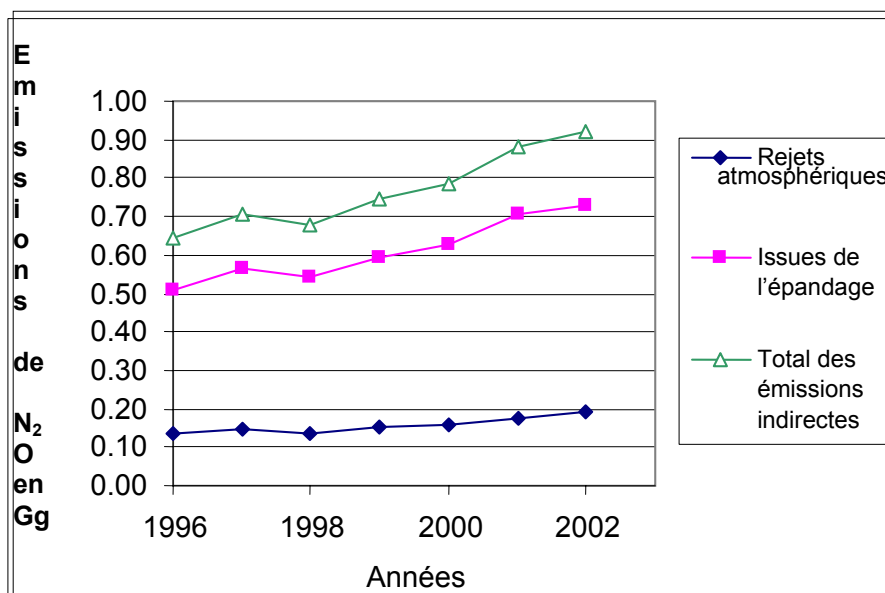
Les émissions indirectes de N₂O surviennent, pour l'essentiel, après épandage d'engrais artificiels et de fumier sur les sols cultivés.

Fig.29: Emissions directe de N₂O des sols cultivés



Au cours de la période 1996- 2002, on remarque une augmentation progressive des émissions directes de N₂O issues des sols minéraux cultivés de 1,6 Gg à 2,5 Gg.

Fig.30: Emissions indirectes de N₂O des sols cultivés



Le méthane constitue environ 37 % de l'ensemble des GES issus de l'agriculture. La quantité moyenne émise en 2000, 2001 et 2002 est de 37,62 Gg. Comme l'indique la Figure ..., la plus grande source de méthane dans l'agriculture rwandaise est issue de la fermentation entérique, avec une production annuelle moyenne de 32.73 Gg (soit environ 87 % de l'émission totale de CH₄). Les bovins contribuent à environ 71 % de l'émission totale de CH₄.

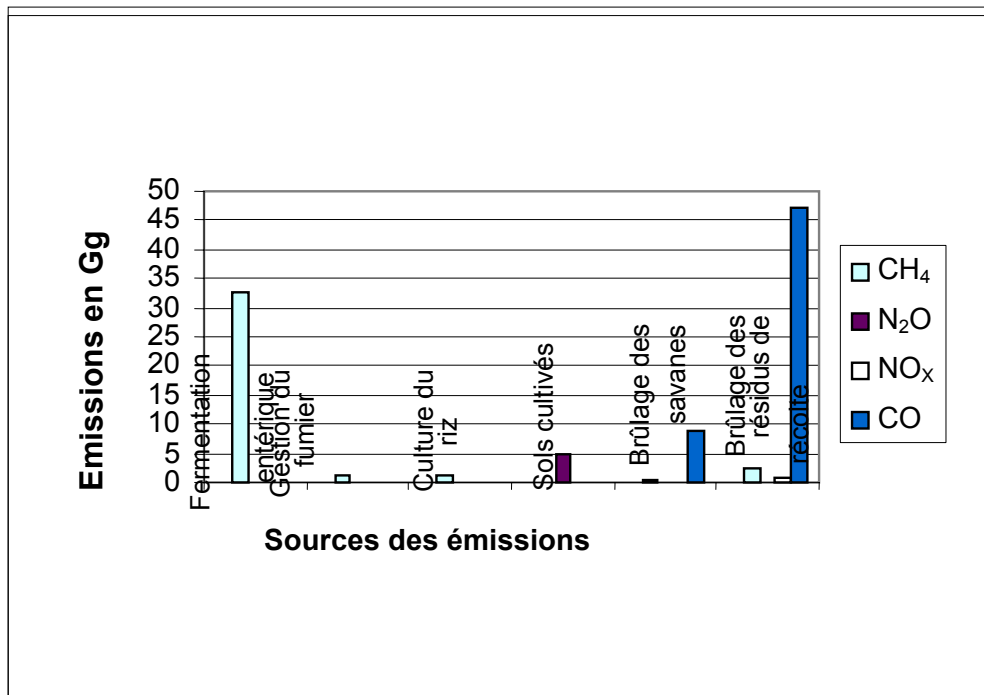
Au second rang, vient le brûlage sur place des résidus de récoltes, avec une émission moyenne d'environ 2 Gg de méthane par an (soit environ 6 % de l'émission totale de CH₄).

La riziculture et le fumier de ferme contribuent chacun à environ 3 % de l'émission totale de CH₄, le brûlage des savanes à environ 1 % alors que les sols cultivés n'émettent pas de méthane.

L'hémioxyde d'azote, avec une moyenne de 5,63 Gg émis entre 2000 et 2001, constitue environ 6 % de l'ensemble des GES issus de l'agriculture. Les sols cultivés constituent la plus grande source d'hémioxyde d'azote issu de l'agriculture (Figure 31), avec une production annuelle moyenne de N₂O égale à 5,44 Gg (soit 97 % des émissions totales de N₂O). Le fumier de ferme contribue à environ 2 % des émissions totales de N₂O et le brûlage des résidus de récolte à environ 1%.

Les oxydes d'azotes contribuent à environ 1 % des GES issus de l'agriculture, avec une émission annuelle moyenne de 1,14 Gg. Le brûlage des résidus de récolte, avec 0,99 Gg de NO_x par an (soit 87 % de la moyenne des émissions sur trois ans), constitue la principale source de NO_x. L'autre source de NO_x est le brûlage contrôlé des savanes qui contribue à 13 %.

**Fig.31: Synthèse des émissions de GES dans le secteur agricole en Gg ,
moyenne pour la période 2000 - 2002**



Le monoxyde de carbone, avec une émission annuelle moyenne de 56.13 Gg, constitue environ 56 % de la quantité totale de GES issus de l'agriculture. Le brûlage des savanes contribue environ à 9,05 Gg de CO par an, soit environ 16 % de l'émission totale de CO.

Le tableau 16 donne le récapitulatif de l'inventaire national des GES issus de l'agriculture.

Tableau 16: Résumé de l'inventaire national des GES dans le secteur agricole
Moyenne pour la période 2001 - 2002

Catégorie de source et retrait (sink) de Gaz à effet de serre	(Gg)				
	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC
Agriculture	37.62	5.63	1.14	56.13	
Fermentation Entérique	32.73	-	-	-	
Gestion du fumier	1.25	0.13	-	-	
Culture du riz	1.05	-	-	-	
Sols cultivés	-	5.44	-	-	
Brûlage dirigé des savanes	0.34	0.00	0.15	9.05	
Brûlage des résidus de récolte	2.24	0.06	0.99	47.07	

Tableau 17: Inventaire national des GES dans l'agriculture en GgCO₂
Moyenne pour la période 2000 - 2002

Catégories de source et retrait de Gaz à effet de serre	(Gg)				
	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NOVOC
Totale pour l'agriculture	37.62	5.634	1.14	56.13	-
A Fermentation entérique	32.73	-	-	-	-
1 Bovins	26.87	-	-	-	-
2 Buffles	-	-	-	-	-
3 Ovins	1.42	-	-	-	-
4 Caprins	4.23	-	-	-	-
5 Chameaux/ Anes	-	-	-	-	-
8 Porcins	0.20	-	-	-	-
9 Volailles	0.00	-	-	-	-
					-
B Gestion des déchets (fumier)	1.25	0.132	-	-	-
1 Bovins	0.83	-	-	-	-
2 Buffles	-	-	-	-	-
3 Ovins	0.05	-	-	-	-
4 Caprins	0.14	-	-	-	-
5 Chameau/ Lamas	-	-	-	-	-
6 Chevaux	-	-	-	-	-
7 Mules/Anes	-	-	-	-	-
8 Porcins	0.20	-	-	-	-
9 Volailles	0.03	-	-	-	-
10 Bassins Anaérobiques	-	0.000	-	-	-
11 Systèmes Liquides	-	0.000	-	-	-
12 Déchets solides	-	0.128	-	-	-
13 Autres SGDA	-	0.004	-	-	-
C Culture du Riz	1.05	-	-	-	-
1 Irrigué	1.05	-	-	-	-
2 Pluvial	0.00	-	-	-	-
3 Eau profonde	0.00	-	-	-	-
D Sols Agricoles	-	5.440	-	-	-
E Brûlage dirigé des savanes	0.34	0.004	0.15	9.05	-
F Brûlage au champ des résidus de récoltes	2.24	0.057	0.99	47.07	-
1 Céréales	0.11	0.003	0.06	2.35	-
2 Légumes secs	0.25	0.007	0.12	5.28	-
3 Tubercules	0.34	0.008	0.14	7.10	-
4 Fruits	0.01	0.000	0.01	0.31	-
5 Bananas	1.53	0.038	0.65	32.04	-

2.4 Inventaire des gaz à effet de serre liés à l'affectation des terres et foresterie

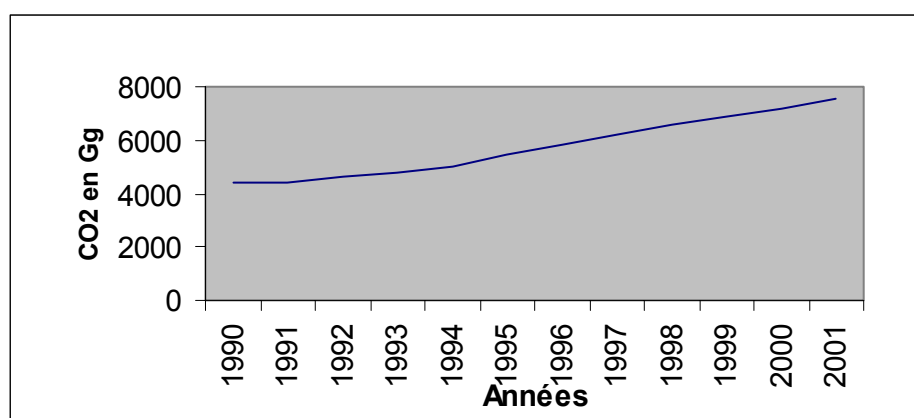
2.4.1. Emissions de CO₂ et autres gaz traces provenant de la conversion des forêts et prairies

Pour calculer la séquestration nette du CO₂, on a estimé la croissance annuelle de la biomasse dans les plantations forestières, les forêts exploitées pour les grumes ou les forêts faisant l'objet d'autres formes de récoltes de bois, la croissance des arbres situés dans les villages, les exploitations agricoles et les zones urbaines ainsi que les autres stocks importants de biomasse ligneuse.

Tableau 18: Séquestration du carbone en Gg CO₂

Années	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
CO ₂ séquestré	4432	4434	4646	4777	5025	5429	5797	6196	6553	6895	7186	7517

Fig.32: Séquestration du carbone en Gg CO₂



La séquestration du CO₂ n'a cessé d'augmenter malgré la conversion des forêts naturelles entre 1997 et 1999. Ceci s'explique par le fait que la productivité des forêts de l'Est (5m³/ha/an) est trop faible par rapport à celle des arbres hors forêts (20m³/an/ha). Les forêts sèches de l'Est consomment moins de CO₂ que les arbres hors forêts qui absorbent plus de CO₂ pour produire plus de matière ligneuses.

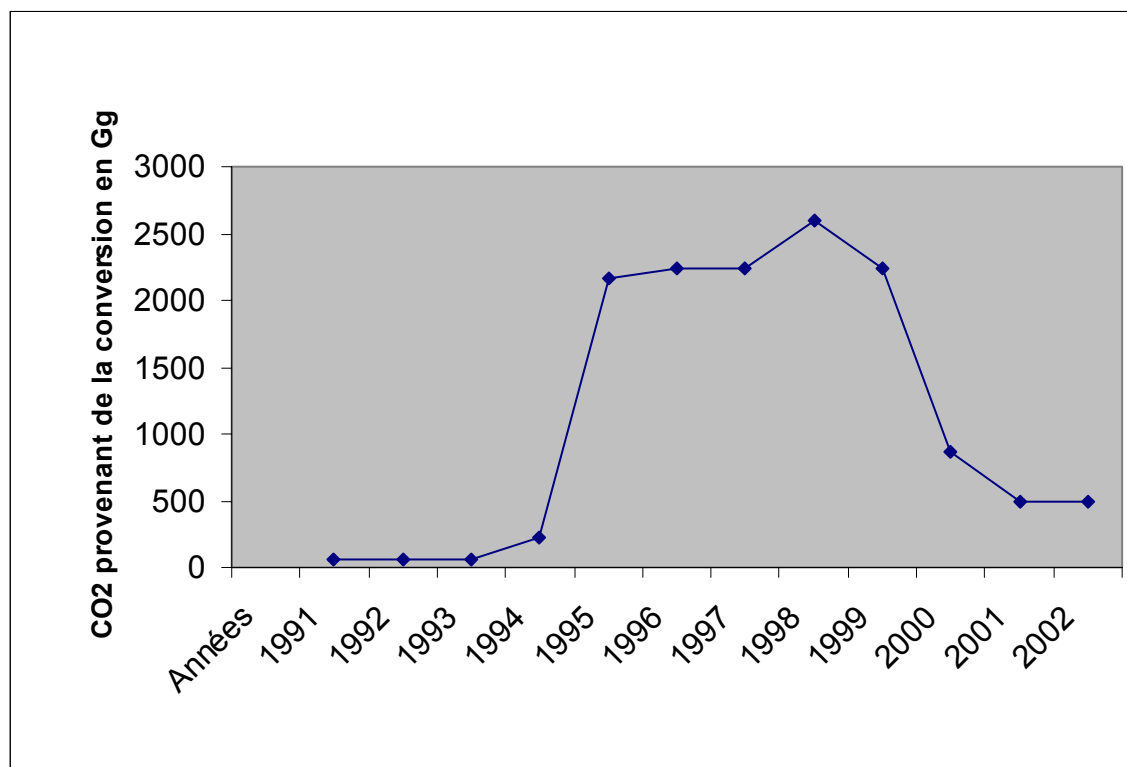
2.4.2. Emissions de CO₂ provenant de la conversion des forêts

Les émissions de CO₂ provenant de la conversion des forêts sont reprises dans le tableau 19

Tableau 19: Emissions de CO₂ provenant de la conversion des forêts

Années	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Emission de Gg CO ₂	65,07	65,07	65,07	220,2	2167	2245	2442,4	2593	2442	870,87	492,5	492,5

Fig.33 : Emissions de CO₂ provenant de la conversion des forêts



Entre 1991 et 1993, l'émission de CO₂ est relativement faible suite à une conversion plus ou moins sous contrôle. Entre 1994 et 1999, l'émission du CO₂ devient plus élevée suite à la conversion d'une grande partie des forêts sèches qui constituaient le Parc National de l'Akagera et la disparition presque totale de la forêt de Gishwati, au grignotage des forêts de Nyungwe, Mukura et du Parc des Volcans. Entre 1999 et 2000, l'émission de CO₂ provenant de la conversion des forêts est nulle.

2.4.3. Emissions de gaz traces autres que le CO₂

Les émissions de CH₄ et de CO sont estimées sous formes de ratios par rapport aux flux de carbone émis durant la combustion. La teneur totale en azote est estimée sur la base du rapport azote /carbone. Le N₂O et le NO_x sont estimées sous forme de ratios par rapport à l'azote total.

Tableau 20: Emissions de gaz traces autres que le CO₂

Années	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Gg CH ₄	0,08424	0,0842	0,08424	0,0842	0,28512	2,8058	2,9354	3,1622	3,3566	3,1622	1,1275	0,6376	0,6376
Gg CO	0,7371	0,7371	0,7371	0,7371	2,4948	24,551	25,6851	27,6696	29,37	27,6696	9,8658	5,5792	5,5792
Gg N ₂ O	0,00058	0,0005792	0,00058	0,0005	0,00196	0,00196	0,0201	0,01929	0,02174	0,0230	0,007751	0,0043	0,0043
Gg NO _x	0,02249	0,02248	0,02249	0,0224	0,07612	0,74905	0,7836	0,844205	0,8961	0,844	0,301007	0,1702	0,1702

Fig.34 : Emissions de gaz traces CH4 et CO

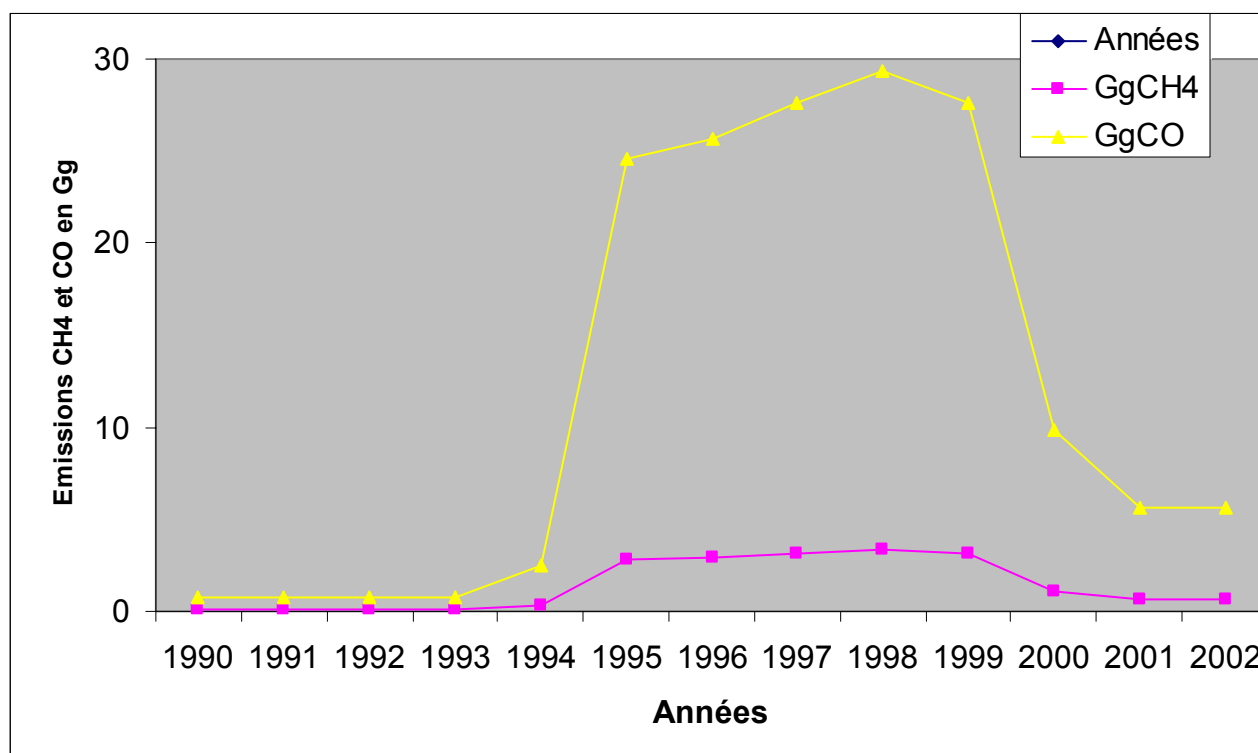
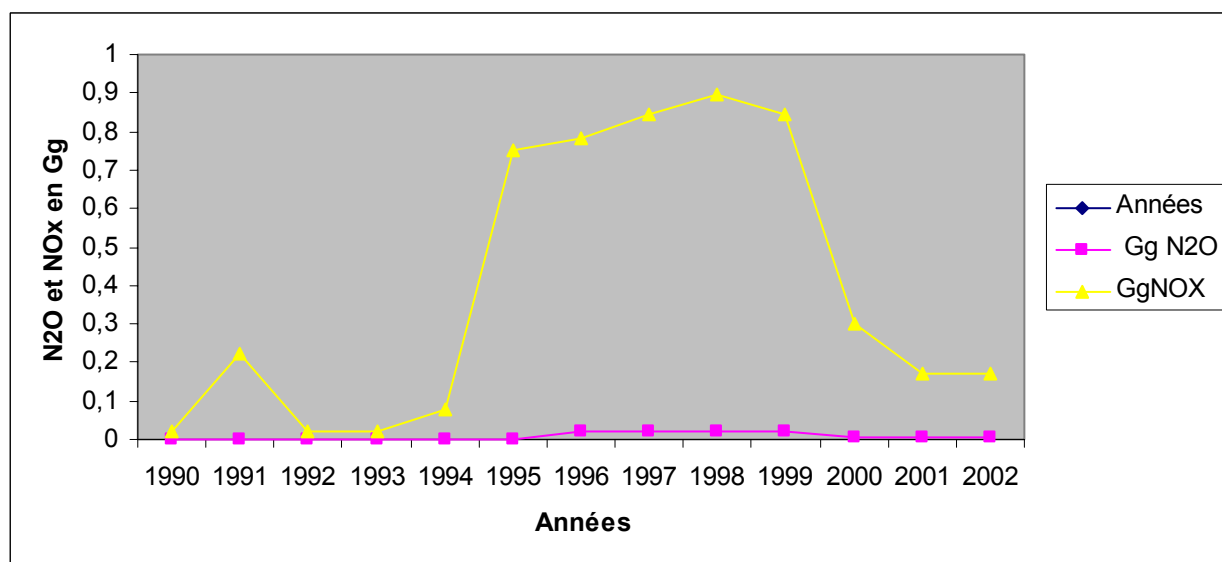


Fig.35 : Emissions de gaz traces N₂O et NO_x



2.4.4. Emissions ou séquestration de CO₂ et autres gaz traces suite à l'affectation et à l'utilisation des terres

Le choix des affectations des sols pour réaliser l'inventaire a été inspiré par les affectations de terres pour lesquelles on pouvait trouver la quantité du carbone du sol sous végétation locale, les facteurs de labour, les facteurs d'intrant. Faute de données, des valeurs par défaut ont beaucoup été utilisées.

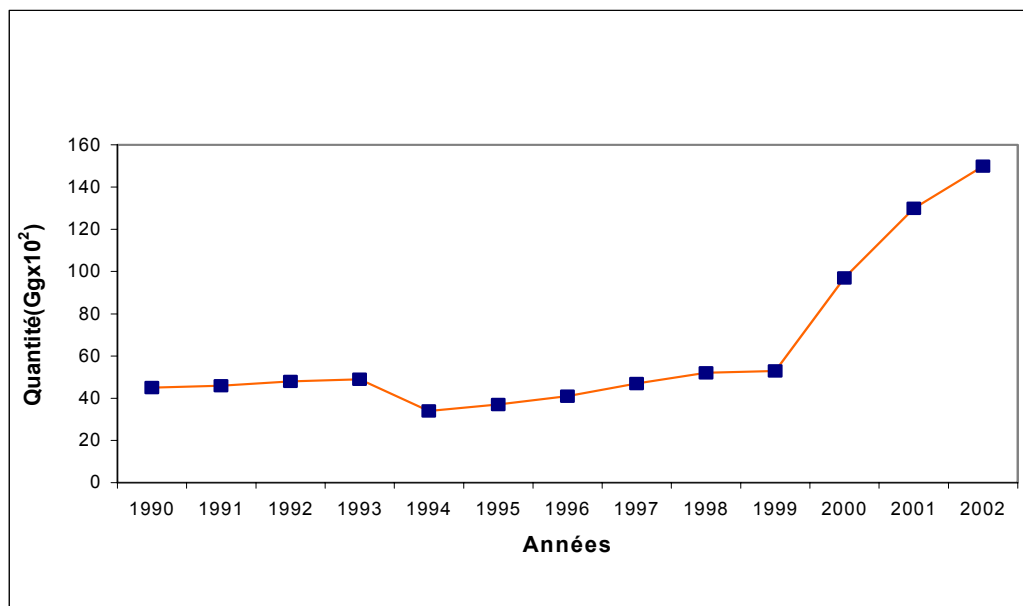
Les calculs des émissions de CO₂ provenant des sols minéraux sont basés sur une prise en compte des modifications de carbone stocké dans le sol (et la litière) qui dépendent des modifications de l'affectation des terres ainsi que des pratiques de gestion agricole. Le calcul des changements de stocks de carbone nécessite une période d'inventaire correspondant à vingt ans. De ce fait, une estimation de la répartition des systèmes d'affectation des terres pour les différents types de sols a été effectuée à la fois pour 1980 et 2001. Pour le calcul des émissions provenant du phosphatage agricole, seules les données sur la quantité ont été utilisées.

La variation nette du total de carbone de sols perturbés par l'agriculture se traduit par une émission annuelle de 1684,24 Gg de CO₂.

2.5. Inventaire des gaz à effet de serre liés aux déchets

Les figures 36, 37 et 38 montrent que la production de déchets solides et des eaux usées dans les milieux urbains ainsi que la quantité de méthane qui en découle est proportionnelle à l'effectif de la population urbaine. En effet, on constate une légère augmentation de 1990 à 1993. Cependant, en 1994 la production des déchets solides, des eaux usées ainsi que la quantité de méthane a connu une diminution. Ceci s'explique par les événements de 1994 qui ont provoqué l'exil de la population. De 1995 à 1999, la production a légèrement augmenté suite au retour des réfugiés. De 1999 à 2002, la stabilité du pays a favorisé une montée significative de la production des déchets suite à l'exode rural.

Fig. 36 Production annuelle de méthane à partir des déchets solides de 1990 à 2002



La figure 37 montre l'évolution de la production de N₂O de 1990 à 2002. En effet elle est tracée en utilisant l'effectif de la population totale et non de la population urbaine comme c'est le cas pour les autres figures. On constate une diminution sensible en 1994.

Fig. 37 Evolution de la production de N₂O de 1990 à 2002

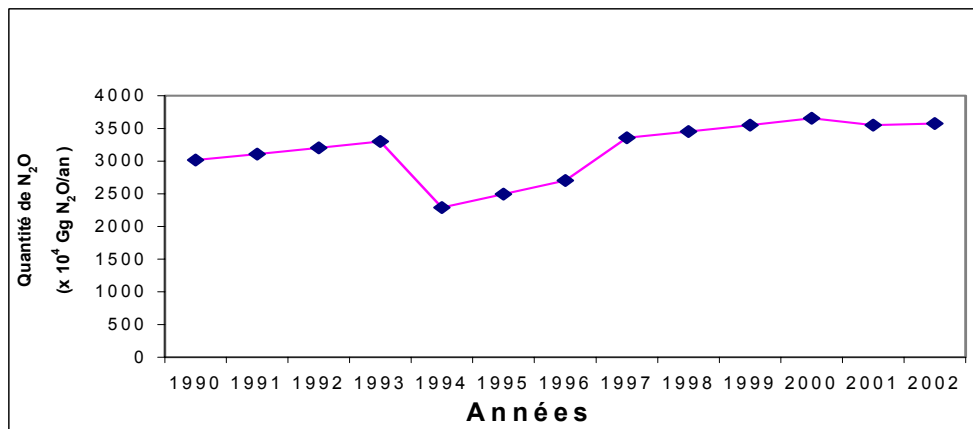


Fig.38 Production annuelle de méthane à partir des eaux usées de 1990 à 2002

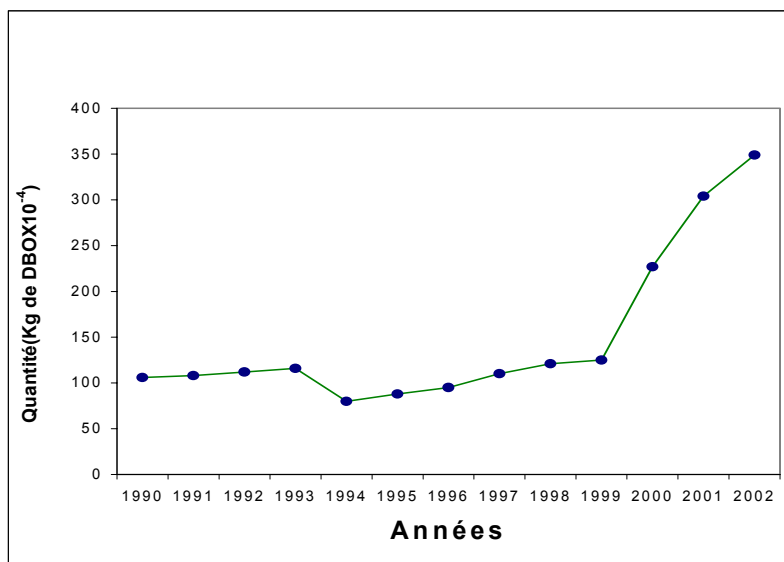


Tableau 21 : TOTAL DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE (Gg) EN 2002

Catégories des Gaz à effet de Serre	CO₂	CH₄	N₂O	NO_x	CO
Total National des émissions	-24,0275	60.68833	2,2403	18,8702	5,9592
1. Energie	6947,68	42,34173			
A. Emission issues du domaine des Produits pétroliers.	259,68	0,04173			
B. Emission par l'utilisation du bois de feu	5918	32,5			
C. Emission par la production Charbon de bois	770	9,8			
2.Procédés Industriel	52,7925				
A. Emissions issues lors de la production du ciment	50,740				
B. Emissions issues lors de la production de la chaux	2,04				
C. Emissions issues lors de la production de l'Etain	0,0125				
3. Agriculture		12,529	1,876	18,7	0,38
A. Fermentation entérique		10,91			
B. Gestion du Fumier			0,41	0,43	
C. Culture du Riz		0,35			
D. Sols Cultivés				1.813	
E. Brûlage dirigé des Savanes		0,113		3,01	0,05
F. Brûlage des résidus de Récolte		0,746	0,02	15,69	0,33
4.Changement d'affectation des Terres et Foresterie	-7024,5	0,6376	0,0043	0,1702	5,5792
A.Sequestration dans le domaine des Forêts	-7517				
B.Emissions issues lors de la conversion des forêts	492,5	0,6376	0,0043	0,1702	5,5792
5. Déchets		5,18	0,36		
A. Emissions provenant du traitement des Eaux Usées		0,2			
B. Emissions du traitement des Eaux Usées et des boues domestiques et Commerciales		3,48			
C. Emissions issues des déchets humains		1.5	0,36		

Les émissions de GES au Rwanda sont largement compensées par la capacité de séquestration des forêts : -7517 Gg ECO₂. Ce qui fait que le bilan des émissions de CO₂ en 2002 est en faveur d'une séquestration de -24,0275 Gg ECO₂.

Le secteur Energie est le premier responsable des émissions de CO₂ (92 %), suivi de loin par celui de l'affectation des terres et de la foresterie (7 %).

Pour le méthane (CH₄), les secteurs de l'énergie et de l'agriculture contribuent principalement à son émission. Le secteur de l'énergie libère 69 %, soit 42,3Gg de CH₄, contre 21% soit 12,53Gg pour l'agriculture, 9 % soit 3,68 Gg pour le secteur des déchets et 1 % soit 0,64 Gg de CH₄ pour le secteur de changement d'affectation des terres et de la foresterie.

L'hémioxyde d'azote émis en grande partie par les secteurs de l'agriculture (1,876 Gg) et des déchets(0,36 Gg) est de l'ordre de 2 %.

Fig.39 : Emission de dioxyde de carbone en Gg en 2002

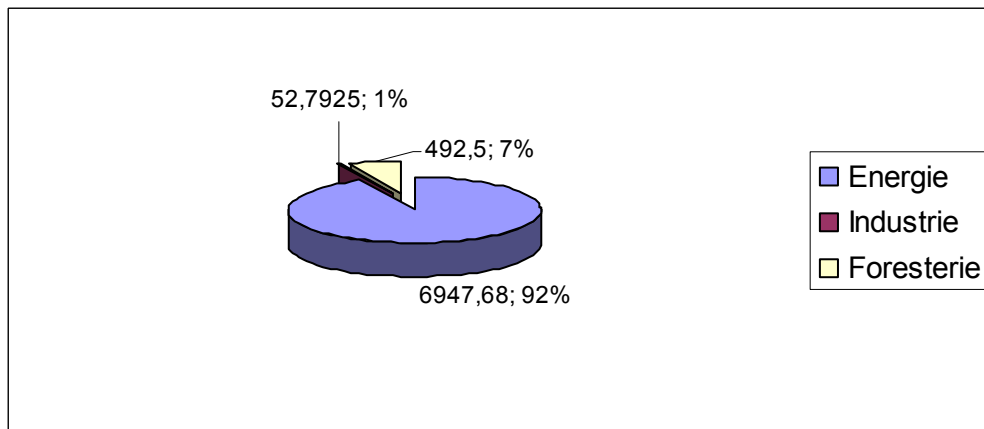


Fig.40 Total des émissions de GES en Gg en 2002

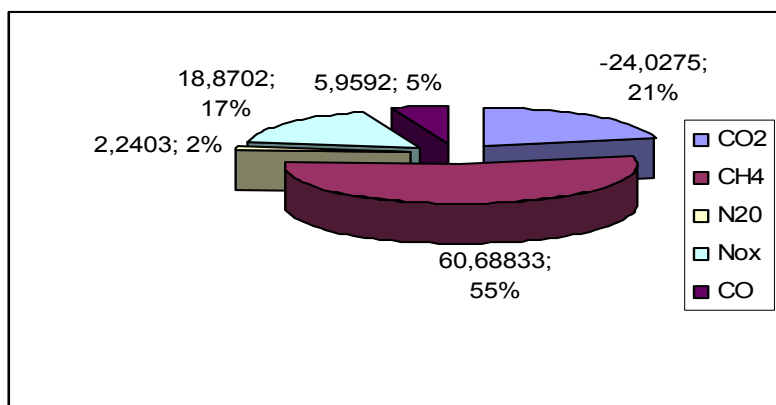
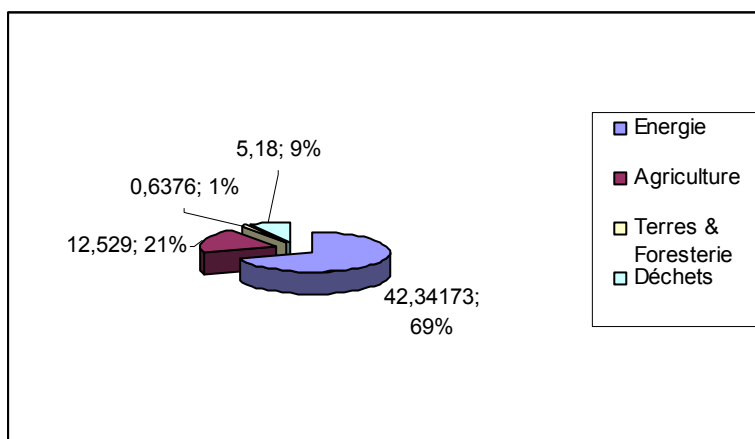


Fig.41 Emissions de méthane en Gg en 2002



Chapitre 3 : MESURES ET STRATEGIES D'ATTÉNUATION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

Dans le cas du Rwanda, des politiques et mesures pour prévenir et atténuer les causes des changements climatiques et en limiter les effets négatifs, pour un développement socio-économique durable, ont été définies par le Gouvernement.

3.1 Le secteur de l'énergie

La vision 2020 prévoit que le Rwanda aura réduit de 90% à 40% la part du bois dans le bilan énergétique à l'horizon 2020. Le potentiel hydraulique associé à celui du gaz méthane devrait satisfaire les besoins en énergie électrique pour toutes les activités de développement du pays avec un supplément de 125MW par rapport à 2000. Dans le document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (Poverty Reduction Strategic Paper/PRSP), le Rwanda s'est donné comme objectif d'assurer un taux de croissance de consommation d'énergie électrique de 9,6% par an, d'assurer un taux d'électrification rurale de 30% et d'amener de 6% à 35% la population ayant l'accès à l'électricité.

Le secteur de l'énergie est principalement composé de trois domaines à savoir la biomasse qui fournit au 94% de l'énergie totale consommée, les produits pétroliers 5% et l'électricité 1%. Le pays dispose de ressources considérables en énergies nouvelles et renouvelables non encore exploitées dont la tourbe et le papyrus, le gaz méthane, l'énergie solaire et la géothermie.

3.1.1 Options politiques et mesures spécifiques d'atténuation des gaz à effet de serre

En matière d'énergie, le Rwanda a déjà pris des options politiques de développement du secteur et qui peuvent en même temps contribuer à la réduction des émissions des gaz à effet de serre. Ces options visent notamment à :

- Accroître le taux d'accès aux ressources énergétiques modernes comme l'hydroélectricité et les énergies nouvelles et renouvelables ;
- Fournir de l'énergie en quantité et en qualité suffisantes pour les milieux urbains et ruraux en améliorant la sécurité d'approvisionnement en électricité et en produits pétroliers ;
- Satisfaire les besoins domestiques en énergie tout en veillant à la protection de l'environnement.

Pour atteindre ces objectifs, le Gouvernement rwandais compte réhabiliter le réseau 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 ce secteur. De plus le Gouvernement Rwandais a entrepris des mesures permettant d'alléger les coûts de certains équipements afin de les rendre accessibles aux usagers industriels et aux ménages.

3.1.2 Stratégies d'atténuation des GES dans le secteur de l'énergie

Une politique permettant de contrôler et réduire les émissions des gaz à effet de serre devrait passer essentiellement par une distribution équitable d'énergie électrique et l'utilisation d'autres formes d'énergie moins polluantes.

La politique sectorielle du secteur énergie répondant à un développement durable s'articule autour des éléments et stratégies suivants :

- le désengagement de l'Etat au profit du secteur privé dans le développement du secteur;
- Intensifier la collaboration régionale en matière de production d'électricité et d'intégration des réseaux de distribution d'électricité ainsi que la promotion du commerce d'énergie au niveau régional de manière à augmenter la quantité d'électricité, réduire les coûts de production et les prix d'électricité au consommateur;
- la diminution de l'utilisation du bois de feu et du charbon de bois grâce aux énergies de substitution;
- Promouvoir des programmes de l'efficacité énergétique
- L'exploitation du gaz méthane;
- l'accord des facilités à la population à faible revenu pour lui permettre d'accéder à l'énergie électrique (crédit moyen terme, subventions);
- les subventions des coûts des équipements photovoltaïques pour permettre le développement de l'électrification décentralisée ;
- L'allègement du coût d'investissement à consentir par les industriels pour substituer les chaudières à gasoil et à biomasse par des chaudières électriques (exonération des taxes, allègement des impôts) ;
- Favoriser le recours à l'énergie solaire par des mesures incitatives pour une utilisation la plus large possible des panneaux solaires (réduction de la taxe, fabrication locale des panneaux solaires, recherche) ;
- Accroître le nombre et la capacité des barrages hydroélectriques ;
- Accroître le nombre de microcentrales hydroélectriques surtout en milieu rural ;
- Développer la collecte et la valorisation de la biomasse comme source d'énergie ;
- Accroître les efforts de recherche en matière de production de l'énergie ;
- Réhabiliter et améliorer le réseau existant ;
- Sécuriser l'approvisionnement en électricité et en produits pétroliers ;
- Accélérer le processus de production d'électricité à partir du gaz méthane, de la biomasse sans pour autant perturber les équilibres environnementaux ;
- Mettre en place des mesures d'amélioration des systèmes d'économie de l'énergie dans les industries manufacturières.

Beaucoup d'options technologiques pouvant contribuer à l'atténuation des émissions des gaz à effet de serre ont été proposées par le GIEC dans le secteur de l'énergie. Celles qui semblent être applicables au Rwanda sont décrites ci-après :

- L'électrification décentralisée par systèmes solaires des ménages ruraux ;
- La vulgarisation à grande échelle des foyers améliorés à bois et à charbons de bois ;
- L'efficacité dans le secteur de transport ;
- L'amélioration de l'efficacité énergétique dans les industries manufacturières notamment : la conversion des chaudières à gasoil ou à bois en chaudières électriques ; la récupération de la chaleur sensible des fumées ; le remplacement du système d'isolation thermique et d'étanchéité des fuites de vapeur ;
- L'électrification décentralisée des infrastructures publiques ;
- La vulgarisation des digesteurs à biogaz dans les institutions et utilisation des fours à tourbe à haut rendement ;
- Le maintien de la prépondérance de la part de l'hydroélectricité dans la fourniture de l'énergie.

Les stratégies et actions à envisager sont reprises dans le tableau 22.

Tableau 22: Stratégies et actions pour l'atténuation des GES dans le secteur de l'énergie

Stratégies	Actions
Recours aux sources d'énergie alternatives	<ul style="list-style-type: none"> - Promouvoir et vulgariser l'utilisation du biogaz ; - Promouvoir l'utilisation de l'énergie solaire (photovoltaïque) ; - Promouvoir les chauffe-eau solaires - Construire des microcentrales hydroélectriques - Faire des études de faisabilité et promouvoir l'utilisation de la tourbe là ou cela est écologiquement envisageable ; - Promouvoir l'utilisation de certains types de déchets comme matériel de combustion ;
Promotion des programmes de l'efficacité énergétique	<ul style="list-style-type: none"> - Promouvoir les lampes à basse consommation
Amélioration de l'efficacité de bois à la combustion	<ul style="list-style-type: none"> - Vulgariser l'utilisation des fours améliorés dans les ménages ; - introduire des technologies visant à améliorer le système de carbonisation du bois ;
Efficacité dans le secteur des transports	<ul style="list-style-type: none"> - Imposer l'installation d'un dispositif d'ionisation du carburant à tout véhicule motorisé ; - Favoriser l'importation des nouveaux véhicules à faible consommation de carburant en facilitant l'octroi des crédits et en diminuant les taxes sur l'importation des véhicules âgés de moins de 5 ans ; - Défavoriser l'importation et l'exploitation des vieux véhicules en augmentant les taxes sur leur importation et les impôts sur leur exploitation ; - Imposer des normes de contrôle régulier d'entretien technique ; - Encourager le transport en commun par les mesures tarifaires incitatives.

Chute Rutare rwa Ndaba : un des sites potentiels identifiés de microcentrale hydroélectrique



3.2 Secteur de l'industrie

Les options d'atténuation des gaz à effet de serre dans le secteur industriel au Rwanda concernent uniquement le dioxyde de carbone émis au cours de la production du ciment, de la chaux et de l'étain.

3.2.1 Industrie du ciment

Pour éviter la production de CO₂ liée aux procédés industriels, on peut choisir des liants naturels ou artificiels sans CaCO₃ (laitier, chaux naturelle, trass, pouzzolanes, cendres volants).

Pour réduire la quantité et l'intensité des émissions de CO₂ dues aux procédés industriels dans la production du ciment au Rwanda, il est recommandé à la CIMERWA de soutenir les programmes de préservation de la biodiversité et de la forêt naturelle de Nyungwe et de reboisement de la région de Bugarama en général.

3.2.2 Industrie de la chaux et de l'étain

Les méthodes d'atténuation des émissions de CO₂ dans l'industrie de la chaux sont la récupération et le stockage du CO₂, le recyclage, la transformation par les algues et la plantation d'arbres.

Pour l'industrie de la chaux, il faudra faire la séquestration du CO₂ via la sucrerie de Kabuye, l'ELECTROGAZ, les entreprises du bâtiment et les travaux publics. Il faudra également planter les arbres autour des sites d'implantation d'usines qui fabriquent de la chaux et utiliser les algues pour les petites unités de fabrication de la chaux.

Pour l'industrie de l'étain, il faudra choisir des sites industriels appropriés et utiliser les algues pour transformer le CO₂ car les quantités produites sont moindres.

3.2.3 Stratégies d'atténuation des gaz à effet de serre liés aux procédés industriels

Les stratégies d'atténuation des gaz à effet de serre au Rwanda seraient de :

- Pour l'industrie du ciment,
 - Négocier un protocole d'entente avec le CIMERWA pour que cette dernière prenne un engagement volontaire de réduire ses émissions de 5% entre 2006-2008 et de 8% entre 2010 et 2012 ;
 - Substituer partiellement le clinker par des liants alternatifs sans CaCO₃ (laitiers et cendres volantes);
 - Boiser les terres agricoles et appuyer la conservation de la biodiversité et des forêts.
- Pour l'industrie de la chaux,
 - il faudra un protocole d'entente avec les fabricants de la chaux en vue de réduire les émissions de 5%/tonne de chaux produite pendant 5 ans et appuyer les programmes de reboisement en vue d'accroître les puits de carbone.

- Pour l'industrie de l'étain,
 - la stratégie est similaire à celle de la chaux sauf que la réduction des émissions du CO₂ est de 5% pendant 10 ans.

Les instruments à utiliser pour atteindre les résultats escomptés sont la formation, l'éducation, la sensibilisation, les exonérations, les prêts à faibles taux d'intérêts et autres avantages financiers.

3.3 Secteur de l'Agriculture

3.3.1 Mesures d'atténuation des émissions de N₂O

Les options d'atténuations et les pratiques de gestion pour réduire l'émission de N₂O dans le secteur agricole sont :

- **Augmentation de l'efficacité de l'utilisation de l'azote des fertilisants artificiels**
 - ❖ Mesurer l'apport en engrais en fonction des besoins des plantes
 - ❖ Epanchages modérés de fumier
 - ❖ Synchronisation optimale des épandages
 - ❖ Amélioration de l'aération du sol
 - ❖ Utilisation d'engrais améliorés
 - ❖ Recours à des inhibiteurs de nitrification
- **S'assurer que le N est émis sous la forme N₂ au lieu de N₂O par chaulage des sols acides.**

3.3.2 Mesures d'atténuation des émissions de CH₄

➤ La fermentation entérique

Les mesures potentielles de réduction porteraient sur :

- la réduction du nombre de bétail selon la capacité de charge par unité de surface des pâturages;
- l'amélioration de la productivité;
- l'amélioration de la composition alimentaire.

➤ La gestion du fumier

Les mesures potentielles pouvant être adoptées pour la réduction des émissions du méthane provenant de la fermentation anaérobie dans les fosses à lisier sont l'utilisation des digesteurs à biogaz et la réduction des matières fermentescibles.

➤ Le brûlage dirigé des savanes et le brûlage sur place des résidus agricoles

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

3.3.3 Stratégies d'atténuation des GES dans le secteur de l'agriculture

Les stratégies et actions envisagées pour atténuer les GES dans le secteur de l'agriculture sont reprises dans le tableau 23.

Tableau 23: Stratégies et actions d'atténuation des GES dans l'agriculture

Stratégie	Actions
Intensification de l'agriculture et de l'élevage	<ul style="list-style-type: none">- Vulgariser l'utilisation des semences sélectionnées et les races d'élevage améliorées ;- Promouvoir le système d'élevage en stabulation ;- Vulgariser les techniques de conservation de sols et de l'emploi de fumier de ferme ;- Répandre dans la population des micro-technologies apprenant aux éleveurs à rentabiliser au maximum le fumier de ferme ;- Développer l'utilisation d'intrants agricoles.

3.4 Secteur d'affectation des terres et foresterie

Les mesures d'atténuation des GES peuvent se regrouper en diverses catégories qui relèvent du cadre technique de conservation et de gestion des écosystèmes forestiers, des agro-écosystèmes; d'autres sont associées aux politiques sectorielles et institutionnelles; et enfin à la législation en vigueur.

3.4.1 Options techniques

Les options techniques et technologiques proposées pour le maintien et l'accroissement du couvert forestier existant sont la conservation des massifs forestiers naturels, la réhabilitation des forêts dégradées et la promotion de nouveaux boisements, ainsi que la vulgarisation de l'agroforesterie et recours aux sources d'énergie alternatives.

➤ Conservation des massifs forestiers naturels

- Promotion et diversification de l'écotourisme
- Protection de l'habitat et des espèces ;
- Restauration des zones dégradées ;
- Recherche et monitoring ;
- Implication des communautés locales

➤ Conservation et Protection des forêts relictuelles, des galeries forestières et reboisement

Réhabiliter et assurer la protection en raison de la biodiversité que certains sites hébergent.

➤ L'agroforesterie

La vulgarisation des essences agroforestières contribuant à la réduction des GES par une séquestration permanente d'une importante proportion de CO₂.

➤ Gestion de la consommation d'énergie d'origine forestière

La réduction de la pression sur les boisements et donc sur les puits de séquestration des GES se fera à travers l'utilisation des sources d'énergie dites durables.

Ceci requiert cependant un niveau technologique des usagers permettant l'utilisation d'autres matériaux, la fabrication de matériaux de construction accessibles, en produits locaux et n'exigeant pas de source d'énergie d'origine ligneuse (ex : briques adobes, blocs ciments), l'utilisation des fours améliorés et l'utilisation des digesteurs à biogaz.

3.4.2 Options politiques

➤ Aménagement du territoire

Dans le cadre d'une politique générale d'aménagement du territoire, il faut une utilisation rationnelle des terres et un aménagement adéquat des écosystèmes marais et zones humides de par leur rôle de régulateur hydrique.

➤ Politique nationale de l'eau

Une politique visant l'économie et la gestion de l'eau aura un impact sur les effets de l'érosion suite à une gestion rationnelle des eaux de pluie, le maintien du couvert végétal en toutes saisons notamment par l'irrigation et l'augmentation de la production végétale et animale.

➤ Politique forestière nationale

La politique forestière nationale vise à préserver des étendues suffisantes de forêts afin de protéger la diversité biologique, conserver les écosystèmes fragiles et maintenir les fonctions que les forêts et les arbres jouent dans l'environnement en particulier dans les bassins versants.

➤ Modernisation de l'Agriculture et de l'Élevage

La politique agricole prévoit de développer l'élevage en stabulation pour le bovin jusqu'environ 500 000 têtes et la productivité par animal. Elle envisage également l'augmentation de la fixation du carbone dans les terres agricoles par une meilleure gestion des résidus et le rétablissement des sols dégradés des collines.

3.4.3 Cadre institutionnel

Le Gouvernement central a comme rôle principal d'élaborer les politiques et lois, de fournir des orientations. Des comités interministériels de coordination ont été mis en place selon trois domaines clés à savoir l'économie, les affaires sociales et les infrastructures.

Le Ministère de l'Administration Locale, du Développement Communautaire et des Affaires Sociales (MINALOC) est, par les biais des Comités de Développement Communautaire (CDC), le garant de la gestion quotidienne sur terrain dans tous les domaines du développement rural, des affaires sociales et de l'administration.

Le Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales (MINAGRI) a en charge la direction technique, institutionnelle et même juridique de l'utilisation du patrimoine sol dans l'agriculture et élevage (productions alimentaires, produits d'élevage et de pêche).

Le Ministère des Terres, de l'Environnement, des Forêts, de l'Eau et des Mines (MINITERE) élabore, assure la coordination et le suivi de l'exécution des politiques et des lois en matière de gestion foncière des forêts, de l'eau, des ressources naturelles, de la conservation et de la protection de l'environnement et renforce les capacités institutionnelles des entités décentralisées.

L'Office Rwandais du Tourisme et des Parcs Nationaux (ORTPN) a pour mission de rendre le tourisme plus profitable à tous les Rwandais en développant un produit touristique rwandais unique avec des attractions naturelles et culturelles, en facilitant la création, le marketing et la promotion d'expériences éducatives et de haute qualité, à l'intention d'une clientèle ciblée et en assurant le développement durable par la conservation de l'environnement.

Rwanda Environment Management Authority (REMA) a pour mission d'exécuter la politique en matière environnementale, de conseiller le Gouvernement sur la politique, les stratégies, la législation et les autres mesures relatives à la gestion de l'environnement ou la mise en application des conventions, traités et accords internationaux pertinents relevant du domaine de l'environnement chaque fois que cela s'avère nécessaire ; d'inventorier et mener des inspections, des audits environnementaux exhaustifs; de préparer et diffuser un rapport biennal sur l'état des ressources naturelles au Rwanda.

3.4.4 Options stratégiques

La stratégie de gestion des fumiers cherche à faire diminuer les émissions de GES grâce à un épandage plus efficace sur les terres labourables et à une amélioration des méthodes de stockage du lisier liquide. Cela augmenterait le revenu des citoyens, réduirait la pression sur les formations forestières (puits du CO₂) et conduirait à la réduction du nombre d'agriculteurs et d'éleveurs au profit de métiers ayant moins recours à la terre et donc à la forêt.

Les stratégies et actions envisagées pour atténuer les GES dans le secteur d'affectation des terres et de la foresterie sont reprises dans le tableau 24.

Tableau 24: Stratégies et actions d'atténuation des GES dans le secteur de changement d'affectation des terres et de la foresterie

Stratégies	Actions
Réduction du taux de déforestation	<ul style="list-style-type: none"> - sensibilisation de l'opinion publique sur l'importance de la conservation ; - développer les capacités nécessaires pour intervenir dans le domaine de l'éducation à la conservation ; - faire respecter la législation en vigueur dans le domaine de la conservation des aires protégées ; - initier des projets générateurs des revenus aux alentours des aires protégées (apiculture, vannerie, plantes médicinales,); - développer une gestion communautaire des boisements ; - promouvoir l'utilisation d'alternatives à l'utilisation directe ou indirecte du bois dans la construction ;
Accroissement de l'étendue des boisements	<ul style="list-style-type: none"> - reboiser les zones encore dénudées ou presque sur les collines ; - rechercher et introduire des essences de boisements adaptées aux régions sèches ; - développer et vulgariser les techniques de l'agroforesterie ; - Créer les espaces verts dans les zones urbaines et étendre les boisements sur les axes routiers.

3.5 Secteur d'élimination des déchets et des eaux usées

3.5.1 Secteur d'élimination des déchets

Les options d'atténuation des gaz à effet de serre dans le secteur des éliminations des déchets sont liées aux traitements biologiques (biométhanisation, compostage, épandage agricole et mise en décharge) et thermiques (l'incinération, le plasma thermique, pyrolyse/thermolyse et la vitrification), le recyclage, le réemploi, les traitements physico-chimiques et l'enfouissement profond.

3.5.2 Secteur d'élimination des eaux usées

Les options d'atténuation des gaz à effet de serre dans le secteur des eaux usées sont:

- Interdiction de l'écoulement des eaux usées sur la voie publique ;
- Interdiction des puits perdus pour l'évacuation des eaux urbaines résiduelles ;
- Instauration d'une taxe d'épuration;
- Vulgarisation de la technologie d'épuration par lagunage.

3.5.3 Stratégies d'atténuation des gaz à effet de serre dans le secteur des déchets et des eaux usées

3.5.3.1 Secteur des déchets

Tableau 25: Stratégies d'atténuation des gaz à effet de serre dans le secteur des déchets

Nom de la politique/ mesure	Type d'instrument	Objectif et/ou méthode de réduction des émissions
Programme national de communication concernant le changement climatique	- Sensibilisation - Information - Education	Campagne pragmatique de renseignement du public sur le changement climatique et d'autres problèmes atmosphériques, coordonnée par le MINITERE
Ateliers, colloques, consultations, populaires sur les possibilités de gestion de déchets en ville et mesures volontaires	-Sensibilisation - Information - Education	Aider la population urbaine, les industries, les entreprises et les collectivités à cerner les mesures qui réduiront les déchets et les émissions de gaz à effet de serre qu'ils produisent en privilégiant une démarche préventive plutôt qu'une démarche corrective
Programme d'études sur les gaz à effet de serre	-Sensibilisation - Information - Education	Les gaz à effet de serre et le réchauffement de la planète sont des sujets à traiter dans les programmes d'études (curriculum) pour les étudiants des écoles primaires et secondaires
Ligne téléphonique sans frais au sujet de l'élimination des déchets	- Sensibilisation - Information - Education	Une ligne téléphonique permet aux résidents surtout des villes d'obtenir des renseignements et des brochures en matière d'élimination des déchets
Réduction et/ou prévention à la source	- Sensibilisation - Information - Education et mesures volontaires	Promouvoir la gestion individuelle des déchets (arrêt de la production de déchet, rejet d'un effluent dépollué, compostage individuel, réutilisation des emballages vides, la transformation d'objets divers, la conception de produits générant moins de déchets, consigner les contenants de boisson aux fabricants de boissons suite à un accord à établir, transformation de certains déchets en nourriture des animaux, etc.)
Tri ou collecte sélective des déchets	Législation et réglementation	Il s'agit d'un système simple et flexible de gestion de déchets solides à petite échelle comprenant les composants intégrés suivants : triage, stockage, collecte, transfert des déchets et transport
Capture ou récupération du méthane sur les décharges et sa valorisation énergétique	Disposition réglementaire ou législative	Réglementer pour autoriser le captage et la valorisation du méthane dégagé par les décharges existantes (valorisation énergétique : cuisson, éclairage, entraînement des moteurs pour la production d'électricité, etc.) pour réduire les émissions de CH ₄ et instaurer une taxe de contravention.
Critères pour les décharges futures	Disposition législative	N'autoriser que les déchets ultimes dans les décharges futures pour réduire les émissions de CH ₄
- Brûlage des déchets dans les campagnes; - Brûlage et incinération des déchets dans les villes	Législation et règlement	Le plan de gestion de déchets doit limiter les quantités de déchets à brûler ou à incinérer par la prévention, la récupération et la valorisation des déchets.
Programme de prêts pour le programme de réduction des gaz à effet de serre	Programme d'encouragement financier	Offrir des prêts à bas taux d'intérêt aux industries, aux collectivités, aux associations ou coopératives et même aux familles pour les aider à la construction d'unités de réduction des gaz à effet de serre (bio-digesteurs, dispositifs de compostage, etc.)
Mise en œuvre conjointe	Mesures volontaires	Des industriels (ou autres) produisant le même type de déchets peuvent se regrouper pour traiter ensemble leurs déchets ou se partager la facture pour payer un sous-traitant spécialisé

3.5.3.2 Secteur des eaux usées

Tableau 26: Stratégies d'atténuation des gaz à effet de serre dans le secteur des eaux usées

Nom de la Politique / mesure	Type d'instrument	Objectif et / ou méthode de réduction des émissions
Promotion du lagunage	Législation	Reconnaître le lagunage comme système d'assainissement individuel ou d'une collectivité ne dépassant pas 2000 personnes.
Critères pour les fosses septiques	Législation	Inciter les rwandais à doter de leurs habitations de fosses septiques raccordées à un système de lagunage ou à un autre système d'épuration des eaux usées.
Critères pour les eaux usées industrielles	- Législation - Normes sur les effluents industriels	Traiter dans les sites de prétraitement sur place toutes les eaux industrielles avant de les déverser dans les tranchées de collecte des eaux usées de la vie de tous les jours ou de système d'égout.
Recyclage des eaux usées	- Information - Sensibilisation - Education	Comme il y a parfois manque d'eau dans les villes et que le prix de l'eau est un peu élevé, les eaux usées peuvent être réutilisées et vendues à bas prix soit pour le nettoyage de la ville, ou bien utilisées dans les toilettes, lavage des vitres, nettoyage des maisons, utilisation dans la construction des maisons, etc..
Améliorer l'efficacité de dépollution des rejets d'eaux usées	Législation	Renforcer le principe «qui pollue paie» et qui «épure est aidé»
Programme de prêts aux entreprises privés, publiques et aux districts, secteurs ou cellules	Encouragement financier	Instaurer un programme qui offre des prêts à bas taux d'intérêt pour aider les industries locales (ou autres entreprises privées ou publiques, les districts, etc..) à installer leurs unités d'épuration ou s'associer pour s'acheter ces unités d'épuration pour réduire les dépenses d'investissement et les coûts d'exploitation.
Schéma d'aménagement et de gestion des eaux usées dans chaque ville	- Planification - Législation	-Elaboration des plans d'action -Rédaction d'une loi d'aménagement urbain tenant compte de la gestion des eaux usées
Gestion environnementale dans chaque institution privée ou publique	- Sensibilisation - Information - Education	Inciter les entreprises tant publiques que privées à créer un poste de gestion environnementale dont l'occupant s'occupera entre autres de la gestion des eaux usées sur le site de l'entreprise.

Chapitre 4 : VULNERABILITE ET ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Au Rwanda, on observe des changements climatiques liés à la circulation générale des vents et la variation des températures dans la région de l’Afrique Centrale où se trouve notre pays.

Au cours de ces 30 dernières années, le Rwanda a subi des changements climatiques en ce qui concerne la fréquence, l’intensité et la persistance des extrêmes tels que les fortes précipitations, les vagues de chaleur, la sécheresse et les variables climatologiques tel que EL Niño et la Nina. La fréquence des déficits pluviométriques a atteint 16%.

Le nombre d’apparition des déficits et des excédents pluviométriques a augmenté de façon significative dans ces dernières années. L’évolution du climat au cours de cette même période a eu des incidences sur l’environnement, l’économie et les vies humaines.

4.1 Vulnérabilité

4.1.1 Secteurs des établissements humains, de l’énergie et de l’industrie

Pour les secteurs des établissements humains, de l’énergie et de l’industrie, le Rwanda ne dispose pas des services pouvant quantifier les pertes dues aux changements climatiques. Le plus souvent on donne le nombre de pertes en vies humaines, mais il s’avère difficile de préciser les pertes économiques imputables aux événements catastrophiques liés à ces changements.

4.1.1.1 Effets des changements climatiques sur les établissements humains et vulnérabilité

Les risques directs les plus fréquents dus à l’évolution du climat sur les établissements humains au Rwanda sont liés aux sécheresses prolongées, aux inondations et aux glissements de terrain suite aux précipitations.

Glissement de terrain sur la route Gikongoro – Cyangugu dans le Parc National de Nyungwe



➤ Inondations, glissements de terrain et éboulements

Le Rwanda a un relief très accidenté offrant un paysage aux versants à forte pente où les fortes précipitations provoquent une érosion sur des sols dépourvus de systèmes de lutte anti-érosive. Ces fortes précipitations entraînent parfois des glissements de terrain très meurtriers, endommagent les infrastructures routières ou emportent des habitations des populations en milieu rural. L’érosion participe également à la baisse de la production agricole, posant ainsi le problème d’insécurité alimentaire.

En milieu urbain, les risques d'inondations sont grands pour les établissements humains situés dans les bas fonds au bord des cours d'eau ou dans les marais. Les quartiers peuplés dans ces zones sont menacés par des épidémies telles que le paludisme et les maladies diarrhéiques. Les infrastructures urbaines sont également menacées à cause des eaux de ruissellement qui charrient des terres, du gravier et d'autres matériaux qui obstruent les caniveaux collecteurs des eaux pluviales, d'où le débordement de ces eaux et la destruction des chaussées des routes et des habitations construites avec des matériaux fragiles.

➤ Les sécheresses

Au Rwanda, la sécheresse touche souvent l'Est et le Sud-Est du pays, et parfois certaines zones du plateau central. Les effets de la sécheresse sur la sécurité alimentaire et le bétail constituent les éléments de risque majeur et créent des conditions favorables aux famines entraînant le déplacement des personnes et la transhumance du bétail.

4.1.1.2 Effets des changements climatiques sur les infrastructures hydroélectriques

La capacité de production de l'énergie par les centrales hydroélectriques est affectée par les changements climatiques. La baisse du niveau des eaux des lacs Bulera et Ruhondo a déjà eu des impacts sur la production hydroélectrique de la Centrale Ntaruka qui a connu une chute remarquable en 2003 et 2004, d'où les conséquences graves sur les activités socio-économiques.

4.1.1.3 Effets des changements climatiques sur le secteur industriel

La plupart des établissements industriels du pays sont opérationnels dans la Ville de Kigali et la grande majorité de ces derniers est implantée dans la vallée de la rivière Ruganwa ainsi que dans la vallée de la rivière Nyabugogo.

Ces vallées sont caractérisées par une très grande vulnérabilité due aux inondations qui occasionnent des dégâts importants pendant les saisons pluvieuses comme ce fut le cas en septembre – décembre 2001 et mai 2002.

4.1.2 Vulnérabilité dans le secteur de la sécurité alimentaire

Au Rwanda, les risques directs les plus fréquents auxquels l'agriculture est exposée sont liés aux inondations et aux glissements de terrain. En effet, l'intensification des précipitations pendant les saisons pluvieuses et les sécheresses prolongées provoquent une forte baisse de la production agricole et animale conduisant à la famine et à la faim aiguë.

Phénomène d'érosion dans les champs cultivés à Gatagara



Le cas le plus récent de famine généralisée a eu lieu en 2000 et 2004 dans le Bugesera et dans un certain nombre d'autres régions du pays. La répétition des cas de famine et de sécheresse cyclique a contribué à l'avènement de périodes de crises accrues et de pertes en vies humaines et en ressources économiques.

4.1.2.1 Les inondations, les glissements de terrain et éboulements

L'érosion participe à la baisse de la productivité agricole, posant ainsi le problème d'insécurité alimentaire. Elle se manifeste d'une façon aiguë dans les régions de haute altitude à l'Ouest, au Sud-Ouest et au Nord du pays et dans les régions centrales du pays.

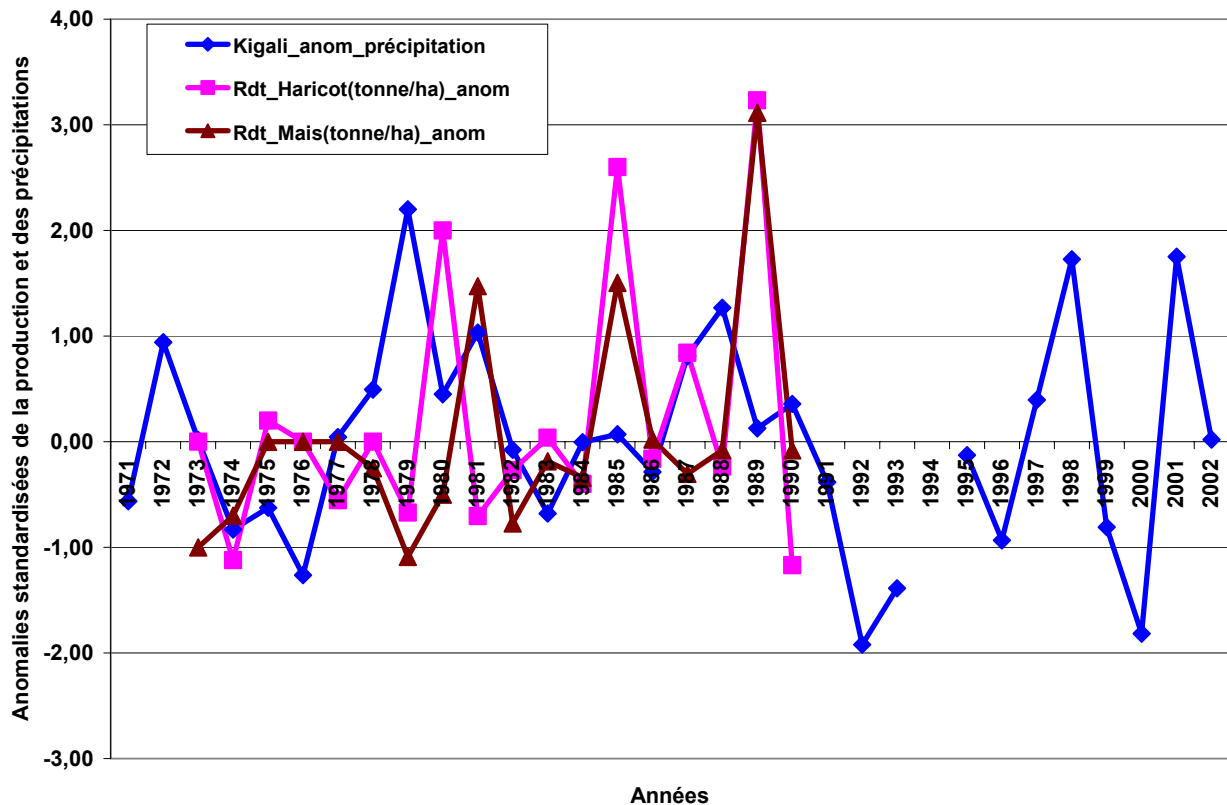
Ravin causé par les eaux de ruissellement à Maraba – route Butare Gikongoro



Les glissements de terrain endommagent les cultures et les pâturages, parfois emportent des habitations des populations en milieu rural. Ce fut le cas des dégâts causés par la déforestation de Gishwati en 2001-2002 dans le Nord –Ouest du pays dans le District de Kanama.

Pendant les deux saisons pluvieuses, de mars à mai et de septembre à décembre 2001-2002, les pertes humaines ont été évaluées à 99 personnes, les familles affectées par la famine à 30.000 tandis que les superficies à 1645 hectares. Ces phénomènes de dégradation environnementale ont été à la base des déplacements des populations et d'une légère baisse de production agricole. La fig.42 montre les anomalies standardisées de la production du maïs et du haricot et des précipitations au cours de la période de 1971 à 2001.

Fig.42: Anomalies standardisées de la production du haricot, du maïs et des précipitations (1971 – 2001)



Les cultures de bas-fonds subissent souvent les diminutions de rendement sinon des destructions totales dans les marais inondés. Chaque année, l'on est en présence d'une perte de production de maïs et de haricot qui va de 20 à 30% dans les marais du bassin versant de la Nyabarongo et l'Akanyaru à cause des inondations.

4.1.2.2 Les sécheresses

Au Rwanda, la sécheresse résulte d'une forte baisse des précipitations et d'une évapotranspiration très élevée. Elle touche surtout les régions agrobioclimatiques de l'Est et du Sud-Est du pays, et parfois certaines zones du plateau central.

A titre d'exemple, le Bugesera connaissait avant les années 90 une pluviométrie de 700 à 800 mm/an, actuellement il n'a que 300 mm/an de pluie soit plus de 70 % de déficit hydrique. La production des céréales et légumineuses notamment le maïs et le haricot y est devenue presque impossible.

Ces conditions de sécheresse ont aussi été favorables à la prolifération des parasites tels que les chenilles sur les patates douces et les prédateurs du haricot.

4.1.3 Vulnérabilité des écosystèmes terrestre et d'eau douce

Les écosystèmes terrestres et d'eau douce sont soumis à de multiples pressions, dont les changements d'affectation des terres, le dépôt de substances nutritives et de polluants, les prélèvements, le pâturage, l'introduction d'espèces exotiques et la variabilité naturelle du climat.

Les impacts négatifs sur le milieu physique enregistrés suite aux changements climatiques résultent des menaces naturelles à savoir l'érosion, les glissements de terrain, les inondations, la sécheresse, la prolifération des espèces compétitives, les maladies et ravageurs.

4.1.3.1 Menaces d'origine naturelle

➤ *L'érosion, glissements de terrains et inondations*

Le ruissellement sur les fortes pentes couplé à la fragilité naturelle des sols entraîne une quantité importante de terres vers les vallées et les bas fonds.

Terres et gabions charriés par les eaux de ruissellement



Ces dégradations des terres sont susceptibles de s'accroître, affectant notamment une grande portion du territoire, surtout les écosystèmes fragiles des régions montagneuses du Nord et de l'Ouest. Le processus d'érosion dans les bassins versants accentue l'envasement des plans d'eau faisant ainsi disparaître certains écosystèmes comme dans le complexe marécageux des lacs Mugesera - Rweru.

Des inondations imprévues dues à des pluies anormalement importantes, peuvent avoir des effets dévastateurs en quelques heures et détruire les vies humaines, les habitations, le cheptel, les infrastructures et les communications. Il y a également la disparition des espèces lors des crues par asphyxie ou carrément perte des espèces emportées par les eaux.

➤ **Le vent**

Le vent violent est à l'origine de déracinements ou de casses d'arbres qui tombent et détruisent les cultures sur pied, tuent ou blessent les animaux et endommagent les habitations. Les pertes de la biodiversité dans certaines forêts sont estimées à 10 % du couvert végétal en place, particulièrement dans la forêt naturelle de Nyungwe.

➤ **La sécheresse**

La sécheresse entraîne une baisse de niveau d'eau des lacs, des cours d'eau et le tarissement de sources. La sécheresse prolongée affecte les habitats de la biodiversité et entraîne une diminution drastique des variétés et des espèces. Une situation de sécheresse s'observe souvent dans le complexe marécageux de la rivière Akagera où les milieux humides restent très sensibles aux perturbations climatiques. Au cours de La Nina 1999- 2000, 22 hippopotames sont morts suite à l'assèchement de la vallée de Gabiro/Akagera dans la région du Parc National de l'Akagera. La sécheresse s'est également observée dans le marais de Rugezi où les activités agricoles ont eu des incidences sur le maintien du niveau des eaux.

4.1.3.2 Les menaces d'origine anthropique

La pression de l'homme s'exerçant sur les écosystèmes terrestres et d'eau douce apparaît sous différentes formes: la réduction des aires protégées, la surexploitation de ressources biologiques, l'introduction non contrôlée des espèces exotiques et les feux de brousse.

➤ La pression démographique

La forte croissance démographique de la population rwandaise exerce une pression sur les écosystèmes naturels. Cette pression se traduit par la demande accrue en ressources naturelles (terres, eaux, énergie, produits alimentaires), le défrichement à des fins agricoles et pastorales, la construction des habitations et le prélèvement des espèces à des fins artisanales et médicinales. Elle pèse également et de façon particulière sur les zones humides avec la modification et la destruction des écosystèmes naturels entraînant une perte de la flore et de la faune de ces milieux. C'est le cas aujourd'hui du marais de Rugezi qui se trouve perturbé par des activités d'agriculture et de pâturage sur 56% de son étendue.

➤ Les feux de brousse

Périodiquement, les aires protégées et les aires non protégées sont ravagées par des incendies volontaires, criminels ou accidentels. Le PNA a été l'objet d'une telle catastrophe en l'an 2002. Les effets négatifs résultant des feux de brousse sont notamment :

- la disparition de la microfaune et de la microflore ;
- la perturbation et les dégâts à la macrofaune et la macroflore ;
- la perturbation du régime hydrique pouvant aller jusqu'au tarissement des sources d'eau ;
- l'accélération de l'érosion et la modification de la composition physico-chimique du sol ;
- la pollution atmosphérique avec émissions des gaz à effets de serre.

Non seulement les feux de brousse détruisent les écosystèmes terrestres et d'eau douce mais également préparent le terrain à des dégradations continues qui rendent difficile la régénération des ressources génétiques.

➤ Impacts dans le domaine socio-économique

Les impacts dans le domaine socio-économique se manifestent de différentes façons. Les catastrophes naturelles comme des inondations entraînent une détérioration des conditions hygiéniques des populations riveraines suite à la pollution de l'eau qui conduit à la vulnérabilité due à la prolifération des maladies d'origine hydrique.

La pluviosité accrue et la montée des températures provoquent la prolifération des moustiques vecteurs de maladies et leur survie à des altitudes plus élevées. Selon le rapport des Nations Unies pour l'Environnement de 2001, les cas du paludisme ont augmenté de 337 % dans les régions de haute altitude depuis quelques années et 80% de cette augmentation est imputable aux changements de températures et de précipitations.

Les maladies contagieuses du bétail comme la peste bovine et la fièvre aphteuse conduisent à la mort des animaux. Les cultures vivrières et industrielles sont régulièrement attaquées par des maladies, des insectes et de différentes pestes.

4.2 Adaptation

4.2.1 Secteur des établissements humains, Energie et Industrie

Avec le peu de ressources dont dispose le pays, certaines mesures d'adaptation peuvent être envisagées pour faire face aux effets néfastes du changement climatique.

Concernant les établissements humains et industriels, les mesures proposées sont :

- Planifier les établissements humains, industriels et leurs infrastructures à travers les schémas directeurs ;
- Planifier et mettre en œuvre des plans de lotissement des villages-*imidugudu* en milieu rural ;
- Fournir à la population et aux autorités locales les moyens pour mettre en place des dispositifs de lutte anti-érosive et reboiser les endroits où les boisements ont été décimés ;
- Identifier d'abord les endroits très vulnérables et construire les murs de soutènement pour protéger les routes ;
- Lutter contre l'érosion en créant notamment des terrasses radicales sur les versants des collines à forte pente ;
- Régulariser les cours d'eau traversant des agglomérations urbaines et construire des murs de protection de part et d'autres des rives de ces cours là où c'est nécessaire ;
- Mettre en place des lois interdisant à la population de construire dans des quartiers et zones vulnérables.

Concernant le secteur de l'énergie, les mesures d'adaptation suivantes sont envisagées :

- Investir davantage dans le secteur des infrastructures énergétiques en construisant d'autres centrales hydroélectriques. Des potentialités existent sur la rivière Nyabarongo (Bulinga, 28Mw), sur la rivière Rusizi, sur la rivière Akagera et sur des petits cours d'eau où il y a des potentialités pour les micro-centrales hydroélectriques ;
- Développer les énergies nouvelles et renouvelables ;
- Lutter contre l'érosion sur les versants des lacs Bulera et Ruhondo pour éviter la sédimentation qui, à long terme, entraînerait leur dessèchement alors qu'ils constituent des lacs de retenue pour les centrales hydroélectriques de Ntaruka et Mukungwa.

Concernant l'industrie, la mesure d'adaptation envisagée consiste à déplacer sur des sites appropriés la grande majorité des industries actuellement construites dans les vallées des cours d'eau traversant la ville de Kigali et qui sont souvent menacées par des inondations lors de fortes pluies.

4.2.2. Secteur de l'agriculture et de la sécurité alimentaire, des écosystèmes terrestre et d'eau douce

Les mesures d'adaptation aux changements climatiques proposées dans ces secteurs sont repris dans le tableau 27.

Tableau 27: Mesures d'adaptation dans secteur de l'agriculture et de la sécurité alimentaire, des écosystèmes terrestre et d'eau douce

SECTEUR	VULNERABILITES /IMPACTS	MESURES D'ADAPTATION	OPTION POLITIQUE	CADRE POLITIQUE DE MISE EN OEUVRE	Stratégie de riposte
Agriculture	<p>Précipitations intenses provoquant : érosion du sol, les éboulements, les inondations des marais et des pâturages, les maladies des plantes, pertes animales, perte de la fertilité due à l'excès des précipitations.</p> <p>Sécheresses prolongées : baisse de la production agricole, pertes de pâturage et maladies des plantes, incendies des forêts, perte prononcée de la biodiversité, réduction de la teneur en matières organiques et minérales du sol, assèchements prolongés.</p>	<p>Amélioration des techniques de conservation des sols surtout dans les régions de haute altitude (Nord-Ouest du Rwanda et dans les zones de la Crête Congo-Nil) et introduction de l'agroforesterie. Introduction de nouvelles variétés culturales surtout précoces, résistantes et adaptées au climat (par exemple haricot volubile dans les régions de haute altitude, patate douce, le riz, la pomme de terre, le sorgho et le maïs)</p>	<p>Mise en place et en application d'un système d'information environnementale Renforcement institutionnel</p>	<p>Partenariat (Synergie) entre les institutions chargées de la production agricole, de la gestion des bassins versants, de la conservation et transformation des produits agricoles ainsi que de la gestion des catastrophes</p>	<p>Création des systèmes de retenues d'eau de pluie pour les activités agro-pastorales Préparation des semences de variétés résistantes à la sécheresse (germoplasme)</p>
Sécurité alimentaire et Ecosystèmes terrestres et d'eau douce	<p>Migration des populations</p>	<p>Vulgarisation entre le chercheur (ISAR) et l'agriculteur, utilisation des fertilisants Utilisation des technologies améliorées en agriculture et élevage (par exemple cultures irriguées et élevage en stabulation) Construction des valley-dams Assistance à la population démunie Construction des dépôts pour stocker les vivres Transformation et conservation des produits agricoles Elaboration d'un plan d'aménagement des terres</p>	<p>Renforcement institutionnel</p>	<p>Accélération de la législation foncière Mise en place d'un réseau d'observation Hydrologique et Hydrométéorologique</p>	<p>Mise en place d'un stock des produits phytosanitaires Mise en place des dispositifs de lutte anti-érosive</p>

Terrasses radicales sur les pentes de la crête Congo-Nil dans le District de Budaha



Chapitre 5 : PROGRAMMES RELATIFS AU DEVELOPPEMENT DURABLE, A L'EDUCATION, A LA RECHERCHE ET A LA SENSIBILISATION DU PUBLIC

Les éléments essentiels des programmes nationaux de développement durable sont consignés dans les documents de politiques générales et de politiques sectorielles du pays ayant trait au développement durable notamment la Vision 2020, la Stratégie de Réduction de la Pauvreté, la Politique Nationale de l'Environnement, la Politique Foncière, la Politique Nationale Forestière, la politique nationale de gestion des risques et des catastrophes au Rwanda, la Politique Nationale Agricole ainsi que la Stratégie Nationale et Plan d'Actions pour la Conservation de la Biodiversité au Rwanda. Le chapitre "Conditions propres" donne un bref aperçu de leurs contenus.

5.1 Développement durable dans le contexte du changement climatique et de la synergie entre les Conventions de Rio

5.1.1 Vision 2020

Le document de Vision 2020 sert de référence pour la planification sectorielle à long terme. Il trace les grandes orientations du développement social, économique et de gestion des ressources naturelles à l'horizon 2020.

La vision 2020 couvre 4 domaines transversaux incluant la protection de l'environnement et les aspects liés aux changements climatiques. Parmi les principales aspirations de l'Etat à l'horizon 2020, figurent la modernisation de l'agriculture et son intégration aux autres activités économiques, une gestion rationnelle et durable de l'espace national, de l'environnement et des ressources naturelles notamment les terres, l'eau, l'énergie et la biodiversité.

Selon la nouvelle approche de planification sectorielle qui préconise le processus des groupes sectoriels (clusters) pour bénéficier de la contribution de tous les acteurs de développement, la plupart des secteurs concernés ont essayé de respecter cette approche et ont produit des stratégies qui intègrent l'adaptation ou les mesures visant la riposte aux changements climatiques.

Dans le document de vision 2020, les efforts sont fournis pour mettre en place des mécanismes de gestion rationnelle des ressources naturelles et l'environnement. Par contre, ce document ne donne pas des solutions assez claires en matière de gestion des ressources naturelles et de l'Environnement eu égard au changement climatique.

5.1.2 Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté

D'après le Rapport d'Evaluation Participative de la Pauvreté élaboré en octobre 2001, les aléas climatiques viennent en 3^{ème} position parmi les 10 premières causes de la pauvreté au Rwanda. Le rapport de l'Enquête Intégrale sur les Conditions de vie des Ménages au Rwanda (2000-2001) publié en mars 2002, révèle les principales caractéristiques de la pauvreté selon l'accessibilité de la population aux services dépendant directement des phénomènes climatiques. Il s'agit du faible accès à l'eau potable (52%) avec une distance moyenne de puisage de 703 m par ménage, du taux élevé de consommation du bois comme combustible(90.2%), de la dégradation des terres en particulier et de l'environnement en général, la mauvaise gestion des ressources en eau et le déboisement.

Ce rapport a omis certains dégâts qui se manifestent avec les phénomènes de changements climatiques et qui ont une grande influence sur la pauvreté au cours de leur fréquence.

Il s'agit des pertes humaines et matérielles liées aux inondations, aux maladies comme le paludisme, le choléra et la méningite et à la prolifération des bactéries, de virus et des champignons parasites des cultures. Les activités d'atténuation ou d'adaptation aux changements climatiques dans le DSRP se retrouvent dans plusieurs secteurs.

Selon ce document, l'environnement est un thème transversal dont les perspectives méritent d'être prises en compte dans chaque secteur. Les secteurs jugés les plus concernés par les actions de lutte ou d'adaptation aux changements climatiques sont: la transformation agricole et le développement rural, les infrastructures économiques (énergie, eau, assainissement, les routes et le transport, les terrassements, l'aménagement des marais) et la santé.

Le Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté énonce également la révision de la réglementation sur l'environnement et l'adoption de la Politique Nationale de l'Environnement. L'objectif global de cette politique a été défini comme suit: *améliorer le bien-être humain, utiliser judicieusement les ressources naturelles, protéger et gérer rationnellement les écosystèmes pour un développement durable et équitable.*

Cependant, ledit document aurait pu inclure le secteur industriel en tant que responsable de l'émission du gaz carbonique qui fait partie des gaz à effet de serre.

➤ **La transformation agricole et le développement rural**

Sous cette rubrique sont traités des aspects relatifs à la maximisation du profit agricole par des actions de d'intensification agricole, de régionalisation des cultures, de promotion de produits les plus compétitifs, d'élaboration de la politique et de la loi foncière pour assurer la sécurité à la tenure foncière, d'appui à l'accroissement des investissements chez les ménages pauvres par les micro crédits et le fonds de garantie agricole de promotion de travaux publics à Haute Intensité de main d'œuvre (HIMO) pour créer des emplois en milieu rural.

Cependant, les programmes de reboisement qui rentrent dans ces travaux publics à haute intensité de main d'œuvre ne mentionnent pas clairement le rôle des forêts dans l'atténuation des effets néfastes des changements climatiques.

Le DSRP ne mentionne pas non plus les actions palliatives au déficit hydrique comme l'irrigation des zones sèches, l'aménagement des marais, les techniques de transformation et de conservation des produits pour la survie en période de pénurie.

➤ **Les infrastructures économiques**

Ce secteur prévoit les actions comme les *infrastructures agricoles, les infrastructures énergétiques* dont on distingue l'énergie du secteur informel et celle des ménages pauvres et des entreprises rurales, *les infrastructures d'eau et d'assainissement, les infrastructures de transport et de communications.*

➤ **La santé environnementale et la protection sociale:**

Le sous- secteur santé ne compte que des actions d'adaptation à l'impact du changement climatique. Ainsi les stratégies du DSRP qui tiennent compte des changements climatiques dans le secteur de la santé pour prévenir ou lutter contre les maladies identifiées (malaria, méningite, choléra) sont:

- l'extension des mutuelles de santé en se basant sur la diffusion des pratiques les plus réussies;
- la fourniture de services de santé par les animateurs de santé;

- le soutien du programme de vaccination, avec l'objectif de réaliser une couverture universelle;
- le programme de subvention de la fourniture des moustiquaires imprégnées dans les zones rurales à un prix abordable pour les pauvres;
- la promotion de l'Information, Education et Communication «IEC» pour les maladies que l'on peut prévenir;
- l'encouragement des communautés à prendre des mesures environnementales pour lutter contre les moustiques.

Le sous-secteur de la protection sociale a été décrit dans le DSRP sous l'appellation Groupes désavantagés et vulnérables (MINALOC). Sous cette forme d'expression le DSRP ne montre pas clairement les causes réelles de la vulnérabilité en dissociant celles liées aux catastrophes naturelles telles que le climat, les éruptions volcaniques, les tremblements de terre, les glissements de terrain et celles liées à la mauvaise gouvernance ou à l'insécurité.

5.1.3 Politique Nationale de l'Environnement

Le document de la Politique Nationale de l'Environnement propose des mesures à prendre et actions stratégiques qui ont une implication directe sur les changements climatiques dans le cadre des ressources en eau, des forêts et des aires protégées, de la biodiversité, de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche, du transport et de la communication, du commerce, de l'industrie et du tourisme, de l'énergie et des mines, et enfin de l'atmosphère et des catastrophes naturelles.

5.1.4 Politique Nationale Forestière

Certaines dispositions contenues dans la Politique Nationale Forestière telles que la promotion de l'agroforesterie, la conservation et la réhabilitation des forêts et le reboisement des terrains impropres à l'agriculture sont aptes à favoriser l'adaptation aux changements climatiques.

5.1.5 Stratégie Nationale et Plan d'Actions pour la Conservation de la Biodiversité

La Stratégie Nationale et Plan d'Actions pour la Conservation de la Biodiversité vise à améliorer la protection, la gestion et la connaissance des aires protégées et des zones humides, à conserver la diversité génétique des espèces végétales et animales autochtones; à utiliser de façon durable les ressources biologiques des écosystèmes naturels et agro-écosystèmes et à améliorer les cadres politiques et juridiques pour la conservation durable de la biodiversité.

Les principales actions préconisées tenant compte des aspects du changement climatique sont celles relatives à la réhabilitation de l'environnement des aires protégées endommagées, les mesures de conservation et d'utilisation durable de la biodiversité.

D'autres actions se rapportent à la promotion des techniques modernes d'élevage et d'agriculture et la promotion de l'utilisation des énergies nouvelles et renouvelables ainsi que des technologies d'économie d'énergie.

La stratégie propose également d'encourager l'utilisation des technologies non dégradantes d'exploitation minière, d'abattage de bois, de pêche, d'agriculture, etc. Elle indique aussi les systèmes de production traditionnels performants et durables et propose le développement des politiques et lois qui favorisent la promotion de la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité et le partage équitable des bénéfices découlant de l'utilisation des ressources biologiques.

5.1.6 Politique Agricole

La Politique Agricole propose un plan stratégique pour la transformation de l'agriculture et aborde de façon indirecte les changements climatiques. La plupart des actions proposées visent à conserver et restaurer la fertilité des sols et à les protéger contre l'érosion.

5.1.7 Politique de l'Énergie

Les activités prévues dans le cadre de la gestion rationnelle des ressources énergétiques auront certainement un impact positif sur le climat.

Le tableau ci-dessous reprend les stratégies, les programmes et les activités prévues pour la gestion des ressources énergétiques.

Tableau 28:

Stratégies	Programmes	Activités
Réduction du taux de consommation de l'énergie bois et charbon de bois	Recherche des énergies de substitution	Evaluation du potentiel des ressources renouvelables Evaluation des besoins et de la demande Promotion des projets de substitution Vulgarisation des foyers améliorés Utilisation du gaz méthane Promotion du biogaz Exploitation de la tourbe
	Diffusion de technologies de conservation de l'énergie	Vulgarisation des techniques de cuisson à économie d'énergie Sensibilisation à la gestion rationnelle de l'énergie Vulgarisation de techniques améliorées de carbonisation
Extension du réseau d'électrification	Electrification rurale par extension du réseau	Etude du plan directeur d'électrification rurale Identification des projets Etudes de faisabilité Exécution des projets
Réseaux isolés alimentés par les micro-centrales hydroélectriques	Electrification rurale par micro-centrales hydroélectriques	Identification des projets Etudes de faisabilité Exécution des projets
Réseaux isolés alimentés à partir de l'énergie solaire	Electrification rurale par énergie solaire	Electrification des institutions publiques éloignées du réseau national ; Centres de santé ; Ecoles ; Bureaux des Districts ; Télé centres et Stations de pompage d'eau en milieu rural
Volet environne ment inclus dans tous les projets d'énergie	Etudes d'impact environnemental avant l'exécution des projets	Revue des standards utilisés Etudes de conformité Etude du système de suivi de la stabilité du lac Kivu pendant l'exploitation du gaz méthane Etudes d'impact environnemental pour chaque projet d'énergie

5.1.8 Politique de Gestion des Risques et des Catastrophes

La Politique de Gestion des Risques et des Catastrophes propose un cadre institutionnel à mettre en place pour mieux gérer les risques et les catastrophes y compris ceux liés au changement climatique.

Les structures proposées se situent au niveau national et au niveau des entités déléguées et décentralisées et sont constituées de structures conjoncturelles ou d'urgence.

5.1.9 Mesures de correction

Les documents de développement durable évalués contiennent plusieurs dispositions aptes à influencer positivement sur l'adaptation aux changements climatiques. Les actions concrètes de mise en œuvre des politiques de développement durable sont entre autres l'aménagement des zones humides, le reboisement de tous les espaces libres et pouvant l'être. Les programmes de lutte anti-érosive, toutes les initiatives de gestion durable des ressources en eau, de protection des rives et berges des lacs et rivières, de lutte contre la désertification sous toutes ses formes et d'autres actions favorables au maintien de la qualité de l'environnement sont à encourager.

5.1.10 Corrélation entre les stratégies sectorielles et les conventions de Rio

En confrontant les actions stratégiques du Rwanda à celles qui incombent aux pays Parties des Conventions de Rio (Biodiversité, Désertification et Changement climatique), il existe une forte corrélation entre les mesures exigées aux Pays Parties signataires de ces Conventions et les stratégies sectorielles nationales adoptées pour la réduction de la pauvreté.

Pour favoriser une plus grande synergie entre les conventions de Rio et intégrer l'environnement dans tous les secteurs socio-économiques, il est indispensable de procéder par approche programme multi-sectoriel plutôt que par approche projet. Cela suppose de prévoir des programmes d'adaptation aux changements climatiques ou d'atténuation de ses effets néfastes dans les plans stratégiques des provinces comprenant des régions à haute vulnérabilité.

En vue de rendre la Stratégie Nationale de Réduction de la Pauvreté et les stratégies sectorielles plus aptes à affronter la vulnérabilité liée aux changements climatiques dans le sens de l'atténuation ou de l'adaptation tout en respectant les dispositions des Conventions de Rio, les compléments suivants sont proposés :

Pour le DSRP:

- mentionner parmi les causes de la pauvreté, celles liées aux catastrophes naturelles y comprises celles dues au changement climatique;
- enrichir le chapitre sur l'environnement en tenant compte de la politique environnementale et de la politique foncière qui sont en relation avec les changements climatiques;
- montrer les relations de cause à effet existantes dans chaque secteur lors de la proposition des stratégies devant figurer dans le DSRP pour l'atténuation ou l'adaptation aux changements climatiques ;
- ajouter les activités de recherche, de transformation technologique, d'utilisation des engrais organiques, de promotion des échanges commerciaux dans le domaine agricole ;
- insérer le domaine industriel dans le DSRP non seulement pour la promotion du secteur privé mais aussi pour la promotion des unités de transformation et de conservation des produits agricoles.

Pour les stratégies sectorielles

- lors de l'analyse des problèmes sectoriels, montrer les problèmes d'émissions causés par les secteurs de l'assainissement (déchets solides, eaux usées domestiques et industrielles), le secteur des transports et le secteur des industries ;

- recourir à l'approche SWAP pour harmoniser les stratégies des secteurs ayant des actions complémentaires. Cela concerne surtout le secteur agricole qui montre des duplications entre le Ministère chargé de l'environnement, des terres et des forêts, le Ministère chargé des infrastructures, le Ministère chargé du commerce et des industries et le Ministère chargé du développement communautaire.

C'est aussi le cas du secteur des ressources en eau qui nécessite la concertation avec le Ministère chargé de l'eau, le Ministère chargé de l'agriculture et celui chargé des infrastructures.

➤ **Dans le secteur eau :**

- séparer les stratégies liées à la gestion de l'eau en tant que ressource naturelle à gérer surtout dans le contexte de l'intégration régionale à celles liées aux infrastructures pour augmenter la desserte en eau domestique et industrielle ;
- ajouter le développement de nouvelles technologies pour augmenter le taux de desserte en eau, comme la collecte et la conservation des eaux pluviales, le captage des eaux souterraines, l'utilisation des pompes manuelles et photovoltaïques, etc. ;
- ajouter la construction des retenues d'eau pour différents usages socioéconomiques (domestiques, industries, hydroélectriques, irrigation, bétail, etc.) ;
- ajouter la protection des cours d'eau contre la pollution et la sédimentation (contre la jacinthe d'eau, inondations) ;
- ajouter la relance du service hydrologique au niveau des districts, pour faciliter la publication régulière des annuaires hydrologiques et faire les prévisions sur les crues et les inondations.

➤ **Dans le secteur forêts :**

- En conformité avec la Convention sur la Lutte contre la Désertification, mettre en oeuvre les résultats des institutions de recherches comme l'ISAR sur l'introduction des essences résistantes à la sécheresse ;
- Développer des projets générateurs de revenus aux environs des aires forestières pour éviter la déforestation ou le braconnage pratiquées par les populations pauvres pour plusieurs usages (agricole, combustible, chasse.).

➤ **Dans le secteur de la production agricole**

- ajouter la sécurité alimentaire au titre du secteur aussi bien dans le DSRP que dans la stratégie sectorielle;
- tenir compte des résultats des institutions de recherche et proposer l'introduction de variétés précoces et celles résistantes à la sécheresse ;
- ajouter la mise sur pied des stocks stratégiques de sécurité alimentaire dans tous les districts.

➤ **Dans le secteur industriel**

- proposer, en concertation avec le Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales, le développement des industries de transformation des produits agricoles pour permettre aux agriculteurs de joindre les deux saisons agricoles en produits vivriers et augmenter la valeur ajoutée des produits dont les prix baissent au moment de la récolte.

➤ **Dans le domaine de la météorologie**

- renforcer le service météorologique national en le rendant autonome au service de tous les secteurs pour lui donner la possibilité de livrer à temps l'information sur les prévisions météorologiques et la prévention des catastrophes naturelles.

5.2 Education et Recherche

5.2.1 Education formelle

L'éducation joue un rôle très important dans le processus de développement notamment dans la dissémination et l'assimilation de l'information y compris l'information sur les changements climatiques.

➤ **Enseignement primaire**

A l'école primaire, le programme d'étude du milieu et des sciences et technologies élémentaires est conçu dans le but d'amener les élèves à faire connaissance de l'existence de certains éléments du milieu physique et du milieu humain. Celui-ci se limite uniquement à une simple énumération et une brève description et met de côté les relations de cause à effet.

Au premier cycle, ledit programme ne permet pas aux élèves de s'apercevoir de l'interdépendance ou des interactions qui existent entre les mêmes éléments, suite à leur faible degré de compréhension. Par contre, au deuxième cycle, le programme d'enseignement consiste en une initiation à l'exploration de l'espace terrestre à l'aide de l'observation, des manuels, des plans, des cartes et des photos, etc.

Le contenu du programme du second cycle du primaire paraît complet mais l'enseignant devrait insister sur les conséquences des changements climatiques à partir des éléments prévus par le programme. Par exemple : les conséquences de la déforestation, des feux de brousse, la surexploitation des sols, l'importance des aires protégées sur le climat (parcs nationaux, forêts naturelles, forêts galeries).

Au niveau du primaire, le contenu des programmes d'enseignement de la géographie et l'étude du milieu devrait inclure les notions de l'équilibre de l'environnement, les causes, les conséquences et les manifestations du changement climatique dans l'environnement ainsi que les mesures d'adaptation.

➤ **Enseignement secondaire**

Au premier cycle du secondaire, le programme d'enseignement se limite à l'initiation à la connaissance de la structure et des mouvements internes du globe qui expliquent la formation du relief. Il s'adresse également aux divers phénomènes externes qui façonnent le modelé (érosion). Ce programme introduit les aspects de la conservation de la nature, de la dégradation de l'environnement (déforestation, destruction, braconnage, érosion, dégradation des terres, surpâturages, déchets industriels, etc..) et de solutions à envisager. Il s'agit d'une simple énumération et description de l'importance des éléments de l'environnement sans toutefois faire allusion à leur implication dans les changements climatiques, source de la dégradation de cet environnement.

Au second cycle du secondaire, le programme d'enseignement est axé sur les points en rapport avec la population, l'agriculture et l'élevage, l'exploitation forestière, la pêche, les mines et l'exploitation minière, l'industrialisation, le transport et les communications, le commerce et les échanges internationales et la pollution de l'environnement. A la fin du secondaire, le programme insiste sur les aspects physiques, humains et économiques du Rwanda dans le but de

promouvoir une connaissance plus approfondie du pays, de ses problèmes et des approches de solution notamment par le biais de l'intégration régionale et de l'ouverture à la coopération internationale.

En général, le programme du secondaire est caractérisé par une absence de relation de cause à effet. Ce qui revient à recommander qu'il puisse insister sur le fait que les agents de l'érosion, les causes de la dégradation de l'environnement seraient l'un des facteurs des changements climatiques et par conséquent évoquer le phénomène de changements climatiques.

➤ Enseignement supérieur

La structure de l'enseignement supérieur ne fait aucune allusion aux changements climatiques. En effet, en dehors des cours et/ou des options relatifs à l'environnement (ex.: aménagement du territoire, sciences environnementales, écologie et environnement, etc.), des notions plus ou moins approfondies se retrouvent dans des options traitant des sciences naturelles et technologies, du commerce et de l'environnement, de l'agronomie, de la médecine, de la recherches-développement, de l'industrie, de l'hygiène et de l'assainissement, de la pollution et de la gestion de déchets.

5.2.2 Stratégies d'intégration des aspects du changement climatique dans l'éducation formelle

Dans le but de faciliter une intégration efficace du phénomène de changements climatiques dans l'éducation formelle, certaines actions et stratégies devront être mises en œuvre grâce une approche participative de tous les acteurs en incluant le développement des capacités matérielles et humaines.

Tout en tenant compte des programmes déjà existants dans l'enseignement primaire, secondaire et supérieur, les actions prioritaires suivantes sont à envisager:

- Intégrer l'éducation environnementale dans les programmes d'enseignement à tous les niveaux ;
- Montrer les méfaits de la destruction des forêts et des feux de brousse ;
- Organiser les visites dans les réserves et les Parcs Nationaux ou dans les autres aires protégées pour éveiller la conscience de la jeunesse au respect de l'environnement ;
- Multiplier les réseaux d'observation systématique afin de permettre une meilleure compréhension du climat à l'échelle locale et régionale et de rendre disponibles les prévisions météorologiques ;
- Appuyer les différentes associations des jeunes à la conservation et la protection de l'environnement;
- Diversifier les moyens d'éducation : matériel, audio-visuel, presse écrite, concours écrit tels que les poèmes, théâtres, des chroniques radiodiffusées et télévisées en vue de sensibiliser le public et la jeunesse en particulier sur les effets néfastes du changement climatique.

5.2.3 Activités nationales de la recherche scientifique

Les activités de recherche sont réalisées dans les institutions et centres de recherche et d'enseignement supérieur public ou privé. Les institutions de recherche ou d'enseignement supérieur les plus importantes à l'échelle nationale sont l'Institut de Recherche Scientifique et Technologique (IRST), l'Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda (ISAR) et l'Université Nationale du Rwanda (UNR). Récemment, les unités de recherche et /ou d'enseignement supérieur se sont multipliées incluant le secteur privé (l'ULK, UAAC, UNILAK, KIST, KIE, INADES, etc.).

Selon l'inventaire du Potentiel Scientifique et Technologique réalisé en décembre 1999, 92,4 % des institutions scientifiques et technologiques sont regroupées dans cinq Ministères : le MINEDUC, le MINICOM, le MINISANTE, le MINAGRI et le MININFRA.

En 1999, 86,9 % des unités de recherche étaient opérationnelles. Parmi les unités actives, les industries et les unités AST (Unité à Activité Scientifique et technologique) occupent une place importante par rapport aux institutions de recherche ou d'enseignement supérieur.

Les unités industrielles et AST sont impliquées dans des activités directement orientées en fonction de leurs affaires. Ces activités ne tiennent pas en considération les aspects du changement climatique. Seules quelques institutions de recherche ou d'enseignement supérieur faisant la recherche fondamentale ont initié des projets qui tiennent compte, directement ou indirectement des aspects du changement climatique. Il s'agit de l'UNR, l'IRST, l'ISAR, le KIST et du KIE essentiellement dans le cadre des travaux de mémoire des étudiants.

Les activités de recherche directement ou indirectement liées aux aspects du changement climatique sont reprises ci-après :

- Fabrication et vulgarisation des foyers améliorés ;
- Valorisation énergétique de la biomasse au moyen d'un biométhaniseur ;
- Electrification photovoltaïque en milieu rural incluant le pompage de l'eau par énergie solaire ;
- Séchage solaire des produits alimentaires ;
- Estimation of global solar radiation over Rwanda;
- Evaluation des effets de la sédimentation, dégradation de l'habitat, pollution et empoisonnement des lacs rwandais sur les ressources bio-aquatiques ;
- Evaluation de l'impact des activités humaines sur les écosystèmes ;
- Recherche sur les polluants des eaux au Rwanda et leur impact sur l'environnement sous-régional ;
- Identification des produits naturels et des polluants atmosphériques par la méthode de Spectroscopie photo acoustique ;
- Usage des produits forestiers et son impact sur la conservation du Parc National de Nyungwe ;
- Etude des processus et mécanisme de l'érosion et ses effets sur la productivité des sols ;
- Etude sur la gestion des déchets solides et liquides dans la Ville de Kigali ;
- Production de vinaigre à partir des déchets des épluchures d'ananas dans les usines de production de jus ;
- Quantitative precipitations forecasting for Rwanda using NCEP-ETA Model;
- Caractérisation des sources de vents au Rwanda.

Les problèmes majeurs rencontrés au sein des institutions de recherche sont liés au manque de financement, à l'insuffisance ou la non qualification du personnel, à la faiblesse au niveau de la documentation, des équipements, etc.

Ainsi, sur le plan national, le bilan de la planification de la recherche-développement est quasi négatif.

Pour surmonter ces obstacles, il est envisagé de rechercher des financements, de recruter suffisamment du personnel qualifié, de recourir à l'expertise extérieure et de former le personnel disponible.

5.3 Education Informelle, Information et Sensibilisation du Public

L'éducation, la formation et la conscientisation du public constituent les principaux piliers des politiques et des orientations stratégiques mises en place par le Gouvernement du Rwanda en vue de faire face aux problèmes de dégradation de l'environnement et pour la promotion du développement durable. Il s'agit des politiques de l'environnement, des terres, des forêts de l'eau dont les principes sont axés sur la Vision 2020 et la Stratégie Nationale de Réduction de la Pauvreté.

L'éducation, la formation et la conscientisation du public sur la problématique environnementale et particulièrement sur les changements climatiques reste un défi. En effet, les changements climatiques sont parmi les principaux problèmes environnementaux auxquels le Rwanda fait face actuellement.

Des programmes d'éducation et de sensibilisation du public existent au niveau national. Cependant, ceux-ci restent insuffisants ou non adaptés aux besoins. Le résultat de cette situation est que la majorité des rwandais n'ont pas d'informations sur les changements climatiques et en particulier sur le phénomène d'émissions des gaz à effet de serre ainsi que ses implications sur la vie socio-économique des populations.

Les programmes de formation informelle existants sont exécutés par différentes institutions à savoir les départements ministériels, les établissements publics, le secteur privé, les ONG et la société civile. Par ailleurs, des activités ponctuelles sont menées par différents acteurs, dans le but d'éduquer et de conscientiser le public sur la lutte contre la pauvreté, la protection de l'environnement et la lutte contre les changements climatiques et ses effets.

Les pauvres dépendent directement des ressources naturelles en termes de moyens de subsistance et sont plus touchés par la dégradation de l'environnement due aux changements climatiques. L'éducation et la sensibilisation du public et des populations pauvres en particulier s'avèrent donc importantes en vue d'une adaptation aux vulnérabilités dues à ces changements climatiques.

5.3.1 Education informelle

Les programmes permanents d'éducation informelle actuellement en vigueur dans le pays susceptibles de contribuer d'une manière significative à l'éducation et à la sensibilisation du public doivent être étendus à sa formation sur les changements climatiques et ses conséquences. Ces programmes incluent l'alphabétisation fonctionnelle et technologies appropriées ainsi que la Formation Professionnelle au sein du MINEDUC.

Au Rwanda, aucun programme national de formation permanente du public dans le contexte du climat n'est recensé. Ces formations sont uniquement organisées en faveur des autorités, des techniciens de terrain, des leaders communautaires et des communautés de base.

A travers l'alphabétisation fonctionnelle, l'approche utilisée des causeries éducatives portant sur les préoccupations des communautés est une bonne voie d'éducation, d'information et de sensibilisation aux changements climatiques et à leurs effets. Les thèmes abordés ont surtout trait à l'agriculture et l'élevage, la nutrition, la santé de la reproduction, les maladies épidémiques et le VIH/SIDA, l'hygiène et l'assainissement, la conservation des sols, la lutte anti-érosive, l'environnement, la gestion des ressources en eau et l'agroforesterie. Malheureusement, les thèmes cadrant avec les changements climatiques sont abordés sans beaucoup faire allusion à leurs incidences et vulnérabilité.

5.3.2 Formation, information et conscientisation du public

La sensibilisation du public constitue un facteur clé dans la mise en oeuvre de la Convention des Nations Unies sur les Changements Climatiques. Le niveau de compréhension du public des problèmes liés aux changements climatiques lui permettra de jouer son plein rôle lors de la mise en place des politiques et prise de décisions à ce sujet.

Des programmes d'information et de conscientisation du public dans le contexte du changement climatique existent et comprennent des activités d'information et de sensibilisation en matière de :

- production et diffusion des outils d'information et de sensibilisation du public ;
- semaines et journées nationales et internationales de l'environnement, de l'eau, de la météorologie, de l'arbre et de la biodiversité, etc.;
- chroniques et émissions radiodiffusées et/ou télévisés;
- campagnes ou tournées de sensibilisation organisées dans des zones vulnérables.

Dans ce cadre, les activités sont orientées vers la production et diffusion du matériel (affiches, livrets, films documentaires, chroniques, dépliants) et outils constitués de publications et imprimés, sketches, discours politiques, les journaux et les banderoles en rapport avec l'environnement.

Ces outils revêtent une grande importance dans l'éducation et la conscientisation du public aux effets du changement climatique, aux mesures d'atténuation et d'adaptation en vue d'adopter des attitudes et des comportements favorables à la protection des ressources naturelles et de l'environnement.

La formation professionnelle au niveau des Centres de Formation des Jeunes (CFJ) cible les lauréats de l'école primaire sans accès au secondaire. Elle porte entre autres sur la menuiserie, l'agriculture, l'élevage, la maçonnerie, la forge, la cuisine, la coupe couture et la plomberie.

5.3.3 Promotion des outils pour la conscientisation du public par les mass média

En vue de pouvoir éduquer, former et conscientiser le public aux effets néfastes des changements climatiques et aux mesures d'adaptation, l'implication des médias officiels et privés constitue l'une des meilleures stratégies. En effet, ces médias (télévision, la radio et les autres dont les agences de publicité), disposent de toutes les méthodes et techniques de communication pour atteindre efficacement et rapidement un large public.

C'est dans ce cadre que le Projet « Activités habilitantes pour la préparation de la Communication Nationale Initiale relative à la CCNUCC » a fait traduire en langue nationale « le Kinyarwanda » les textes et autres documents des Conventions internationales et de leurs Protocoles sur l'environnement ayant une synergie, à savoir celles relatives au changement climatique, à la diversité biologique, à la lutte contre la désertification et à la protection de la couche d'ozone pour s'en servir comme outil principal de sensibilisation du public aux aspects relatifs à l'environnement en général et aux changements climatiques en particulier.

5.3.4 Formation pour les membres du Comité National sur le Climat

Du 15 octobre au 15 novembre 2002, lors d'une mission effectuée au Rwanda par l'expert de l'UNISTAR, Mr MONTI Massimo, des sessions de formation sur la méthodologie d'inventaire des émissions et absorptions de gaz à effet de serre ont été tenues à l'intention des membres du Comité National sur le Climat (CNC) et de l'équipe chargée d'études sectorielles.

En plus, Mr Ravi SHARMA et Mademoiselle Liza LECLERC, Représentants du PNUE/FEM, ont donné des exposés au cours des ateliers nationaux d'évaluation des rapports d'études techniques élaborées dans le cadre du projet «Communication Nationale Initiale». Ces exposés ont porté sur les Lignes Directrices du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur les Changements Climatiques pour l'élaboration des communications nationales et les études de vulnérabilité/impacts et les mesures d'adaptation aux changements climatiques.

Chapitre 6 : AUTRES INFORMATIONS UTILES POUR ATTEINDRE L'OBJECTIF DE LA CONVENTION

6.1 Recherche et observation systématique

6.1.1 Les systèmes de collecte et banques de données météorologiques au Rwanda

Actuellement le service météorologique fonctionne au ralenti à cause du manque du personnel suffisant et des équipements nécessaires pour la collecte, la saisie et le traitement des données. Depuis sa reprise des activités après la guerre de 1994, le service n'a pas d'annuaires climatologiques mis à jour et aucun bulletin agrométéorologique n'a été publié. Ainsi, les données récentes, nécessaires pour les différents utilisateurs dans leurs activités routinières font défaut.

Le service météorologique dispose une grande banque de données historiques qui datent de 1906 proviennent de toutes les stations opérationnelles avant 1994 et celles rouvertes de 1998 à 2000 à des fins de l'aviation civile fonctionnant jusqu'aujourd'hui. Cette banque de données est gérée par un logiciel climatique (CLICOM) et comporte plusieurs paramètres météorologiques tels que les précipitations, la température, l'humidité, l'insolation, la nébulosité, le vent, la pression etc. Une bonne partie de ces données n'est pas encore informatisée et reste consultée dans les documents techniques. Notons que le grand handicap du service météorologique National est le manque du réseau complet d'observations météorologiques tel qu'il était avant 1994.

6.1.2 Les systèmes de collecte et banques de données hydrologiques

L'année 1972 marque une étape particulièrement importante qui a vu le renforcement du service hydrologique par des techniciens expatriés belges et français. Un effort particulier de réorganisation du service, de restauration du réseau, de formation du personnel et de revalorisation des données a permis la réalisation d'un recueil d'annuaires hydrologiques.

Actuellement, le service hydrologique est une Division au sein du Ministère des Terres, de l'Environnement, des Forêts, de l'Eau et des Mines. Avant les événements tragiques de 1994, le service comptait 47 stations hydrologiques. Depuis 1994, le nombre de stations a diminué suite aux conséquences de la guerre et à la moindre importance accordée à l'évaluation des ressources en eau.

Grâce à l'assistance de la FAO, le service hydrologique a reçu un équipement moderne pour les mesures automatiques de la hauteur et du débit sur quelques stations de la Nyabarongo à Kanzenze, de l'Akanyaru, et de l'Akagera à Rusumo.

A part les données sur la hauteur et le débit des rivières, le service dispose également des données sur la qualité de l'eau dans certaines régions où sont exécutés les projets pilotés par les organisations non gouvernementales. L'ELECTROGAZ dispose également d'une banque de données sur la qualité de l'eau, spécialement pour l'eau potable.

Le problème majeur qui handicape les observations, la collecte et le traitement des données hydrologiques est la moindre importance accordée à l'hydrologie, le manque du personnel qualifié, la dispersion des données et les limitations budgétaires.

6.2 Les besoins financiers et technologiques relatifs aux études de vulnérabilité au changement climatique aux niveaux national, régional et/ou sous régional

Les technologies appropriées pour l'adaptation aux changements climatiques proposées ci-après peuvent être adaptées au contexte socio-économique et environnemental du Rwanda.

Ces technologies concernent les secteurs de l'industrie, de l'énergie, des établissements humains, du transport, de l'agriculture et de la sécurité alimentaire, des forêts, de la gestion des déchets et des eaux usées, de l'hydrologie et des ressources en eau, des écosystèmes terrestres et d'eau douce et enfin de la santé.

D'autres technologies sont liées au changement de comportement en matière de consommation des produits importés, il s'agit par exemple d'importation de carburant sans plomb et de limitation d'importation des sachets en plastique et des produits appauvrissant la couche d'ozone. Ces technologies sont soit habituellement en vigueur dans le pays ou alors proposées pour une mise en œuvre initiale.

Pour la plupart de ces technologies, les principales informations disponibles présentent les estimations du coût, le groupe cible et éventuellement les moyens nécessaires pour la fabrication de certains outils à des fins d'adaptation ou d'atténuation des effets des changements climatiques.

Pour chaque technologie, il faudrait mener des études d'impacts environnementaux et socio-économiques avant sa vulgarisation.

6.2.1 Secteur de l'énergie

Dans le *secteur de l'énergie*, les technologies identifiées sont : fourneau à foyer amélioré (coût : 800 à 1000 FRW), foyer en céramique kenyan (coût : 2000 FRW), fourneau Nada Chula (coût : 50.000 à 75.000 FRW), Fourneau Nofie (coût : 2000 FRW) et la carbonisation du bois en charbon.

Ces différentes technologies peuvent être mises à profit pour la population rurale, urbaine ou semi urbaine, habitat regroupé et établissements publiques (écoles, prisons, etc.).

D'autres options de ces technologies adaptées toujours dans le secteur de l'énergie sont à caractère industriel par exemple le four MANGIEN et le four NAVARE ainsi que la fabrication de briques par densification dont le groupe cible est la population rurale et urbaine pour un coût estimé à 7000×10^3 FRW.

6.2.2 Secteur des établissements humains

Dans le *secteur des établissements humains*, les technologies identifiées sont du domaine de la fabrication de matériaux de construction et sont réparties en pressage à sec (coût : 5000×10^3 FRW), l'extrusion (coût : 6000×10^3 FRW), four de campagne à murs verticaux (coût : 1500×10^3 FRW), four de campagne amélioré continu (coût : 75×10^3 frw), four à tirage par le haut (coût : 150×10^3 FRW), four tranché (coût : 5000×10^3 FRW), four Hoffmann (coût : 2000×10^3 FRW) et four tunnel (coût : 40000×10^3 FRW).

Ces technologies peuvent être mises en application pour le compte des populations urbaines, semi- urbaines et les populations rurales en habitat regroupé (imidugudu).

6.2.3 Secteur de l'agriculture et de la sécurité alimentaire

Dans le *secteur de l'agriculture et de la sécurité alimentaire*, les technologies choisies ont trait à la fabrication de silos en paille pour le bétail (coût : 700.000 FRW) ainsi que l'agriculture attelée (coût : 300.000 FRW) pour les milieux paysans.

Dans le cadre de la *sécurité alimentaire*, les technologies qui semblent les plus adaptées dans notre pays sont la presse à huile d'arachide ou de palme (coût : 750.000) et le séchoir solaire indirect (coût : 250.000 FRW) utilisé par les populations urbaines ou rurales en habitat regroupé. Pour le *transport*, seul le transport à traction animale dans le milieu rural en habitat regroupé (imidugudu) paraît être viable avec un coût d'environ 300.000 FRW.

6.2.4 Gestion des déchets et des eaux usées

Dans le secteur de la *gestion des déchets et des eaux usées*, les technologies proposées sont le lit bactérien (coût : 150.000×10^3 FRW/1000 EH), le disque biologique (coût : 125.000×10^3 FRW/1000 EH), la boue activée (coût : 160.000×10^3 FRW/1000 EH), l'infiltration percolation sur sable (coût : 130×10^3 FRW/1000 EH), les filtres plantes à écoulement vertical (coût : 130.000×10^3 FRW/1000 EH), les filtres plantes de roseaux à écoulement horizontal (coût : 130.000×10^3 FRW/1000 EH), le lagunage naturel (coût : 130.000×10^3 FRW/1000 EH), le lagunage aéré (coût : 80.000×10^3 FRW/1000 EH) mais également les latrines améliorées à fosse ventilée (coût : 90.000×10^3 FRW et 200.000 FRW / < 8 EH, 50.000 FRW), le compostage par la méthode Indore et la biométhanisation (coût : 1000×10^3 FRW par système moyen).

Ces technologies peuvent être utilisées par la population urbaine et rurale en habitat regroupé ou les collectivités.

6.2.5 Hydrologie et ressources en eau

Dans le domaine de *l'hydrologie et des ressources en eau*, les technologies inventoriées sont la pompe à irrigation à pédale (coût : 700×10^3 FRW), pompe à traction animale (coût : 700×10^3 FRW), pompe solaire (coût : 3.650×10^3 FRW) ainsi que le réservoir d'eau de type panier (coût : 150.000 FRW/m³) pour la collecte de l'eau des toitures.

Ces technologies peuvent être adaptées pour les populations rurales en habitat regroupé.

6.2.6 Secteur de l'industrie

Dans le cas de technologies liées à l'industrie, pour une meilleure adaptation aux changements climatiques dus aux émissions de gaz à effet de serre lors de la fabrication du ciment et de la chaux, la mesure d'adaptation préconisée pour les pays développés consiste en la production du ciment à base de laitier, ce qui n'est pas à la portée du Rwanda. Comme mesure correctrice, les boisements au voisinage de ces usines sont recommandés.

6.2.7 Secteurs des écosystèmes terrestres et d'eau douce, des forêts et de la santé

Les technologies liées au secteur des écosystèmes terrestres et d'eau douce, au secteur des forêts et au secteur de la santé sont respectivement: ceinturage d'une zone lacustre, greffage et le moustiquaire imprégné super net contre le paludisme.

La population cible est spécifiquement celle riveraine des zones lacustres, la population rurale et éventuellement toute la population dans le cas du moustiquaire imprégné.

BIBLIOGRAPHIE

1. ApproTEC : Super- MoneyMaker, pompe à irrigation, Guide d'utilisation.
2. B. KAGIRANEZA et ISAR, le Greffage dans l'Horticulture : Application à l'avocatier et aux Citrus au Rwanda ; 2002.
3. Banque Nationale du Rwanda, Statistiques économiques et financiers, mars 2003.
4. Barker T & Srivastava L. , 2001. Sector costs and ancillary benefits of mitigation.
5. C. PUECH, série Hydrologie , 1983: Persistance de la sécheresse au Sahel- conséquences sur les normes hydrologiques et pluviométriques.
6. Cabinet SAM/KP: Etude d'un projet d'assainissement dans les secteurs de Kimisagara et Nyakabanda, district de Nyamirambo, ville de Kigali, dans le cadre du programme des modules de développement urbains : collecte sélective et valorisation des déchets solides, appui à la construction et amélioration des latrines, appui à la collecte et stockage d'eau de pluie, Kigali, novembre 2001.
7. Calet, C., Dronne, Y., L'approvisionnement protéique des hommes et des animaux. Aspects nutritionnels, économiques et réglementaires, collection sciences et techniques agroalimentaires, Lavoisier TEC DOC.
8. Centre de la Tribune Internationale de la Femme /Service International d'Appui à la Formation et aux Technologies en Afrique de l'Ouest et au Sahel/ I.T. publications, Guide Mondial des Techniques et Outils, Catalogues des Techniques Utilisées par les Femmes dans le Monde Entier, Dakar-Sénégal, 1990.
9. Centre de Recherches pour le Développement International du Canada (CRDI), La santé et l'environnement, pour une collectivité active en recherche, Ottawa, Canada, 1992.
10. CERATEC : Production de matériaux de construction en technologie adaptée, Rue du Touquet, 228, Belgium, 1988.
11. CGIS-UNR : Environnement et Pauvreté, Etude Pilote pour une cartographie des Relations entre Environnement et Pauvreté, UNDP- Kigali, avril 2003.
12. Christian PRIOUL, Pierre SIRVEN, Atlas du Rwanda, Kigali – Paris – Nantes 1981
13. Commission Européenne, Guide de Procédés Extensifs d'Épuration des Eaux Usées Adaptées aux Petites et Moyennes Collectivités (500-5000 E.H), 2001.
14. Coosmans, (M) & Hakizimana, (E), 2003. - Protocole pour la prévention des épidémies de paludisme au Rwanda. *Kigali*. 34 pp.
15. D. Chabi – Gonni, 1984, CIEH , série Hydrologie 1984 : Courbes hauteur de pluie durée-fréquence en Afrique de l'Ouest et Centrale pour des pluies de durée de 5 minutes à 24 heures.
16. DHS 2000 ; Rwanda : Stratégie de réduction de la pauvreté, 2002, p.31.

17. DSA, MINAGRI 2001: Statistiques Agricoles : Superficie des marais, Rapport non publié.
18. EICV/MINICOFIN
19. Encyclopédie Scientifique et Technique, Edition lidis, 1974 ; Page 73-75 et Page 90-92.
20. ESMAP, Rwanda : Problèmes et Choix Energétique, Rapport N°.8017-RW, juillet 1991.
21. Etude du Plan Directeur d'Aménagement et de Mise en Valeur des Vallées de la Nyabarongo et de l'Akanyaru : Phase 1 : Etude de base, Rapport Définitif MINAGRI – SOGREAH, Septembre 1988.
22. Evaluation Hydrologique en Afrique Subsaharienne : Pays de la C.E.P.G.L. Rapport de Pays : RWANDA, SOGREAH, Juin 1993.
23. Experco,1999. Enquête agricole nationale. Version définitive. Experco internationale et SCET Tunisie, Juin,1999, n° 6886/2.
24. FAO, Etude sur les Ressources Forestières Naturelles et les Plantations Forestières du Rwanda, Septembre 1999.
25. FEWS NET, 2002. Rapport mensuel sur la sécurité alimentaire au Rwanda. Rapport USAID. page 8.
26. FSRP/DSA, 2000. Statistiques agricoles : Production agricole, élevage, superficies et utilisation des terres. Année agricole 2000. MINAGRI. Kigali.
27. FSRP/DSA, 2001. Statistiques agricoles : Production agricole, élevage, superficies et utilisation des terres. Année agricole 2001. MINAGRI. Kigali
28. Gamrasni M.A., 1984. Utilisation énergétique des boues et des déchets 21, rue de Madrid, 75008, Paris, pp123 – 140.
29. GAPUSI, R.J. (1999). Identification et analyse des options stratégiques pour la conservation de la biodiversité dans le Parc National de Nyungwe.
30. Gervais J.B.,1999. Agriculture : Un secteur clé en crise dans Marchés tropicaux et Méditerranéens. Paris, ISSN, N° hors série, octobre, 1999, pp 24-31.
31. GIEC 2001 : Bilan 2001 des changements climatiques. Mesures d'atténuation, rapport du groupe de travail III du GIEC.
32. GIEC : Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre- Version révisée 1996 : Manuel simplifié.
33. GIEC, 1996: Techniques, Politiques et Mesures d'atténuation des Changements Climatiques. Document techniques I du GIEC [Robert T. Watson, Marufu C. Zinyowera, Richard H. Moss].
34. GIEC, 2001. Summary for policymakers. Climate change 2001: Mitigation. A report of working group III of the intergovernmental panel on climate change.

35. GIEC, 2001: Bilan 2001 des Changements Climatiques: Conséquences, adaptation et vulnérabilités. Contribution du Groupe II au troisième rapport d'évaluation du GIEC.
36. GIEC, 2001: Technical summary, Climate change 2001: Mitigation, a report of working group III of the intergovernmental panel on climate change.
37. GIEC, 1996 : Lignes Directrices révisées pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre.
38. GIEC: Troisième rapport d'évaluation du GIEC, Changements climatiques 2001 : Rapport de synthèse, Résumé à l'intention des décideurs.
39. Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat, Aspect scientifique du changement climatique, Rapport rédigé pour le GIEC par le Groupe de Travail I, juin 1990.
40. GTZ : La Traction Animale en Afrique, Eschborn 1982 ; C.E.D.R. et GTZ, Guide de Construction et d'Utilisation des Installations BIOGAZ, Maroc, septembre 1996 .
41. Hammerich (A), 2000. - epidemiology of malaria in three Rwanda hospitals and their respective health regions with special view to pregnancy. *University of London*. 51 pp.
42. Hydrologie Tropicale et Appliquée en Afrique subsaharienne : Bernard Chieville OUAGADOUGOU, 1990.
43. IPCC (1996). Economics of Greenhouse Gas limitation. Main report "Methodological guidelines".
44. IPCC, 2001. - Climate Change 2001 : Impacts, adaptation and vulnerability. Cambridge University. 1005 pp.
45. ISAR, CIAT, USAID, dépliant « Icuंगा rya kijyambere muri ISAR » ; Centre pour notre Avenir à Tous, Un programme d'action, sommet de la Terre 1992.
46. J. A Rodier, cahier ORSTOM, série Hydrologie, vol. XIII, 1976 : Evaluation de l'écoulement annuel dans les régions tropicales sèches d'Afrique Occidentale :
47. J.F. GOTANEGRE, C. PRIOUL & P. SIRVEN, Géographie du Rwanda, éd. A. BOECK-BRUXELLES, EDITIONS RWANDAISES, 1974.
48. Jean Damascène NDUWAYEZU : Les Fondements Physiques, Humains et Economiques du Développement du Rwanda, Editions Universitaires du Rwanda, Ruhengeri, 1990.
49. Jean F. Feenstra, Ian Burton, Joel B. Smith and Richard S.J.Tol, Handbook on Methods for Climate change Impact Assessment and Adaptation Strategies, UNEP, October 1998.
50. John M. Callaway, Jorgen Fenhan, Roger Gorham, Willy Makundi, Jayant Sathaye; 1999: Economic of Greenhouse Gas Limitation. Published by by UNEP collaborating Centre on Energy and Environment. Riso National Laboratory, danmark, 1999.
51. Lester R.Broun, L'Etat de la Planète, Nouveaux Horizons, Economica, Paris, 1990
52. Markandya A. & Halsnaes K., 2001. Costing methodologies.

53. Michael Keating : Un programme d'Action, version pour le grand public de l'agenda 21 et des autres accords de Rio, Sommet de la Terre 1992, 52, rue des Pâquis, 1201 Genève, 1993 ;
54. MINAGRI 2003 : Agenda agricole.
55. MINAGRI : Plan stratégique du MINAGRI pour l'année 2000-2010.
56. MINAGRI : Stratégie alimentaire et Plan d'action pour la sécurité alimentaire, octobre 1998.
57. MINAGRI, 2000. Les grandes lignes de la politique agricole. MINAGRI, Kigali.
58. MINAGRI, 2001a. Plan stratégique du MINAGRI : 2000-2010. MINAGRI, Kigali.
59. MINAGRI, 2001b. Rapport annuel. MINAGRI, Kigali.
60. MINAGRI, 2002. Rapport annuel. MINAGRI, Kigali.
61. MINALOC, 2002. – Evaluation de la capacité d'intervention face à tous les risques.
62. MINALOC, 2003. – Projet de politique nationale de gestion des risques et des catastrophes au Rwanda. Kigali, 24 pp.
63. MINALOC, Politique Nationale de Gestion des Risques et des Catastrophes au Rwanda, avril, 2003.
64. MINALOC, Stratégies du secteur de la Protection Sociale, juillet 2004.
65. MINANI Faustin/PNRP : La Revue de littérature sur les causes des disettes et Famines au Rwanda ainsi que les mesures prises pour pallier à ces fléaux, Kigali, août 2001.
66. MINECOFIN (2000). Indicateurs de Développement du Rwanda, n°3.
67. MINECOFIN (2001). Stratégie de la réduction de la pauvreté ; 186 pp
68. MINECOFIN: Un Profil de la Pauvreté au Rwanda, Un rapport basé sur les résultats de l'Enquête Intégrale sur les Conditions de Vie des Ménages 1999-2001, Kigali, février 2002.
69. MINEDUC DRST : Répertoire des projets de recherche, année 2002, Kigali, 2003.
70. MINEDUC : La Politique Sectorielle de l'Education, septembre 2002
71. MINEDUC, Inventaire du Potentiel Scientifique et Technologique, décembre 1999
72. MINEDUC, Plan Stratégique du secteur de l'Education 2003-2008, avril 2003.
73. MINICOFIN, 1999. Background to the Budget 2000. Rwanda's challenges on the eve of the millennium: economic recovery, poverty reduction and sustainable development.

74. MINICOFIN, 2001. Mission d'étude de la planification forestière de la province de l'Umutara. Rapport. Projet de Développement des Ressources Communautaires et des Infrastructures de l'Umutara. 35 p.
75. MINICOM : Stratégies Sectorielles du Ministère du Commerce, de l'Industrie, de la Promotion des Investissements, du Tourisme et des Coopératives, Partie IV : Industrie, Kigali, avril 2004.
76. MININFRA/ Rwanda Meteorological Service, Workshop on Application of Climate and Weather Information for Sustainable Development, Kigali, December 2003.
77. MINISANTE, 2002. –Rapport annuel des activités. *Kigali*. 74 pp.
78. Ministère de l'Administration Locale, du Développement Communautaire et des Affaires Sociales : Politique Nationale de Gestion des Risques et des catastrophes au Rwanda, Avril 2003.
79. Ministère de l'Énergie, de l'Eau et des Ressources Naturelles, Inventaire National de l'Alimentation en Eau potable au Rwanda, Edition 2001.
80. Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche Scientifique et de la Culture : Les Actes du Séminaire Atelier sur la Recherche Scientifique et Technologique ; Kigali, septembre 1996.
81. Ministère des Finances et de la Planification Economique : Programme National de Réduction de la Pauvreté, Rwanda : Stratégie de Réduction de la Pauvreté, juin 2002.
82. Ministère des finances et de la planification économique, Commission nationale de recensement, Service national de recensement, Recensement national de la population et de l'habitat Rwanda 16-30 Août 2002, Rapport sur les résultats préliminaires, Kigali, février 2003.
83. Ministère des Finances et de la Planification Economique, Edition n°5, Août 2002 ; Indicateurs de Développement du Rwanda 2002.
84. Ministère des finances et de la planification économique, Enquête intégrale sur les conditions de vie des ménages au Rwanda (2000-2001), Kigali, mars 2002.
85. Ministère des finances et de la planification économique, Indicateurs de développement du Rwanda 1999, Kigali, Juillet 1999.
86. Ministère des finances et de la planification économique : Indicateurs de développement du Rwanda 2000, Kigali, Juillet 2000.
87. Ministère des finances et de la planification économique n°4, Juillet 2001 : Indicateurs de développement du Rwanda 2001, Kigali, juillet 2001.
88. Ministère des finances et de la planification économique : Indicateurs de développement du Rwanda 2002, Kigali, Août 2002.
89. Ministère des Finances et de la Planification Economique, Novembre 2002 ; Vision 2020.

90. Ministère des Finances et de la Planification Economique, Programme National de Réduction de la Pauvreté : Rapport d'Evaluation Participative de la Pauvreté au Rwanda, octobre 2001.
91. Ministère des Finances et de la Planification Economique, Service National de Recensement, Recensement Général de la population et de l'habitat, Rwanda : 16-30 Août 2002, Rapport sur les résultats préliminaires, Kigali, Février 2003, 43p.
92. Ministère des Infrastructures : Document des Stratégies Sectorielles du Ministère des Infrastructures 2005-2010 , juin 2004.
93. Ministère des Infrastructures : Stratégies sectorielles des Sous-Secteurs Energie et Gaz Méthane, Rapport Provisoire, Janvier 2004.
94. Ministère des Terres, de la Réinstallation et de la Protection de l'environnement : Politique Nationale de l'environnement au Rwanda, Novembre 2001.
95. Ministère des Terres, de l'Environnement, des Forêts, de l'eau et des Ressources naturelles, Politique nationale de l'Habitat, Février 2004.
96. Ministère des Terres, de la Réinstallation et de la Protection de l'Environnement, Rapport National sur les Etablissements Humains Istanbul+5, Octobre 2000, 54p.
97. Ministère des Terres, de la Réinstallation et de la protection de l'Environnement: Stratégie Nationale et Plan d'action pour la conservation de la biodiversité au Rwanda, avril, 2003.
98. Ministère des Terres, de la Réinstallation et de la protection de l'Environnement, Rapport National sur la mise en oeuvre de la convention sur la lutte contre la désertification au Rwanda, Kigali, 2000.
99. Ministère des Terres, de la Réinstallation et de la protection de l'Environnement, Etudes relatives à la protection intégrée et conservation des ressources naturelles des zones humides critiques du Rwanda. Evaluation de la diversité biologique des zones humides, avril 2003.
100. Ministère des Travaux Publics et de l'Energie, Examen et évaluation des questions concernant les établissements humains et le logement par une série d'indicateurs, Rapport définitif, octobre 1995 (ARAMET).
101. Ministère des Travaux Publics et de l'Energie, Rapport national sur les Etablissement humains, Mars 1997, 68p.
102. Ministère du Commerce, de l'Industrie et du Tourisme, Août 2002 ; Politique Industrielle du Rwanda.
103. Ministry of Finance and Economic Planning, Directorate of Strategic Planning and Poverty Reduction Monitoring, Poverty Reduction Strategy Annual Progress Report, September 2004.
104. MINITERE (2003). Projet de loi environnementale ; 26 pp

105. MINITERE (2003). Stratégie Nationale et Plan d'action pour la conservation de la biodiversité au Rwanda ; 82 pp
106. MINITERE et MINAGRI, Direction des Forêts, 2002. Etude pour l'élaboration d'une action stratégique pour la conservation et la gestion de la biodiversité des écosystèmes – cas du Rwanda, 1999.
107. MINITERE : Document des Stratégies Sectorielles du MINITERE (2005-2010), Gestion des Ressources Naturelles et Protection de l'Environnement, Version finale, juillet 2004.
108. MINITERE, Consultation Thématique sur la Réinstallation des ménages vulnérables, Kigali, 2002.
109. MINITERE, National Strategy and Action Plan For The Conservation of Biodiversity In Rwanda, Kigali, March 2004.
110. Moomaw W.& Moreira JR., 2001, Technological and economic potential of greenhouse gas emissions reduction.
111. Nations Unies, Commissions des Etablissements Humains : Des établissements humains viables dans un monde urbanisé y compris les questions relatives aux politiques foncières et à l'atténuation des effets des catastrophes naturelles, Rapport du Directeur Exécutif, Nairobi 25 Avril- 1er Mai 1995.
112. Ndoba S., 2000. Etude de l'influence du niveau d'alimentation sur la croissance et le développement corporel des génisses de race Ankolé. Mémoire. Inédit, Faculté d'Agronomie, UNR, Butare, 74 p.
113. Nshimiyimana E ., 1985 : L'assainissement et mise en valeur des petits marais au Rwanda. Mémoire. Inédit, Faculté d'Agronomie, UNR, Butare, 138 p.
114. OMM et PNUE (2001). Bilan 2001 des changements climatiques : Mesures d'atténuation. Rapport du groupe de travail III du GIEC.
115. OMM, 2000: L'épisode El -Nino 1997 –1998: Rétrospective scientifique et technique
116. Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel/ Ministère du Commerce, de l'Industrie et du Tourisme (ONUDI/MINICOM), Octobre 2001 : Recensement sur la production des entreprises industrielles, 2000.
117. Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel/ Ministère du Commerce, de l'Industrie et du Tourisme (ONUDI/MINICOM), Octobre 2001 ; Recensement sur la production des entreprises industrielles, 2000.
118. Organisation Suisse pour le Développement et la Coopération (OSDC), Biomasse-Energie, Rapport sur la valorisation énergétique de la biomasse, juin 1990 ;
119. PEAMR, ARAMET : Inventaire des Technologies d'Assainissement Applicables au Rwanda, décembre 2002 ;
120. Plan Directeur et Système de Gestion des Ressources en Eau : Rapport Final, Version Provisoire, MINITRAPE, 1991.

121. PNILP, 2002. – Rapport de l’investigation d’épidémie du paludisme dans le camp des déplacés de Bweyeye, Cyangugu. *Kigali*. 8 pp.
122. PNUE, Bilan 2001 des changements climatiques : conséquences, adaptations et vulnérabilités, rapport du Groupe de Travail II du GIEC, contribution du Groupe d’experts intergouvernemental sur l’évolution du climat.
123. PNUE, De la politique à la mise en oeuvre : Décisions de la cinquième réunion de la Conférence des Parties à la Convention sur la diversité biologique, Nairobi, Kenya, 15-16 mai 2000.
124. PNUE, L’avenir de l’environnement en Afrique ; le passé, le présent et les perspectives d’avenir, Royaume-Uni en 2002.
125. PNUE, OMM, Groupe d’Experts Intergouvernemental sur l’Evolution du Climat, Bilan 2001 des Changements Climatiques : conséquences, adaptation et vulnérabilité, Rapport du Groupe de travail II du GIEC.
126. PNUE, une guide simplifié du rapport GIEC : « Changement climatique 2001 » : Atténuation, Juin 2003.
127. Politique Nationale de Gestion des Ressources en Eau : MINAGRI, Juillet 1998.
128. Pré-Etude de la Qualité des Eaux du Rwanda : MINITRAPE – UNICEF, Décembre 1995.
129. Préfecture de la Ville de Kigali, Rapport de présentation du Schéma Directeur d’Aménagement et d’Urbanisme, Février 2001, p.109.
130. République française, 1991. Ministère de la coopération et du développement. Mémento de l’Agronome. Quatrième édition. Collection « Techniques rurales en Afrique », Paris, 1635 p.
131. Rwanda society-environment project, working paper, October 1993.
132. SAR II, IPCC, 1996: Climate Change 1995: Impacts, adaptation, and mitigation of Climate Change: Scientific-Technical analyses. Contribution of Working Group II to the second assessment report of IPCC [Watson R.T., M.C. Zinyowera et R. H. Moss].
133. Sathaye J & Bouille D., 2001. Barriers, opportunities , and market potential of technologies and practices.
134. SEPA, 2001: Sweden’s third national communication on Climate Change. Swedish Ministry of the Environment, Vasteras, Sweden.
135. SGI Ingénieurs-Conseils, Lahmeyer International : L’assainissement des eaux usées de la Ville de Kigali, tranche II, rapport définitif, Kigali, avril 1996.
136. Tsuneyuki M. & Robinson J., 2001. Greenhouse gas emission mitigation scenarios and implications.
137. UICN, BRAO, GWP-WAWP, CILSS, Eau, Changement Climatique et Désertification en Afrique de l’Ouest : Stratégie régionale de préparation et d’adaptation, Ouagadougou, 3

octobre 2003.

138. UMUNEZERO O., 2002. Principales activités réalisées la au sein de station zootechnique de l'ISAR SONGA pour l'augmentation des performances zootechniques de la race Ankolé par l'amélioration de son génotype et de son phénotype. Rapport de stage. Inédit, Faculté d'agronomie, UNR, Butare, 50 p.
139. UNEP, Handbook on Methods for climate Impact Assessment and adaptation strategies, Version 2.0.
140. UNFCCC, Comprendre les changements climatiques : visite guidée à l'intérieur de la Convention – cadre des Nations Unies et de son Protocole de Kyoto, Genève, 1999.
141. UNFCCC, Guidelines for Impact and Adaptation Assessment: Design versus Implementation Issues, June 2001.
142. UWIZEYIMANA Laurien : Périodicité des Crises alimentaires au Rwanda, Essai d'Interprétation, Presses Universitaires de Ruhengeri, avril 1990.

ANNEXE 1. Tendence des émissions de CO₂ dues aux produits pétroliers (en Gg CO₂)

Année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Combustible													
Ess. Su	101.86836	78.63805	96.65561	90.88644	33.18865	60.38377	92.32443	112.65338	99.39714	106.82104	128.22649	126.11269	121.4345
Gasoil	74.97878	57.89821	50.10438	56.96108	25.79609	70.27053	74.31222	93.64535	126.32308	93.19446	93.19446	91.3928	83.07174
Kérosène	37.64581	25.66234	26.76373	30.41577	11.99059	13.0955	14.5405	21.99399	24.27073	22.25865	22.25865	38.40712	28.6392
GPL	0.59939	0.51946	0.62623	0.46952	0.19166	0.01188	0.45767	0.25722	0.48136	0.1005	0	0.16232	0.00293
Fuel-oil	40.54373	42.33834	46.21698	42.8806	14.28291	25.87618	11.2119	37.46241	26.61531	26.61531	24.16432	3.31892	26.53182
Lubrifiant	3.16573	2.72686	3.39915	4.42644	1.61063	2.12428	1.59903	5.72187	4.54263	4.54263	3.31892	271.17	1.60593
Total	258.80	207.78	223.77	226.04	87.06	171.76	194.45	271.73	281.63	253.53	271.16	530.56	261.29

ANNEXE 2 Tendances des émissions autres que le CO2 dues aux pétroliers (en Gg de CO2)

Année		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Combustible	gaz autres que CO2													
Essence super	CH4	0,029696	0,022924	0,028177	0,026495	0,009675	0,017603	0,026914	0,03284	0,028976	0,03114	0,03738	0,036764	0,0354
Gasoil		0,00511	0,00395	0,00342	0,00388	0,00176	0,00479	0,00507	0,00639	0,00861	0,00579	0,00635	0,00623	0,00566
Fuel OIL		0,001057	0,001155	0,001207	0,001114	0,000373	0,000676	0,000294	0,000978	0,000988	0,000696	0,000631	0,001177	0,000693
Total		0,035863	0,028029	0,032804	0,031489	0,011808	0,023069	0,032278	0,040208	0,038574	0,037626	0,044361	0,044171	0,041753
Essence super	N2O	0,000891	0,000688	0,008452	0,000795	0,00029	0,000528	0,000807	0,000985	0,000869	0,000934	0,001121	0,001102	0,001062
Gasoil		0,000614	0,000474	0,00041	0,000466	0,000211	0,000575	0,000608	0,000766	0,001033	0,000695	0,000763	0,000748	0,00068
Fuel OIL		0,000318	0,001106	0,001206	0,00112	0,000373	0,000676	0,000294	0,000978	0,000988	0,000696	0,000631	0,001177	0,000208
Total		0,001823	0,002268	0,010068	0,002381	0,000874	0,001779	0,001709	0,002729	0,00289	0,002325	0,002515	0,003027	0,00195
Essence super	NOx	0,890886	0,687726	0,845298	0,794844	0,29025	0,528084	0,80742	0,985206	0,869274	0,9342	1,1214	1,102914	1,062
Gasoil		0,8188	0,63168	0,54665	0,62146	0,28144	0,7667	0,81076	1,02169	1,37821	0,92629	1,01677	0,99711	0,90633
Fuel OIL		0,10587	0,11055	0,12068	0,11197	0,0373	0,06757	0,0294	0,09782	0,09883	0,06956	0,064	0,11775	0,06928
Total		1,815556	1,429956	1,512628	1,528274	0,60899	1,362354	1,64758	2,104716	2,346314	1,93005	2,20217	2,217774	2,03761
Essence super	CO	11,87848	9,17448	11,27064	10,59792	3,87	7,04112	10,7656	13,13608	11,59032	12,456	14,952	14,70552	14,16
Gasoil		1,02254	0,7896	0,68331	0,77682	0,3518	0,95838	1,01345	1,27711	1,72228	1,15786	1,27096	1,24639	1,13291
Fuel OIL		0,005293	0,005527	0,006034	0,005599	0,001865	0,003378	0,00147	0,004891	0,004941	0,003478	0,003155	0,005887	0,003464
Total		12,90631	9,969607	0,689344	11,38034	4,223665	8,002878	11,78052	14,418081	13,317541	13,617338	16,22612	15,957797	15,29637
Essence super	NMVOc	2,22726	1,71932	2,11325	1,98711	0,72563	1,32021	2,01855	2,46302	2,173119	2,23355	2,8035	2,75729	2,655
Gasoil		0,20451	0,15792	0,13666	0,15536	0,7036	0,19168	0,20269	0,25542	0,34455	0,23157	0,25419	0,24928	0,22658
Fuel OIL		0,002647	0,002764	0,003017	0,002799	0,000932	0,001689	0,000735	0,002446	0,002471	0,001739	0,001577	0,002944	0,001732
Total		2,434417	1,880004	2,252927	2,145269	1,430162	1,513579	2,221975	2,720886	2,52014	2,466859	3,059267	3,009514	2,883312

Annexe 3. LISTE DES PERSONNES ET EXPERTS IMPLIQUES

RESPONSABLES/UNEP/GEF DES PROGRAMMES DE COMMUNICATIONS NATIONALES :

Ravi SHARMA , Liza LECLERC et Mahendra KUMAR, UNEP, Nairobi/Kenya
Victor OGBUNEKE, UNEP/GEF, Nairobi/Kenya

COMITE NATIONAL SUR LE CLIMAT

1	MUNYANEZA	SYLVERE	PRIMATURE
2	BISHANGARA	CYPRIEN	MINITERE, Point Focal CCD
3	NYIRIMANZI	VITAL	MINITERE, Point Focal OZONE
4	UWIMANA	SUZANNE	MINITERE, Point Focal CDB
5	DUSABEYEZU	SEBASTIEN	MINITERE, Point Focal CCNUCC
6	RUZIGANA	SILAS	MININFRA
7	URAMUTSE	CHARLES	MINITERE, Coordinateur National du Projet
8	KAYIRU NDEKA	EMMANUEL	MININFRA
9	UWIZEYIMANA	J.BAPTISTE	MINAGRI
10	MUSABE	JULES SIMON	MINEDUC
11	USENGUMUREMYI	MAXIMILIEN	MINECOFIN
12	KALISA	Nyirimbibu	UNR
13	MURENZI	CHANTAL	KIST
14	HAKIZIMANA	CYPRIEN	IRST
15	KAGABO M.	DESIRE	ISAR
16	RUTAGENGWA	ANTOINE	ELECTROGAZ
17	BITWAYIKI	CATHERINE	FEDERATION RWANDAISE DU SECTEUR PRIVE (FRSP)
18	KALIWABO B.	DESIRE	RWANDA RURAL REHABILITATION INITIATIVE (RWARRI)
19	KAREMERA G.	PROTAIS	CARE INTERNATIONAL AU RWANDA
20	NTEZIYAREMYE	FIDELE	ARAMET
21	KAYITARE	ANECTO	PROG. INTERN. DE CONSERVATION DES GORILLES (PICG)
22	MUKAKAMARI	DANCILLA	ASSOCIATION RWANDAISE DES ECOLOGISTES (ARECO)
23	RUTEMBESA	G.EMILE	OFFICE RWANDAIS DE NORMALISATION (ORN)
24	KARAMBI	DAVID	ACAPE
25	RUTAGENGWA	SHEMA	ARPET

EXPERTS NATIONAUX :

Groupe d'études I : Inventaire des GES

1. RULINDA J.Baptiste, UNR, Secteur d'Elimination des Déchets et des Eaux Usées
2. NTAGANZWA Innocent, MINICOM, Secteur de l'Industrie
3. MUREREREHE Sabin, MINAGRI, Secteur du Changement d'Affectation des Terres et de la Foresterie ;
4. NYAGATARE Guillaume, UNR, Secteur de l'Agriculture
5. RUZIGANA Silas, MININFRA, Secteur de l'Energie

Groupe d'études II: Atténuation des GES

1. Dr. SAFARI Bonfils, UNR, Secteur de l'Energie
2. Dr. NTAGANDA Charles, UNR, Secteur du Changement d'Affectation des Terres et de la Foresterie ;
3. HAKIZIMANA Cyprien, IRST, Secteurs de l'Industrie, d'élimination des Déchets et des Eaux Usées
4. KAGABO Désiré, ISAR, Secteur de l'Agriculture
5. MUTABAZI Alphonse, MININFRA, Secteur des Transports

Groupe d'études III : Vulnérabilité et Adaptation

1. MUNYANEZA Sylvère, PRUMATURE, Etablissements Humains, Energie et Industrie
2. UWIZEYIMANA J.B., MINAGRI, Agriculture et Sécurité Alimentaire
3. NIYONZIMA Théophile, UNR, Ecosystèmes Terrestres et d'Eaux Douces
4. MUGENZI Augustin, MININFRA, Hydrologie et Ressources en Eau
5. HAKIZIMANA EMMANUEL, MINISANTE, Santé Humaine et Services Financiers

Groupe d'études IV : Programmes relatifs au Développement Durable, à l'Education, à la Recherche et à la Sensibilisation du Public

1. BIZIMANA Innocent, MINITERE, Développement Durable
2. MUSABE Jules Simon, MINEDUC, Recherche Scientifique
3. MUKAMANA Laurence, MINEDUC, Education Formelle
4. MUKAKAMARI Dancilla, ARECO, Education Informelle, Formation et Conscientisation du Public
5. USENGUMUREMYI Maximilien, MINECOFIN, Lutte contre la Pauvreté
6. NTEZIYAREMYE Fidèle, ARAMET, Informations sur les Besoins Technologiques

UNITE DE COORDINATION

URAMUTSE CHARLES, Coordinateur National du Projet
NGILINSHUTI STRATON, Secrétaire Administratif du Projet