

Université Libre de Bruxelles

IGEAT

Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire

* * *

Diplôme d'Etudes Spécialisées en Gestion de l'Environnement

LA PROBLEMATIQUE CLIMATIQUE AU BURUNDI:
analyse de la contribution du pays, risques de
dommages potentiels, politique d'adaptation et
comparaison dans le contexte global.

Travail de Fin d'Etudes présenté par
Simon BISORE
en vue de l'obtention du grade académique de
Diplômé d'Etudes Spécialisées en Gestion de l'Environnement

Année Académique : 2005-2006

Directeur : Dr. **Walter HECQ**

R é s u m é

La problématique climatique burundaise repose sur la vulnérabilité grandissante des secteurs d'activités socio-économiques du pays. Elle s'inscrit dans un cadre global de la variabilité du climat avec des particularités liées à la capacité d'adaptation limitée par le manque de moyens technologiques et financiers propres au pays.

L'inventaire d'émissions anthropiques de gaz à effet de serre (GES) a montré que le Burundi est un très petit émetteur (2113.199 Gg équivalent CO₂). Mais sa capacité d'émission reste beaucoup inférieure à celle de séquestration (3067.24 Gg équivalent CO₂) de telle sorte que les émissions nettes de GES réglementés par le protocole de Kyoto soient en faveur de la séquestration d'une valeur de 954.0410 Gg équivalent CO₂.

Malgré cette capacité de séquestration, force est de constater que les impacts des changements climatiques tant ponctuels que potentiels, résultant de la présence de GES d'origine anthropique dans l'atmosphère, pèsent lourdement sur le pays beaucoup plus que sur les pays du Nord grands émetteurs : paradoxe ! Ces changements climatiques ont et auront davantage d'incidences sur la vie des êtres humains, les systèmes écologiques et l'économie du pays si rien n'est fait. Il importe alors pour le pays d'agir, tant que faire se peut, avant qu'il ne soit tard pour pouvoir s'y adapter. Une politique mobilisatrice s'impose dans la mesure du possible, et les actions locales doivent précéder les actions internationales pour une bonne méthodologie.

Bien que des incertitudes entourent le processus des changements climatiques, cela ne devrait pas être une raison de retarder la mise en œuvre des mesures d'adaptation. Elles devraient plutôt amener le pays à se pencher sur les possibilités susceptibles d'atténuer les vulnérabilités actuelles en augmentant de manière évolutive la capacité d'adaptation.

Ainsi, la définition d'une politique d'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques devra-t-elle être une grande préoccupation pour le Burundi, se matérialisant par le renforcement des capacités portant sur les points suivants :

- la communication, l'éducation et la sensibilisation de l'ensemble des acteurs dans les différents secteurs impliqués dans les changements climatiques.
- le transfert technologique visant les possibilités d'exploiter un des mécanismes de flexibilité offerts par le protocole de Kyoto, "Mécanisme pour un Développement Propre" (MDP).
- l'élaboration et la mise en œuvre des projets dans le cadre des programmes d'action nationaux aux fins de l'adaptation (PANA).
- un certain nombre d'actions considérées comme particulièrement urgentes dans différents secteurs clés de la vie socio-économique du pays les plus liés à la vie quotidienne de l'être humain devront également être lancées dans l'immédiat, allant du secteur agricole à celui de la santé en passant par les ressources en eau et le secteur de l'énergie.

Bien que les pays africains en général et le Burundi en particulier ne contribuent que très peu aux émissions globales de gaz à effet de serre, ils devraient cependant placer la question des changements climatiques au cœur de leurs politiques nationales car le caractère global de l'enjeu commande un traitement mondial sur la base d'un développement d'échanges et d'une coopération régionale et internationale permanente et renforcée.

Remerciements

La réalisation du présent travail résulte de contributions de nombreuses personnes tant physiques que morales qui se sont investies dans le but de pouvoir mener à bien son aboutissement. La reconnaissance en leurs actions louables s'avère ici pour notre personne plus qu'une nécessité.

Nous pensons tout premièrement au professeur Walter HECQ, promoteur et directeur de ce mémoire. Nous avons été marqué par la pertinence de ses conseils méthodologiques et surtout de sa rigueur scientifique. Nous avons souvent abusé de sa simplicité, lorsque préoccupé par notre travail nous avons oublié ses nombreuses responsabilités ; et malgré nos nombreuses intrusions dans son bureau, il est resté imperturbable et toujours disponible. Nous lui demandons pardons pour tous ces désagréments et lui disons merci de tout cœur pour les peines qu'il s'est données dans le seul souci de notre perfection.

Nous adressons nos sentiments de gratitude à tous les professeurs de l'Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire (IGEAT) de l'Université Libre de Bruxelles et très spécialement ceux de la section DES en Gestion de l'Environnement pour la formation solide à caractère pluridisciplinaire dont nous avons bénéficié. Nous serons toujours reconnaissant de ce service combien satisfaisant.

Tous les services des bibliothèques de l'Université Libre de Bruxelles nous ont été d'un grand intérêt dans les recherches relatives à notre travail. Nous adressons nos vifs remerciements et notre profond respect à leur personnel pour sa franche collaboration.

Que la famille Jean Marie NTAHONSIGAYE, pour le rôle qu'elle a joué dans le processus de cette formation et pour avoir bien agrémente notre séjour en Belgique, trouve dans ce travail le couronnement des ses efforts.

Nous ne manquerons pas de témoigner notre grande joie à l'endroit de tous nos camarades de classe que nous avons quotidiennement côtoyés et qui ont agrémente ce parcours de formation, et ceux qui, de près ou de loin moralement ou matériellement, ont contribué à la réalisation de ce travail, c'est ici le moment de leur exprimer nos sentiments de gratitude.

La coopération technique belge (CTB), pour avoir assuré notre prise en charge durant toute cette formation du DES en Gestion de l'Environnement, nous disons grand merci.

Nos chers parents (notre père défunt *-que Dieu accueille votre âme-* et notre mère encore vivante), il serait anormal dans ce cadre d'exposer tous les peines et sacrifices encourus depuis notre naissance jusqu'à ce jour dans le seul souci de nous voir émergé. Que notre satisfaction à tous ces égards soit pour vous une fierté sans égale. Nous promettons la reconnaissance permanente de tous ces gestes tout au long de notre vie et de notre descendance. Telle est la façon d'exprimer notre profonde gratitude à votre générosité et, que Dieu vous bénisse.

Simon BISORE

Liste des acronymes/abréviations

ARP	: Austrian Relief Program
BDI	: Burundi
CCNUCC	: Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CEBEA	: Centre d'Etudes Burundais des Energies Alternatives
CED-Caritas	: Centre d'Entraide et de Développement-Caritas
CFC	: Chlorofluorocarbures
CH₄	: Méthane
CHAP	: Chapitre
CICR	: Comité International de la Croix Rouge
CIN	: Comité Intergouvernemental des Négociations
CITEPA	: Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique
CNTA	: Centre National de Technologie Alimentaire
CNUED	: Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement
CO	: Monoxyde de carbone
CO₂	: Dioxyde de carbone
COP	: Conference of Parties
COV	: Composés Organiques Volatils
COVNM	: Composés Organiques Volatils Non Méthaniques
CTB	: Coopération Technique Belge
DES	: Diplôme d'Etudes Spécialisées
éq. CO₂	: Equivalent CO ₂
FAO	: Food and Agriculture Organization
FEM	: Fonds pour l'Environnement Mondial
g	: Gramme
GES	: Gaz à Effet de Serre
Gg	: Gigagramme
GIEC	: Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
H₂O	: Vapeur d'Eau
HFC	: Hydrofluorocarbures
IDH	: Indice du Développement Humain
IGEAT	: l'Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire
IGEBU	: Institut Géographique du Burundi
INECN	: Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature
IRAZ	: Institut Régional Agricole et Zootechnique
ISABU	: Institut des Sciences Agronomiques du Burundi
IST	: Infection Sexuellement Transmissible
LEG	: Least developed countries Expert Group
MDP	: Mécanisme pour un Développement Propre
MINATE	: Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement
MSF	: Médecins Sans Frontières
MW	: Megawatt
MWh	: Megawattheure
N₂O	: Protoxyde d'azote
NO_x	: Oxydes d'azote
O₃	: Ozone
OCDE	: Organisation de Coopération et de Développement Economique

OLUCOF	: Organisation nationale de lutte contre la faim
OMM	: Organisation Météorologique Mondiale
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
ONATOUR	: Office National de la Tourbe
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
PAM	: Programme Alimentaire Mondial
PANA	: Programmes d'Action Nationaux aux fins de l'Adaptation
PFC	: Hydrocarbures perfluorés
PIB	: Produit Intérieur Brut
PMA	: Pays Moins Avancés
PNUD	: Programme des Nations Unies pour le Développement
PNUE	: Programme des Nations Unies pour l'Environnement
ppb	: Partie par billion (ou partie par milliard)
ppm	: Partie par million
PRG	: Potentiel de Réchauffement Global
RDC	: République Démocratique du Congo
REC	: Réductions d'Emissions Certifiées
SBI	: Subsidiary Body for Implementation
SBSTA	: Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice
SF₆	: Hexafluorure de soufre
SIDA	: Syndrome d'Immuno-Déficiences Acquises
tep	: Tonne équivalent pétrole
TRE	: Troisième Rapport d'Evaluation
UB	: Université du Burundi
UNICEF	: United Nations Children's Fund
VIH	: Virus de l'Immuno-déficiences Humaines
WWF	: World Wildlife Fund

Liste des tableaux

- Tableau 1. : Les PRG relatifs des principaux GES
- Tableau 2. : Les émissions du secteur de l'énergie (en Gg.)
- Tableau 3. : Les émissions du secteur industriel et artisanal (en Gg)
- Tableau 4. : Les émissions du secteur agricole (en Gg)
- Tableau 5. : Les émissions dues aux changements d'affectation des terres et de la foresterie (en Gg)
- Tableau 6. : Les émissions issues de la gestion des déchets (en Gg)
- Tableau 7. : Synthèse de toutes les émissions au Burundi en 1998.
- Tableau 8. : Emissions de GES au Burundi en 1998.
- Tableau 9. : Emissions nettes de GES en équivalent CO₂ pour le Burundi en 1998.
- Tableau 10. : Emissions nettes de GES en équivalent CO₂ par secteur et par habitant.
- Tableau 11. : La consommation d'énergie au Burundi.
- Tableau 12. : Tendances des variations de températures
- Tableau 13. : Tendances des variations de précipitations
- Tableau 14. : Simulation des températures et autres paramètres liés dans le lac Tanganyika en 2050 à partir des données historiques.
- Tableau 15. : Fluctuations annuelles du niveau du lac Tanganyika
- Tableau 16. : Evolution des pertes électriques en ligne en %
- Tableau 17. : Consommation du bois énergie en l'absence et en présence des changements climatiques

Liste des figures

- Figure 1 : Mécanisme de l'effet de serre.
- Figure 2 : Variation des teneurs de l'atmosphère en CO₂, CH₄ et N₂O entre 1000 et 2000.
- Figure 3 : Forçage relatif du climat en 2000 par rapport à 1975.
- Figure 4 : Prédications de l'augmentation de la température moyenne de surface entre 1990 et 2100 selon les scénarios et les modèles.
- Figure 5 : Les variations de températures à la surface de la terre pour l'Afrique, le monde et l'hémisphère nord.
- Figure 6 : Etat des glaciers sur Kilimandjaro en 1912 et 2002.
- Figure 7 : Degré de menaces sur les barrières de corail.
- Figure 8 : Personnes touchées par les catastrophes naturelles durant la période 1971-2001.
- Figure 9 : Comparaison des émissions de CO₂ africaines au reste du monde.
- Figure 10 : Etat de disponibilité de l'eau par habitant en Afrique.
- Figure 11 : Espèces animales menacées en Afrique.
- Figure 12 : Situation de la malaria en Afrique.
- Figure 13 : Les différentes zones d'aridité africaines.
- Figure 14 : Situation alimentaire en Afrique.
- Figure 15 : Vulnérabilité aux changements climatiques en Afrique.
- Figure 16 : Carte physique du Burundi.
- Figure 17 : Représentation graphique des émissions de GES en éq. CO₂ pour le Burundi en 1998.
- Figure 18 : Représentation graphique des émissions de GES par secteur.
- Figure 19 : Evolution de la température annuelle avec changements climatiques (1961-2050).
- Figure 20 : Fluctuations du niveau moyen du lac Tanganyika.

Liste des annexes

- Annexe 1 : Schéma du processus des PANA.
- Annexe 2 : Tableau des potentiels de réchauffement global.
- Annexe 3 : Tableaux des caractéristiques des combustibles et de conversion des unités d'énergie

Table des matières		Page
Résumé.....		ii
Remerciements.....		iii
Liste des acronymes/abréviations.....		iv
Liste des tableaux.....		vi
Liste des figures.....		vii
Liste des annexes.....		viii
Table des matières.....		ix
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....		1
1. Problématique.....		1
2. Objectifs.....		2
3. Méthodologie de travail.....		3
CHAP.I. : QUELQUES GÉNÉRALITÉS SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES EN GENERAL ET LA SITUATION EN AFRIQUE EN PARTICULIER.....		5
I.1. : CONTEXTE GENERAL.....		5
I.1.1. : Définition.....		5
I.1.2. : Bilan radiatif et mécanisme de l'effet de serre.....		6
I.1.2.1. : Principaux gaz à effet de serre.....		7
I.1.2.2. : Forçage radiatif et pouvoir de réchauffement global.....		11
I.1.3. : Le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC).....		13
I.1.4. : Evolution climatique.....		14
I.1.5. : Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.....		16
I.1.6. : Le protocole de Kyoto dans le processus des changements Climatiques.....		17
I.2. : SITUATION EN AFRIQUE.....		18
I.2.1. : La question des changements climatiques en Afrique.....		18
I.2.1.1. : Tendance des évolutions de températures.....		18
I.2.1.2. : Fonte des glaciers en Afrique.....		19
I.2.1.3. : La menace des récifs coralliens.....		20
I.2.1.4. : Les catastrophes naturelles.....		21
I.2.1.5. : Emissions africaines.....		22
I.2.2. : Impacts, vulnérabilité et tendances liés aux phénomènes climatiques		23
I.2.2.1. : Zones côtières.....		23
I.2.2.2. : Ressources en eau.....		24
I.2.2.3. : Etude du delta du Nil.....		25
I.2.2.4. : Biodiversité.....		26
I.2.2.5. : Maladies infectieuses.....		27
I.2.2.6. : Aridité.....		28
I.2.2.7. : Agriculture et sécurité alimentaire.....		29
I.2.2.8. : Malnutrition et famine.....		30

I.2.2.9.	: Vulnérabilité.....	31
I.2.3.	: Capacité d'adaptation.....	33
I.2.4.	: Conclusion.....	33
CHAP.II.	: PRÉSENTATION SYNTHETIQUE DU BURUNDI.....	35
II.1.	: Situation géographique.....	35
II.2.	: Relief.....	35
II.3.	: Hydrographie.....	36
II.4.	: Végétation.....	37
II.5.	: Climat.....	38
II.6.	: Situation socio-économique.....	39
II.6.1.	: Population.....	39
II.6.2.	: Conditions sociales.....	39
II.6.3.	: Economie.....	40
II.6.4.	: Agriculture et élevage.....	40
II.6.5.	: Industrie.....	41
II.6.6.	: Ressources hydriques.....	41
II.6.7.	: Energie.....	41
II.6.8.	: Situation de l'environnement.....	42
II. 7.	: Situation socio-sanitaire.....	43
CHAP.III.	: CONTRIBUTION DU PAYS EN TERMES D'EMISSIONS DE GES ET COMPARAISON AVEC LE MONDE.....	44
III.1.	: Introduction.....	44
III.2.	: Inventaire des émissions de gaz à effet de serre au Burundi.....	44
III.2.1.	: Secteur "Energie".....	44
III.2.2.	: Secteur "Industriel".....	45
III.2.3.	: Secteur "Agriculture".....	46
III.2.4.	: Secteur "Aménagement du territoire et foresterie".....	47
III.2.5.	: Secteur "Déchets".....	48
III. 3.	: Répartition des émissions par habitant.....	50
III. 4.	: Entrées énergétiques en lien avec les émisssions de gaz à effet de serre.....	51
III. 5.	: Comparaison avec le monde.....	53
CHAP.IV.	: LES IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LE BURUNDI.....	54
IV.1.	: Introduction.....	54
IV.2.	: Les températures.....	54
IV.3.	: Modifications climatiques.....	55
IV.3.1.	: Précipitations.....	55
IV.3.2.	: Sécheresse.....	56
IV.4.	: Les dommages observés et potentiels.....	56
IV.4.1.	: Ressources en eau.....	56
IV.4.2.	: Le secteur agricole.....	56
IV.4.3.	: La biodiversité.....	57

IV.4.4.	: Secteur santé.....	58
IV.4.5.	: Paysages et écosystèmes naturels.....	59
IV.4.6.	: Secteur énergie.....	62
IV.5.	: Conclusion.....	64
CHAP.V.	: POLITIQUE D'ADAPTATION AUX EFFETS NEFASTES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES.....	66
V.1.	: Introduction.....	66
V.2.	: Quelques actions déjà menées en matière d'environnement.....	67
V.3.	: Communication, éducation et sensibilisation.....	70
V.4.	: Elaboration et mise en œuvre du programme d'action national aux fins de l'adaptation (PANA).....	71
V.5.	: Mécanisme pour un développement propre (MDP).....	72
V.6.	: Actions à mener au niveau sectoriel.....	74
V.6.1.	: Santé publique.....	74
V.6.2.	: Energie.....	75
V.6.3.	: Agriculture.....	76
V.6.4.	: Ressources en eau.....	77
V.7.	: Conclusion.....	78
	CONCLUSION GENERALE.....	79
	BIBLIOGRAPHIE.....	82
	ANNEXES.....	86

1. Problématique

Les êtres humains ont longtemps vécu en relative harmonie avec leur environnement. Même si certaines civilisations ont appauvri leur environnement par exploitation excessive, à l'instar de l'irrigation sans mesure en Mésopotamie, elles n'ont généralement pas menacé les régulations naturelles, de telle sorte que les générations suivantes ont pu bénéficier d'un environnement relativement stable et prévisible. Mais, aujourd'hui, la dégradation est générale et pourrait être irréversible.

Autrefois considérés comme une préoccupation des temps à venir, les changements climatiques s'avèrent chaque jour plus proches de nous. En témoigne l'augmentation des températures au niveau mondial de l'ordre de 0,6° C au cours du 20^{ème} siècle ; un record jamais atteint depuis 1000 ans ou même au delà.

Les changements climatiques constituent un problème extrêmement important et potentiellement dangereux pour le monde, pour le continent africain en général et pour le Burundi en particulier. Si les grands émetteurs de gaz à effet de serre sont plutôt les pays du Nord et pour les décennies à venir les pays émergents (Chine et Inde notamment), les conséquences de ces changements climatiques sont plus à craindre dans les pays en développement et ceux africains en particulier dont fait partie le Burundi, où les populations sont particulièrement vulnérables. L'adaptation à ces changements climatiques constitue un enjeu majeur pour beaucoup de pays en développement spécialement, à l'image du Burundi, dans les prochaines années et ce dans de nombreux domaines de la vie (agriculture, ressources en eau, infrastructures, air atmosphérique, santé..., différents secteurs de la vie socio-économique du pays d'une façon générale).

Depuis les années 90, le Burundi compte parmi les pays les plus pauvres du monde, en dépit de son énorme potentiel agricole. L'insécurité alimentaire ne fait qu'aggraver la situation. La vulnérabilité grandissante du pays aux effets des changements climatiques accentue la dégradation des ressources naturelles et des conditions de vie de la population. En témoigneraient deux provinces du Nord du pays (Kirundo et Muyinga) profondément frappées par la famine en 2004 -2005 et qui sont encore une fois dans une crise alimentaire beaucoup plus grave qu'avant, alors qu'elles étaient considérées comme le grenier du pays. Cet état fait suite à la sécheresse, conséquence de l'absence prolongée des pluies. C'est ce qui a poussé gouvernement burundais à décréter, en février 2006, l'état de famine dans cinq provinces de l'Est et du Nord-Est du pays et à créer un fond de solidarité nationale pour la sécurité alimentaire afin de venir en aide aux centaines de milliers de personnes victimes de la famine.

D'autre part, les maladies et insectes nuisibles sont liés au climat. En effet, la répartition et la prolifération d'insectes et de parasites sont influencées par la température, la lumière et l'eau qui jouent un rôle essentiel dans leur développement. Ainsi, la présence de la malaria dans les régions de haute altitude, la maladie qui s'est attaqué aux tubercules surtout la colocase et le manioc, l'invasion des chenilles ravageurs de toutes cultures, seraient parmi les indicateurs d'une variabilité du climat dans cette localité.

L'intensité accrue de la sécheresse, les risques d'inondations et des changements de saisons de récolte peuvent et pourront avoir des implications importantes dans la

productivité du sol, la disponibilité et la répartition en eau, la sécurité alimentaire, et en retour sur le bien-être humain et la pauvreté. Ils peuvent aussi avoir des effets nuisibles à la santé et des effets irréversibles sur la diversité biologique. Ainsi, les pluies torrentielles qui se sont abattues sur la région naturelle de l'Imbo ces derniers jours causant des dégâts énormes (plus de 900 logements détruits, des milliers de civils sans abri et les pierres recouvrant les tombes arrachées dans un cimetière inondé ...) seraient aussi attribuées aux modifications climatiques.

On peut alors se demander comment un pays africain comme le Burundi, avec sa situation socio-économique précaire, peut espérer affronter une telle situation combien préoccupante, qui ne se presse pas pour s'améliorer.

2. Objectifs

Les changements climatiques et leur cortège de catastrophes naturelles (sécheresse, inondations, tempêtes, etc.) sont aujourd'hui perçus par l'opinion publique comme une menace écologique.

L'état actuel des connaissances nous permet de prendre conscience de l'ampleur des changements climatiques et leurs multiples effets sur notre planète et ses habitants. Subissant un effet de serre renforcé par les activités industrielles, la consommation d'énergie dans les ménages, les transports, le développement de la climatisation, ... la terre risque de se transformer en une planète surchauffée et violente, où chaque communauté devra lutter pour accéder aux ressources raréfiées par le phénomène de réchauffement global (Pierre Castella et al., 2003).

L'équilibre de la vie étant fragile, ce développement industriel moderne et les modes de consommation ci-haut mentionnés risquent de le rompre de manière irréversible. Si les sociétés industrialisées du Nord sont historiquement responsables de ce phénomène, force est de constater que les victimes présentes et futures de ces catastrophes sont principalement les populations des pays du Sud dont fait partie le Burundi.

Le réchauffement de la planète y aggrave des situations déjà précaires, tant du point de vue de la sécurité alimentaire, de la santé et de l'habitat que de celui de l'accès à l'eau et l'énergie pour ne citer que ceux-là. Ces pays les plus vulnérables aux impacts des changements climatiques sont aussi les moins aptes financièrement et techniquement à s'en prémunir ou à s'y adapter.

Ces quelques prémisses étant posées, notre travail va essayer de répondre, dans le cas du Burundi, aux questions préoccupantes suivantes :

- Quels sont les impacts à venir des changements climatiques sur le pays ?
- Quel est le poids du Burundi dans la contribution en termes d'émissions de gaz à effet de serre ?
- Quelles stratégies peut-il prendre pour pouvoir s'adapter aux changements climatiques en cours ?
- Quelles potentialités dispose-t-il actuellement et dans le futur, pour faire face aux changements en cours ?

Répondre à toutes ces questions revient à :

- Comprendre la contribution du Burundi dans le phénomène de réchauffement climatique.
- Etablir les effets des changements climatiques sur le Burundi.
- Proposer les actions à mener pour que le Burundi puisse s'adapter aux effets néfastes des changements climatiques.

De cette manière, ce travail apporte une contribution non moins importante à la politique environnementale du pays et au cheminement vers un développement durable.

3. Méthodologie

Le travail s'est basé sur une recherche bibliographique au moyen de deux sources principales d'information : L'information sur papier qui consiste en l'exploration des ouvrages scientifiques, documents officiels ou magazines intéressant le sujet en question ainsi que l'Internet.

Ces deux sources d'informations ont été traitées selon une logique favorisant au mieux le plus d'informations en rapport avec le sujet. Les publications qui s'intéressent sur le climat et ses différentes composantes nous ont servi de base scientifique sûre. L'Internet a été utilisé en vue de compléter cette base par le biais d'informations émanant d'organisations internationales spécialisées en matière de changements climatiques et d'environnement comme CCNUCC, GIEC, PNUE, OMM,...et d'organisations gouvernementales (communications nationales et autres rapports). Les ouvrages et revues spécialisés à caractère de vulgarisation, téléchargeables comme les rapports des organisations internationales (FAO, PNUD,...) et des différents ministères (environnement, agriculture, santé,...) ont été consultés à cette fin et ont constitué un apport important à ce travail. Différentes informations émanant de la presse nationale sur la situation quotidienne du pays à travers différents sites web ont été également exploitées.

Toutefois, nous avons eu la difficulté de trouver plusieurs sources de données fiables sur les émissions de gaz à effet de serre au Burundi. Les quelques données récoltées sont celles issues de la communication initiale du pays à la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Ces dernières ont été affectées par des incertitudes d'origine structurelle et conjoncturelle. Les incertitudes conjoncturelles étaient liées à la situation de crise dans laquelle vivait le pays depuis 1993, celles structurelles étaient quant à elles, liées au niveau de développement de la collecte des données dans différents secteurs d'activités constituant des sources d'émissions ou des puits d'absorption de gaz à effet de serre. D'où un autre inventaire d'émissions de gaz à effet de serre s'avère indispensable.

Néanmoins, nous avons pu effectuer des estimations par calcul à partir de ces données et d'autres récoltées dans différentes sources, ce qui nous a permis de mener un aperçu de comparaison avec les autres pays et/ou organisations.

Comme le présent travail s'inscrit dans un cadre du programme à formation générale pluridisciplinaire, il a été quelque fois utile et nécessaire de nous inspirer de certaines notions portant sur les enseignements dispensés pour pouvoir mieux composer avec ce caractère pluridisciplinaire. En cas de difficultés, le recours à des personnes compétentes en la matière (professeurs, chercheurs,...) a été une priorité.

Notre travail tel que conçu comporte cinq chapitres. Après cette introduction générale qui reprend la problématique, les objectifs et la méthodologie, le premier chapitre présente un rappel sommaire de quelques données théoriques sur les changements climatiques de façon générale et, la situation qui prévaut en Afrique en particulier.

Au deuxième chapitre, il sera question de donner une présentation sommaire du Burundi, un petit pays d'Afrique situé dans la partie centrale de cette dernière. Nous parlerons successivement de sa situation géographique, son relief, son hydrographie, sa végétation, son climat, sa situation socio-économique et socio-sanitaire. La connaissance de cette situation va permettre de mener une réflexion sur les avantages et surtout sur les inconvénients y relatifs en rapport avec les effets néfastes des changements climatiques afin de pouvoir proposer des voies de solutions adaptées.

Le troisième chapitre fera état de l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre secteur par secteur (énergie, industrie, agriculture, changement d'affectation des terres et de la forêt, déchets) et par habitant. Il sera aussi question de l'analyse des entrées énergétiques du pays en lien avec les changements climatiques ainsi que de l'aperçu de comparaison avec le monde pour pouvoir apprécier sa responsabilité quant aux émissions et/ou aux puits de GES.

Il sera question au quatrième chapitre d'analyser quelques impacts des changements climatiques sur le Burundi : au niveau des températures, des précipitations et de la sécheresse ; les risques de dommages ponctuelles et potentielles ; et la vulnérabilité des différents secteurs de la vie socio-économique de façon générale.

Au cinquième chapitre, nous abordons les différentes propositions de stratégies d'adaptation que nous jugeons possibles c'est-à-dire des politiques à mettre en œuvre par le pays pour espérer faire face aux effets néfastes des changements climatiques en cours dans l'immédiat et les moments à venir, étant donné que le climat n'est pas aussi pressé pour se stabiliser.

Après avoir jeté un regard rétrospectif sur certaines actions déjà menées en matière d'environnement en général, notre vision portera sur les programmes à réaliser. Il s'agira de l'élaboration et de la mise en œuvre des projets dans le cadre du "Mécanisme pour un Développement Propre" (MDP) et dans celui des programmes d'action nationaux aux fins de l'adaptation (PANA) ainsi que du volet communication, éducation et sensibilisation. Des actions d'urgence à mener dans les différents secteurs seront également proposées.

Une conclusion et quelques recommandations clôtureront notre travail.

CHAP. I. QUELQUES GÉNÉRALITÉS SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES EN GENERAL ET EN AFRIQUE EN PARTICULIER

Dans ce chapitre nous donnons un rappel sommaire de la situation générale en ce qui concerne le processus des changements climatiques et nous aborderons dans la suite la situation qui prévaut spécialement en Afrique.

I.1. CONTEXTE GENERAL.

I.1.1. Définition

Les changements climatiques sont perçus comme un ensemble des fluctuations à long terme de la température, des précipitations, des vents et de tous les autres aspects du climat de la terre (<http://www.greenfacts.org/fr/glossair/abc/changement-climatique.html>).

La Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) définit les changements climatiques comme les changements du climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours des périodes comparables (article premier, point 2).

Les changements climatiques se produisent lorsque le climat d'un lieu spécifique, d'une région ou de la planète toute entière d'une période à l'autre, généralement lorsqu'un facteur modifie la quantité totale d'énergie solaire absorbée par l'atmosphère et la surface de la terre. Ces fluctuations peuvent se produire autant entre les conditions atmosphériques moyennes que dans l'évolution du temps par rapport à ces moyennes. Elles peuvent être attribuables à des processus naturels comme les éruptions volcaniques, les variations de l'énergie solaire ou de très lents changements dans la circulation océanique ou sur les surfaces terrestres, qui se produisent durant des décennies, des siècles ou sur de plus longues périodes encore.

Par ailleurs, les humains peuvent également modifier le climat en rejetant des gaz dits gaz à effet de serre (GES) et des aérosols dans l'atmosphère, en modifiant les surfaces terrestres et en amenuisant la couche d'ozone stratosphérique. Les facteurs humains et naturels pouvant causer un changement climatique sont appelés "forçage du climat", car ils poussent ou forcent le climat à changer en fonction de nouvelles valeurs ([http://www.changementclimatique.blogspot.com/03.qu est ce que le changement climatique/](http://www.changementclimatique.blogspot.com/03.qu%20est%20ce%20que%20le%20changement%20climatique/)).

Seule la réduction des émissions de GES peut limiter l'ampleur des changements climatiques. Deux solutions paraissent envisageables : réduction de la consommation d'énergie et production d'énergie à partir de sources primaires n'émettant pas ou peu de GES. Il paraît donc nécessaire de repenser le mode de développement économique et social fondé sur l'utilisation de combustibles fossiles. Pour maîtriser l'ampleur des changements climatiques, il faut que les pays développés changent profondément leur façon de produire et d'utiliser l'énergie des combustibles fossiles mais aussi qu'ils aident les pays en développement à fonder leur progrès sur des bases durables et à ne pas être tributaires de l'énergie des combustibles fossiles et/ou de la biomasse (<http://www.hcci.gouv.fr/lecture/note/nl154.htm>).

I.1.2. Bilan radiatif et mécanisme de l'effet de serre

La terre perçoit de l'énergie solaire sous forme de rayonnement, dans des longueurs d'onde qui vont de l'infrarouge proche (environ 50%) à l'ultraviolet (environ 10%) en passant par la lumière visible (environ 40%). La densité de puissance du rayonnement solaire, c'est-à-dire le nombre de Watts qui traversent une surface d'un mètre carré placée au sommet de l'atmosphère, perpendiculairement à la direction de la terre, est aujourd'hui estimée à 1365 Wm^{-2} . En tenant compte de l'inclinaison de la terre par rapport au flux solaire et de la photopériodicité, on obtient cependant une valeur moyenne de 342 Wm^{-2} . Cette valeur peut varier naturellement, en fonction des fluctuations de l'activité solaire (une des causes avancées pour expliquer le "petit âge glaciaire" qu'a connu l'Europe occidentale entre 1550 et 1850) et surtout des différentes variations de paramètres astronomiques influant sur l'orbite de la terre autour du soleil et sur l'inclinaison de l'axe des pôles par rapport au plan de l'orbite terrestre (cycle se mesurant en dizaines de milliers d'années).

Environ 30% de l'énergie solaire entrante est directement renvoyée (réfléchi) dans l'espace par l'atmosphère (principalement), les océans et les continents. Près de 20% sont absorbés par l'atmosphère (dont une part importante par l'ozone, dans l'ultraviolet) et 50% par la surface du globe. Les composants de la planète (sol, océan, atmosphère) ainsi chauffés émettent eux aussi un rayonnement, dans l'infrarouge lointain. Mais, alors que l'atmosphère laisse passer une bonne partie des rayonnements solaires entrants, elle intercepte la majorité des rayonnements terrestres. L'énergie accumulée chauffe l'atmosphère, qui rayonne à son tour des infrarouges dans toutes les directions, y compris vers le sol. C'est ce processus qu'on appelle « effet de serre » et qui permet une accumulation de la chaleur sur la terre, grâce à laquelle la température moyenne de la terre est de 15°C au lieu de -18°C en son absence.

Les éléments qui jouent un rôle significatif dans le processus d'absorption du rayonnement solaire et surtout terrestre (GES) ont une molécule à trois atomes au moins et sont quantitativement très minoritaires dans la composition de l'atmosphère. On citera la vapeur d'eau (H_2O), le dioxyde de carbone (CO_2), l'ozone (O_3), le méthane (CH_4), le protoxyde d'azote (N_2O) ainsi qu'aujourd'hui les halocarbures d'origine anthropique. L'action de l'homme a eu un impact très significatif sur la concentration de ces gaz depuis le début de l'ère industrielle (Philippe, Cornelis, 2002).

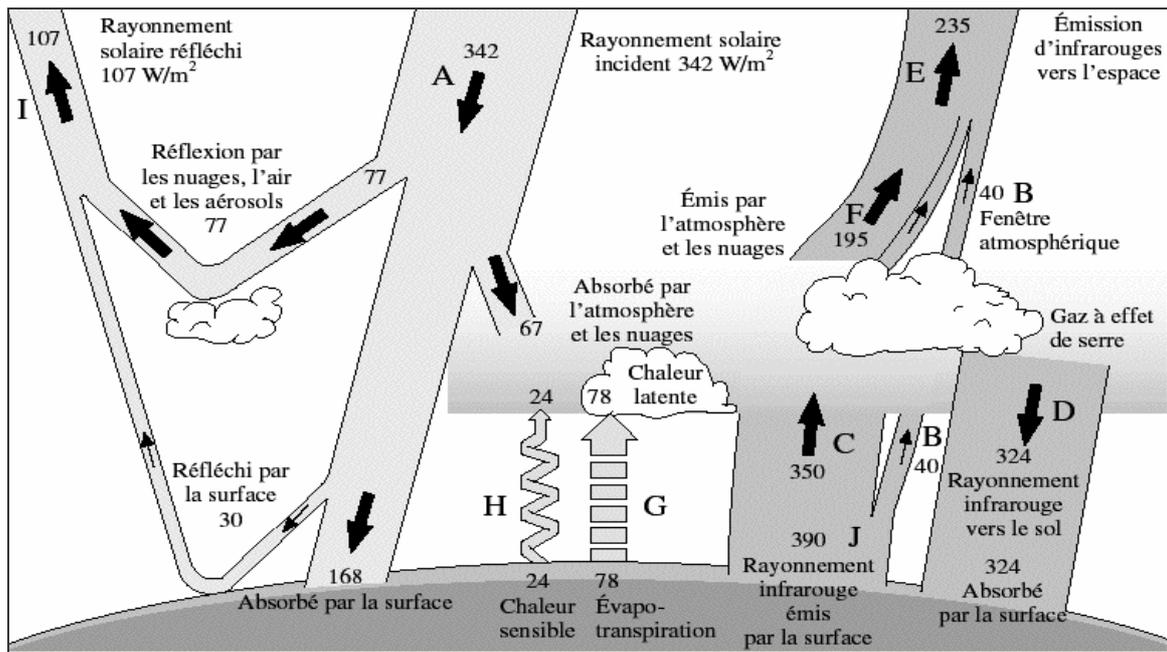


Figure 1 : Mécanisme de l'effet de serre Source : "L'avenir climatique, quel temps ferons-nous ?" de Jancovici Jean-Marc, 2005.

I.1.2.1. Principaux gaz à effet de serre.

D'après Jean-Marc Jancovici, le danger qui est désigné par le terme "effet de serre" correspond à un abus de langage. Il faut lui préférer le terme de "réchauffement climatique", ou mieux encore de "changements climatiques". Ce qui est dangereux n'est pas le phénomène lui-même, parfaitement naturel et essentiel à notre existence, mais sa modification rapide du fait de l'homme, modification qui est porteuse de graves dangers potentiels. L'analyse des bulles d'air contenues dans les carottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique montre que depuis plusieurs centaines de milliers d'années au moins, la composition chimique de l'atmosphère est assez stable. Sur les 5000 à 10 000 dernières années, en particulier, elle n'a quasiment pas été modifiée, si ce n'est depuis le commencement de l'ère industrielle et le début de l'utilisation massive de combustibles fossiles, au 18^{ème} siècle.

La vapeur d'eau (H₂O)

Premier gaz à effet de serre tant en termes de concentration atmosphérique que d'impact total sur l'effet de serre, la quantité de vapeur d'eau dans l'atmosphère n'est pas directement influencée de façon significative par les activités humaines. Son temps de résidence dans l'atmosphère est très limité (5 à 15 jours). Par contre, un réchauffement climatique induirait un niveau de saturation en vapeur d'eau de l'atmosphère plus élevé et donc une rétroaction positive sur l'augmentation de température. Une rétroaction négative serait également envisageable, générée par l'augmentation de la couverture nuageuse et donc de la réflexion du rayonnement solaire (Philippe, Cornelis, 2002).

Le dioxyde de carbone (CO₂)

Le dioxyde de carbone est le deuxième gaz à effet de serre par ordre d'importance. L'activité humaine depuis le début de l'ère industrielle a eu un impact très marqué sur sa concentration atmosphérique. La concentration de CO₂ dans l'atmosphère est passée de 280 ppm en 1750 à 367 ppm en 1999 (soit une augmentation de 31 %). La concentration actuelle de CO₂ n'a jamais été dépassée durant les 420 000 dernières années et ne l'a probablement pas été durant les 20 derniers millions d'années. Le taux d'accroissement enregistré au siècle dernier est sans précédent, du moins pour les 20 000 dernières années. Comparée à la stabilité relative de la concentration de CO₂ (280±10 ppm) durant les millénaires précédents, l'augmentation observée pendant l'ère industrielle est spectaculaire. Depuis 1980, le taux d'accroissement de la concentration de CO₂ atteint ainsi 0,4 % par an. Cet accroissement est une conséquence des émissions de CO₂. La majeure partie des émissions de ces 20 dernières années (pour 90 à 70 %) sont dues à la combustion de combustibles fossiles : charbon, pétrole, gaz naturel essentiellement, le reste (de 10 à 30 %) résultant essentiellement de modifications des modes d'utilisation des terres, et en particulier du déboisement (GIEC, 2001).

La violence de l'augmentation des émissions de CO₂ à l'échelle de temps géologique, le temps de résidence moyen du CO₂ dans l'atmosphère, qu'on estime en termes de plusieurs années, et l'évolution économique et démographique de l'humanité font penser qu'un retour à la concentration atmosphérique préindustrielle est d'ores et déjà impossible.

Le méthane (CH₄)

La concentration de méthane (CH₄) dans l'atmosphère a augmenté d'environ 150 % depuis 1750. La teneur qui était d'environ 700 ppb en 1750 est passée à environ 1610 ppb en 1983 et à 1745 ppb en 1998. La concentration actuelle de CH₄ est la plus élevée jamais enregistrée depuis 420 000 ans. Le méthane (CH₄) est un gaz à effet de serre d'origine à la fois naturelle (par exemple les terres humides, fermentation dans la panse des ruminants,...) et anthropique (par exemple l'agriculture, l'exploitation du gaz naturel ou les décharges contrôlées, combustion de la biomasse,...). Un peu plus de la moitié des émissions actuelles de CH₄ sont dues aux activités humaines (GIEC, 2001).

Le protoxyde d'azote (N₂O)

Un autre gaz stable dans la basse atmosphère, dont les émissions ont sensiblement augmenté depuis le début de l'ère industrielle, même si c'est dans une proportion moins importante que les deux précédents est le protoxyde d'azote (N₂O). La concentration d'oxyde nitreux (N₂O) dans l'atmosphère a augmenté régulièrement depuis le début de l'ère industrielle, au point d'être aujourd'hui supérieure de 16 % à son niveau de 1750. La concentration actuelle de N₂O n'a pas été dépassée depuis au moins un millénaire. L'oxyde nitreux est également un gaz à effet de serre d'origine à la fois naturelle et anthropique. La concentration de N₂O dans l'atmosphère continue d'augmenter au rythme de 0,25 % par an depuis 1980 à 1998 (GIEC, 2001).

Les principales émissions naturelles de ce gaz proviennent de l'activité microbienne des sols. Les émissions anthropiques sont, quant à elles, liées à l'utilisation d'engrais azotés en agriculture. Les déjections humaines et animales, l'utilisation de combustibles fossiles et l'industrie chimique sont également responsables. Le temps de résidence du protoxyde d'azote dans l'atmosphère est d'environ 120 ans ; comme dans le cas du CO₂, une période

tampon importante prendra donc place entre toute action sur les émissions et un effet concret.

La figure suivante fait état de l'évolution des concentrations atmosphériques de ces trois gaz à effet de serre entre 1000 et 2000.

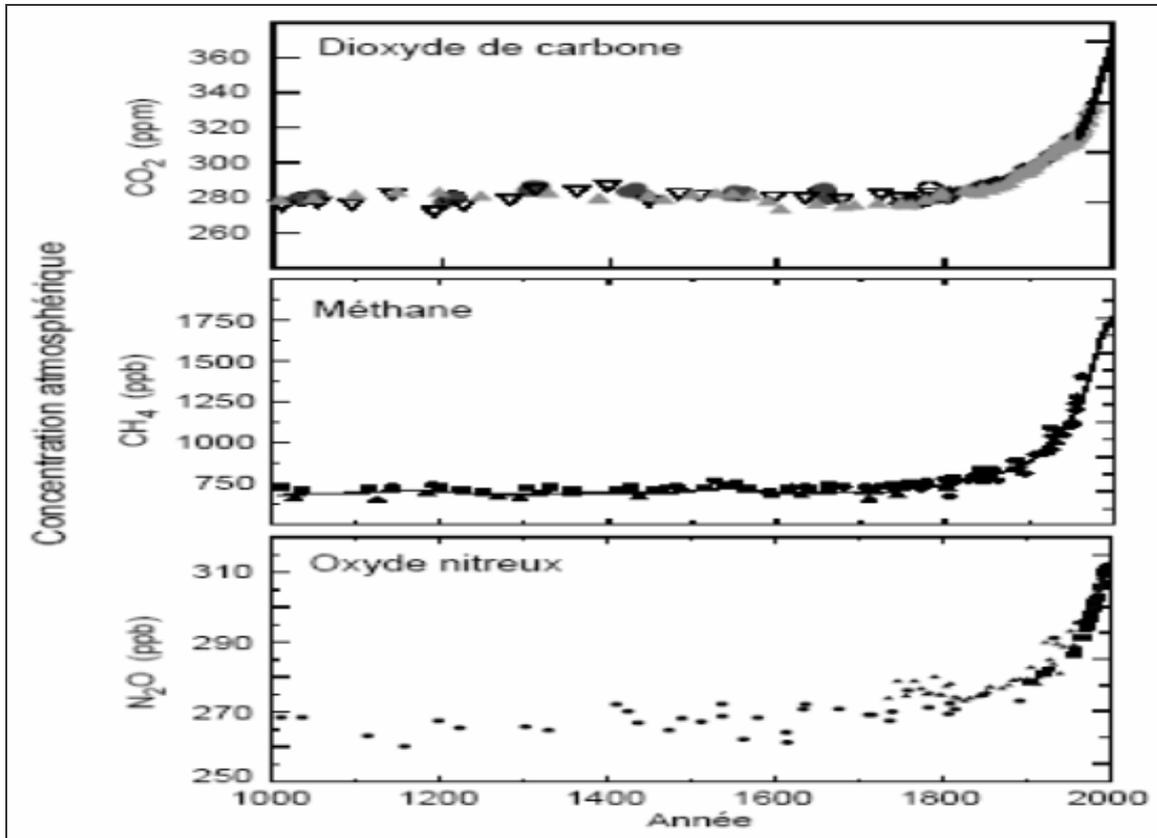


Figure 2 : Variation des teneurs de l'atmosphère en CO₂, CH₄ et N₂O entre 1000 et 2000.

Source : GIEC, 2001.

L'ozone (O₃)

L'ozone (O₃) est un gaz à effet de serre de premier plan, présent aussi bien dans la stratosphère que dans la troposphère. Son rôle dans le bilan radiatif de l'atmosphère dépend fortement de l'altitude à laquelle se produisent des modifications de sa concentration, lesquelles modifications varient également dans l'espace. Par ailleurs, l'ozone n'est pas émis directement, mais se forme plutôt dans l'atmosphère à la suite de processus photochimiques faisant intervenir des gaz précurseurs d'origine naturelle et humaine. Une fois formé, il reste peu de temps dans l'atmosphère, son temps de séjour variant de quelques semaines à quelques mois. C'est pourquoi l'évaluation de son rôle sur le plan radiatif est plus complexe et bien moins sûre que celle concernant les gaz à effet de serre mentionnés précédemment, qui sont persistants et répartis de façon homogène à l'échelle du globe. D'après les observations dont on dispose et plusieurs études de modélisation, il semble que la concentration d'ozone troposphérique a augmenté d'environ 35 % depuis l'ère préindustrielle, avec certaines disparités selon les régions (GIEC, 2001).

Les halocarbures et l'hexafluorure de soufre

Les halocarbures sont des hydrocarbures dans lesquels une partie des atomes d'hydrogène est remplacée par des atomes de gaz halogène. Leurs émissions sont presque exclusivement d'origine anthropique, et les composés chlorofluorocarbonés (CFC) en sont les représentants les plus connus.

Par suite de la réduction des émissions découlant de l'application des dispositions du Protocole de Montréal et de ses amendements, la concentration dans l'atmosphère de bon nombre des gaz à effet de serre qui contribuent en outre à l'appauvrissement de la couche d'ozone diminue ou augmente plus lentement. Ces composés carbonés qui contiennent du fluor, du chlore, du brome ou de l'iode sont, dans la plupart des cas, des sous-produits de l'activité humaine. Les hydrocarbures halogénés qui contiennent du chlore (par exemple les chlorofluorocarbonés, ou CFC) et du brome (par exemple les halons) provoquent l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique et sont réglementés par le Protocole de Montréal. Les produits de substitution qui ont été adoptés pour remplacer les CFC (dans divers procédés de réfrigération ou industriels), s'ils ne sont pas nocifs pour l'ozone stratosphérique, sont par contre de puissants gaz à effet de serre. Les hydrocarbures perfluorés (PFC, tels que CF_4 et C_2F_6) et l'hexafluorure de soufre (SF_6), d'origine anthropique, ont un temps de séjour atmosphérique extrêmement long et sont d'excellents absorbants du rayonnement infrarouge. En conséquence, ces composés, même rejetés en quantités relativement minimes, peuvent avoir une influence durable sur le climat (GIEC, 2001).

Les aérosols : une pollution locale contre l'effet de serre

Les aérosols sont de particules minuscules et gouttelettes en suspension dans l'air. Ils sont le résultat de divers processus, tant naturels (tempêtes de poussière, éruptions volcaniques, etc.) qu'anthropiques (combustion de combustibles fossiles et de biomasse, etc.). Les aérosols ont une profonde influence sur le bilan radiatif du système Terre-atmosphère. Les effets radiatifs des aérosols se manifestent de deux façons distinctes : l'effet direct, par lequel les aérosols diffusent et absorbent le rayonnement solaire et le rayonnement thermique infrarouge, et l'effet indirect, par lequel les aérosols modifient les propriétés microphysiques et, par conséquent, les propriétés radiatives et l'abondance des nuages.

Des progrès sensibles ont été réalisés en ce qui concerne la définition de l'effet direct d'une gamme plus vaste d'aérosols dans le deuxième et le troisième rapport d'évaluation du GIEC : on distingue les aérosols sulfatés, les aérosols résultant de la combustion de la biomasse, les particules de noir de carbone (ou de suie) provenant des combustibles fossiles et les aérosols carbonés provenant de la combustion des combustibles fossiles et de la biomasse. Les aérosols ont un forçage radiatif négatif (voir figure 3).

Les gaz à effet radiatif indirect

Plusieurs gaz chimiquement réactifs, notamment les oxydes d'azote (NO_x), le monoxyde de carbone (CO) et les composés organiques volatils (COV), influent sur la capacité d'oxydation de la troposphère et l'abondance de l'ozone. Ces polluants jouent le rôle de gaz à effet de serre indirect en raison de l'influence qu'ils exercent non seulement sur l'ozone mais aussi sur la durée de vie du méthane et autres gaz à effet de serre. Les émissions de NO_x et de CO sont essentiellement d'origine humaine (GIEC, 2001).

Aujourd'hui, les informations qui circulent et qui font état des négociations internationales portent sur l'effet de serre additionnel, soit l'effet de serre qui résulte de la concentration excessive des GES dont les activités humaines constituent les principales sources. Avec le protocole de Kyoto les GES pris en compte sont au nombre de six tels que repris dans l'annexe A du protocole : le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O), l'hydrofluoro-carbone (HFC), hydrocarbure perfluoro-carbone (PFC) et l'hexafluorure de soufre (SF₆).

I.1.2.2. Forçage radiatif et potentiel de réchauffement global

Tous les différents GES mentionnés ci-dessus ne possèdent pas la même capacité à absorber les infrarouges. On définit le "forçage radiatif" comme étant la variation de l'éclairement énergétique vertical net [exprimé en watts par mètre carré (W m⁻²)] à la tropopause par suite d'un changement interne ou d'une modification du forçage externe du système climatique par exemple une modification de la concentration de dioxyde de carbone ou de la production solaire.

Le forçage radiatif généré par l'émission d'une masse donnée de GES dans l'atmosphère donne un premier élément de comparaison, mais cette notion n'est cependant pas suffisante pour permettre de comparer entre eux les GES. Il faut pour cela, et donc pour pouvoir définir une unité de mesure commune pour les émissions, tenir compte également de la concentration préexistante des différents GES et de leur temps de résidence dans l'atmosphère, entre autres. On définit alors le potentiel de réchauffement global (PRG) comme étant une mesure de l'effet radiatif relatif d'une substance donnée par rapport au CO₂, pour une période de temps déterminée généralement 100 ans. Le tableau suivant donne les valeurs du potentiel de réchauffement global à la concentration de CO₂ sur une durée de 100 ans, pour les six GES réglementés par le protocole de Kyoto.

Tableau 1. : Les PRG relatifs des principaux GES

Gaz	Formule	PRG relatif / CO ₂ (à 100 ans)
Gaz carbonique	CO ₂	1
Méthane	CH ₄	23
Protoxyde d'azote	N ₂ O	296
Perfluorocarbures	C _n F _{2n+2}	5 700 à 11 900
Hydrofluorocarbures	C _n H _m F _p	12 à 12 000
Hexafluorure de soufre	SF ₆	22 200

Source: GIEC, 2001

Le protoxyde d'azote, par exemple, a donc un PRG relatif à 100 ans de 296, ce qui signifie qu'on estime qu'un kilogramme de ce gaz émis dans l'atmosphère aura le même impact sur le climat à l'échelle du siècle que le large de 296 kilogrammes de CO₂. Le PRG est donc un "équivalent CO₂". Il permet la transition vers une autre unité fréquemment utilisée : l'équivalent carbone, obtenu en multipliant le PRG relatif à 100 ans par 12 /44 (poids d'une mole d'atome de carbone par rapport à celui d'une molécule de CO₂).

Le graphique ci-dessous compare les uns aux autres les différentes composantes (positives ou négatives) qui jouent sur les échanges d'énergie entre la Terre et l'espace (en Watts par mètre carré). Le "forçage radiatif" désigne le supplément ou le déficit de rayonnement reçu par la terre du fait de la présence de la substance émise. Seule la contribution humaine est ici prise en compte, bien entendu.

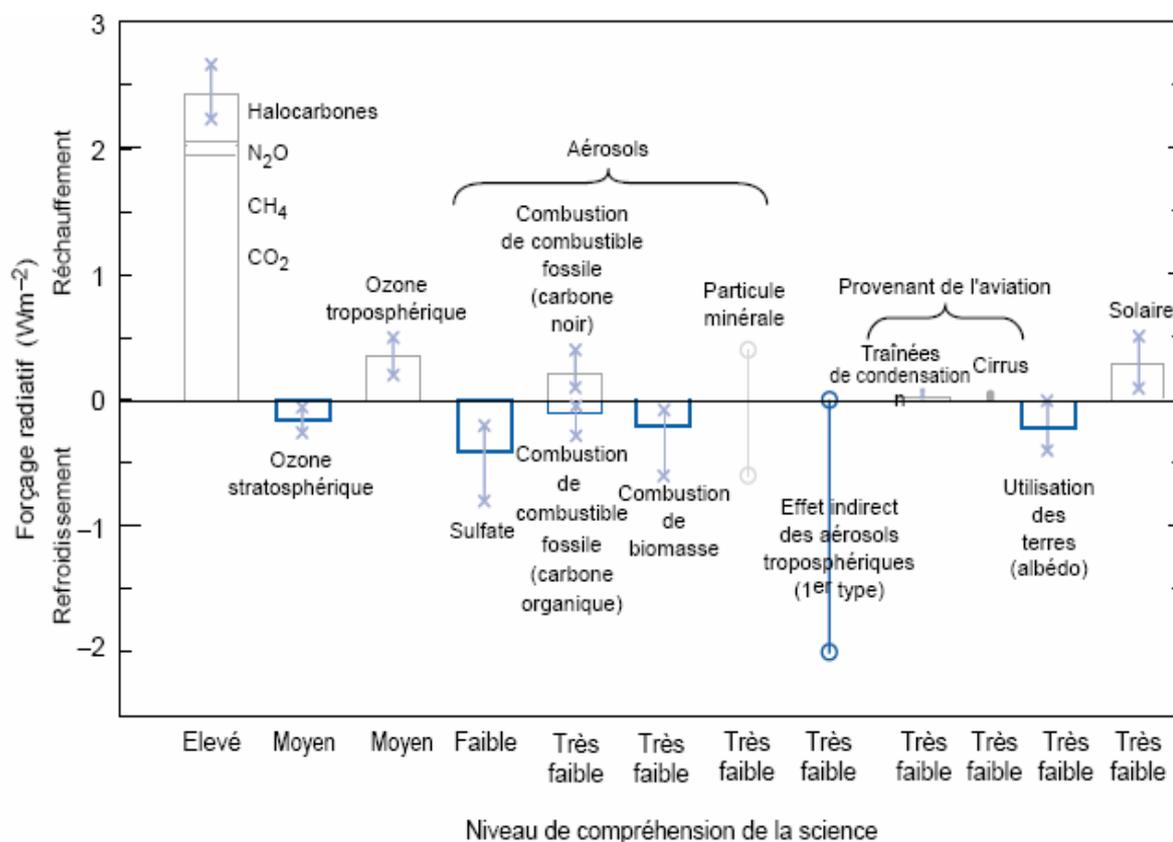


Figure 3 : Forçage relatif du climat en 2000 par rapport à 1975

Source : GIEC, 2001.

De gauche à droite on trouve respectivement :

- Les contributions de gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O, halocarbures).
- Les contributions de l'ozone stratosphérique (celui de la fameuse couche) et de l'ozone troposphérique (celui des "pics de pollution").
- Les contributions des différents aérosols.
- Les contributions des avions hors émissions directes de CO₂.
- Les conséquences du changement d'albédo découlant du changement d'usage des sols (l'albédo est ce qui sert à mesurer le pouvoir de réflexion d'une surface : l'albédo d'un miroir est proche de 1 - toute lumière reçue est réfléchi - et celui d'un corps noir est proche de zéro - toute lumière reçue est absorbée). Par exemple, quand on déforeste, l'albédo augmente, car une forêt absorbe généralement plus de rayonnement que des cultures ou un sol nu.
- La contribution des variations d'activité du soleil (bien que cela ne soit pas un effet dû à l'homme).

Pour toutes ces contributions, les rectangles représentent les valeurs les plus probables, et les tirets la zone d'incertitude. Lorsque le tiret est très grand par rapport au rectangle, cela signifie que l'on n'a qu'une vague idée de la valeur. Le niveau de compréhension des processus à l'œuvre, et donc le degré de confiance dans l'estimation, est indiqué en clair sur la dernière ligne (de élevé à très faible).

I.1.3. Le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)

Le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a été établi en 1988 par l'organisation météorologique mondiale (OMM) et le programme des nations unies pour l'environnement (PNUE). Il avait et a toujours pour mission de fournir une évaluation de connaissances relatives à tous les aspects de l'évolution du climat, et notamment la façon dont les activités humaines peuvent à la fois causer de tels changements et en subir les effets, ainsi que les options d'adaptation et d'atténuation. Comment se fait-il qu'un travail d'une ampleur aussi grande a pu être mis à profit par le GIEC ?

Le GIEC a pu arriver à fournir toutes ces connaissances grâce à sa façon de travailler. Ainsi, à sa première réunion en novembre 1988, le GIEC s'est-il organisé en trois groupes de travail respectivement groupe I, groupe II et groupe III. Chaque groupe ayant des attributions qui lui sont propres.

- Le groupe I étudie les aspects scientifiques du système climatique et de son évolution c'est-à-dire le fonctionnement du climat dans son ensemble et les applications des changements climatiques.
- Le groupe II s'intéresse aux incidences des changements climatiques, c'est-à-dire la vulnérabilité de la biosphère, et aux moyens de s'adapter à ces changements : soit notre système socio-économique face aux évolutions possibles du climat.
- Le groupe III quant à lui examine les diverses possibilités d'atténuer les changements climatiques, c'est-à-dire la manière dont peuvent évoluer les émissions de GES et les variables d'actions pour réduire ces émissions.

Dès sa création, le GIEC a fait des actions louables. En effet, il a produit son premier rapport d'évaluation en 1990, un deuxième en 1996 et un troisième en 2001. Actuellement le quatrième rapport d'évaluation est en cours d'élaboration et pourra sortir d'ici 2007.

Ces documents servent de référence dans le cadre des négociations internationales sur les GES, mais le GIEC n'ayant qu'un rôle d'évaluation et non de recommandation, il n'est pas officiellement représenté dans ces négociations. Il reste à savoir ce que les rapports du GIEC apportent au monde.

- Ils sont un inventaire à jour des aspects connus et moins connus du système climatique ainsi que des facteurs connexes.
- Ils sont fondés sur les connaissances acquises par les milieux scientifiques internationaux.
- Ils sont le fruit d'un processus professionnel ouvert et fait l'objet d'une vérification par des pairs.
- Ils s'appuient sur des publications scientifiques dont les conclusions sont résumées de façon à faciliter la tâche aux décideurs.

Bien que les informations évaluées puissent être utiles pour l'élaboration des politiques, le GIEC n'a cependant pas pour mission de définir ou de préconiser une politique particulière (GIEC, 2001 ; Jancovici, 2005).

I.1.4. Evolution climatique

Le climat a déjà sans aucun doute commencé à se réchauffer : la température moyenne globale sur la terre a augmenté de $0.6 \pm 0.2^\circ\text{C}$ depuis la fin du 19^{ème} siècle. Le GIEC estime que les années 1990 ont été les plus chaudes du millénaire. Plusieurs autres variations importantes liées au climat sont remarquées ou supposées. Une des conclusions fortes du dossier climatique est que la température moyenne au niveau du sol va augmenter si la concentration de l'atmosphère en GES augmente. Mais de combien ? Les modélisations les plus récentes donnent une fourchette de 1.4 à 5.8°C à l'horizon d'un siècle (c'est à dire en 2100) selon les modèles et les scénarios retenus (voir figure 4).

Les évolutions constatées sont cependant bénignes par rapport à celles qui sont prévues au cours des deux ou trois prochains siècles. Le GIEC a élaboré différents scénarios d'émission de GES pour le 21^{ème} siècle, envisageant des politiques plus ou moins "responsables" en matière climatique. Ces scénarios d'émissions ont été incorporés dans les modèles dont l'objectif est de prévoir de manière la plus réaliste possible l'évolution du climat entamée par les variations de concentrations atmosphériques des différents GES, elles-mêmes fonction de leurs émissions.

Ces modèles, vu l'extrême complexité du système climatique, comportent une part d'incertitudes. Ils ne permettent pas, en particulier, de prévoir précisément l'échelonnement dans le temps des changements climatiques, ni leur impact géographique local. Les nombreuses rétroactions influençant le processus climatique – modifications de l'albédo dues à la fonte des glaces, libération du méthane suite au dégel de l'actuel pergélisol des hautes latitudes, élévation du niveau de saturation en vapeur d'eau de l'atmosphère, ... et l'inertie énorme de certaines composantes du système climatique : temps de réchauffement des océans par exemple – font que l'évolution des températures pourrait se faire de manière non linéaire et "s'affoler" une fois certains seuils dépassés.

A l'échelle de la planète et du siècle, les prévisions publiées dans les rapports du GIEC font cependant l'objet d'une quasi unanimité dans la communauté scientifique. Or chacun des scénarios d'émissions envisagés pour le siècle à venir, même le plus optimiste, implique les modifications les plus conséquentes des concentrations atmosphériques en GES, avec des conséquences potentielles extrêmement graves pour l'avenir de l'humanité.

Le dernier rapport technique du groupe I du GIEC paru en 2001, estime ainsi que la concentration atmosphérique en CO_2 sera comprise entre 490 et 1260 ppm d'ici un siècle, soit une augmentation de 75 à 450% par rapport à la situation préindustrielle, et de 33 à 343% par rapport à aujourd'hui. L'élévation du niveau des mers devrait se situer entre 0.09 et 0.88 mètres et la température moyenne de la terre augmenter de 1.4 à 5.8°C , avec de très fortes disparités géographiques. Le GIEC prévoit une augmentation de températures au dessus des continents presque partout supérieure à la moyenne du globe, en particulier dans les latitudes élevées de l'hémisphère nord.

Il faut se rappeler qu'au vu, entre autres, du temps de résidence des principaux GES dans l'atmosphère, l'augmentation des températures prévues au cours du 21^{ème} siècle ne sont que des étapes vers des hausses nettement plus importantes. Le graphique ci-dessous le montrent bien : les températures moyennes sont encore en nette croissance à la fin du 21^{ème} siècle, au moment où les projections s'arrêtent. On prévoit également une augmentation

globale de l'évaporation, du taux d'humidité atmosphérique et des précipitations, avec des différences marquées suivant les régions.

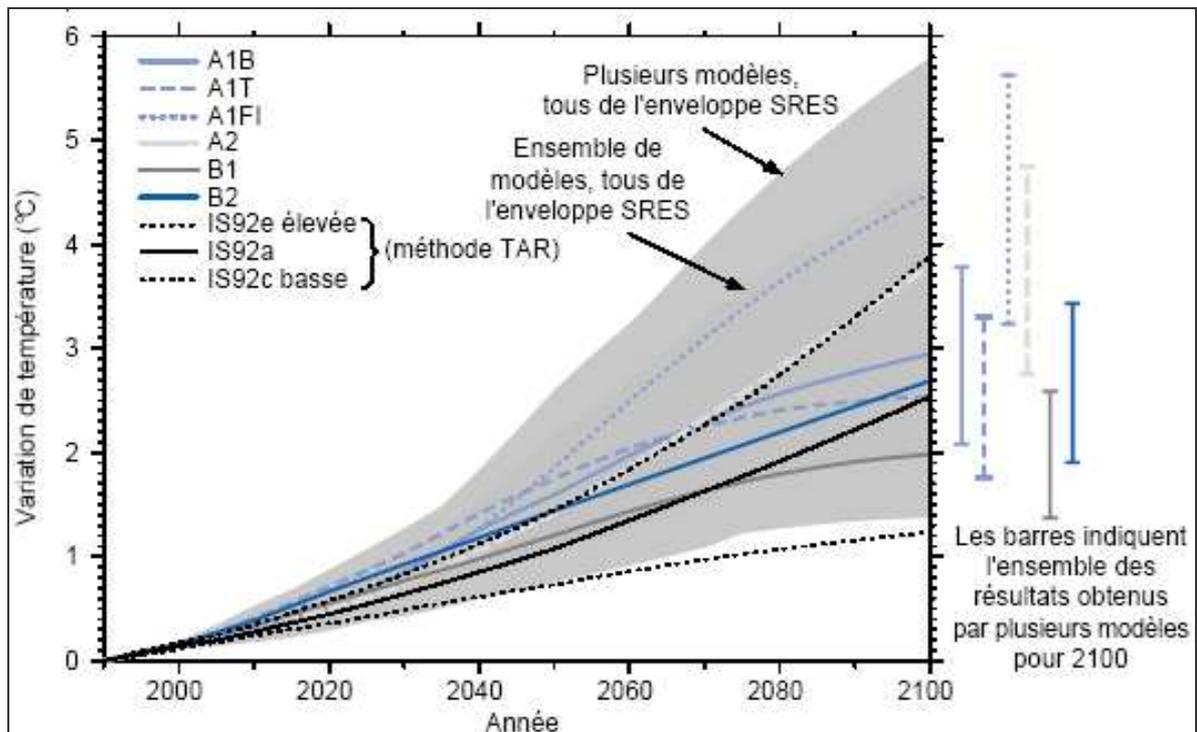


Figure 4 : Prédiction de l'augmentation de la température moyenne de surface entre 1990 et 2100 selon les scénarios et les modèles. Source : GIEC, 2001

Les conséquences potentielles pratiques des changements climatiques seront évidemment nombreuses. On peut citer, entre autres, la fragilisation des zones côtières, un rythme d'augmentation des températures et de modification de la disponibilité en eau trop rapide pour permettre l'adaptation ou la migration des végétaux, des animaux et des hommes, une atteinte à l'activité biologique des océans, une dissémination géographique et une augmentation de la propagation de maladies parasitaires (paludisme, dengue,...) ainsi que la création d'un environnement plus favorable à la multiplication des organismes pathogènes en général, etc.

Il va sans dire que ces multiples perturbations, sur une planète peuplée de 8 ou 10 milliards d'habitants, seraient une source potentielle de tensions internationales extrêmement vives.

Bref, les changements climatiques sont en marche et auront, même dans les scénarios les plus optimistes (ceux où les mesures seraient prises dès à présent pour limiter radicalement les émissions de GES d'origine anthropique), des conséquences peut-être dramatiques pour l'humanité.

La problématique de la lutte contre les émissions de GES se pose depuis longtemps non pas en termes d'évitement des modifications climatiques mais de minimisation de leurs impacts. Il est d'ores et déjà certain que le mode de vie occidental ne pourra être maintenu par les générations à venir des pays riches, pas plus qu'il ne pourra être adopté un jour par les populations des pays pauvres. La question est de savoir si oui ou non on se donnera les moyens de maintenir le réchauffement climatique dans les limites qui lui permettront une adaptation "douce". Or ces limites ont été estimées par le GIEC, des mesures draconiennes sont nécessaires de toute urgence pour espérer les atteindre.

I.1.5. Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques

Le comité intergouvernemental des négociations (CIN), établi par l'assemblée générale des nations unies, s'est réuni pour la première fois en février 1991. Après seulement 15 mois, le 9 mai 1992, le CIN adoptait par consensus la Convention cadre des nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC). La convention a été ouverte à la signature à la conférence des nations unies sur l'environnement et le développement (CNUED) à Rio de Janeiro (Brésil) le 4 juin 1992 et est entrée en vigueur le 21 mars 1994 (Véronique Bélanger, 2001).

La Convention cadre des nations unies sur les changements climatiques met en place un cadre global de l'effort intergouvernemental pour faire face au défi posé par les changements climatiques. Elle reconnaît que le système climatique est une ressource partagée dont la stabilité peut être affectée par les émissions industrielles de gaz carbonique ainsi que les autres gaz pièges à chaleur.

La Convention a établi ses organes : la Conférence des Parties (COP), "organe suprême" de la Convention, c'est-à-dire sa plus haute autorité de prise de décision. C'est une association de tous les pays Parties à la Convention (article 7). Il y a aussi les organes subsidiaires permanents: l'Organe Subsidiaire de Conseil Scientifique et Technologique (SBSTA en anglais) (article 9) et l'Organe Subsidiaire pour la mise en œuvre (SBI en anglais) (article 10). Ces organes donnent avis à la COP et chacun dispose d'un mandat spécifique. Ils sont ouverts à la participation de toutes les Parties et les gouvernements envoient souvent des représentants experts dans les domaines respectifs de chaque organe.

Le texte de la Convention a été adopté au siège des Nations Unies, à New York le 9 mai 1992. Il fut ouvert à la signature à Rio de Janeiro du 4 au 14 juin 1992, et par la suite au siège des Nations Unies, à New York du 20 juin 1992 au 19 juin 1993. A cette date, la Convention avait reçu 166 signatures. La Convention entra en vigueur le 21 mars 1994. Les Etats qui n'avaient pas signé la Convention pourraient y accéder à tout moment. Pour les Etats ayant ratifié, accepté ou approuvé la Convention ou qui y ont accédé après son entrée en vigueur, la Convention entrera en force au quatre-vingt dixième jour après la date du dépôt par l'Etat de son instrument de ratification, d'acceptation, d'approbation ou d'accession. Jusqu'au 24 mai 2004, la Convention avait déjà reçu 189 instruments de ratification.

Dans le même cadre de la CCNUCC, notons qu'il est prévu la création d'un groupe d'experts des pays moins avancés (PMA), Least developed countries Expert Group en anglais (LEG), ayant pour mission d'apporter conseils et informations sur la stratégie de préparation et d'exécution des Programmes d'Action Nationaux aux fins de l'Adaptation (http://unfccc.int/portal_francofone/essential_background/convention/convention_bodies/constituted_bodies/items/3272.php). Le LEG, de même que les autres experts dans le domaine de l'adaptation, sont fermement convaincus que l'expérience acquise par les PMA en termes d'adaptation aux variations climatiques et aux situations climatiques extrêmes leur permettra de développer leur capacité d'adaptation aux changements climatiques à long terme. L'expérience est primordiale, dans la mesure où il est actuellement difficile de prévoir avec précision l'incidence et les effets néfastes des changements climatiques à venir, notamment aux niveaux local et régional (Klaus Broersma et al., 2004).

I.1.6. Protocole de Kyoto dans le processus des changements climatiques

Le protocole de Kyoto est issu de la CCNUCC adoptée à l'issue du sommet de la Terre, qui s'est tenu en juin 1992 à Rio de Janeiro, au Brésil. L'objectif général est de lutter contre les changements climatiques par une action internationale de réduction des émissions de GES responsables du réchauffement planétaire. Le protocole de Kyoto s'attaque aux émissions de six GES suivants : le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O), les hydrofluorocarbones (HFC), les hydrocarbures perfluorés (PFC) et l'hexafluorure de soufre (SF₆). Il représente un pas en avant important dans la lutte contre le réchauffement planétaire car il contient des objectifs contraignants et quantifiés de limitation et de réduction des GES (article 3).

Le protocole assigne des objectifs chiffrés de réduction des émissions aux seuls pays dits de l'annexe B du protocole qui correspondent en fait quasiment à l'annexe I de la Convention cadre, et qui reprend les pays de l'OCDE et les pays en transition vers une économie du marché de l'Europe de l'Est. L'objectif global du protocole à la Convention est une réduction moyenne des émissions, parmi les pays de l'annexe B, d'au moins 5% par rapport à 1990 au cours de la période d'engagement allant de 2008 à 2012 (article 3 point 1).

Le protocole de Kyoto est entré en vigueur le 16 février 2005, plus de sept ans après son adoption. C'est la ratification du protocole par la Russie, en novembre 2004, qui a permis de réunir des conditions nécessaires à son entrée en vigueur 90 jours plus tard : ratification par 55 pays représentant 55% des émissions totales de GES de 1990. En mai 2006, le protocole comptait déjà 168 instruments de ratification. Parmi les signataires du protocole, seuls l'Australie, la Croatie, les Etats Unis d'Amérique, le Kazakhstan, Monaco et la Zambie ne l'ont pas encore ratifié (<http://blog.france2.fr/energie-pour-demain/index.php/2006/05/31/29081-quest-ce-que-le-protocole-de-kyoto>). On doit le regretter car la lutte contre les changements climatiques devrait être une action internationale inclusive.

Cependant, le protocole de Kyoto laisse aux pays une certaine marge de manœuvre en ce qui concerne les moyens d'atteindre ces objectifs : ce sont les mécanismes de flexibilité dont nous allons parler dans les lignes qui suivent.

L'échange des droits d'émission (emissions trading) (article 17), entre les pays ayant des engagements : ceux de l'annexe B. Ce mécanisme consiste à autoriser, à l'échelle nationale ou internationale, de commercer des quantités de GES. Ce système est sensé permettre, via le marché, d'opter pour les solutions les plus économiques, à résultat identique.

Le Protocole permettra aux pays ayant épargné des unités d'émissions, des émissions permises mais non utilisées, de vendre cet excès aux pays ayant dépassé leurs objectifs d'émissions. Les pays ne remplissant pas leurs engagements auront la possibilité d'acheter leur respect des engagements.

La mise en œuvre conjointe (joint implementation) (article 6), entre les pays de l'annexe B également. L'"application conjointe" est un programme du Protocole de Kyoto qui permet aux pays développés d'atteindre une partie des réductions de GES qui leur sont requises en finançant des projets qui réduisent les émissions dans d'autres pays industrialisés. Dans la pratique, cela va probablement consister en la construction d'installations dans les pays d'Europe de l'Est et de l'ex. Union Soviétique ainsi que dans les "économies en transition"

financées par les pays d'Europe Occidentale et d'Amérique du Nord. Les gouvernements offrant leur appui recevront des crédits qui pourraient être utilisés pour leurs objectifs d'émissions, les pays récipiendaires gagneront en investissement étranger et en technologie avancée (mais pas en crédit pour leurs objectifs d'émissions qu'ils auraient à acquérir par eux-mêmes). L'atmosphère en bénéficie quel que soit l'endroit où ces réductions sont réalisées.

Le mécanisme pour un développement propre (clean development mechanism) (article 12), qui permet à un pays industrialisé de comptabiliser des unités de réduction certifiées grâce à des investissements effectués dans des pays en voie de développement et qui permettent une réduction des émissions par rapport à un scénario "business as usual". Les pays récipiendaires bénéficient d'injections "gratuites" de technologies avancées qui permettent à leurs usines ou leurs installations générant de l'électricité, par exemple, d'opérer de manière plus efficace, et de ce fait à bas coût, et des profits élevés. Et l'atmosphère est bénéficiaire car les futures émissions sont moindres que ce qu'elles seraient autrement.

I.2. LA SITUATION EN AFRIQUE¹

L'Afrique est très vulnérable aux changements climatiques. Elle est surtout préoccupée par l'incidence liée aux ressources en eau, à la production alimentaire, à la santé humaine, à la désertification et aux zones côtières, particulièrement en rapport avec les événements extrêmes (GIEC, 2001). Le contexte des changements climatiques est un défi particulier auquel l'Afrique se trouve confrontée dans le long terme. Le dernier rapport (troisième rapport d'évaluation) du GIEC fait état d'un réchauffement d'environ 0,7°C pour pratiquement tout le continent africain au cours du XX^{ème} siècle, selon les données recensées sur toute la période. Tandis que la nature exacte des changements de température ou de niveaux de précipitations et des manifestations extrêmes n'est pas connue, on s'accorde à penser que les manifestations extrêmes iront en s'aggravant et que les tendances de la plupart des variables changeront en réponse au réchauffement.

I.2.1. La question des changements climatiques en Afrique.

I.2.1.1. Tendances des évolutions de températures

L'Afrique suit la récente tendance mondiale d'augmentation des températures. Les études d'observation montrent que le continent africain s'est réchauffé, au cours du 20^{ème} siècle, à une vitesse d'environ 0,05°C par décennie. Un réchauffement légèrement plus important est noté pendant la saison juin à novembre, plutôt que décembre à mai. En 2000, on calculait que les cinq années les plus chaudes d'Afrique avaient eu lieu après 1988 ; 1995 et 1998 étant les deux années les plus chaudes. Cette vitesse de réchauffement est similaire au taux mondial, et les périodes où le réchauffement est le plus rapide – des années 1910 aux années 1930 et après les années 1970 – sont les mêmes en Afrique et dans le reste du monde comme on peut le constater sur la figure ci-après (PNUE, 2002).

¹ La situation en Afrique sera surtout illustrée par des figures tirées du rapport de PNUE (2002) sur les conséquences des changements climatiques en Afrique.

Voir aussi : <http://www.grida.no/climate/vitalafrica/francais/evidence.htm>

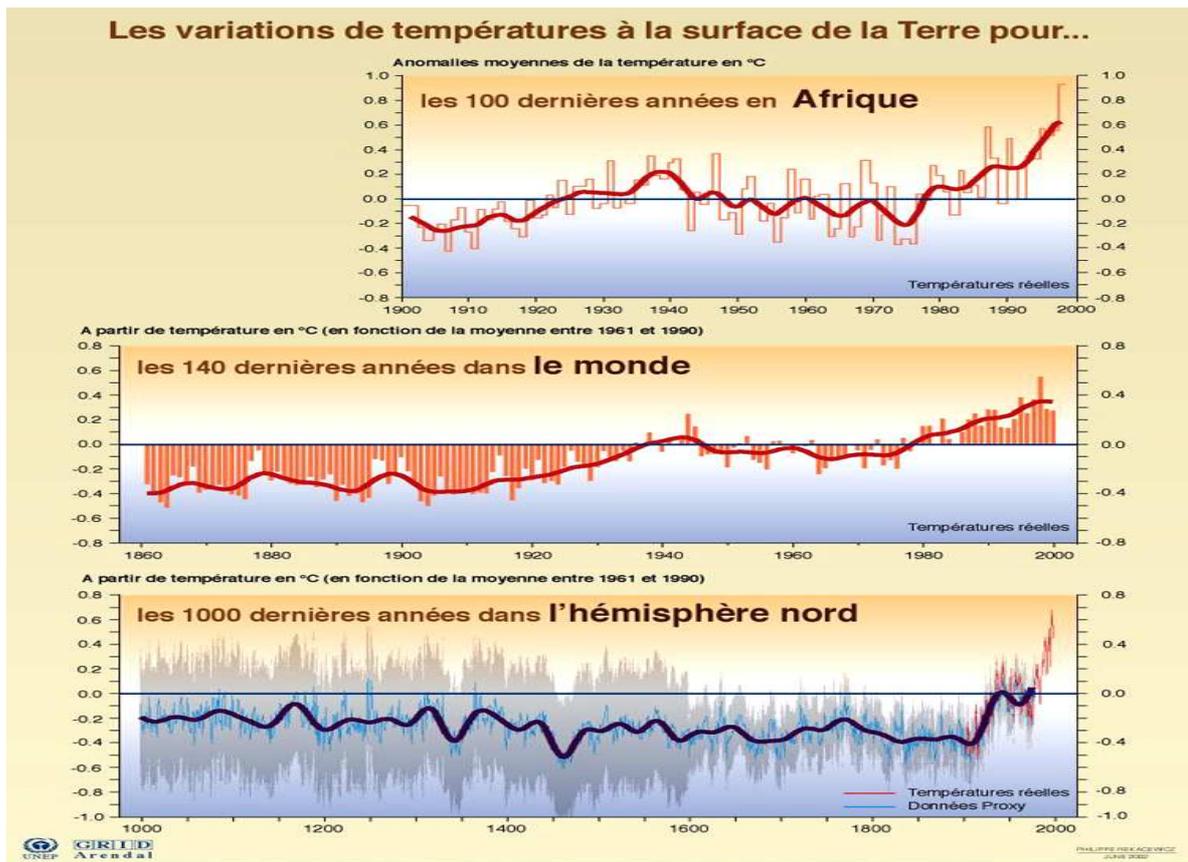


Figure 5: Les variations de températures à la surface de la terre pour l'Afrique, le monde et l'hémisphère nord. Source : PNUE, 2002

I.2.1.2. Fonte des glaciers en Afrique

La taille de la calotte blanche du Kilimandjaro varie au cours de l'année, et peut grossir ou diminuer par intervalles, en fonction de l'ensoleillement, des précipitations et d'autres facteurs. Toutefois, depuis 1912, on a observé une diminution considérable et régulière des glaciers. On estime ainsi que 82 % de la calotte glaciaire du Mont, telle qu'observée lors de la première étude approfondie en 1912, a aujourd'hui disparu, et que la glace elle-même s'est affinée perdant jusqu'à un mètre dans une des zones affectées. Selon certaines projections, la majorité des glaciers du Kilimandjaro pourrait disparaître au cours des quinze prochaines années si la glace continue de fondre à cette vitesse. D'autres glaciers africains (Ruwenzori en Ouganda et le Mont Kenya) sont aussi menacés (WWF, 2002).

C'est la ceinture forestière qui souffrirait le plus du réchauffement régional. Celui-ci a en effet aggravé la vulnérabilité de la forêt face aux incendies. Le nombre d'incendies a d'ailleurs augmenté au Kilimandjaro. En un siècle, le tracé de la forêt a diminué, perdant jusqu'à 500 mètres dans certaines zones. La disparition des glaciers du Mont Kilimandjaro représente l'un des quelques signes incontestés du réchauffement de la planète en Afrique (GIEC 2001). On peut s'attendre à des conséquences significatives sur les cours des rivières et sur le tourisme. La figure suivante compare le niveau des glaciers sur Kilimandjaro en 1912 et en 2002.

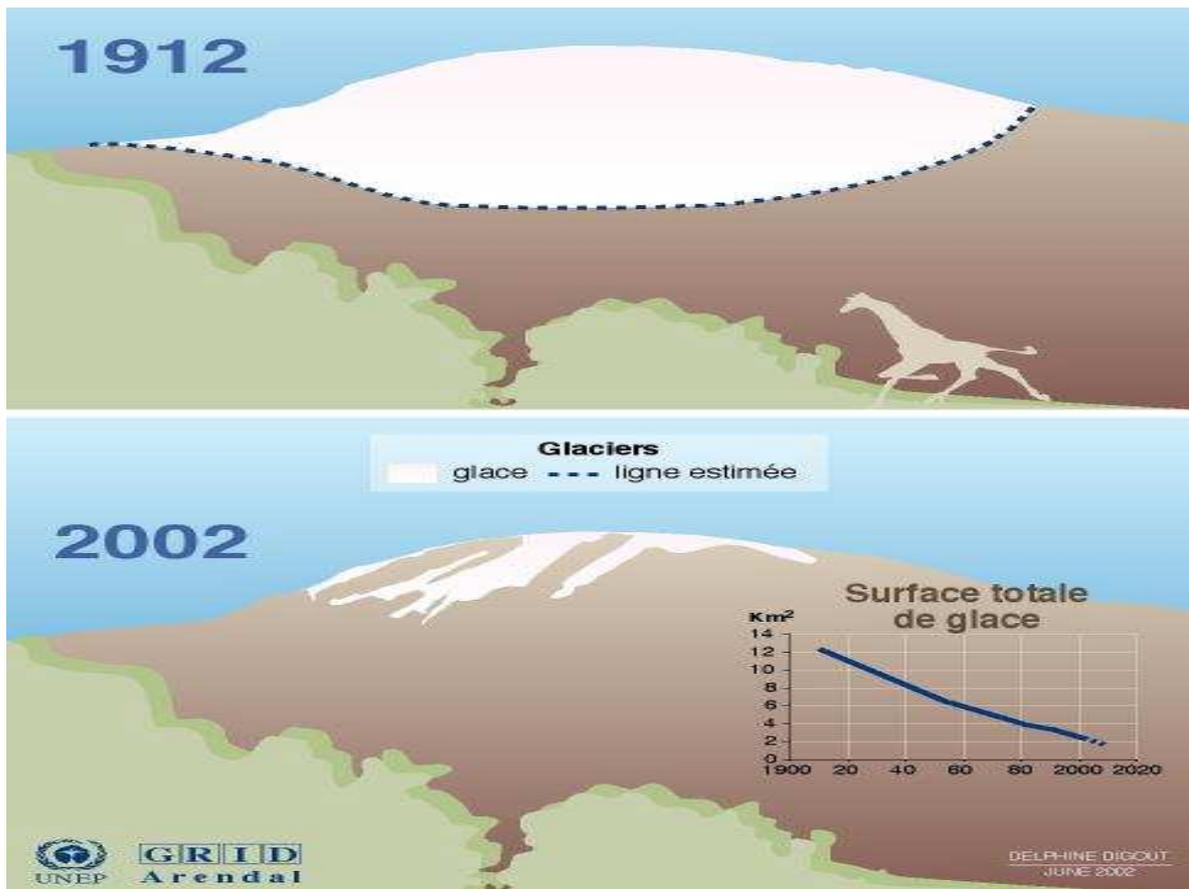


Figure 6: Etat des glaciers sur Kilimandjaro en 1912 et 2002

Source : PNUE, 2002

I.2.1.3. La menace des récifs coralliens

Les récifs coralliens ne couvrent que 0.2% du fond des océans mais cet écosystème rassemble à peu près 25% des espèces marines. Près de 5 000 espèces de poissons y ont été identifiées, avec plus de 2 500 espèces de coraux. De ceux-ci plus de 1 000 espèces participent à la construction des récifs. Saviez-vous que le carbonate de calcium, l'élément qui constitue le sable, les coquillages et les coraux, maintient l'équilibre du pH des océans qui, lui, maintient la vie sur Terre (<http://users.swing.be/tsunami/recif.htm>)?

Les récifs coralliens jouent un rôle fondamental dans la production de poissons et pour la protection des côtes des activités des vagues et de l'érosion. La productivité des récifs coralliens est une fonction inhérente à leur structure, ainsi que leur recyclage biologique et leur forte rétention des substances nutritives. Un réchauffement de l'eau de mer et la présence de ciels dégagés, augmentant le rayonnement solaire, pourraient entraîner un grave blanchissement des récifs.

Ces derniers temps, des phénomènes majeurs de blanchissement des coraux se sont produits. Le dernier grave incident a eu lieu sur la côte Est de l'Afrique en 1998. De nombreux coraux dominés par l'espèce branchue ont été endommagés, ou ont même disparu. Les dommages liés au climat sont, en outre, exacerbés par l'utilisation humaine des terres le long des côtes et dans les principaux bassins de rivières : les coraux souffrent de l'ajout de matériaux toxiques aux écosystèmes côtiers (PNUE, 2002). La figure 7 montre le degré de menace des coraux sur la côte Est africaine et dans les îles de l'océan indien.



Figure 7: Degré de menace sur les barrières de corail

Source : PNUE, 2002

I.2.1.4. Les catastrophes naturelles.

Des catastrophes naturelles de plus en plus nombreuses et fréquentes affectent la plupart des pays d'Afrique. Sécheresses et inondations ont des conséquences graves sur la sécurité alimentaire et hydrique en Afrique. En raison de leur composition faite de plusieurs ressources naturelles telles que le poisson et des sols alluviaux arables, les marécages et les plaines inondées sont fréquemment hôtes d'habitations rurales denses mais aussi de quartiers urbains. C'est le cas de N'djamena près du lac Tchad ou les zones côtières du centre et du sud du Mozambique. Les inondations d'Afrique orientale en 1998 et celles du Mozambique début 2000 et 2001 ont causé d'importants dommages aux habitations ainsi qu'à l'infrastructure. Routes et réseau ferré ont été largement détruits. Les communications entre les zones habitées du Kenya, de l'Ouganda, du Rwanda ou de la Tanzanie ont longuement été interrompues, empêchant toute circulation de biens et de personnes dans la région (PNUE, 2002). La figure suivante reprend les catastrophes survenues en Afrique au courant de la période 1971-2001.

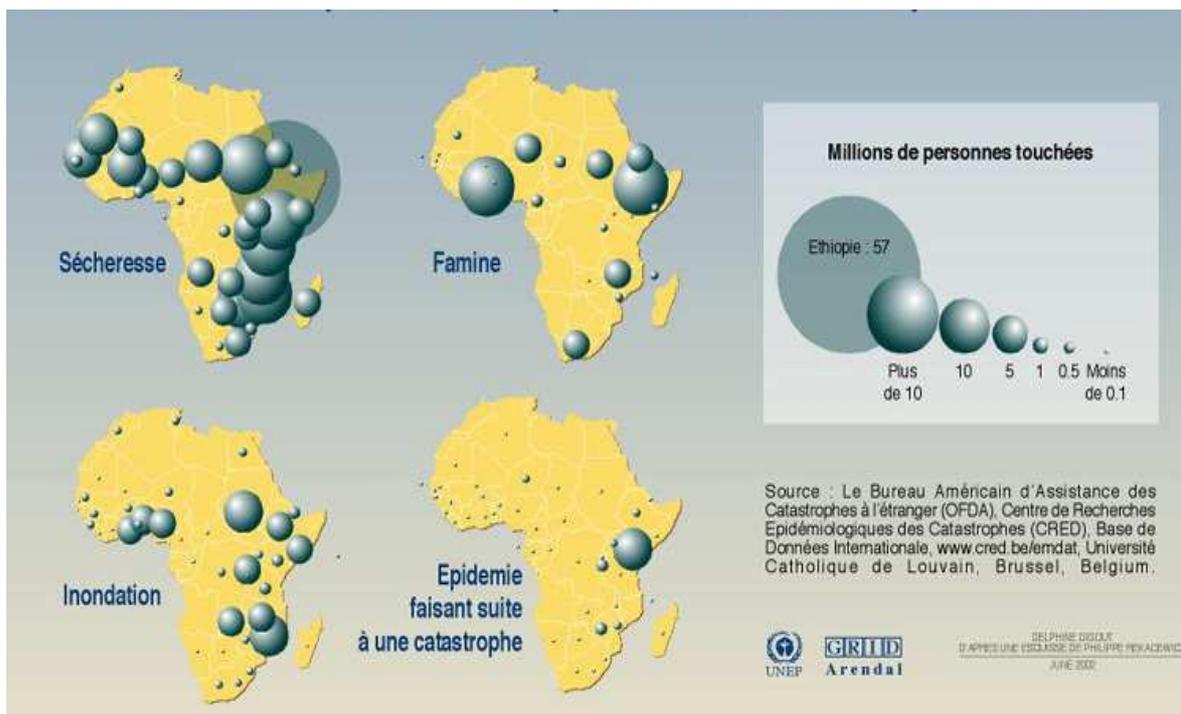


Figure 8: Personnes touchées par les catastrophes naturelles durant la période 1971-2001

I.2.1.5. Émissions africaines.

Les émissions actuelles de GES en Afrique sont de petite importance à l'échelle planétaire, et n'ont jusqu'à présent contribué que seulement dans une proportion négligeable à l'atmosphère. Il reste cependant que la part des émissions des GES d'Afrique dans les émissions au niveau planétaire puisse augmenter considérablement dans le futur. Dans la situation la plus défavorable, les émissions provenant d'Afrique pourraient devenir comparables à celles d'autres régions vers la fin du prochain siècle. Les variables prises en compte pour produire ce scénario comprennent la croissance démographique, la croissance économique, l'intensité de l'énergie, par exemple la quantité d'énergie consommée par personne, l'utilisation des combustibles fossiles, les taux de déforestation et le brûlage de la végétation (<http://www.worldbank.org/afr/findings/french/ffind120.htm>).

D'après les recherches du GIEC TRE, la faible capacité de réponse et d'adaptation de l'Afrique la met dans une situation très vulnérable aux changements climatiques. En outre, la contribution de l'Afrique aux émissions de gaz à effet de serre est insignifiante. La comparaison des émissions de gaz à effet de serre par personne dans un pays d'Afrique typique avec celles d'un pays européen typique montre que les Européens émettent environ cinquante à cent fois plus de gaz, et que les Américains en émettent cent à deux cents fois plus. Comme on peut le constater sur la figure 9, les émissions par habitant en Afrique sont largement inférieures à la moyenne mondiale sauf pour la Libye et l'Afrique du Sud.

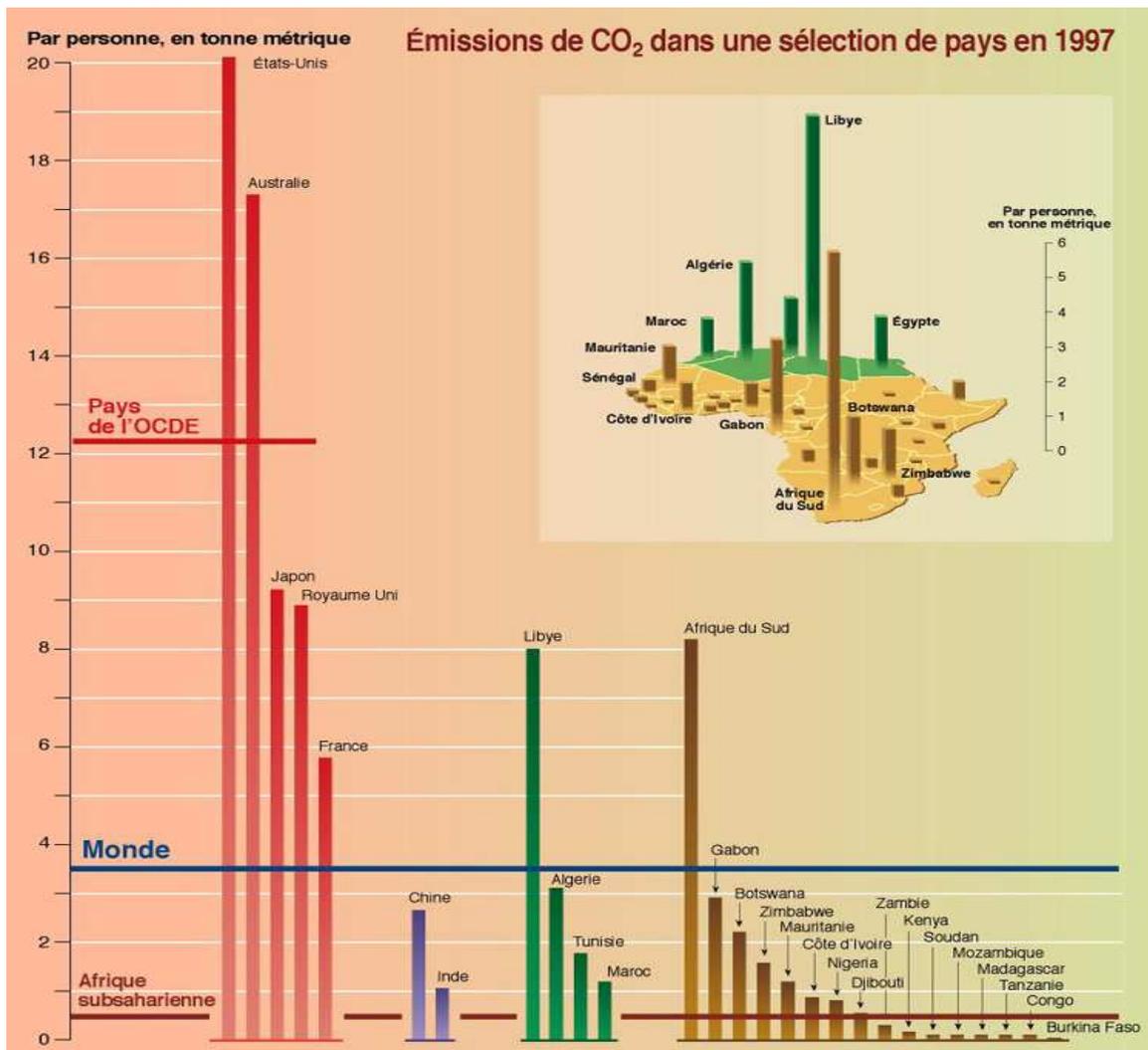


Figure 9: Comparaison des émissions de CO₂ africaines au reste du monde Source : PNUE, 2002

I.2.2. Impacts, vulnérabilité et tendances liés aux phénomènes climatiques.

I.2.2.1. Zones côtières

Le littoral africain est formé d'une étroite zone côtière basse. Il comprend aussi le plateau continental et les côtes de 32 pays non insulaires. Il est composé de divers écosystèmes, y compris des cordons et des lagunes, des deltas, des montagnes, des milieux humides, des mangroves, des récifs coralliens et des plates-formes (GIEC, 2001).

L'élévation prévue du niveau de la mer aura des conséquences importantes sur les zones côtières, notamment sur les méga cités des zones côtières telles que Banjul en Gambie. Banjul, comme d'autres villes situées sur les côtes africaines, est peuplée très densément. Les mesures prises pour réduire la vulnérabilité, comme la mise en place d'une nouvelle implantation des quartiers ou de nouvelles normes dans la construction de bâtiments, ne pourront être efficaces rapidement : il est en effet difficile de déplacer brutalement des infrastructures déjà existantes. Par ailleurs, l'érosion côtière est déjà un problème majeur dans de nombreuses régions (PNUE, 2002).

Si les concentrations de CO₂ augmentaient du double, il est prévu que les changements climatiques auraient des effets nuisibles sur plusieurs caractéristiques physiques, écologiques, biologiques et socio-économiques de la zone côtière africaine. En outre, les pressions démographiques et les politiques contradictoires d'exploitation des ressources côtières ont également amoindri la durabilité des côtes. Les problèmes d'environnement qui causent la détérioration de la zone côtière augmenteront probablement en raison de l'élévation du niveau de la mer ou de l'augmentation des phénomènes météorologiques exceptionnels (GIEC, 2001).

I.2.2.2. Ressources en eau.

Les ressources en eau sont inextricablement liées au climat. En Afrique, les ressources en eau sont un domaine de grande vulnérabilité, qui touche l'approvisionnement pour les besoins domestiques, l'agriculture et l'industrie. Dans les bassins hydrographiques partagés, les protocoles de coopération régionale minimisent les effets néfastes et le potentiel de conflit. Les tendances de la disponibilité régionale des ressources en eau par Africain au cours des cinquante dernières années montrent que celle-ci a diminué de 75 %. Bien qu'il y ait eu des réductions de débits fluviaux dans les deux dernières décennies, particulièrement en Afrique de l'Ouest subsaharienne, on observe essentiellement l'incidence de l'accroissement de la population, qui a quadruplé pendant cette période dans la plupart des pays. La croissance démographique et la dégradation de la qualité de l'eau représentent des menaces importantes pour la sécurité des ressources hydriques dans de nombreuses parties du continent, et la combinaison de l'accroissement permanent de la population et des effets du réchauffement de la planète devrait probablement accentuer les pénuries d'eau dans les régions subhumides (GIEC, 2001) entraînant sans doute des contraintes économiquement importantes dans certaines régions d'Afrique.

Les stratégies pour fournir des ressources en eau adaptées à l'Afrique devront relever plusieurs défis : la pression exercée par la population, les problèmes associés à l'utilisation des terres tels que l'érosion/l'envasement, et les éventuelles conséquences écologiques des changements d'affectation des terres sur le cycle hydrologique. Les changements climatiques, et notamment les changements de variabilité du climat entraînant sécheresses et inondations, compliqueront la recherche de solutions. En outre, l'impact continuera d'être principalement ressenti par les pauvres, car ils bénéficient de l'accès le plus limité aux ressources en eau.

L'accès à l'eau est donc un des plus grands défis pour le développement durable de l'Afrique. Le réchauffement de la planète, l'augmentation de la population et les changements croissants dans l'affectation des terres pour la production agricole continueront à aggraver la situation. D'où la nécessité de prendre des mesures qui s'imposent pour pouvoir atténuer la situation. La figure suivante fait état de la disponibilité de l'eau en Afrique par habitant.

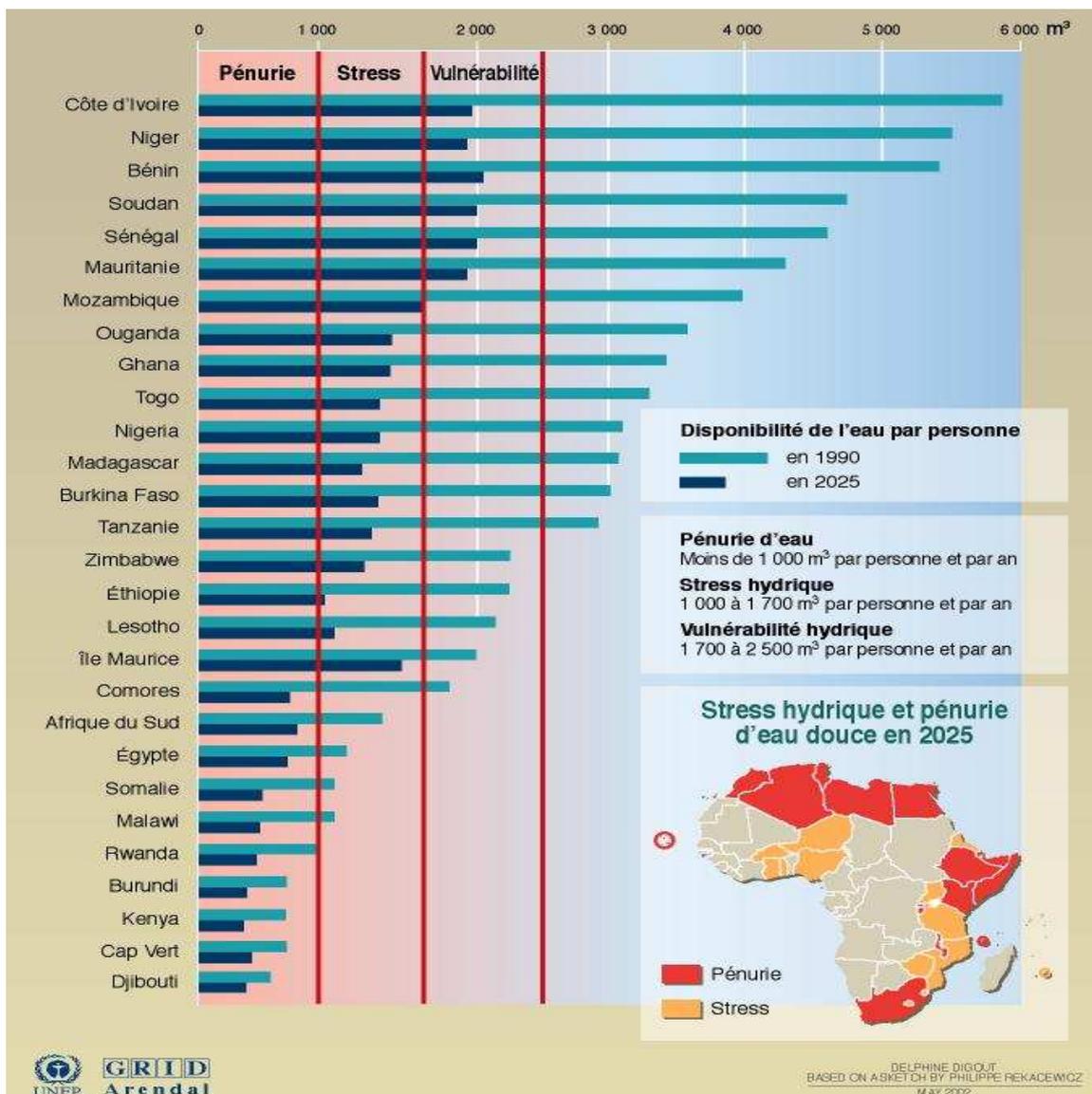


Figure 10 : État de disponibilité de l'eau par habitant en Afrique

Source : PNUE, 2002

I.2.2.3. Etude du delta du Nil

Le delta du Nil est l'une des plus vieilles régions d'agriculture intensive au monde. Il est très peuplé : la densité de population peut atteindre 1 600 habitants par km² dans certaines zones. Les plaines d'inondations basses et fertiles sont entourées de déserts. Seuls 2,5 % de la totalité du territoire égyptien, le delta du Nil et la vallée du Nil, sont propices à une agriculture intensive. Une bande de 50 kilomètres de terre, située le long de la côte, est presque entièrement située à moins de 2 mètres au dessus du niveau de la mer. Elle est protégée des inondations par une ceinture de sable côtière large d'un à dix kilomètres, formée par les embouchures Rosetta et Damietta du Nil. L'érosion de cette ceinture de sable protectrice représente un grave problème, d'ailleurs aggravé depuis la construction du barrage d'Aswan (PUNE, 2002).

L'élévation du niveau de la mer entraînerait la destruction des points faibles de la ceinture de sable, pourtant essentielle pour la protection des lagons et des terres basses défrichées. Les conséquences seraient très graves : un tiers du poisson égyptien est pêché dans les lagons. L'élévation du niveau de la mer modifierait la qualité de l'eau, affectant la plupart

des poissons d'eau douce. Des terrains agricoles de qualité seraient inondés, des installations vitales situées à basse altitude à Alexandrie et à Port Saïd seraient également menacées. Les installations situées sur les plages de tourisme seraient en danger et l'eau souterraine deviendrait saline. Si le niveau de la mer s'élevait de 50 cm ou moins, fossés et mesures protectrices pourraient sans doute prévenir les inondations. Mais une grave salinisation de l'eau souterraine serait à prévoir, et l'impact d'une activité plus forte des vagues serait également capital (PUNE, 2002).

I.2.2.4. Biodiversité

L'Afrique occupe environ un cinquième de la surface terrestre totale et contient environ un cinquième de toutes les espèces connues de plantes, de mammifères et d'oiseaux au monde, ainsi qu'un sixième des amphibiens et des reptiles. Près d'un cinquième d'espèces d'oiseaux d'Afrique australe migre, selon la saison, à l'intérieur du territoire africain. Un dixième migre tous les ans entre l'Afrique et le reste du monde (WWF, 2002).

L'une des plus grandes migrations internes à l'Afrique est celle du gibier d'eau, qui passe l'été austral en Afrique australe et l'hiver en Afrique centrale. Les oiseaux migrateurs paléarctiques passent l'été austral dans des lieux tels que le lagon de Langebaan près du Cap, et l'été boréal dans les marécages de Sibérie. Si les conditions très spécifiques de climat et d'habitat des oiseaux migrateurs étaient modifiées au delà de leur seuil de tolérance, à l'arrivée de leurs voyages, il faudrait s'attendre à des pertes de biodiversité considérables (PUNE, 2002).

Des réductions irréversibles de la diversité biologique pourraient être accélérées par les changements climatiques. On s'attend à ce que les changements climatiques entraînent des déplacements importants de biomes riches en diversité biologique, notamment celui de Succulent Karoo en Afrique du Sud, et de nombreuses pertes d'espèces dans d'autres biomes. Les changements dans la fréquence, l'intensité et l'ampleur des incendies de végétation et les modifications d'habitat imputables aux changements d'affectation des terres pourraient enrayer les processus naturels d'adaptation et provoquer des extinctions. Les modifications des écosystèmes affecteront l'approvisionnement en eau, le secteur du bois de chauffage et d'autres services (GIEC, 2001).

Bien que les espèces aient une certaine capacité à modifier leurs destinations, dans un monde utilisé de plus en plus intensément, il est probable qu'elles aient du mal à trouver un nombre suffisant de régions nouvelles proposant l'habitat adéquat. Le système actuel d'habitats protégés, selon la convention de Ramsar, se base sur la distribution actuelle du climat, tout en soulevant la possibilité d'une modification importante du type et de la qualité de l'habitat en fonction des changements climatiques. La figure ci-après donne une répartition d'espèces menacées suivant différentes régions du continent.

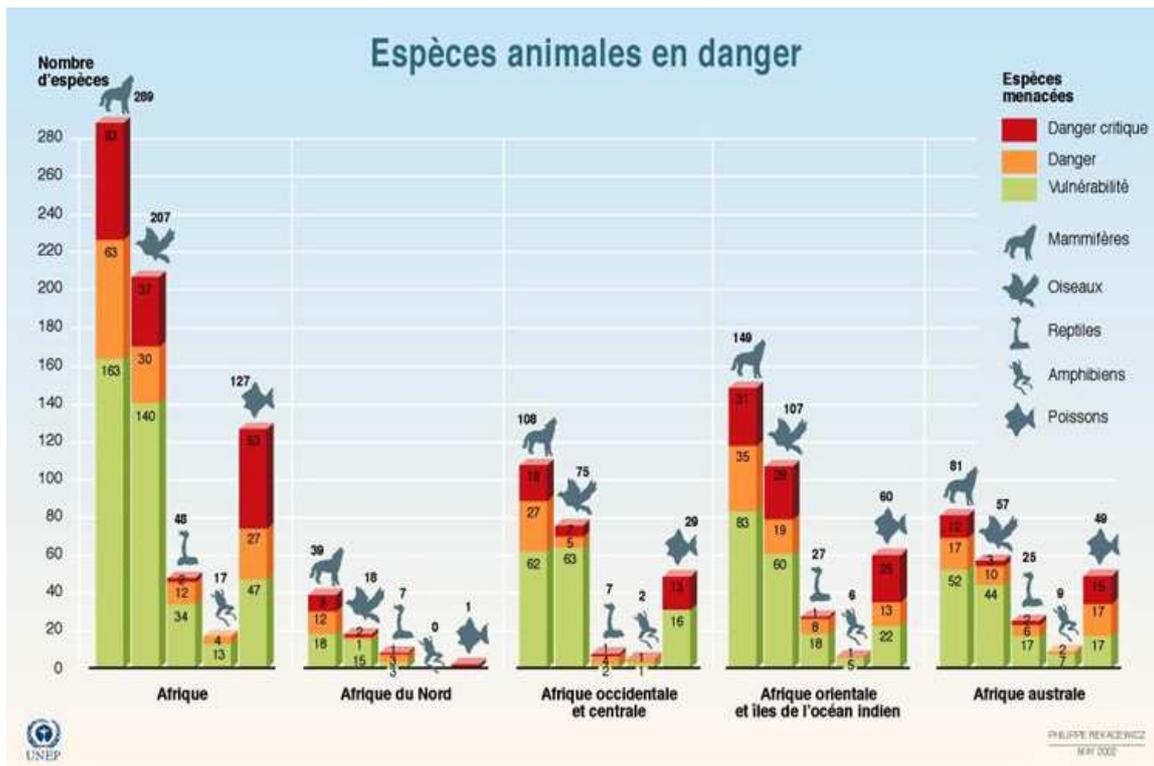


Figure 11 : Espèces animales menacées en Afrique

Source : PNUE, 2002

I.2.2.5. Maladies infectieuses

L'Afrique est le continent qui produit le moins de gaz à effet de serre. C'est cependant lui qui en subit le plus les conséquences sur son environnement, au détriment de la santé de sa population (<http://www.aedev.org/spip.php?article1355>).

Les changements dans les températures et les précipitations auront de nombreux effets néfastes sur la santé humaine. Les hausses de température élargiront les habitats des vecteurs de maladies. Quand l'infrastructure sanitaire est insuffisante, les sécheresses et les inondations peuvent entraîner une augmentation de la fréquence des maladies d'origine hydrique (GIEC, 2001).

La malaria et d'autres maladies à transmission vectorielle seront plus fréquentes du fait des températures nocturnes plus élevées. La malaria atteint actuellement des régions d'altitude élevée alors qu'on ne l'y avait jamais connue. On a découvert ces dernières années que les changements climatiques auraient des conséquences à la fois directes et indirectes sur les maladies endémiques en Afrique. Dans les années 97-98, des épidémies de malaria, de fièvre de la vallée du Rift et de choléra se sont déclarées dans nombreux pays d'Afrique orientale. La ceinture de méningite, située dans les régions les plus sèches d'Afrique occidentale et centrale, s'étend vers la côte Est du continent. En outre, la faible infrastructure en place, les changements d'affectation des terres et la résistance aux médicaments de pathogènes tels que le Plasmodium Falciparum et le Vibrio Cholerae ne font qu'aggraver la situation (PNUE, 2002). La figure qui suit montre que la majeure partie du continent est sous l'emprise de la malaria. Force est de constater que l'Afrique subsaharienne est la plus touchée.

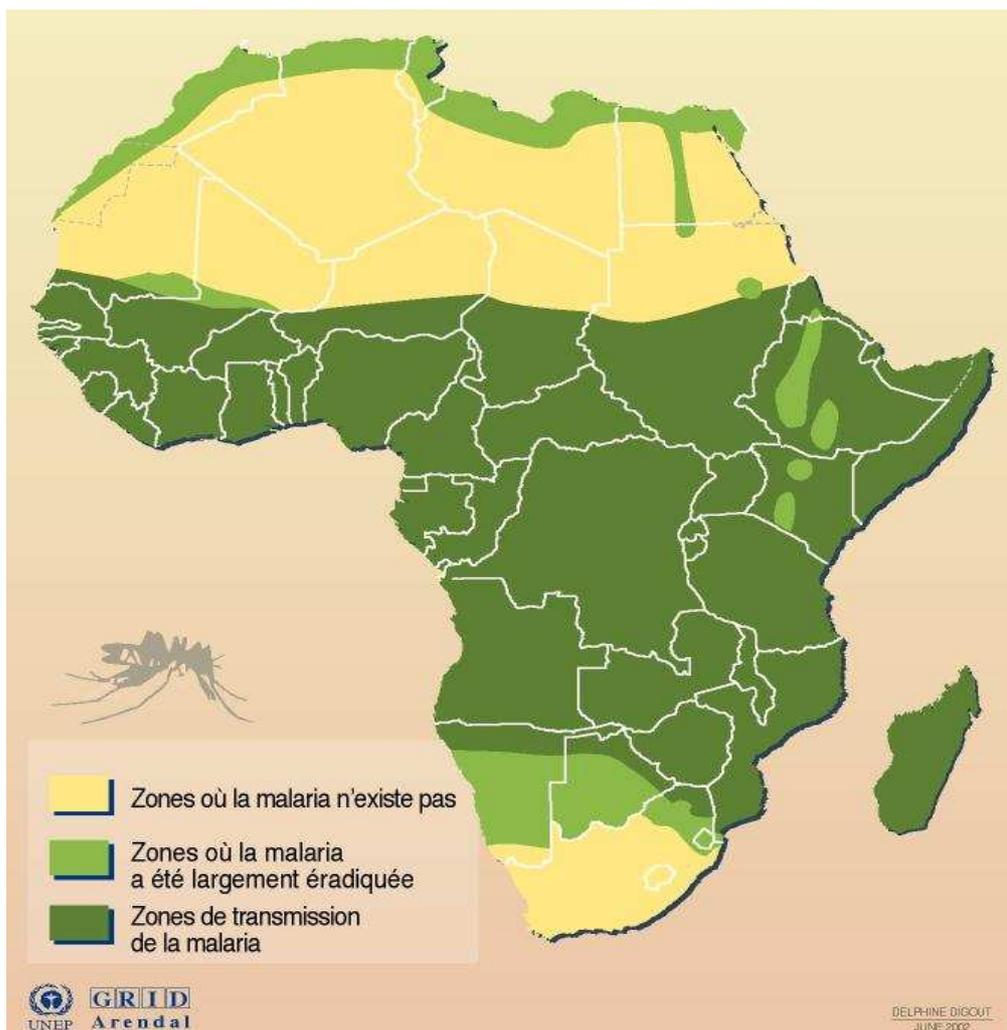


Figure 12 : Situation de la malaria en Afrique

Source : PNUE, 2002

I.2.2.6. Aridité

Certaines régions sont particulièrement vulnérables à la réduction des précipitations. Une vaste partie du continent africain est sèche. Les tendances climatiques présentent un allongement des périodes de sécheresse, et une diminution des périodes de grandes précipitations. Les zones particulièrement à risque incluent le Sahel, bande de terres semi-arides de 3.5 millions de km² s'étendant le long de la frontière sud du Sahara, et quelques nations composées entièrement de terres sèches à l'exemple du Botswana et de l'Erythrée (PNUE, 2002). Les modifications des configurations spatio-temporelles des températures, des précipitations, des rayonnements solaires et des vents attribuables à l'évolution du climat accentueront la désertification. La désertification représente une grande menace pour la gestion durable des ressources dans les régions arides, semi-arides et subhumides sèches de l'Afrique, et met en péril la sécurité alimentaire et des approvisionnements en eau (GIEC, 2001). Il est également possible que l'augmentation de la population entraîne une plus ample désertification si elle signifie une intensification de l'exploitation agrosylvopastorale, ou si la superficie des terres soumises à des pratiques agricoles non durables, au surpâturage ou à la déforestation, est accrue.

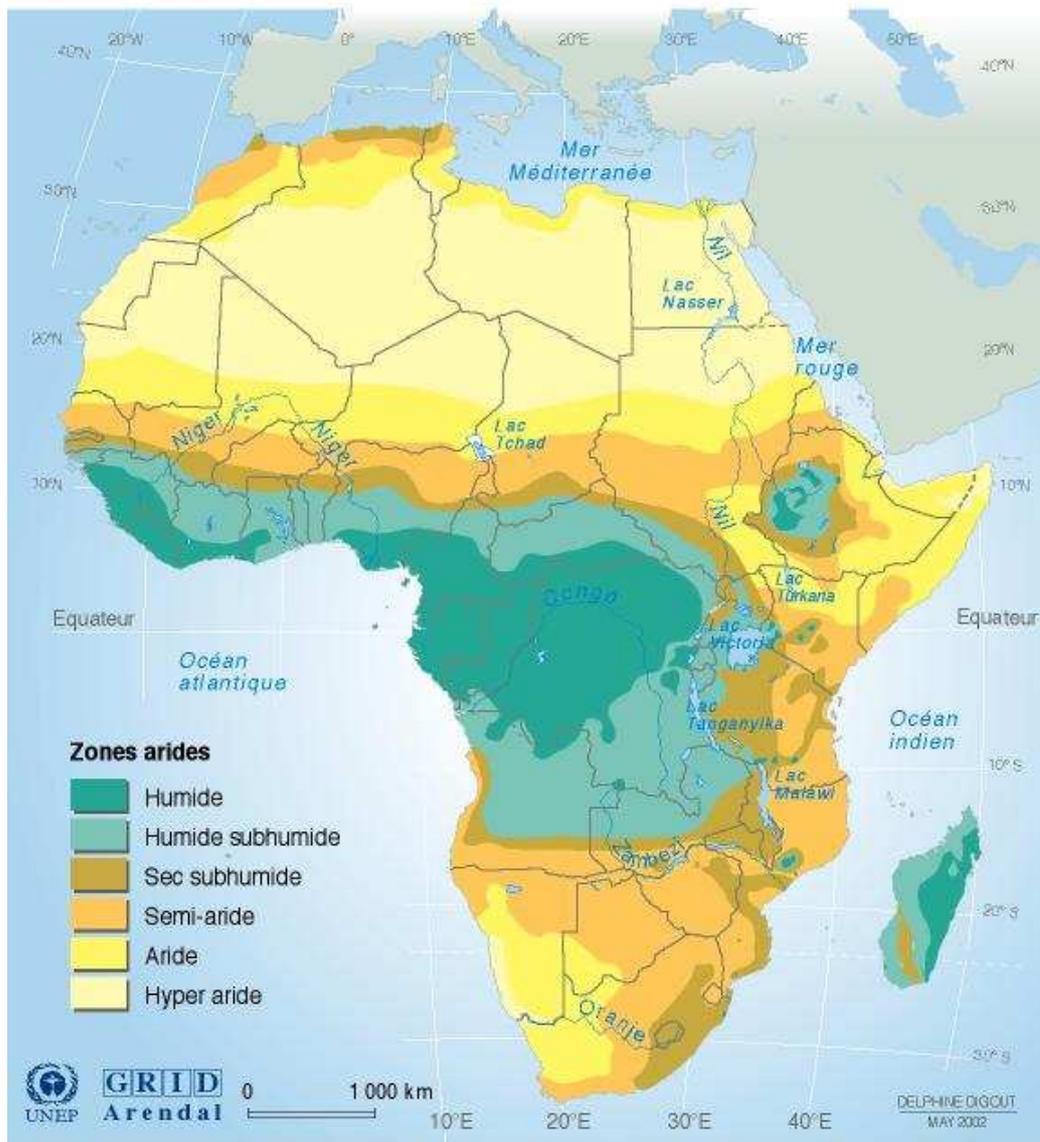


Figure 13 : Les différentes zones d'aridité africaines

Source : PNUE, 2002

I.2.2.7. Agriculture et sécurité alimentaire.

D'après l'organisation mondiale de protection de la nature (WWF : world wildlife fund en anglais), la majeure partie de l'Afrique compte sur l'agriculture alimentée de pluie. Par voie de conséquence cette agriculture devient alors vulnérable à la variabilité du climat, aux changements saisonniers et au rythme des précipitations. En Afrique, l'agriculture est non seulement une source vitale d'alimentation, c'est aussi le moyen de subsistance dominant. En moyenne, 70 % de la population vit de l'agriculture, et 40 % des revenus de la totalité des exportations proviennent des produits agricoles. Un tiers du revenu national d'Afrique est généré par l'agriculture. La production agricole et l'élevage forment environ la moitié des revenus des familles. Par ailleurs, les personnes les plus pauvres de la société sont celles qui dépendent le plus de l'agriculture, pour leurs emplois et pour leurs revenus.

Il y a un consensus général sur le fait que les changements climatiques menaceront la sécurité alimentaire, surtout en raison de l'augmentation des phénomènes extrêmes et des décalages spatio-temporels. Le continent connaît déjà un déficit majeur de la production

alimentaire dans de nombreuses régions et la baisse potentielle de l'humidité du sol constituera une pression supplémentaire. Les pays qui manquent de nourriture sont plus vulnérables aux effets néfastes des changements climatiques. La pêche dans les eaux intérieures et en mer procure une part importante des protéines consommées dans de nombreux pays africains. En raison du stress hydrique et de la dégradation des terres, la pêche intérieure sera plus sensible aux sécheresses épisodiques et à la destruction des habitats. Le réchauffement de l'océan aura sans doute de l'incidence sur la pêche côtière (GIEC, 2001).

I.2.2.8. Malnutrition et famine

Dans des populations affaiblies par la famine, les maladies feront un grand nombre de victimes qui, correctement nourries, auraient pu survivre. Pour cela il aurait fallu que la nourriture soit produite en quantité suffisante ou qu'elle soit abordable à l'achat.

Dans la Corne de l'Afrique l'effet de la sécheresse sur la production céréalière a porté à une augmentation record des besoins d'importation céréalière, désormais estimés à plus de 6 millions de tonnes. Dans le même temps, les pays touchés gagnent moins de devises étrangères pour payer les importations, étant donné les bas niveaux des cours mondiaux des denrées d'exportation comme le café. En conséquence, les besoins d'aide alimentaire qui ont déjà atteint un record sans précédent en 15 ans devraient continuer à augmenter (<http://www.fao.org/nouvelle/global/gw0008-f.htm>)

Selon le rapport de l'organisation des nations unies pour l'alimentation (FAO) publié le 7 mai 2003 à Rome, qui réclamait une assistance d'urgence à l'Erythrée, l'Éthiopie et la Mauritanie pour prévenir des famines potentielles, 25 pays d'Afrique subsaharienne touchés par les conflits et les conditions climatiques défavorables sont en situation d'urgence alimentaire. Le rapport intitulé "*la situation des récoltes et des approvisionnements en Afrique subsaharienne*" indique que les besoins alimentaires pour 2003 s'élevaient à 4.6 millions de tonnes contre 2 millions de tonnes pour 2001-2002 (<http://www.droitshumains.org/alimentation/actu03/05urgence.htm>).

D'après les données du programme alimentaire mondial (PAM), quelques 38 millions d'Africains risquent de souffrir de la faim : beaucoup d'entre eux y succomberont si les secours d'urgence n'arrivent pas à temps. A la mi 2002, les conditions de famine étaient surtout présentes en Afrique australe, mais vers la fin de l'année, elles se manifestaient avec la même force dans la Corne de l'Afrique, et à une moindre échelle, dans plusieurs pays d'Afrique de l'Ouest et Centrale (Ernest Harsch, 2003).

De nombreux pays d'Afrique subsaharienne sont confrontés à une malnutrition chronique ainsi qu'à des périodes de famines fréquentes. De plus, bien que les conflits soient aujourd'hui moins fréquents, nombre de pays d'Afrique continuent à connaître des mouvements de contestation civile qui constituent un frein capital à la survie comme à la sécurité alimentaire. La sécurité alimentaire et hydrique restera prioritaire pour le développement de l'Afrique au cours des années à venir (PNUE, 2002).

La figure suivante fait état de l'alimentation sur l'ensemble du continent ces dernières années.

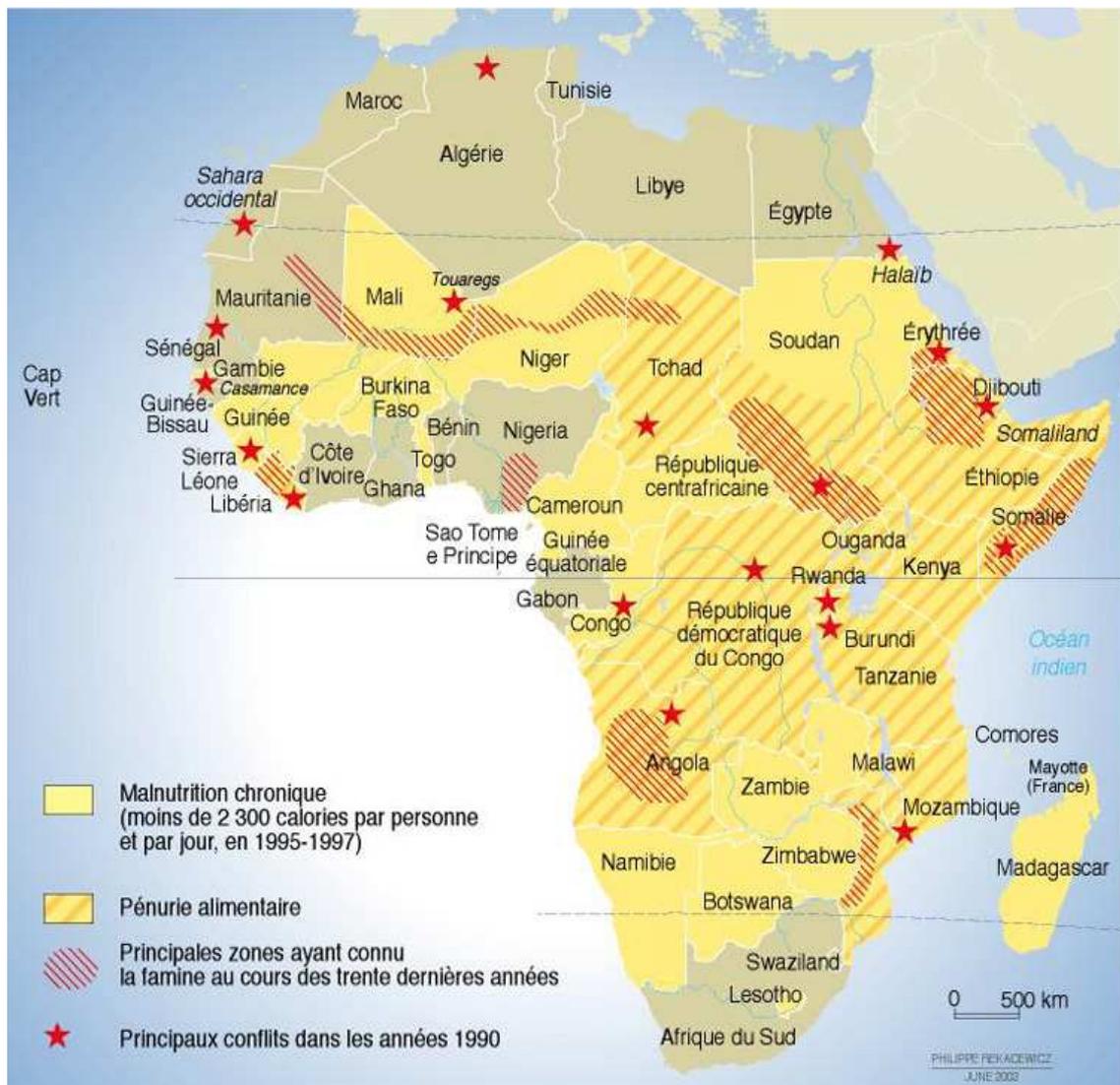


Figure 14 : Situation alimentaire en Afrique

Source : PNUE, 2002

I.2.2.9. Vulnérabilité

Au niveau socio-économique, bon nombre d'indicateurs du développement humain mettent en évidence la pauvreté et la vulnérabilité relatives de l'Afrique. Comme ils possèdent moins d'avoirs et investissent peu dans l'agriculture, les ménages ont de la difficulté à satisfaire à leurs besoins essentiels ou à produire des cultures d'exportation spécialisées. Les dépenses des ménages pour l'alimentation sont élevées et représentent en moyenne plus de la moitié du budget annuel. Les populations vulnérables comprennent les petits exploitants agricoles dont les ressources sont insuffisantes, les pasteurs, les manoeuvres ruraux sans terre et les citadins pauvres. Les populations rurales sont directement touchées par les variations climatiques. La diminution des vivres et la hausse des prix ont un effet direct sur les manoeuvres sans terre qui possèdent peu d'économies. Les citadins pauvres sont indirectement touchés par les changements climatiques en raison de la hausse des prix et de la diminution de l'investissement régional (GIEC, 2001).

La vulnérabilité aux changements climatiques des populations humaines et des systèmes naturels varie considérablement d'une région à l'autre et d'une catégorie de population à l'autre dans une région donnée. Les fluctuations régionales du climat de référence et de son

évolution prévue donnent lieu à une exposition aux facteurs climatiques qui diffère d'une région à l'autre. Selon la région, les systèmes naturels et sociaux sont dotés de caractéristiques, de ressources et d'institutions diverses et sont soumis à des contraintes différentes qui engendrent une sensibilité et une capacité d'adaptation particulières. Il s'ensuit une disparité marquée des préoccupations essentielles propres à chacune des grandes régions du monde. De plus, les incidences des changements climatiques, la capacité d'adaptation et la vulnérabilité varient à l'intérieur même de chaque région (GIEC, 2001).

Les problèmes rencontrés par l'Afrique signifient que la majeure partie du continent africain est extrêmement vulnérable aux changements environnementaux. Les changements climatiques amplifieront la vulnérabilité d'un continent déjà fragile. La carte de la figure 15 présente les diverses études publiées, qui révèlent que les conséquences au niveau local seront encore plus tragiques et encore plus complexes. Les connaissances sur la situation du continent ne cessent de s'approfondir au fur et à mesure des études menées par chaque pays. Ainsi, les propositions de mesures d'adaptation seront de plus en plus nombreuses (PNUE, 2002).



Figure 15 : Vulnérabilité aux changements climatiques en Afrique Source : PNUE, 2002

I.2.3. Capacité d'adaptation

En Afrique, la capacité d'adaptation des systèmes humains est limitée par le manque de ressources économiques et techniques, et la vulnérabilité est accentuée par la forte dépendance à l'égard des cultures pluviales, par la recrudescence des sécheresses et des crues et par la pauvreté. Etant donné la diversité des contraintes auxquelles de nombreux pays africains font face, la capacité générale de l'Afrique à s'adapter aux changements climatiques est actuellement très faible. Comme toujours, les plus faibles et les plus démunis sont en première ligne par rapport aux conséquences des changements climatiques.

Les plans d'action nationaux qui incorporent des changements à long terme et qui poursuivent des stratégies "sans regrets" pourraient augmenter les capacités d'adaptation de la région. Les prévisions saisonnières – par exemple, celles qui lient les températures de la surface de la mer aux épidémies de maladies graves – sont une stratégie d'adaptation prometteuse qui devrait sauver des vies.

Les changements climatiques offrent aussi certaines opportunités. Les processus d'adaptation aux changements climatiques mondiaux, y compris les transferts de technologie et la séquestration du carbone via les forêts, offrent de nouvelles possibilités de développement qui pourraient profiter des ressources et du potentiel humain de l'Afrique. La coopération régionale dans les domaines de la science, de la gestion des ressources et du développement augmente déjà, et l'accès aux marchés financiers diversifiera l'économie et améliorera la sécurité alimentaire.

L'évaluation de la vulnérabilité aux changements climatiques est marquée par des incertitudes. La diversité des climats africains, l'importante variabilité des précipitations et le réseau d'observation très dispersé rendent les prévisions des futurs changements climatiques difficiles aux niveaux sous-régional et local (GIEC, 2001).

I.2.4. Conclusion

Il ressort des lignes précédentes et de l'analyse des figures ci-haut illustrées, que l'Afrique subsaharienne est la partie du continent la plus menacée par les effets des changements climatiques : l'insécurité alimentaire, la prolifération des maladies, catastrophes naturelles,...

Selon un rapport présenté par la FAO au Comité de la sécurité alimentaire, les changements climatiques menacent d'accroître le nombre d'affamés dans le monde en réduisant la surface des terres agricoles dans les pays en développement. Les pays d'Afrique subsaharienne en particulier paieraient le plus lourd tribut du fait de leur faible capacité à s'adapter aux changements climatiques ou à compenser la baisse de production grâce à des importations de denrées alimentaires. En revanche, les pays industrialisés enregistreraient des gains de production, selon toujours le rapport.

Les changements climatiques n'affectent pas seulement la sécurité alimentaire, mais ils entraînent aussi une prolifération des maladies animales et des ravageurs des plantes. La plupart des ravageurs et des maladies agissent localement mais leur action peut avoir des conséquences au niveau mondial du fait à la fois des échanges commerciaux et de la mobilité humaine.

A l'ère de la mondialisation, l'agriculture devrait s'adapter face à l'apparition de nouvelles maladies animales et de nouveaux ravageurs des plantes, un phénomène qui ira s'accroissant du fait de l'intensification du commerce international et du transport.

Les changements de température et l'aggravation de la pollution atmosphérique, tout comme la diffusion des maladies animales transfrontières susceptibles de présenter des éléments pathogènes potentiellement dangereux pour l'homme, pourraient allonger la liste des maladies humaines (cas de la grippe aviaire ces derniers jours).

Ainsi les contraintes démographiques, environnementales (notamment climatiques), économiques et les enjeux politiques ne peuvent pas favoriser les conditions du développement et rendent l'Afrique de plus en plus vulnérable aux plans de la sécurité alimentaire et de la santé. La situation actuelle de l'Afrique est aussi inhérente aux stratégies de développement qui ne misent pas ou peu sur la recherche scientifique et le développement technologique comme composantes essentielles de la croissance et du développement socio-économique.

Bref, en Afrique, où les possibilités d'adaptation sont généralement faibles, les variations néfastes des débits saisonniers des cours d'eau, les inondations et les sécheresses, les problèmes de sécurité alimentaire, les répercussions sur les pêches, les conséquences sanitaires et l'atteinte à la diversité biologique figurent parmi les principales vulnérabilités et les grands sujets de préoccupation.

Ainsi, des critères d'équité devraient être mis en avant pour cet ensemble de pays les plus démunis d'Afrique, et d'ailleurs, comme c'est stipulé dans l'article 3 de la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques : "*Il incombe aux Parties de préserver le système climatique dans l'intérêt des générations présentes et futures, sur la base de l'équité et en fonction de leurs responsabilités communes mais différenciées et de leurs capacités respectives. Il appartient, en conséquence, aux pays développés parties d'être à l'avant-garde de la lutte contre les changements climatiques et leurs effets néfastes*".

CHAP. II. PRÉSENTATION SYNTHÉTIQUE DU BURUNDI

Nous ne prétendons pas donner une présentation intégrale du Burundi, nous ne reprenons ici que quelques caractéristiques physiques de façon synthétique et simplifiée en ce qui concerne sa géographie, son hydrographie, son relief, son climat, sa végétation. Il sera également question de faire le point sur les situations socio-économique et socio-sanitaire ainsi que l'état de l'environnement du pays. Cette présentation permettra de prendre connaissance de l'état réel du pays ce qui va nous amener à mener une réflexion sur les avantages et surtout sur les inconvénients y relatifs vis à vis des effets néfastes des changements climatiques afin de pouvoir proposer des voies de solution adaptée.

II.1. Situation géographique

Le Burundi est un petit pays enclavé au cœur de la Région des Grands Lacs de l'Afrique. Il couvre une superficie de 27 834 km², superficie comparable à celle d'autres pays du globe comme la Belgique son ancien métropole (30500 km²), le Lesotho (30 335 km²), l'Albanie (27 748km²), le Haïti (27 750 km²) et un peu supérieure à celle du Rwanda voisin (26 338 km²). Il se situe entre les méridiens 29°00'-30°54' Est et les parallèles 2°20' - 4°28' Sud. Il a des frontières avec le Rwanda au Nord, la Tanzanie à l'Est et au Sud, la République Démocratique du Congo à l'Ouest. Il est bordé par le lac Tanganyika à l'Ouest dont 2634 km² appartiennent au Burundi (Bidou J.E. et al, 1991).

II.2. Relief.

Le Burundi a un relief très varié et l'élément de différenciation est l'altitude qui commande la division du pays en plaines, dépressions, plateaux, versants et montagnes. Le Burundi appelé souvent "le pays des mille collines" se caractérise par la présence de nombreuses collines mais aussi par la variété des paysages. Ainsi de l'Ouest vers l'Est on distingue:

Les basses terres de l'Imbo : Elles sont situées entre 774 m et 1000 m d'altitude. Elles sont divisées en 2 ensembles distincts, au Nord du Lac Tanganyika (ou plaine de Rusizi : la plaine de la basse Rusizi a 20 à 25 km de large et 35 km de long. Elle part du Lac Tanganyika et de la Ntakangwa et s'étend jusqu'au massif de Zina (1614 m) tandis que la plaine de la moyenne Rusizi a 50 km de long.) et au Sud sur la rive orientale du Lac Tanganyika (plaine du Lac Tanganyika : c'est un trottoir de 120 km de long qui s'étale parfois sur quelques centaines de mètres de larges, voire tout simplement interrompu).

Les contreforts des Mirwa : Ce sont d'abrupts versants très disséqués, des plaines de l'Imbo à la Crête Congo-Nil. L'altitude varie entre 1000 et 2000 m avec une largeur variant atteignant 30 km. Ce relief est parcouru par de nombreuses rivières à orientation d'Est en Ouest. Les Mirwa s'étirent presque du Sud au Nord du pays.

La Crête Congo-Nil : Elle s'étire du Sud au Nord. Elle prend naissance au pied de la Chaîne des Virunga, au Nord du Rwanda et se poursuit, après le Burundi, en Tanzanie en définissant la ligne de partage des eaux entre les 2 bassins hydrographiques du Congo et du Nil. Du Nord au Sud, les sommets dominants de la crête Congo-Nil sont : Twinyoni (2652 m), Teza (2665 m), Heha (sommets culminant du pays avec 2670 m), Inanzerwe (2517 m).

Les Plateaux centraux : C'est ce relief qui est devenu le symbole des paysages du Burundi suite aux récits des premiers voyageurs européens. Des collines convexes aux tailles

variées, des versants et sommets arrondis appelés parfois "demi-oranges", des pentes fortes vers le bas et s'affaiblissant vers les sommets, etc. Le relief des collines change au contact de la Crête Congo-Nil, des massifs comme Gihanga, Sunzwe, Remera, et des longues lanières de l'Est et du Nord-Est. Les Plateaux centraux s'étalent entre la Crête Congo-Nil à l'Ouest, les dépressions du Moso, de Mwiruzi et de Muyinga à l'Est et le massif Birime au Sud. L'altitude varie entre 1350 m (vallée de la rivière Ruvubu) et 2000 m à l'Ouest et au Sud. Mais l'essentiel du relief se situe entre 1500 et 1800 m (voir aussi la figure 16).

Dépressions du Nord et de l'Est : On distingue dans cet ensemble la dépression du Moso, la dépression du Nord à Muyinga et la cuvette du Bugesera.

- Dépression du Moso d'altitude variant entre 1125 m et 1400 m s'étend sur 160 km de longueur et de largeur variant entre 10-30 km. Elle est limitée à l'Est par les rivières Maragarazi et Rumpungwe (frontière Burundi-Tanzanie).
- Les dépressions du Nord à Muyinga situées en provinces Muyinga et Cankuzo, ont une altitude qui varie entre 1325 et 1430 m. A l'Ouest, elle est limitée par des massifs comme Inanzerwe et par les hauteurs du Buyogoma allant du Sud au Nord.
- La cuvette du Bugesera : sa platitude est interrompue par quelques collines culminant aux environs de 1550 m. Elle est limitée au Sud et à l'Est par les plateaux centraux, à l'Ouest par la rivière Kanyaru et au Nord par les lacs Cohoha et Rweru (frontière entre le Rwanda et le Burundi). Elle s'étend sur 700 km²

(<http://www.bi.unpd.org/fr/leburundi.htm>).

II.3. Hydrographie

Elle est dominée par deux bassins hydrographiques à savoir le bassin du Congo et le bassin du Nil. Ce sont les deux bassins qui se partagent toutes les eaux du Burundi. Globalement le bassin du Congo se situe à l'Ouest et le bassin du Nil à l'Est.

A. Le Bassin du Congo : Toutes les rivières du bassin du Congo se jettent dans le Lac Tanganyika. Ce dernier se déverse à son tour par la rivière Lukuga dans le fleuve Congo en République Démocratique du Congo (RDC). C'est un des plus grands réceptacles qui grossissent le fleuve Congo. Les affluents du lac Tanganyika sont : La Rusizi (le plus important affluent du lac avec ses affluents : Nyakagunda, Nyamagana, Muhira, Kaburantwa, Kagunuzi, Nyarundari, Mpanda et la Ruhwa), Mutimbuzi, Ntakangwa, Kanyosha, Mugere, Ruzibazi, Rugata, Cugaro, Dama, Buzimba, Buhinda, Nyengwe, Murembwe, Maragarazi (l'autre affluent le plus important avec ses affluents : Rukoziri, Nyakabanda, Mutsindozi, Ndanga, Nyamabuye, Muyovozi, Musasa et Rumpungwe).

Situé sur la frontière entre le Burundi et la RDC, le lac Tanganyika s'étire sur 650 km de long dans une direction Nord-Sud. Sa largeur varie de 20 à 65 km. Sa superficie est de 31.900 km² dont 2634 km² pour le Burundi ; il est plus étendu que le Burundi. La côte burundaise représente 177 km. Cette côte est tantôt sableuse, tantôt rocheuse. Les vents créent une véritable houle avec des vagues de plus d'un mètre de haut qui donnent une impression marine. Les eaux sont aussi bleues que celles des mers tropicales avec des teintes variables suivant les lieux et les bassins.

B. Le Bassin du Nil : Le Nil prend sa source au Burundi. Il existe deux sources, la plus éloignée de l'embouchure est confondue avec celle de Mwongo au Rwanda et la plus méridionale avec celle de la Ruvyironza au Burundi (en Commune Rutovu). Cette dernière source est signalée par une pyramide édiflée en 1938 par le Dr Kurkhart Waldecker, en

référence aux pyramides de la vallée du Nil en Egypte. Cette pyramide est visitée par beaucoup de touristes. Le Bassin du Nil est alimenté par les eaux qui proviennent de deux cours d'eau importants et leurs affluents. Il s'agit de Ruvubu et Kanyaru.

- **Ruvubu** : C'est elle qui draine la plus grande partie des eaux du Burundi qui alimentent le fleuve Nil. Son bassin versant représente 10 200 km² et occupe tout le centre du pays. La Ruvubu prend sa source sur la Crête Congo-Nil à Ngoga, à 2300 m d'altitude. Elle s'oriente de Nord-Ouest au Sud-Est (de Ngoga à Mugeru) et à partir de là, elle prend la direction Nord-Est. Son parcours burundais représente 285 km. Les affluents (très nombreux) des deux rives : Kinyankuru, Ndurumu, Nyakigezi, Nkoma, Mubarazi, Ruvyironza, Nyabaha, Kayongozi, etc. Son affluent le plus long est Ruvyironza (110 km) qui a, à son tour, Waga comme affluent le plus long (65 km).

- **Kanyaru** : Elle forme la frontière entre le Burundi et le Rwanda sur 100 km. Ses affluents burundais sont très courts et le plus long (Nyavyamo) n'a que 41 km. Après la Kanyaru supérieur (d'Ouest à l'Est), elle change de direction vers le Nord où sa pente devient très faible, créant ainsi de vastes marécages. A l'extrême Nord du pays, le Lac Cohoha devient son affluent. Il en est de même des Lacs Gacimirindi, Rwhinda et Narungazi. Les Lacs Kanzigiri et Rweru jouent le même rôle à l'égard de la Kagera - Nyabarongo. Tous ces lacs sont de véritables curiosités touristiques avec les eaux bleues.

C. Les Marais : Plusieurs marais constituent une caractéristique essentielle du réseau hydrographique burundais. Ce sont des lieux plus ou moins gorgés d'eau tout en étant couverts de végétation variable. Les marais se différencient suivant l'altitude, le niveau de la nappe phréatique, le sol, la végétation qui les couvre, etc. : Marais bas (moins de 1000 m d'altitude), moyens (1000 à 1400 m), intermédiaires (1400 à 1900 m) et hauts (1900 m et plus). Beaucoup de marais sont des tourbières, surtout entre 1650 et 2300 m. Dans le bassin du Nil, on trouve beaucoup de marais, notamment dans la cuvette du Bugesera avec une végétation caractéristique de papyrus (*Cyperus papyrus*) pouvant atteindre 4 à 5 m de haut. Ces marais s'étendent sur 11200 ha dont plus de la moitié est cultivée (<http://www.bi.unpd.org/fr/leburundi.htm>).

II.4. Végétation.

La végétation est composée de boisements artificiels et de formations végétales naturelles. C'est à partir des années 1980 que le Gouvernement du Burundi a initié un vaste programme de reboisement. Les reboisements artificiels ont alors dépassé en superficie les pertes des forêts naturelles, mettant fin à une longue régression historique des ressources forestières. Entre 1978 et 1992, le taux de couverture forestière s'est élevé de 3 à 7,4 % passant de 25 428 ha à 146 000 ha. Une partie de ces boisements fut malheureusement détruite pendant la crise (environ 30 000 ha). En revanche, les formations végétales naturelles sont très réduites et pratiquement toutes, en régression ou alors récemment stabilisées (MINATE, 2000)

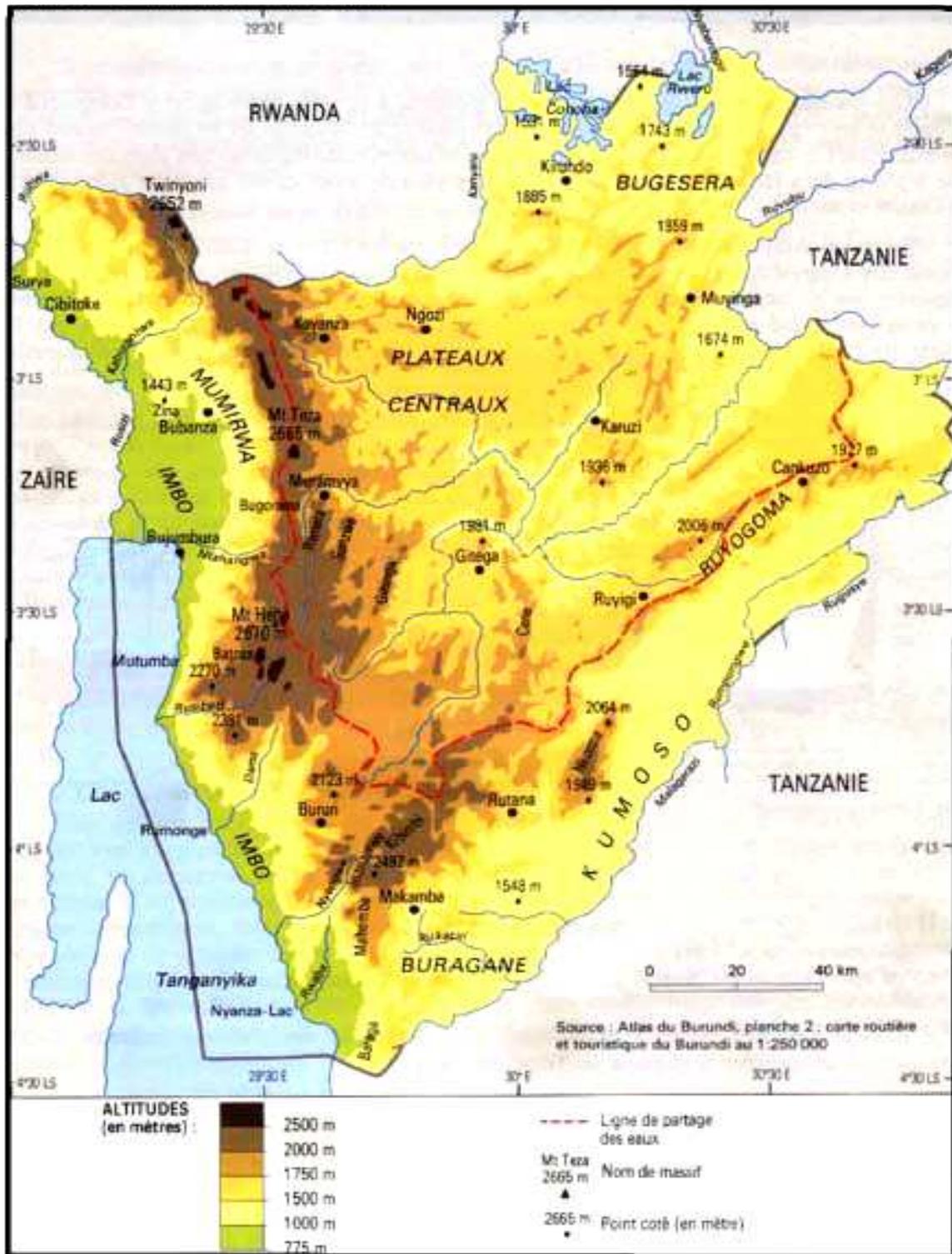


Figure 16: Carte physique du Burundi

Source : Géographie du Burundi, 1991

II.5. Climat.

Le Burundi jouit d'un climat tropical tempéré par le relief. La moyenne annuelle des températures varie entre 15°C et 23 °C et subit une forte influence de l'altitude. Les moyennes les plus élevées sont observées dans la plaine de l'Imbo (Ouest du Burundi) où les moyennes de 24° C sont enregistrées.

Le régime pluviométrique est caractérisé par deux saisons sèches et pluvieuses dont chaque fois une grande et une petite. La grande saison des pluies a lieu entre le mois de février et avril aussitôt suivie par la grande saison sèche qui va du mois de mai jusqu'en août. Aujourd'hui, suite à des perturbations climatiques caractérisées par une forte avancée de la sécheresse, on assiste à un changement de tendances avec une saison sèche souvent plus longue que prévue ou un arrêt précoce de pluies, ce qui perturbe les régimes des cultures causant des famines dans certaines régions.

La petite saison pluvieuse va normalement de septembre à décembre et, aussitôt suivie par la petite saison sèche qui va de décembre à février. Le climat du Burundi permet au pays de disposer d'une faune et d'une flore riches et variées (<http://www.bi.unpd.org/fr/leburundi.htm>).

II.6. Situation socio-économique.

II.6.1. Population

Du point de vue démographique, le Burundi est l'un des pays les plus densément peuplés d'Afrique. La population qui était de 5 356 266 habitants en 1990 est passée à 7.1 millions en l'an 2003 avec une densité moyenne de 255 habitants au km² contre 230 habitants au km² en 1998 et 80 habitants au km² en 1960. Suivant l'indicateur de développement humain (IDH), le Burundi est classé en 169^{ème} position sur 177 pays classés avec une valeur de l'IDH de 0,378 en 2005 comme l'indique le rapport mondial sur le développement humain du programme de nations unies pour le développement (PNUD) de la même année.

Avec une croissance démographique moyenne d'environ 3% et une moyenne de 7 naissances par femme, il est probable que cette densité continuera d'augmenter et pourrait doubler en 20-30 ans. Le taux de mortalité est relativement élevé. Avec la crise, il est passé de 15 à 17 pour mille entre 1993 et 1998 (Sinarinzi Evariste, 2005). L'espérance de vie à la naissance était de 43.5 ans (42.91 ans pour hommes et : 44.12 ans pour femmes) en 2005 (http://www.indexmundi.com/fr/burundi/esperance_de_vie_a_la_naissance.html).

L'accroissement de la population au rythme de 3% n'est pas en phase avec la croissance économique du pays. La forte pression démographique sur les ressources naturelles constitue une contrainte très sérieuse au développement durable (Sinarinzi Evariste, 2005).

II.6.2. Conditions sociales.

L'analyse des principaux indicateurs sociaux atteste d'une détérioration majeure des conditions de vie d'une population qui figurait déjà parmi les plus pauvres de la planète au début des années 90. Certes, des améliorations sont observées dans certains secteurs depuis 1999, à la faveur de l'amélioration progressive des conditions de sécurité. La situation n'en demeure pas moins critique. Aujourd'hui, pratiquement toutes les parties s'accordent sur l'effet désastreux de la guerre sur le plan du développement humain, situation aggravée par la variabilité du climat se matérialisant par les irrégularités des pluies avec comme conséquence la désorganisation du système productif en particulier du secteur agricole qui constitue le seul salut pour la population.

Le taux brut de scolarisation combiné (de l'enseignement primaire à l'enseignement supérieur) reste encore faible. Il serait ainsi passé de 20,1% en 1997 à 28,9% en 2000 et à 31,0% en 2002.

Les statistiques attestent d'une augmentation importante de décès dus aux maladies infectieuses et parasitaires, particulièrement entre 1997 et 2000. Les taux d'incidence pour les autres maladies auraient également fortement augmenté (autour de 11% en 1990/91 et de l'ordre de 50% en 2000/2001). Le pays a connu une flambée des grandes endémies dont les épidémies de méningite, de choléra, de dysenterie alors que ces maladies avaient presque disparu. En 2000, près de 2 millions de personnes ont été frappées par la malaria.

Le taux de mortalité infantile est passé d'un niveau voisin de 110 pour mille en 1992/1993 à 127 pour mille en moyenne sur la période 1996-1998. Après une décrue, le taux serait à son niveau le plus haut depuis une quinzaine d'années avec 129 pour mille en 2002.

Le taux de couverture vaccinale globale, qui était de 82% en 1992, est descendu en dessous du seuil de 50% à cinq reprises (1994, 1997, 1998, 1999, 2000). Il n'aurait sensiblement remonté qu'en 2002, avec un niveau (67%) encore inférieur de 15 points par rapport à celui atteint dix ans auparavant. Une évolution similaire est constatée pour la couverture vaccinale des enfants de moins d'un an dont seulement 63% ont été vaccinés en 2003 (PNUD, 2003).

II.6.3. Economie.

L'économie burundaise est essentiellement basée sur l'agriculture. Celle-ci fournit environ 90 % des emplois et contribue pour près de 50 % au PIB. La pression démographique observée constitue un frein majeur aux possibilités d'amélioration de la production agricole. De 1993 à 1996, le Burundi a connu quatre années successives de récession marquée avec des taux négatifs allant en s'aggravant. Après la stabilisation de 1997 puis la reprise de 1998, le Burundi a connu à nouveau deux années de croissance négative en 1999 et 2000 liées à une sécheresse prolongée. En 2001, un redémarrage a été constaté avec une augmentation du PIB de +2.1%, sous l'effet conjugué d'une bonne pluviométrie et de l'amélioration des conditions de sécurité sur une grande partie du pays. La reprise de l'activité économique, impulsée par la reconstruction et une forte hausse de la production de café, a été confirmée en 2002 (+4.5%) et permet de renouer avec une évolution positive du revenu par habitant.

Cependant, la situation économique demeure fragile. Les performances restent très limitées pour les industries comme pour les services, en raison notamment d'une pénurie de devises. On observe que compte tenu de ce recul tendanciel de la production, allié à une croissance démographique soutenue (de l'ordre de 3% par an) et à une érosion continue du franc burundais, le PIB réel par habitant exprimé en dollar a été pratiquement divisé par deux entre 1993 et 2001 passant de 210 US\$ à 110 US\$ (PNUD, 2003). En 2004, il était de 507 US\$ (<http://www.who.int/countries/bdi/fr/>).

II.6.4. Agriculture et élevage.

L'agriculture occupe 94 % de la population active et participe à plus de 50 % au Produit Intérieur Brut (PIB), fournit 95 % des apports alimentaires et plus de 80 % des recettes en devises. La superficie agricole potentielle couvre 2 350 000 ha dont 1 900 000 ha de superficie utile. On distingue les cultures vivrières dont les récoltes sont destinées essentiellement à l'autoconsommation des ménages et occupent 90 % des terres cultivées (les céréales, les légumineuses, les tubercules et les bananes) des cultures de rente,

essentiellement le café et le thé qui génèrent à eux seuls 90 % des recettes en devises, entrent pour 7,5 % au PIB et occupent une superficie totale d'environ 100 000 ha, soit près de 10 % de la superficie cultivée. A cela s'ajoutent le coton, l'huile de palme et le quinquina.

L'élevage au Burundi est de type extensif et contribue pour environ 4,6 % au PIB. L'évolution des effectifs dénote une réduction de 15 à 20 % pour les différentes espèces suite à la crise. Mais le facteur de déclin le plus important reste la forte pression démographique qui entraîne une mise en culture des terres de pâturage, réduit les ressources alimentaires pour un élevage presque exclusivement extensif (MINATE, 2001).

II.6.5. Industrie.

Le secteur industriel au Burundi est encore à l'état embryonnaire. La production industrielle (valeur ajoutée en % du PIB) était de 16,39 % en 1992 et 19,95 % en 1993. Elle a fortement diminué, suite à la crise, passant de 9,8 % en 1994 à 8,44 % en 1995, pour remonter très timidement jusqu'à 9,61% en 1998. La quantité de main-d'œuvre utilisée dans le secteur en 1998 n'excède pas les 2 % de la main-d'œuvre totale du pays. Le parc industriel comprend en peu plus d'une centaine d'entreprises (petites et moyennes entreprises) dominées par les industries alimentaires. La grande majorité des industries se trouvent dans la Capitale Bujumbura. Hormis la production de la chaux, l'industrie burundaise est essentiellement agroalimentaire et contribue peu à la production de gaz à effet de serre (MINATE, 2001).

II.6.6. Ressources hydriques.

Les ressources en eau du Burundi sont dans l'ensemble abondantes grâce à une bonne pluviosité et à la rétention d'eau par les marais et les lacs, en particulier le Lac Tanganyika. Les pluies apportent par an 31 900 millions de m³ dont 21 850 quittent le pays par évaporation. Les débits importés par les cours d'eau ajoutent 8170 millions de m³/an, soit 259 m³/sec. Le lac Tanganyika est l'une des plus grandes réserves d'eau douce du monde et contient 20 000 km³ d'eau (MINATE, 2001).

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

Le Burundi dispose de trois grands lacs situés aux frontières du pays. Il s'agit du Lac Tanganyika du côté de la RDC, le Lac Cohoha et le Lac Rweru du côté du Rwanda. Ces deux derniers sont vulnérables face aux perturbations du régime et de la charge des eaux pouvant résulter de l'érosion des sols, du défrichement des fonds de vallées et de l'instabilité pluviométrique.

II.6.7. Energie

Les formes d'énergie consommées au Burundi sont diversifiées mais la biomasse se taille la part du lion dans ce domaine. Le bois est de loin la source d'énergie la plus utilisée au Burundi essentiellement par les ménages pour leurs besoins culinaires, de chauffage et d'éclairage. Plus de 5.7 millions de tonnes de bois seraient consommées par an, sous

forme brute ou transformé en charbon. Les milieux ruraux, quasiment privés d'électricité, sont à l'origine de 76 % de la consommation de bois (soit 2.9 kg/hab./jour). Cette consommation ne va pas sans conséquence sur l'environnement : le Burundi voit petit à petit ses forêts disparaître.

La tourbe représente un espoir de ralentissement de cette catastrophe écologique : le Burundi possède environ 100 millions de tonnes de tourbe dans ses réserves, dont 57 millions sont exploitables. La production annuelle de tourbe combustible est stabilisée entre 10 000 et 12 000 tonnes mais la capacité réelle estimée est de 20 000 tonnes. Cependant, cette ressource ne constitue aujourd'hui que 0.04 % de la consommation d'énergie du pays principalement pour les besoins culinaires des établissements publics (écoles, hôpitaux, prisons, camps militaires, ...).

Les produits pétroliers constituent quant à eux une source d'énergie essentielle pour les activités économiques en général et les industries en particulier. La consommation est en moyenne de 77 000 tonnes soit 1 540 barils par jour. Le pays dispose de deux dépôts de stockage à Bujumbura et à Gitega, qui ont une capacité respective de 12 000 et 20 000 m³.

Pour l'électricité, il y a d'importants problèmes d'infrastructures. Seul 1.8 % de la population burundaise a accès à l'électricité, et 90 % de cette énergie est consommée dans la capitale Bujumbura. Le nombre d'abonnés est de 25 000, et la consommation moyenne par habitant est de 23 kWh/an. La production d'électricité du pays est essentiellement hydroélectrique (à 95 %) et est constitué de 24 centrales régionales et nationales, dont les deux plus importantes sont Rwegura (18 MW) et Mugere (8 MW). Le reste de la production d'électricité est le fruit de l'énergie thermique et des énergies renouvelables, mais le développement de ses derniers est encore marginal.

Les énergies renouvelables représentent encore une part négligeable à l'échelle nationale. Le Centre d'Etudes Burundais des Energies Alternatives (CEBEA) avait été créé en 1982 pour mener des activités de recherche appliquée et de diffusion des énergies alternatives, en particulier l'énergie solaire, éolienne et de biomasse. Des projets belges, allemands et chinois avaient développé la diffusion d'installation de biogaz. Les installations photovoltaïques totalisaient une puissance installée de 50 kW et il existait quelque 312 installations de biogaz et quelques unités de pompage par énergie éolienne avant la crise de 1993. Actuellement plus de 70 % des installations de biogaz et solaires sont hors usage par suite de vandalisme ou de manque d'entretien (Caro Mathias et Besson Françoise, 2005).

II.6.8. Situation de l'environnement.

La situation actuelle de l'environnement au Burundi fait ressortir trois problèmes majeurs, comme l'a précisé le rapport du PNUD de 2003, rapport national sur le développement humain au Burundi. Ces problèmes sont :

- la dégradation et l'épuisement des sols ;
- la dégradation des ressources sylvicoles, et
- la dégradation des conditions d'hygiène pour les habitants

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

la topographie, au climat, à la nature même des sols, aux pratiques culturelles, aux surpâturages, aux régimes successorales, etc.

La dégradation des ressources sylvicoles, quant à elle, concerne aussi bien la végétation et la forêt naturelle que les boisements artificiels. Les principales contraintes en matière de conservation de la végétation et des forêts naturelles sont notamment : le conflit entre les ressources et la population riveraine, la persistance de la pauvreté des populations, l'insuffisance des ressources financières allouées à la conservation de la nature et l'éducation environnementale.

La dégradation des conditions d'hygiène pour les habitants est, quant à elle, la conséquence directe de la crise qui a occasionné la destruction des infrastructures d'assainissement et par conséquent la dégradation des conditions d'hygiène pour beaucoup d'habitants.

Par ailleurs, le niveau des services chargés de la collecte des déchets ménagers dans la ville de Bujumbura a sensiblement baissé ces dernières années. Les travaux d'assainissement de la ville avancent timidement. Ceci étant, avec les changements climatiques, les vecteurs de maladies vont se multiplier du fait qu'ils auront facilement de l'habitat à proximité.

II.7. Situation socio-sanitaire

Au niveau social, la population a vu ces dernières années son niveau de paupérisation prendre une ampleur sans précédent. La crise a conduit au déplacement d'une frange importante de la population burundaise. En fonction de la dégradation des conditions de vie de ces nouveaux nés de la crise, l'aide au développement a été vite orientée vers l'aide humanitaire composée en grande partie de l'aide alimentaire d'urgence. Ainsi cette population est devenue la cible privilégiée de la maladie et à d'autres maux liés à la promiscuité : le SIDA, IST, violences sexuelles... Dans tout cela on remarque une grande vulnérabilité de la femme et de l'enfant et une détérioration des indicateurs de couverture sanitaire (http://www.gfmer.ch/Actvites_internationales_Fr/Burundi.htm).

Suite à l'instabilité socio-sécuritaire ainsi que la précarité économique consécutive à la guerre, la misère frappe durement la population burundaise. Cette situation a entraîné la dégradation de la situation sanitaire et l'aggravation des endémo-épidémies telles que le paludisme, le choléra, la dysenterie, la tuberculose, le SIDA et d'autres infections.

D'autres défis que connaît le secteur de la santé aujourd'hui ont été inventoriés au cours des Etats Généraux de la santé du 31 mai au 4 juin 2004 à l'Hôtel Source du Nil de Bujumbura. Ces défis sont de divers ordres et touchent tous les domaines de la santé :

- au niveau des structures des soins,
- au niveau du personnel,
- au niveau de l'accessibilité aux services de santé et médicaments,
- au niveau du système d'assurance maladie inadéquat,
- au niveau des options palliatives et/ou périlleuses.

CHAP.III. CONTRIBUTION DU PAYS EN TERME D'EMISSIONS DE GES ET COMPARAISON AVEC LE MONDE

III.1. Introduction

Le Burundi a ratifié la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques le 06 janvier 1997. Elle est entrée en vigueur à son compte en date du 06 avril 1997. Par conséquent, il s'est engagé en vertu de l'article 12, à préparer et présenter à la Conférence des Parties une Communication Nationale sur les Changements Climatiques.

Après l'évaluation de la contribution du pays en termes d'émissions de GES nous allons établir, par déduction, la répartition par habitant et faire une comparaison avec le monde pour pouvoir apprécier la responsabilité du pays dans l'ensemble.

III.2. Inventaire des émissions de gaz à effet de serre (GES) au Burundi

L'inventaire des émissions anthropiques des GES au Burundi a été réalisé au courant de l'année 1998. Les résultats ont été publiés dans un document de synthèse en octobre 2000 par le projet BDI/98/G32. Les secteurs qui ont été couverts par cet inventaire sont : l'énergie, l'industrie, l'agriculture, l'aménagement du territoire et la foresterie, la gestion des déchets.

L'inventaire s'est focalisé sur les gaz suivants : le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4) et l'oxyde nitreux (N_2O) qui figurent sur la liste des GES réglementés par le protocole de Kyoto. Cet inventaire a cependant porté sur d'autres gaz émis comme les oxydes d'azote (NO_x), le monoxyde de carbone (CO) et les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM).

III.2.1. Le secteur de l'"Energie"

Les données de base utilisées pour l'évaluation des émissions de GES issues du secteur de l'énergie proviennent d'une enquête menée par les services du ministère de l'énergie et mines. Cette investigation avait pour objectif de collecter des données réalistes sur l'utilisation des produits pétroliers énergétiques, des produits pétroliers non énergétiques, le bois, le charbon de bois, les déchets végétaux et agricoles ainsi que la tourbe. Les secteurs d'activités clés sont les suivants : les industries énergétiques, les industries manufacturières et de construction, les secteurs commercial et institutionnel, le secteur résidentiel, les secteurs agriculture/foresterie/pêche, le secteur des transports, et autres (mines). Le tableau suivant montre la contribution de chacun des secteurs ci-haut cités pour différents gaz ci-dessus énumérés.

Tableau 2. : Les émissions du secteur de l'énergie (en Gg.)

Source de GES	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVNM
Industries Energétiques	0.3555	0.00014	2.83 E-06	0		0.000023
Industries manufacturières et construction	31,0418	0.0134	0	0.042		0.4184
Transport	90.1372	0.0192	0.0008	1.8214		1.3538
Commercial et institutionnel	12.8922	0.2634	0.0035	0.0897		0.5263
Agr./Forêt/Pêche	2.8314	0.0776	0.001	0.0579	1.3169	0.1602
Résidentiel	5.3734	25.9251	0.3315	8.9322	463.2293	49.2994
Autres	0.4224	0.00028	3.41 E-06	0.0068	0.0057	0.0011
Total Energie	143.0539	26.2989	0.3368	10.0393	464.5519	513644

Source : Inventaire des émissions de GES au Burundi, Module "Energie", (MINATE, 2001).

Ce tableau montre qu'au niveau du secteur énergétique, les émissions de GES proviennent en grande partie du sous-secteur de transport où les émissions de CO₂ représentent 63 % du total, soit 90.1372 Gg sur 143.0539 Gg. Remarquons également une quantité énorme d'émissions de CO (gaz précurseur) dans le résidentiel avec 463.2293 Gg sur un total de 464.5519 Gg soit 99.7%. Ceci explique le caractère de la combustion incomplète de combustibles utilisés dans ce secteur. En effet, ces émissions sont essentiellement liées à l'usage du bois, des résidus de bois et du charbon de bois, donc essentiellement la biomasse, étant donné que cette biomasse constitue la principale source d'énergie pour les ménages sur tout le territoire burundais.

III.2.2. Le secteur "Industriel"

Au Burundi, les activités industrielles et artisanales pouvant contribuer à la production des GES peuvent être classées en quatre catégories :

- les industries alimentaires qui produisent de la bière, la farine, le sucre, les aliments pour bétail, les cigarettes, l'huile de coton, l'huile de palme, le thé sec et le café ;
- les productions artisanales agroalimentaires qui comprennent le vin de banane, la bière de sorgho, l'huile de palme, les farines de manioc et de céréale, la viande, les peaux bruts, etc. ;
- les productions minières artisanales comprenant essentiellement la production de la chaux ;
- les industries de construction dans lesquelles on a considéré les activités d'asphaltage des routes.

Les estimations des émissions dans le secteur industriel et artisanal du Burundi ont donné les résultats repris dans le tableau ci-après qui montre que seules les activités artisanales de fabrication de la chaux à partir de calcaire dolomitique produisent des émissions de CO₂.

Tableau 3. : Les émissions du secteur industriel et artisanal (en Gg)

Nature des produits	Quantité produite	Emissions de COVNM (Gg)	Emissions de CO₂ (Gg)
1. Produits minéraux-verre Bouteilles (t)	3249	0.0146205	
Sous total 1		0.0146205	
2. Boissons alcoolisées -Bière (hl) -Vin (hl)	1794321 3231700	0.062801235 0.258536	
Sous total 2		0.321337235	
3. Pain et autres productions agricoles (t) -Pain -Viande, poisson, volaille -Sucre -Margarine, matières grasses -Gâteaux, biscuits, céréales -Aliments pour animaux -Torréfaction du café	10200 41300 21713 69100 1500 957 120	0.0816 0.1239 0.21713 0.691 0.0015 0.000957 0.000066	
Sous total 3		1.004643	
4. Pavage des routes avec asphalte surface des routes (m ²)	23080	7.3856	
5. Fabrication de la chaux			0.1274
Sous total 4.		7.3856	
Total		8.74227	0.1274

Source : Inventaire des émissions de GES au Burundi, Module "Procédés Industriels", (MINATE, 2001).

Il ressort de ce tableau que seul le sous-secteur de fabrication de la chaux est émetteur de CO₂ et en quantité très insignifiante. On remarque par contre une production d'émissions de composés organiques volatils non méthaniques. Ceci s'explique aisément par le fait que l'industrie burundaise est essentiellement agroalimentaire.

III.2.3. Le secteur de l'"Agriculture"

Dans le secteur de l'Agriculture, les émissions de gaz à effet de serre proviennent de plusieurs sources qui sont :

- le cheptel domestique : fermentation entérique et gestion du fumier ;
- la riziculture : les rizières inondées ;
- le brûlage dirigé des savanes ;
- le brûlage sur place des résidus agricoles et
- les sols cultivés.

Pour l'année 1998, année de référence, les effectifs du bétail domestique se répartissaient comme suit : 1 875 bovins laitiers, 327 470 bovins non laitiers, 824 649 petits ruminants (moutons, chèvres), 123 448 porcins et 563 342 volailles.

La superficie des rizières pour l'année de référence était 21 226.2 ha dont 11 008.93 ha de rizières au régime pluvial et inondable et 5 559.2 ha en régime pluvial et sujet à la sécheresse.

La superficie des savanes brûlées pour l'année considérée s'élevait à 523 281 ha dont 419 660.7 ha de savanes herbeuses (80 %) et 103 620 ha de savanes arborées (20 %). En ce qui concerne les sols cultivés, leur superficie totale au cours de l'année d'inventaire s'élevait à 880 000 ha. La quantité totale de fertilisants artificiels a été de 3 819 508 kg tandis que la quantité de fertilisants azotés a été de 3 732 736 kg. Les productions des cultures fixant l'azote (légumineuses séchées et grains de soja) et celles ne fixant pas l'azote (autres productions agricoles séchées) ont été respectivement de 354 866 000 kg et 99 443 000 kg (MINATE, 2001).

Tableau 4. : Les émissions du secteur agricole (en Gg)

Source de GES	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO
Total agriculture	18.3564	2.2778	1.4917	72.2573
Fermentation entérique	14.816			
Gestion du fumier	0.6325	0.0472		
Culture du riz	0.0814			
Brûlages des savanes	2.4569	0.0304	1.0989	64.4954
Brûlages sur place des résidus agricoles	0.3696	0.0108	0.3928	7.7619
Sols cultivés		2.1894		

Source : Inventaire des émissions de GES au Burundi, Module "Agriculture", (MINATE, 2001).

Ce tableau montre que les émissions les plus importantes sont celles de CO issues du brûlage dirigé des savanes et du brûlage sur place des résidus agricoles (donc de la combustion incomplète de ces matières) suivies de loin par celles du méthane.

III.2.4. Le secteur "Aménagement du territoire et la foresterie "

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

A l'échelle globale, les principaux changements dans l'affectation des terres et de leurs modes de gestion qui se traduisent par des émissions et des séquestrations de CO₂, comme indiqué dans la première communication nationale sur les changements climatiques du pays à la Conférence des Parties sont :

- L'évolution du patrimoine forestier et autres stocks de biomasse ligneuse ou non (pour l'année de référence, la biomasse sur pied a été estimée à 1 919 353 ha, soit 69 % du territoire national).
- La conversion des forêts en prairies (d'après le Département des Forêts, on estime qu'entre 1982-1990, 634 ha de boisements publics ont été cédés aux particuliers et convertis en terres agricoles).

- L'abandon des terres exploitées. Ce concept n'est pas compatible avec la situation du Burundi qui est plutôt caractérisée par une forte pression de la population sur les terres agricoles entraînant leur surexploitation et rapide dégradation. La grande partie des sols cultivés est faite de sols organiques qui totalisent une superficie de 790 000 ha.

- La correction du pH des sols agricoles, le matériau appliqué qui a été considéré est la chaux dont la quantité utilisée pour l'année d'inventaire est de 9 360 kg.

Tableau 5 : Les émissions dues aux changements d'affectation des terres et de la foresterie (en Gg)

Source de GES	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO	NO _x
Total (Gg/an)	-3000.413	0.094	0.00007	0.010	0.0026
Evolution du patrimoine forestier et autres stocks de biomasse ligneuse	-3067.24				
Conversion des forêts en prairies	8.894	0.094	0.00007	0.010	0.0026
Terres aménagées abandonnées					
Corrections du pH des sols : amendements calcaires	57.933				

Source : Inventaire des émissions de GES au Burundi, Module " Aménagement du territoire et la foresterie ", (MINATE, 2001).

Le tableau ci-dessus fait état d'une capacité de séquestration du CO₂ par les plantations forestières et agricoles pluriannuelles de l'ordre de 3067.24 Gg. S'agissant des émissions de CO₂ suite aux pratiques agricoles, elles restent faibles et la grande part provient des amendements calcaires (57.933 Gg). Les émissions issues de la conversion des forêts en prairies ne représentent que 8.894 Gg. Les émissions des autres gaz en sont très faibles et pourraient être attribuées à la combustion de biomasse sur sites. Cet état des choses est lié à la structure du pays elle-même : plus de 60 % du territoire burundais sont couverts par la végétation.

III.2.5. Le secteur des "Déchets"

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

Tableau 6 : Les émissions issues de la gestion des déchets (en Gg)

Source de GES	CH ₄	N ₂ O
Emissions à partir des décharges des déchets solides	0.2288	0
Emissions à partir des eaux usées domestiques et commerciales	0.0001	0
Emissions à partir des eaux usées industrielles	0.0215	0
Emissions à partir des eaux des égouts	0	0.3184
Emissions totales	0.2504	0.3184

Source : Inventaire des émissions de GES au Burundi, Module "Déchets", (MINATE, 2001).

Le tableau montre que ce secteur est moins émetteur, les émissions à partir des eaux d'égouts étant les plus importantes. Ceci vient du fait que la politique de la gestion des déchets au Burundi n'est pas de mise. En effet, la quantité de déchets évacuée vers la seule décharge publique de Buterere pour l'année de référence, était évaluée à 6.1904 Gg, alors que la quantité totale de déchets produite dans toute la ville de Bujumbura pouvait être estimée à 40.5451 Gg (MINATE, 2001).

Tableau 7. : Synthèse de toutes les émissions au Burundi en 1998.

Catégorie de sources et puits de GES	CO₂	CH₄	N₂O	CO	COVMN
Emissions nationales (Gg/an)	-2857.2317	44.9997	2.9331	536.8192	60.106693
1. Energie	143.0539	26.2989	0.3368	464.55191	51.364423
2. Procédés industriels	0.1274				8.74227
3. Agriculture		18.3564	2.2778	72.2573	
4. Changement d'affectation des sols et foresterie	-3000.413	0.094	0.00007	0.010	
5. Gestion des déchets		0.2504	0.3184		

Source : Inventaire des émissions de GES au Burundi, (MINATE, 2001).

De ce tableau, on voit bien que les émissions du CO₂ sont largement atténuées par la capacité de séquestration des forêts exploitées de telle façon que les émissions nettes ne sont que de -2857.2317 Gg de CO₂ pour le seul gaz considéré. Il est aussi intéressant de constater dans ce tableau la présence d'une grande quantité du monoxyde de carbone (536.8192 Gg) et d'une certaine quantité des composés organiques volatils non méthaniques (60.106693 Gg). Bien que ces gaz n'aient pas été repris dans la "liste Kyoto", ils influent sur la capacité d'oxydation de la troposphère et l'abondance de l'ozone, autre gaz à effet de serre (voir aussi I.1.2.1).

A partir des tableaux ci-dessus nous avons dû déduire la contribution du pays en termes d'émissions de GES tels que définis par le protocole de Kyoto. Dans notre cas nous avons considéré les émissions du dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote ; les autres gaz (HFC, PFC et SF₆) n'étant pas rencontrés sur le territoire burundais car ne sont pas d'application dans le pays.

Tableau 8. : Les émissions de GES au Burundi en 1998.

Catégorie de sources et puits de GES	CO₂	CH₄	N₂O
1. Energie	143.0539	26.2989	0.3368
2. Procédés industriels	0.1274		
3. Agriculture		18.3564	2.2778
4. Changement d'affectation des sols et foresterie	-3000.413	0.094	0.00007
5. Gestion des déchets		0.2504	0.3184
Emissions nationales (Gg/an)	-2857.2317	44.9997	2.9331

Tableau 9. : Emissions nettes de GES en équivalent CO₂ pour le Burundi en 1998.

Emissions	Quantité en Gg	Quantité en Gg éq.CO ₂
CO ₂	-2857.2317	-2857.2317
CH ₄	44.9997	1034.9931
N ₂ O	2.9331	868.1976
Emissions nettes		-954.0410

Il ressort de ce tableau que les émissions de GES au Burundi en 1998 sont largement compensées par la capacité de séquestration des forêts (de l'ordre de 3067.24 Gg équivalent CO₂). Ce qui fait que le bilan net des émissions de GES en 1998 est en faveur d'une séquestration de l'ordre de 954.0410 Gg équivalent CO₂. Cela se comprend aisément quand on sait que plus de 60% du territoire est couvert par de la végétation. Les secteurs industriel et de transport qui devraient concurrencer ce secteur ne sont pas du tout développés dans le pays.

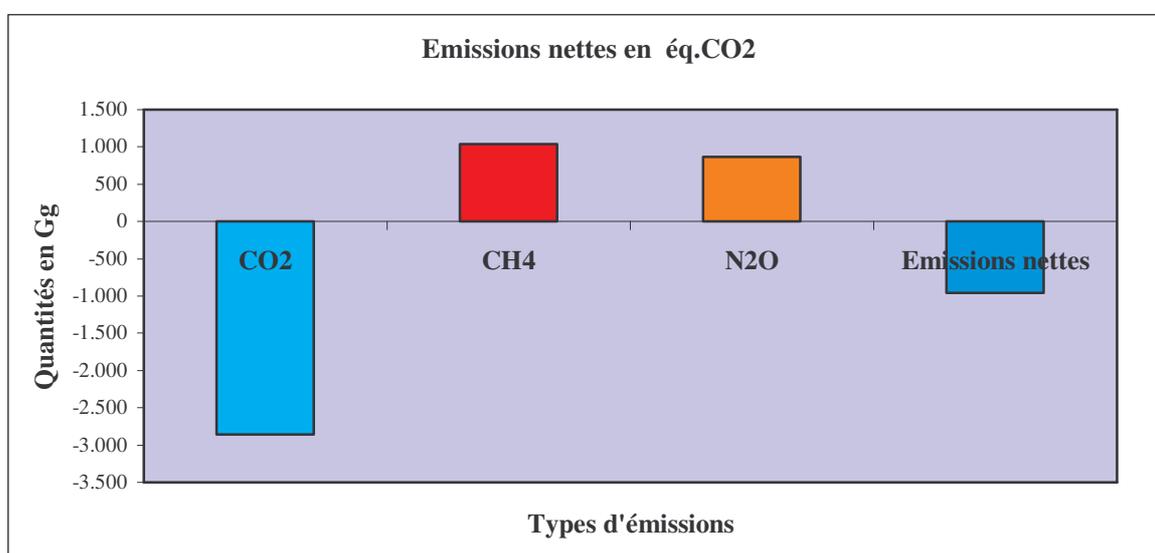


Figure 17: Représentation graphique des émissions de GES en éq. CO₂ pour le Burundi en 1998

III. 3. Répartition des émissions par habitant

A partir des tableaux montrant l'inventaire des émissions de GES du pays pour l'année 1998 et pour différents secteurs, considérant la population du pays à la même période qui était estimée à 6 300 489 habitants, la répartition par habitant se déduit aisément.

Tableau 10. : Emissions nettes de GES en équivalent CO₂ par secteur et par habitant.

Secteur	Emissions (en Gg éq.CO ₂)	Emissions par habitant (en g éq.CO ₂)
Energie	847.6214	134.5326
Agriculture	1096.4260	174.0224
Déchets	100.0056	15.8726
Procédés industriels	0.1274	0.0202
Forêts	-2998.2303	-475.8726
Total	-954.0499	-151.4247

Malgré la capacité de séquestration dont bénéficie le pays, le tableau 10 ci-dessus montre que les secteurs "Agriculture" et "Energie" constituent les grands émetteurs de GES tandis que les effets du secteur industriel sont très négligeables. Cela s'explique aisément si l'on sait que le secteur agricole occupe à lui seul 94 % de la population active et le secteur industriel étant encore à l'état embryonnaire, avec pour le gros les industries agroalimentaires.

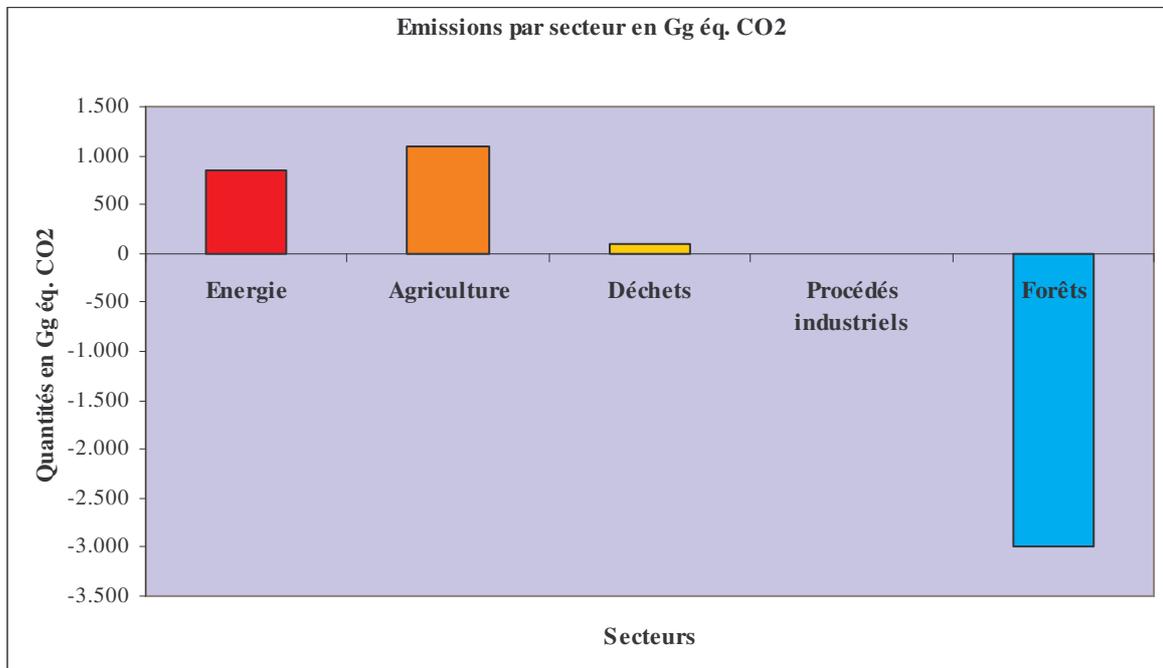


Figure 18: Représentation graphique des émissions de GES par secteur

III. 4. Entrées énergétiques en lien avec les émissions de gaz à effet de serre

L'examen du tableau 7 fait état d'émissions de CO₂ plus prononcées dans le secteur énergétique qu'ailleurs, ceci nous conduit à faire une analyse des entrées énergétiques du pays afin d'estimer sa capacité de consommation d'énergie par rapport au niveau mondial et/ou aux autres pays.

Au Burundi, l'on constate une consommation des énergies traditionnelles dominées essentiellement par les sources ligneuses, à savoir le bois, le charbon de bois et les déchets végétaux qui représentent 96.9 % du bilan énergétique national contre 2.5 % des produits pétroliers, 0.5 % d'électricité et 0.04 % de la tourbe.

Cette consommation excessive du bois a comme conséquence la rareté de cette ressource qui serait une des causes de la sécheresse que connaissent le Nord-Est et l'Est du pays depuis quelques années. La consommation moyenne de biomasse énergie est estimée à 0.5 tonnes/habitant, soit 3 150 244.5 tonnes pour le pays l'année de référence.

Les produits pétroliers quant à eux constituent une source d'énergie pour les activités économiques en général et les rares industries en particulier. Ils sont en leur totalité importés et ne cessent d'augmenter en fonction du parc automobile croissant. Pour l'année de référence (1998), les importations et les consommations étaient respectivement de 45 570.32 tonnes et 47 956.69 tonnes.

Concernant l'électricité, le Burundi dispose d'un important potentiel hydroélectrique estimé à 1 700 MW dont 300 MW économiquement et techniquement exploitable, avec 32 MW qui sont seulement exploités. Pour l'année de référence, la production locale d'énergie a été de 140 641 MWh tandis l'énergie importée s'élevait à 32 426 MWh, soit au total 173 067 MWh.

La tourbe est un combustible abondant au Burundi. Les réserves sont estimées à 100 millions de tonnes dont 57 millions de tonnes considérées comme économiquement exploitables. La consommation annuelle en tant que combustible est d'environ 10 000 tonnes mais la capacité de production annuelle de l'office national de la tourbe (ONATOURL) serait de 20 000 tonnes.

La contribution des énergies telles que l'énergie solaire et le biogaz dans la satisfaction des besoins en énergie reste très faible car ces sources d'énergies sont très moins exploitées au pays.

On peut, à partir des quantités ci-haut mentionnées, calculer l'énergie totale consommée par le pays et, par voie de conséquence, par habitant comme c'est indiqué dans le tableau ci-dessous.

Tableau 11. : La consommation d'énergie au Burundi.

Source	Quantité	Energie (en tep)	Energie/habitant (en tep)
Biomasse (bois)	3 150 244.5 tonnes	992333.32	0.15750
Produits pétroliers	47 956.69 tonnes	49 858.20	0.00791
Electricité	173 067 MWh	14 890.69	0.00236
tourbe	10 000 tonnes	2 781.96	0.00044
Total		1 059 864. 32	0. 17

Il ressort de ce tableau que la consommation moyenne d'énergie par habitant burundais qui est d'environ 0.2 tep reste très inférieure à la moyenne mondiale qui est de 1.5 tep/habitant /an, soit d'un facteur 8. Elle n'est pas à comparer avec ce que consomme un européen (3 à 4 tep/an) et encore moins un américain (7 à 8 tep/an).

Cela s'explique bien si l'on sait que le Burundi possède un parc automobile très réduit : 35 milliers de véhicules en 2003 (voitures et véhicules utilitaires confondues hormis les tracteurs) contre 5 417 milliers pour un pays comme la Belgique pour la même année (http://www.quid.fr/2006/Transports_Routiers/Parc_Automobile/1). En outre, il ne possède que très peu d'industries et sont majoritairement agroalimentaires. Ces deux derniers secteurs sont reconnus mondialement comme étant grands consommateurs d'énergie. Pour le cas du Burundi, le gros de l'énergie est consommé par le secteur résidentiel (pour les besoins culinaires essentiellement) ; mais, là aussi, l'énergie consommée reste faible. Ceci parce que le combustible utilisé, essentiellement la biomasse (bois-énergie), possède un pouvoir calorifique inférieur très bas par rapport aux combustibles fossiles : 3 150 kcal/kg de bois contre 10 400 kcal/kg d'essence (voir les chiffres du CITEPA en annexe).

III. 5. Comparaison avec le monde²

Le réchauffement planétaire est source d'inquiétudes pour nombre d'entre nous. Des incertitudes restent certes nombreuses et certains risquent d'en gagner. Mais beaucoup d'autres en souffriront certainement (s'ils n'en ont déjà pas souffert !). Un problème de cette nature soulève diverses questions de justice. Ainsi, à quel niveau fixer le plafond global d'émissions pour une génération donnée, un pays donné, une région donnée ? Cette question est loin d'avoir une réponse étant donné les enjeux autour de ce sujet des changements climatiques.

Dans les lignes qui suivent, nous allons comparer les émissions du Burundi avec celles des autres nations tant au niveau sous régional, régional qu'au niveau mondial.

Les résultats de l'inventaire des émissions de GES au Burundi ont montré que celles-ci, en termes bruts s'élèvent à 2113.199 Gg équivalent CO₂ (soit environ 2 millions de tonnes équivalent CO₂). Cependant, elles sont largement compensées par la capacité de séquestration des forêts : 3067.24 Gg équivalent CO₂ (soit environ 3 millions de tonnes équivalent CO₂). Ce qui fait que le bilan net des émissions de GES en 1998 est en faveur d'une séquestration de l'ordre de 954.0410 Gg équivalent CO₂ (environ un million de tonnes équivalent CO₂).

Ces chiffres sont à comparer avec ceux des pays voisins : la République Démocratique du Congo avec 465271.42 Gg équivalent CO₂ (environ 465.3 millions de tonnes équivalent CO₂) d'émissions brutes et - 132307.57 Gg équivalent CO₂ (environ - 132.3 millions de tonnes équivalent CO₂) d'émissions nettes, soit une capacité de séquestration de 597578.99 Gg équivalent CO₂ (environ 598 millions de tonnes équivalent CO₂) pour l'année 1994. La République Unie de Tanzanie avec 78.3 millions de tonnes équivalent CO₂ en 1995 et 119.9 millions de tonnes équivalent CO₂ en 2000 d'émissions brutes. Le Rwanda : 9059.43289 Gg (soit environ 9 millions de tonnes équivalent CO₂) d'émissions brutes et 2034.93289 Gg équivalent CO₂ (soit environ 2 millions de tonnes équivalent CO₂) d'émissions nettes, ce qui revient à une capacité de séquestration de l'ordre d'environ 7 millions de tonnes équivalent CO₂ pour l'année 2002.

Au niveau régional et international, nous avons l'Afrique avec 2 178.5 millions de tonnes équivalent CO₂ en 1995 et 3 247.5 millions de tonnes équivalent CO₂ en 2000, l'UE avec 4 818.3 millions de tonnes équivalent CO₂ en 1995 et 4 846.5 millions de tonnes équivalent CO₂ en 2000, l'OCDE avec 15 230.9 millions de tonnes équivalent CO₂ en 1995 et 16 299.7 millions de tonnes équivalent CO₂ en 2000, le monde avec 35 220.5 millions de tonnes équivalent CO₂ en 1995 et 38 804.5 millions de tonnes équivalent CO₂ en 2000.

Il ressort de cette comparaison une certaine inégalité dans la répartition des émissions ; les pays industrialisés étant les plus émetteurs. L'OCDE qui regroupe 30 pays est responsable de près de la moitié de toutes les émissions. Néanmoins, elle n'est pas la première à subir les effets néfastes des changements climatiques, conséquences de ces émissions. Les pays moins émetteurs (surtout en développement à l'instar du Burundi) étant les plus concernés en première ligne.

² Les données qui ont servi de comparaison sont tirées des communications initiales et des statistiques de l'agence internationale de l'énergie, édition 2005.

CHAP.IV. LES IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LE BURUNDI

IV.1. Introduction

Il existe un large consensus scientifique sur la réalité des changements climatiques. Ces changements sont en train de se produire et ils comportent des conséquences sérieuses pour notre santé, notre économie et notre avenir. Les changements climatiques que nous connaissons aujourd'hui diffèrent des changements déjà connus par leur rapidité et leur ampleur. Ces changements climatiques ont et auront un impact sur le monde végétal et animal, les communautés biotiques - pour certaines vieilles de plusieurs millénaires - étant contraintes à s'adapter rapidement ou vouées à disparaître.

Dans les lignes qui vont suivre, nous allons analyser les différentes variations survenues au niveau des températures, des précipitations, de la sécheresse ainsi que les dommages ponctuels et/ou potentiels qui pèsent sur les différents secteurs du pays.

IV.2. Les températures

L'évolution de la température annuelle laisse apparaître deux périodes distinctes :

- la période de 1961 à 1979 pendant laquelle les écarts ont été négatifs accusant ainsi une baisse de température ;
- la période de 1980 à 1990 qui accuse une persistance de température supérieure à la normale par des écarts positifs par rapport à la moyenne. L'évolution de la température minimale montre, tout comme la température moyenne, une hausse à partir de l'année 1979.

Les données de la température moyenne de l'eau du lac Tanganyika, enregistrées dans la couche superficielle en 1956-1957 et en 1993-1994 sont respectivement 25.99° C et 26.33° C, soit une augmentation de 0.34°C en 37 ans. Ce réchauffement semble toucher également les eaux profondes où la température est généralement stable.

S'agissant de la température de l'air, au cours de la période 2000-2050, on prévoit une hausse constante de la température moyenne d'environ 0,4°C tous les dix ans à tel point que l'accroissement de la température de l'air en atteindra 2.3°C 2050, comme le montre le tableau ci-dessous, et le réchauffement sera plus important pendant la grande saison sèche (MINATE, 2001).

Tableau 12 : Tendances des variations de températures

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

Source : IGEBU, 2001 dans MINATE, 2001.

La figure suivante montre l'évolution de la température annuelle dans une station située à 887 m d'altitude (station de Mparambo).

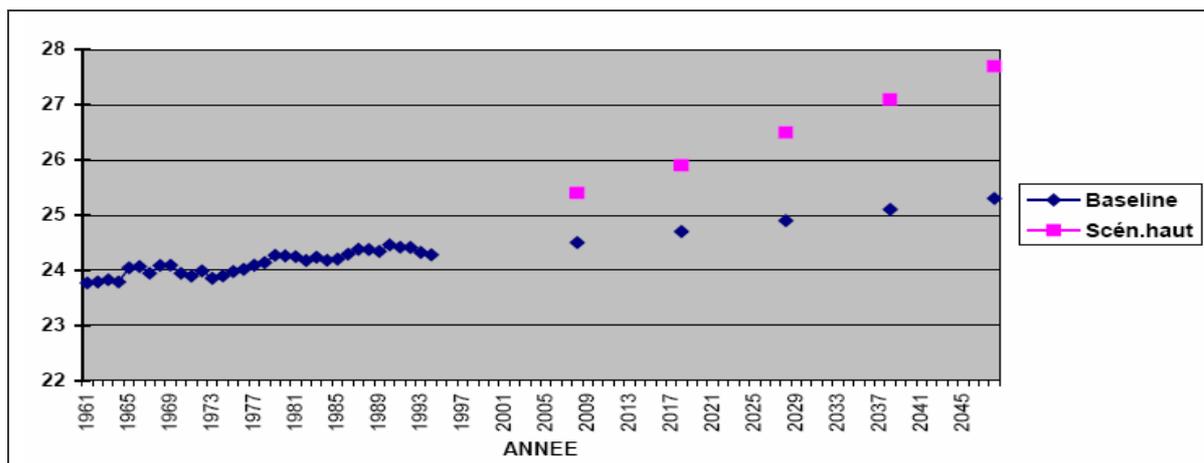


Figure 19 : Evolution de la température annuelle avec changements climatiques (1961-2050).

Source : IGEBU, 2001 dans MINATE, 2001.

IV.3. Modifications climatiques

IV.3.1. Précipitations :

L'évolution des précipitations totales annuelles au cours de la période de 1961 à 1999 montre un caractère quasi cyclique avec une périodicité de plus ou moins dix ans de l'excédent et du déficit pluviométrique par rapport à la moyenne. S'agissant de la distribution du nombre moyen de jours de pluies, la période de 1960 à 1975 a été caractérisée par un nombre élevé de jours de pluies par rapport à la moyenne tandis que de 1976 à 1999, le nombre moyen de jours de pluies était inférieur à la moyenne. Les prévisions montrent que suite aux changements climatiques, les précipitations augmenteront légèrement en moyenne de 3 % à 10 % comme on peut le voir dans le tableau 13. Cependant certains mois tels que novembre, décembre, janvier, février et mars seront plus pluvieux (>25 % par rapport à la situation de base). En revanche, le groupe de mois de juin à octobre verra sa pluviométrie diminuée de 4 à 15 % (MINATE, 2001).

Tableau 13 : Tendances des variations de précipitations

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

Source : IGEBU, 2001 dans MINATE, 2001.

Mais force est de constater que les précipitations ont déjà changé leur fréquence et sont devenues de plus en plus irrégulières. Pour exemple, des pluies torrentielles, observées au mois de mai 2006 dans la plaine de l'Imbo, seraient parmi les indicateurs d'une telle situation. En outre, d'après les informations émanant du site de l'association de réflexion et d'information sur le Burundi (arib), "au moins 4 victimes, plus de 900 logements détruits, des milliers de civils sans abri et les pierres recouvrant les tombes arrachées dans un cimetière inondé sont les principales conséquences de trois jours de violentes précipitations

qui se sont abattues sur la zone nord occidentale du Burundi et de la capitale Bujumbura" (<http://www.arib.info/flash-info.htm>).

IV.3.2. Sécheresse :

Quant à la variation mensuelle de la durée d'insolation, cette dernière accuse trois minima dans l'année correspondant à la forte nébulosité en février, avril et novembre, alors que le maximum d'heures d'insolation mensuelle s'observe en juillet-août quand le ciel est suffisamment dégagé. La durée d'insolation est également influencée par le relief : les régions périphériques à faible altitude bénéficient beaucoup plus d'heures d'ensoleillement que la Crête Congo-Nil souvent couverte par les masses nuageuses (MINATE, 2001). La famine qui a prévalu dans les provinces du nord du pays fin 2005 début 2006 (dans la région naturelle de la cuvette de Bugesera et la dépression de Muyinga), jusqu'ici considérées comme le grenier du pays, serait due à une longue période de sécheresse qui a perturbé les activités champêtres assurant la subsistance de la population.

IV.4. Les dommages observés et potentiels

IV.4.1. Ressources en eau

Le Burundi est doté de ressources en eau en quantité abondante et de bonne qualité. Elles sont partagées entre cinq sous bassins hydrographiques dont les plus importants sont le sous bassin de la Rusizi et le sous bassin de la Ruvubu successivement sous bassins du bassin du Congo et du bassin du Nil (voir aussi II.3).

La situation hydrologique de base montre une diminution progressive des débits dans les deux grandes rivières du Burundi, à savoir la Rusizi et la Ruvubu, cette dernière donnant naissance au fleuve Nil. Pour la Rusizi, le débit moyen annuel passe de 165,23 m³/sec observé pendant la période de référence, c'est à dire en 1998, à 125,30 m³/sec projeté en 2050, soit une baisse de 39,93 m³/sec, environ 24%. Pour la Ruvubu, le débit moyen annuel passe de 103,00 m³/sec observé pendant la période de référence à 72,07 m³/sec projeté en 2050, soit une baisse de 30,93 m³/sec, environ 30%. Mais avec les changements climatiques, les scénarios développés à différents niveaux montrent que le pays connaîtra une augmentation importante des débits des rivières (Projet BDI/98/G32, 2000).

Qu'en est-il aujourd'hui ?

- Le constat est que depuis 2000, il y a une forte variabilité de régime pluviométrique, avec une tendance prononcée à la baisse.
- Les saisons sèches sont de plus en plus longues, s'étendant de mai à novembre pour les régions périphériques de basse altitude.
- Cette situation de déficit pluviométrique se répercute automatiquement sur le régime hydrologique qui est actuellement caractérisée par une baisse généralisée des niveaux et débits des cours d'eau et des lacs (Sinarinzi Evariste, 2005).

IV.4.2. Le secteur agricole

L'agriculture constitue un secteur fort dépendant du climat. Dans le cas d'une étude des effets des changements climatiques sur le secteur agricole, le rendement constitue l'indicateur principal. En effet, le rendement d'une culture constitue la réponse finale à

toutes les interactions plante - sol - climat. L'impact des changements climatiques sur le rendement se penche surtout sur les cultures vivrières qui fournissent à la population la presque totalité des besoins alimentaires et plus de 90 % de revenus : les légumineuses en l'occurrence le haricot, aliment de base de la population burundaise (le Burundais consomme en moyenne 120 g de haricot sec par jour) et la principale source de protéine. En terme de production moyenne annuelle, il se place en tête de série des légumineuses et représente 7.6 % des productions vivrières. Viennent ensuite les céréales dont le maïs et les plantes à tubercules (la patate douce) (MINATE, 2001).

Le secteur agricole burundais est actuellement confronté à des problèmes liés à l'irrégularité des saisons culturales. Dans certains cas, on assiste à des sécheresses prolongées entraînant parfois des famines (cas de la région naturelle du Bugesera citée précédemment) ou des excès de pluies provoquant des inondations (cas des pluies torrentielles qui se sont abattues sur la région naturelle de l'Imbo en mai 2006).

Ces irrégularités et variabilité du climat entraînant des maladies qui s'attaquent aux cultures comme ces derniers jours la maladie appelée "mosaïque" qui s'est attaquée aux tubercules en l'occurrence la colocase (cette culture est condamnée à disparaître depuis l'années 1998), le manioc ainsi que la bananeraie dans certaines régions. L'invasion des chenilles ravageuses de toutes cultures est aussi observée. Toute cette panoplie de maladies rendent le secteur agricole beaucoup plus vulnérable et condamnent la population à souffrir de faim, étant donné que l'on pratique une agriculture d'auto-subsistance. C'est dans cette optique que les services de recherche de l'ISABU (Institut de recherche scientifiques et agronomiques du Burundi) ont lancé dernièrement une alerte contre une potentielle maladie bactérienne attaquant la bananeraie déjà signalée dans les pays de la sous région comme l'Ouganda, la RDC, le Rwanda et la Tanzanie (<http://www.arib.info/flash-info.htm>).

IV.4.3. La biodiversité

a. La flore burundaise

Les végétaux supérieurs sont les mieux explorés au Burundi même si l'on n'a pas encore tout inventorié. On dénombre 2 903 espèces réparties en 1 046 genres et 196 familles. Les végétaux inférieurs n'ont pas encore été suffisamment étudiés. Ceux qui ont fait l'objet d'une étude non exhaustive sont les algues des lacs Tanganyika, Cohoha, Rweru et de la rivière Rusizi où on ne dénombre pas moins de 1 514 espèces. La mycoflore burundaise compte déjà 106 espèces réparties en 24 genres et 11 familles. La bactérie la mieux étudiée est le Rhizobium.

L'endémicité floristique observée concerne les espèces typiques du Burundi et celles repérables dans les milieux environnants des pays limitrophes. Jusqu'à présent, elle concerne 70 espèces regroupées en 30 familles comprenant 58 genres. Le Burundi ne disposant pas encore de structures ni de systèmes de surveillance de la dynamique de la végétation, il est actuellement difficile de donner avec précision la catégorie des espèces rares, menacées et/ou vulnérables, à part des cas particuliers d'essences d'intérêt particulier ou jouant un rôle écologique connu. Actuellement, on dénombre 4 espèces végétales rares, 21 espèces vulnérables et 22 espèces en danger (MINATE, 2000).

b. La faune burundaise

La richesse de la diversité faunistique est fonction des écosystèmes qui les habitent et de l'état de leur conservation. Parmi les mammifères, les ongulés sont les mieux représentés surtout dans le Parc de la Ruvubu. Les forêts montagnardes hébergent plus les primates et les reptiles. Certains sites comme le lac Rwihinda, les mares et étangs de la plaine sont des réserves ornithologiques. Le lac Tanganyika compte au moins 250 espèces de poissons dont 138 dans la partie burundaise du lac. Les invertébrés les mieux connus sont les lépidoptères (51 espèces), les crustacées (209 espèces), les mollusques (73 espèces).

Les endémicités les mieux connues concernent les mammifères, les oiseaux de montagne, les poissons et mollusques du lac Tanganyika :

- 17 espèces de mammifères endémiques regroupées en 5 genres et 5 familles ;
- 22 espèces d'oiseaux réparties en 22 genres et 12 familles ;
- 201 espèces de poissons surtout de la famille des cichlidées.

Les études faunistiques portant sur les mammifères, les oiseaux et les reptiles montrent 101 espèces menacées de disparition (45 espèces en danger et 56 espèces vulnérables). Actuellement, on connaît au Burundi 10 espèces de mammifères disparus dont la seule famille des Bovidae compte 4 espèces. Pour les mammifères, 50 espèces (24 espèces en danger et 26 espèces vulnérables) réparties en 30 genres et 16 familles sont menacées de disparition. Les familles les plus concernées sont celles des Bovidae, des Cercopithecidae, des Viverridae, des Loricidae et des Felidae. Pour les oiseaux, 27 espèces (13 espèces en danger et 14 espèces vulnérables) réparties en 17 genres et 10 familles sont aussi menacées de disparition. Pour les reptiles, 24 espèces (8 espèces en danger et 16 espèces vulnérables) réparties en 12 genres et 7 familles sont aussi menacées de disparition (MINATE, 2000).

Même si le rapport ne précise pas les causes de cette disparition et/ou cette vulnérabilité, on peut penser que ce n'est pas le fait du hasard. Il est vrai que l'homme a une part de responsabilité mais, l'instabilité climatique a aussi des conséquences néfastes directes ou indirectes sur la biodiversité. Des cas d'invasion d'organismes à démographie excessive comme les criquets et les chenilles par exemple, les organismes causant des maladies virales ou cryptogamiques très destructeurs des végétations naturelles et des cultures peuvent être mis en cause. La prolifération ces derniers jours d'une plante flottante autochtone sur les eaux du lac Tanganyika, appelé "jacinthe d'eau", formant des étendues très vastes et continues reste aussi préoccupante.

IV.4.4. Secteur santé

Les problèmes de santé intimement liés aux changements climatiques sont consécutifs au paludisme, à la schistosomiase, à l'onchocercose et aux maladies du péril fécal. L'évolution du paludisme a été régulièrement croissante depuis 1961 à 1980 avec moins de 200 000 cas par an. Depuis 1990 jusqu'en 1999, elle est exponentielle et cette période correspond au réchauffement du climat dans les hautes terres jusque là indemnes du paludisme. Le nombre de cas de schistosomiase est également en augmentation depuis 1989 jusqu'en 1999 suite au dépiégeage actif, mais également par le fait du réchauffement et des travaux d'irrigation notamment dans le cas de la riziculture.

S'agissant de l'onchocercose, sa courbe d'évolution montre deux pics, de 1990 à 1993 et de 1995-1999, et les modifications climatiques surtout les changements du réseau hydrographique influencent l'évolution du nombre de cas.

Concernant les maladies liées au péril fécal, elles ont comme réservoir soit le milieu physique, soit l'homme malade ou porteur sain. Le climat n'est ici qu'un facteur aggravant (inondations, prolifération des mouches). Des flambées épidémiques de choléra et de dysenterie bacillaire ont été observées dans plusieurs régions du pays, mais c'est surtout dans les sites de sinistrés que les cas les plus graves ont été enregistrés (MINATE, 2001).

Les projections du futur dans le domaine de la santé au Burundi d'ici l'an 2050, comme l'a indiqué le rapport du projet BDI/98/G32, révèlent que :

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

IV.4.5. Paysages et écosystèmes naturels

Au Burundi, les paysages, les écosystèmes naturels et les établissements humains les plus vulnérables sont ceux qui sont particulièrement exposés à des catastrophes naturelles telles que les inondations, les fortes érosions des sols, les glissements de terrain ainsi que les sécheresses dans les basses terres. Les études de vulnérabilité ont porté sur la plaine de l'Imbo, les escarpements des Mirwa et la Crête Congo Nil pour les paysages, et sur le lac Tanganyika, le Delta de la Rusizi, la forêt xérophile de la plaine de la Rusizi et la forêt ombrophile de montagne de la Kibira pour les écosystèmes naturels. Notons que ces écosystèmes représentent un potentiel économique évident pour le Burundi, mais ils sont malheureusement soumis à des pressions diverses qui menacent leur avenir (MINATE, 2001).

a. Les paysages

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

S'agissant de la **région des Mirwa**, sa vulnérabilité est également due à son substrat géologique qui est dans sa majeure partie constituée de roches très susceptibles à l'altération, mais également à la permanence de longues et raides pentes, accentuée par l'abondance du réseau hydrographique constitué de cours d'eau à régime torrentiel. Cela se

traduit par un surcreusement des vallées et une intense dissection des versants avec des pertes annuelles en terres très élevées.

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

Ainsi les impacts induits par les changements climatiques futurs se traduiront-ils par l'amplification des inondations dans les basses terres, accélérations de l'érosion dans les versants escarpés des Mirwa et une forte dynamique fluviale dans l'ensemble des régions (MINATE, 2001).

b. Les écosystèmes naturels

La partie habitable du **lac Tanganyika** par la faune se limite à la couche superficielle jusqu'à 100 m de profondeur au large du Burundi sous l'influence des fluctuations de la température, de la direction et de la vitesse du vent. Les données de la température moyenne de l'eau, enregistrée par les services de l'IGEBU dans la couche superficielle en 1956-1957 et 1993-1994, sont respectivement de 25,99°C et 26,33°C, soit une augmentation de 0,34°C en 37 ans. Ce réchauffement semble également toucher les eaux profondes où la température est généralement stable (voir aussi IV.2).

D'après le rapport du projet BDI/98/G32, dans l'hypothèse des changements climatiques où les températures atmosphériques devraient avoir augmenté de 2,3°C selon les projections, l'élévation correspondante de la température dans les eaux superficielles sera de 1,9°C soit 28,23°C. Dans les eaux profondes, l'augmentation correspondante sera de 0,7°C, soit 24,16°C.

Ces augmentations de température vont affecter la couche oxygénée qui devrait se réduire de près de 17 m dans la situation de base et de 52,5 m en cas des changements climatiques. La profondeur moyenne de la thermocline, c'est-à-dire la zone de passage entre la couche des eaux chaudes de surface où se font les brassages et celle des eaux profondes plus froides et plus riches en nutriments, devrait remonter à moins de 47,5 m de profondeur en cas des changements climatiques comme le montre le tableau ci-après.

Tableau 14. : Simulation des températures et autres paramètres liés dans le lac Tanganyika en 2050 à partir des données historiques.

Année	T° en °C dans l'épilimnion	T° en °C dans l'hypolimnion	Niveau de la thermocline (m)	Epaisseur de la couche oxygénée (m)
1957	25.99	23.32	68	130
1994	26.33	23.46	55	100
2050, base actuelle	26.94	23.69	47.5	83
2050, change bas	27.34	23.86	42	70
2050, change haut	28.23	24.16	33	47.5

Source : Première communication nationale pour le Burundi, MINATE, 2001.

D'après ce tableau, la remontée de la thermocline à 33 m alors que la couche d'eau oxygénée aurait en moyenne 47,5 m va occasionner une disponibilité permanente des substances nutritives dans les couches peu profondes et donc favoriser une production primaire massive qui pourrait aller jusqu'à l'eutrophisation souvent marquée par le

développement de fleurs d'eau et de végétaux flottants. L'eutrophisation aura à son tour des incidences sur la composition de la faune des poissons : les poissons planctonnophages de surface seront favorisés, mais les prédateurs sélectifs et les espèces liées à des fonds clairs devront se déplacer vers des zones du lac qui sont plus favorables.

En ce qui concerne la zone littorale (à l'extrême Nord du lac Tanganyika), le même rapport indique que les fluctuations annuelles et interannuelles du niveau du lac Tanganyika de 1960 à 1996 montrent que le niveau moyen du lac a été de 775.09 m de profondeur. Si les conditions climatiques gardent leurs tendances actuelles, l'amplitude des fluctuations du niveau du lac, qui a été en moyenne de 78 cm pour la période de 1960-1996, sera de même ordre : c'est à dire de 66 cm dans les années à précipitations déficitaires et de 98 cm pour les années à précipitations excédentaires (voir le tableau 15 ci-dessous).

Tableau 15. : Fluctuations annuelles du niveau du lac Tanganyika

Année	Précipitations en mm		Fluctuation du niveau du lac en cm	
	Situation de base	Situation avec C.C.	Situation de base	Situation avec C.C.
61-96	2460	-	78	-
2010	2548	2653	85	93
2020	2457	2649	78	93
2030	2315	2563	66	86
2040	2717	3127	98	131
2050	2396	2797	73	105

Source : Première communication nationale pour le Burundi, MINATE, 2001.

En cas de changements climatiques, le niveau moyen du lac devrait augmenter et dépasser largement les 775 m d'altitude. Cette augmentation correspondrait à un accroissement de la zone littorale lacustre par rapport à la situation actuelle (MINATE, 2001).

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

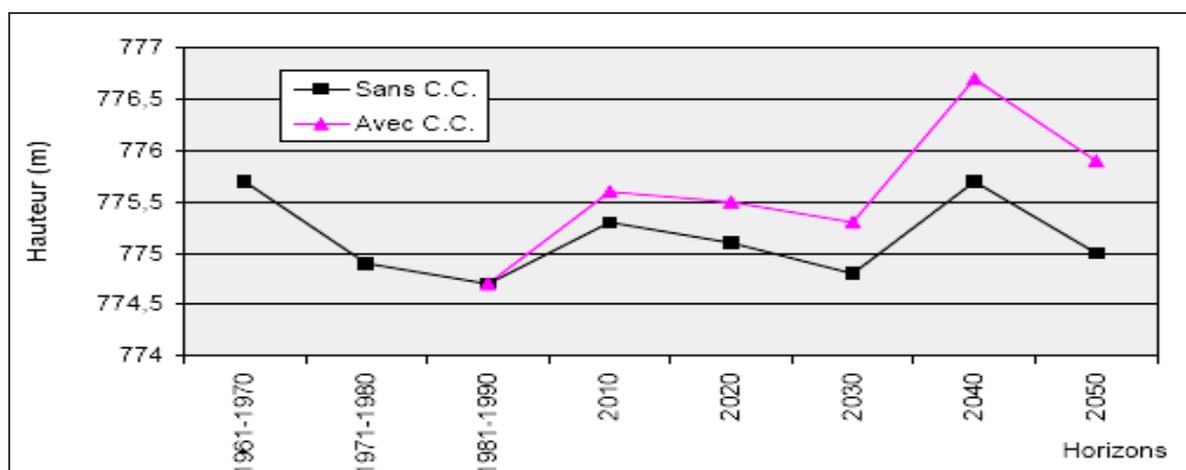


Figure 20 : Fluctuations du niveau moyen du lac Tanganyika.

Source : MINATE, 2001

Le **Delta de la Rusizi** est occupé par des micro-habitats et des associations végétales adaptées aux conditions d'inondation et d'exondation alternées sur un cycle annuel ou pluriannuel. En cas de poursuite des conditions actuelles, les écosystèmes du secteur delta de la Rusizi devraient continuer dans leur cycle actuel. Il aura des inondations des étangs de Gatumba pendant la saison des pluies, avec développement des associations végétales en fonction des gradients d'humidité et recul des eaux pendant la saison sèche jusque parfois à l'assèchement complet des étangs. En cas des changements climatiques, si le niveau du lac se maintient durablement à plus de 775 m, le secteur delta de la Rusizi, dans ses limites actuelles aura disparu sous le lac (MINATE, 2001).

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

La **forêt xérophile** du parc de la Rusizi devrait continuer à bien se porter si les conditions actuelles se prolongent d'ici 2050. En cas de changements climatiques, les conditions deviennent favorables au développement de la strate herbacée associée aux espèces sclérophylles qui pourrait donner, pendant la saison des pluies un aspect plus fermé à la forêt (MINATE, 2001). Cette évolution va malheureusement accentuer son attrait pour les populations voisines à la recherche de pâturages et de certains terrains agricoles, et par conséquent le risque de disparition si la protection par l'institut national pour l'environnement et la conservation de la nature (INECN) n'est vraiment pas effective.

La **forêt ombrophile** de la Kibira est quant à elle un écosystème très stable. Son existence est un facteur important de régulation du climat et tout doit être fait pour qu'elle soit préservée. Dans l'état actuel des connaissances, il est difficile de prédire l'ampleur des changements climatiques que pourrait induire une élévation de température de 2°C et des précipitations marquées par une alternance d'années excédentaires et des années déficitaires (MINATE, 2001). Toutefois, on peut penser que des vecteurs de maladies et autres microorganismes pathogènes des végétaux pourraient envahir cet écosystème, d'où alors une vigilance de la part des responsables chargés de la gestion de cet écosystème.

IV.4.6. Secteur énergie

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

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

Les scénarios de l'évolution des débits annuels des bassins versants de la Murembwe et de Rwegura, montrent que le débit moyen de la Murembwe varie entre 6,10 m³/sec à 6,45 m³/sec entre 2000 et 2050, soit une variation de 5,7 % ; celui de Rwegura passe de 1,645 m³/sec à 1,71 m³/sec, soit une variation de 4 % (MINATE, 2001).

Le potentiel étant proportionnel au débit, un accroissement des précipitations pourrait conduire à un accroissement des débits des rivières, donc à une production énergétique plus grande pour les centrales hydroélectriques en service et à la possibilité d'aménager des barrages plus importants pour les centrales hydroélectriques en projets, ce qui serait une bonne chose pour le pays étant donné que sa production/consommation d'énergie se situe très en dessous de la moyenne mondiale (voir tableau 11). Problème : l'effet des changements climatiques, entraînant un accroissement des précipitations, se traduit également par un accroissement général des apports en sédiments suite à l'érosion accrue avec comme conséquence un risque d'envasement rapide des barrages de retenue et de débordement si les déversoirs sont seulement dimensionnés pour évacuer les crues centenaires.

Les pertes électriques en ligne : dans un réseau électrique, les pertes augmentent avec la température. Pour chaque type de conducteur, on peut évaluer les pertes en ligne connaissant la conductivité et le coefficient de température. Les pertes de référence évaluées pour une longueur de ligne de 1470 km représentant 79 % du réseau montrent une augmentation faible mais progressive de 2000 à 2050. Les changements climatiques vont se traduire par des températures plus élevées dans le futur qui vont occasionner des pertes dans le réseau comme le montre le tableau ci-dessous.

Tableau 16 : Evolution de pertes électriques en ligne en %.

Année	Sans CC		Avec CC		Ecart (%)
	T (°C)	Pertes (%)	T (°C)	Pertes (%)	
2010	24.5	0.04	25.4	0.12	0.08
2020	24.6	0.05	25.9	0.17	0.12
2030	24.9	0.08	26.5	0.23	0.15
2040	25.1	0.09	27.0	0.27	0.18
2050	25.3	0.11	27.7	0.34	0.23

Source : Première communication nationale pour le Burundi, MINATE, 2001.

Quant à la consommation du bois énergie, les scénarios d'évolution de la consommation du bois énergie incluent : l'évolution projetée de la population dont le taux d'accroissement passerait de 2.8 % à 2.1% entre 2000 et 2050 et l'évolution de la consommation unitaire consécutivement à celle des paramètres macroéconomiques (urbanisation, revenus, etc.). Suite aux changements climatiques, la consommation unitaire sera modifiée suite à l'augmentation des températures. La durée d'utilisation devrait diminuer selon une règle de trois inverse et la consommation unitaire devrait être réduite de 2.93 kg/hab.j à 1.58 kg/hab.j, entre 2000 et 2050, soit une réduction de 46% comme on peut le voir dans le tableau suivant.

Tableau 17 : Consommation du bois énergie en l'absence et en présence des changements climatiques.

Année	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Consommation sans CC (kg/hab.j)	2.93	2.81	2.67	2.50	2.32	2.13
Consommation avec CC (kg/hab.j)	2.93	2.73	2.47	2.19	1.88	1.58

Source : Première communication nationale pour le Burundi, MINATE, 2001.

IV.5. Conclusion

L'inventaire d'émissions anthropiques des GES a montré que le Burundi est un très petit émetteur de gaz à effet de serre. Cependant, sa capacité d'émission reste beaucoup inférieure à la capacité de séquestration de telle sorte que les émissions nettes de GES certifiées par le protocole de Kyoto soient en faveur de la séquestration d'une valeur de 954.0410 Gg équivalent CO₂. Cette quantité séquestrée, qui est certes faible, pourra diminuer - à tel point que les émissions nettes soient positives - progressivement avec le développement des principaux secteurs socio-économiques du pays constituant des sources ou des puits de GES et qui sont : l'énergie, l'industrie, l'agriculture, l'aménagement du territoire et la foresterie ainsi que le secteur des déchets. D'où alors la nécessité de vigilance quant aux différentes méthodes de leur développement, afin de ne pas hypothéquer cette capacité de séquestration.

Les projections faites dans le cadre des études sectorielles d'atténuation des émissions anthropiques de GES au Burundi, et qui tiennent compte de l'évolution prévisible des paramètres socio-économiques tels que le taux de croissance de la population, le taux de croissance du PIB, mais également des projections des productions agricoles et d'élevage, du plan d'action en matière de foresterie, et des investissements prévus en matière d'équipements pour le traitement des déchets, ont établi que si aucune mesure d'atténuation n'est prise, les émissions anthropiques des GES vont régulièrement augmenter pour tomber dans des valeurs positives en termes d'émissions nettes.

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

Au niveau climatique, les changements prévus entraîneront une perturbation du cycle hydrologique influant ainsi sur le comportement régulier des paramètres hydrologiques comme la pluviométrie, l'évaporation, le ruissellement et l'écoulement dans les cours d'eau. L'augmentation des précipitations et des débits dans les cours d'eau se traduira également par une forte érosion sur les collines et des inondations dans les bas fonds. Ces phénomènes affecteront la qualité de l'eau par l'augmentation de la charge en matières solides en suspension, les cultures dans les bas fonds par l'envasement de ces terres, et pourront causer la destruction des ouvrages de traversées, d'irrigation, etc.

Le niveau d'hygiène des populations riveraines en sera affecté et l'eau polluée constituera à son tour une source de maladies épidémiques. La forte population rurale comme urbaine attendue à l'horizon 2050 aura une tendance à chercher de nouvelles sources d'approvisionnement en eau moins polluée, en l'occurrence l'eau de source. Cette eau fera l'objet d'une nouvelle concurrence et risquerait d'être insuffisante pour satisfaire les besoins des populations et devenir source de conflits.

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

Néanmoins, avec les changements climatiques, le pays verra son taux de consommation de bois modifié suite à l'augmentation des températures. Sa durée d'utilisation devrait diminuer et sa consommation unitaire devrait être réduite d'environ de moitié. Nous avons dans ce cas un aspect positif dans le secteur de l'énergie vis à vis des ressources ligneuses. Ces dernières seraient moins soumises aux pressions de la population (la biomasse représente plus de 90% du bilan énergétique total). Cela aurait pour conséquence la contribution au renforcement des puits de carbone.

Par ailleurs, il est aussi délicat de distinguer les effets des changements climatiques des autres pressions humaines. Toutefois, les effets des changements climatiques viennent renforcer ces pressions en plus de leurs effets directs.

Ainsi, toute mesure d'adaptation anticipée, soutenue et bien réfléchie s'avèrera-t-elle, en bout de ligne, plus efficace et moins coûteuse que toute improvisation obligatoire de dernière minute. En effet, le changement le plus petit peut avoir un impact significatif sur les changements climatiques.

CHAP.V. POLITIQUE D'ADAPTATION AUX EFFETS NEFASTES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

V.1. Introduction

Prenant acte de la réalité du réchauffement climatique dans la décennie 90 et la responsabilité humaine dans ces dérèglements, les dirigeants politiques ont initié une stratégie de lutte contre le réchauffement de la planète. Le protocole de Kyoto, qui entrant en vigueur le 16 février 2005 est l'exemple le plus actuel d'une stratégie de réduction des émissions de GES. Cette politique n'est toutefois pas sans diviser les pays industrialisés, peu enclins à remettre en cause leur mode de croissance, et les pays du sud inquiets pour leurs projets de développement.

Les recherches scientifiques internationales approfondies appuient la théorie selon laquelle le climat de la planète est en transformation. On semble de plus en plus sûr que les répercussions des changements climatiques sont une menace réelle à la sécurité du public et à la santé de l'économie. En effet, les informations fournies dans les chapitres précédents montrent bien que les changements climatiques sont une réalité, au Burundi comme ailleurs, et que leurs effets tant ponctuels que potentiels sont une évidence. Il reste alors à rassembler tous les moyens possibles à l'encontre de ce "fléau" car nous n'avons pas d'autres choix que de s'y adapter.

L'adaptation aux changements climatiques consiste à apporter des changements à notre mode de vie qui viseront par exemple à :

- Réduire les effets nuisibles des changements climatiques.
- Nous permettre d'exploiter les opportunités qui se présenteront.
- Nous préparer à composer avec leurs conséquences inévitables.

Nous avons vu précédemment que presque tous les secteurs de la vie socio-économique du Burundi sont vulnérables aux effets des changements climatiques se matérialisant par différents types d'impacts tant ponctuels que potentiels (voir aussi Chap. IV), ce qui constitue un ensemble d'indicateurs pertinents pour le pays quant à la variabilité du climat.

L'objectif ultime de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, tel que décrit dans l'article deuxième de cette Convention, est la stabilisation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique, et ce dans un délai suffisant pour que les écosystèmes puissent s'adapter naturellement aux changements climatiques, que la production alimentaire ne soit pas menacée et que le développement économique puisse se poursuivre d'une manière durable.

Il conviendrait alors, en attendant qu'une telle situation ne se présente, ce qui n'est pas toujours évident au vu des spéculations qui entourent le processus, que le Burundi puisse prendre conscience de l'ampleur de la situation actuelle sur les secteurs de sa vie socio-économique d'une façon générale.

Au nom du principe de précaution, le gouvernement, les collectivités, établissements publics et même privés doivent commencer par étudier les impacts des changements climatiques sous tous leurs aspects : économique, environnemental et sociétal, de façon à pouvoir y faire face à défaut de les prévenir. Ces aspects constituent autant d'enjeux que le pays devra prendre en compte dans la mesure du possible.

Au niveau environnemental, l'impact d'un réchauffement climatique sur les eaux du lac Tanganyika par exemple pourra avoir des effets néfastes sur la faune et la flore de l'écosystème (voir aussi IV.4.5 point b). La distribution géographique des espèces et écosystèmes pourra se modifier ; effets possibles sur les écoulements superficiels des eaux (érosion forte, avec possibilité de modification du paysage), sur les nappes d'eaux souterraines, sur les régimes hydriques des fleuves, etc.

Au niveau économique, la plus grande attention doit être portée sur le secteur agricole qui assure la survie de la population burundaise : modification des modes de production agricole c'est à dire durée des cycles de cultures, impacts sur les rendements, problème d'irrigation, modification des paysages agricoles, ...

Au niveau de la société, l'homme doit porter l'attention sur la santé et la qualité de la vie. Certains phénomènes comme les inondations, la désertification (sécheresse) pourront pousser une partie de la population à se déplacer (phénomène déjà observé dans le Nord-Est du pays), ce qui risquerait de générer des conflits envers les ressources qui seront devenues de moins en moins disponibles pour l'ensemble de la population.

Les incertitudes entourant le processus des changements climatiques ne devraient pas être une raison de retarder la mise en œuvre de mesures d'adaptation, elles devraient plutôt nous amener à nous concentrer sur les mesures d'adaptation susceptibles d'atténuer les vulnérabilités actuelles en augmentant les fourchettes d'adaptation et la capacité d'adaptation. Cela pourra se traduire par un renforcement des capacités et le transfert technologique.

V.2. Quelques actions déjà menées en matière d'environnement

Au Burundi comme partout ailleurs, les politiques de l'environnement constituent une préoccupation de plus en plus importante pour les autorités publiques et les scientifiques, mais aussi pour les populations vivant les territoires impliqués, d'une façon ou d'une autre, dans ces politiques.

Même si aucun cadre formel de coordination/collaboration n'est opérationnel, des initiatives de création de structures de gestion des catastrophes ont été tentées au niveau des institutions nationales, des organisations internationales et même non gouvernementales. Ceci parce que la prise en compte des problèmes relatifs à la gestion des ressources naturelles et à la préservation des équilibres écologiques apparaît aujourd'hui comme une priorité du gouvernement (Sinarinzi Evariste, 2005).

Dans le cadre de la gestion durable de l'environnement, un cadre légal ayant trait à une telle gestion se compose de textes légaux relevant du droit interne et des conventions internationales ratifiées par le Burundi. Les conventions et protocoles internationaux du domaine de l'environnement ayant des rapports directs avec la gestion des ressources naturelles et susceptibles de contrer les dangers sur ces dernières ainsi que les autres structures de gestion de l'environnement ont été une des préoccupations majeures pour le Burundi. C'est ainsi qu'il y a eu entre autres :

- La mise en place du Ministère de l'Aménagement du Territoire, du Tourisme et de l'Environnement dont l'une des principales missions lui confiées est la sauvegarde

des ressources naturelles et de l'environnement par la planification, la coordination, l'exécution et le suivi des programmes relatifs à l'Environnement.

- La mise en place de l'Institut National pour la Conservation de la Nature (INCN) devenu peu après l'Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature (INECN). Une Stratégie Nationale pour l'Environnement au Burundi (SNEB) a été élaborée et adoptée par le gouvernement Burundais, de même qu'un Plan d'Action Environnemental (PAE).
- Une loi portant Code de l'Environnement promulguée en 2000, avec pour objectif la gestion et la protection des ressources naturelles, de toutes les formes de dégradation et autres textes de loi.
- Un certain nombre de Conventions et protocoles internationaux relatifs à l'environnement et concourant à l'amélioration des conditions de vie des populations, ratifiées par le gouvernement Burundais, dont :
 - la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques,
 - la Convention sur la diversité biologique,
 - la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification,
 - la Convention de Vienne sur la protection de la couche d'ozone,
 - la Convention de Ramsar sur les zones humides,
 - le Protocole de Kyoto à la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques,
 - le Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone,
 - etc.

(Sinarinzi Evariste, 2005 ; <http://www.fao.org/DOCREP/004/X6776F/X6776F02.htm>).

Cependant, pour chacun de ces textes légaux, des lacunes et insuffisances qui empêchent d'atteindre les objectifs fixés peuvent être relevées. D'une manière générale, les lacunes les plus importantes et les contraintes liées à l'application et à l'efficacité des textes légaux et des conventions internationales peuvent être résumées comme suit :

- Plusieurs lois manquent de textes d'application sans lesquels elles demeurent largement inapplicables ;
- La plupart de ces lois ne prennent pas suffisamment en compte la nécessité d'une approche participative pourtant indispensable pour l'aménagement d'une législation environnementale efficace ;
- L'inefficacité de certains textes tient au fait que les moyens humains et matériels nécessaires à leur mise en application font défaut.

(Bararwandika Astère, 2001 ; <http://www.fao.org/DOCREP/004/X6776F/X6776F02.htm>).

Les interventions en cas de catastrophes et autres situations d'urgences ont été menées par les institutions nationales et internationales.

Au niveau des institutions nationales : l'organisation nationale de lutte contre la faim au Burundi (OLUCOF) a été instaurée en 1967 ; la gestion des catastrophes naturelles et autres situations d'urgences a été confiée au secrétariat général de la présidence de la république, transformé en secrétariat général de gouvernement depuis 1989. Un comité de coordination des aides pour secourir les victimes des pluies diluviennes de février 1989 a

été mis sur pied, récemment, un fonds de solidarité nationale pour la sécurité alimentaire afin de venir en aide aux personnes victimes de la famine a été créé par le gouvernement Burundais,... Mais on remarque que toutes ces structures n'ont été (ou ne sont) fonctionnelles que de manière ponctuelle car la situation continue à se détériorer dans le pays. Il y manque un aspect préventif dans leurs programmes d'action.

Au niveau des organisations internationales, ces dernières ont été toujours aux côtés des structures en charges de la gestion des catastrophes et urgences. Ainsi, l'OMS a prévu depuis 1992-1993 une ligne budgétaire pour faire face aux urgences et catastrophes surtout dans le domaine des soins de santé. De même l'Unicef est toujours intervenu dans la lutte contre les épidémies de paludisme dans les hauts plateaux et d'autres épidémies par le biais des ONGs par des actions d'approvisionnement en eau potable, d'hygiène, d'assainissement et des soins de santé. Le PAM est également intervenu en apportant son aide alimentaire aux populations sinistrées. Les organisations non gouvernementales intervenues sont entre autres le CED Caritas, la Croix-Rouge Burundi, la CICR, Solidarité, les MSF Belgique, France, Hollande et Austrian Relief Program (ARP) (Buyoya François Xavier et Kavuyimbo Vénant, 2006).

Ces actions sont certes louables, mais le problème est qu'elles restent toujours des interventions curatives et ne se manifestent que quand plusieurs victimes sont déjà enregistrées. De plus, l'accroissement de l'assistance humanitaire (surtout alimentaire) risquerait de rendre les populations toujours dépendantes de cette aide, au lieu de penser aux mécanismes visant à pouvoir prévenir des situations critiques. De tels mécanismes couplés à des interventions préventives pourraient améliorer la situation.

Au niveau sectoriel, dans l'histoire du Burundi, les pratiques d'adaptation lors des effets néfastes de variations climatiques ont toujours existé, mais elles restent archaïques car elles étaient et restent ponctuelles et ne peuvent pas tenir compte des changements climatiques dans l'espace et dans le temps étant donné même la complexité de ces derniers. A titre d'exemple :

- En cas de sécheresse prolongée, les éleveurs préfèrent déplacer leurs troupeaux le long des cours d'eau où ils peuvent trouver un petit léger mieux; ou carrément, ils se réfugient à l'intérieur comme à l'extérieur vers des régions où les pâturages naturels existent (Nsabimana Edmond, 2006).
- Face aux famines, à une époque plus ou moins reculée, les populations se déplaçaient vers les régions moins touchées par les événements extrêmes (sécheresse, invasion des criquets, etc.) où elles pouvaient trouver un léger mieux alimentaire. Dans ces régions, les gens offraient leur service sous forme de main d'œuvre et recevaient en contre valeur des denrées alimentaires. Une fois la situation redevenue normale, ils retournaient chez eux.
- Une autre forme traditionnelle d'adaptation des agriculteurs burundais consiste en la façon dont ils ont pu adapter la succession des cultures aux saisons culturales et plus particulièrement face aux attaques par les maladies et ravageurs des plantes. Les cultures les plus sensibles aux maladies fongiques étaient cultivées pendant les saisons à faible pluviosité, voire même les saisons sèches, alors que les cultures résistantes aux maladies et ravageurs étaient cultivées pendant les saisons très pluvieuses (Rusuku Gérard, 2006).

- Pour le cas de maladies à l'instar du paludisme par exemple, le gouvernement, par le biais du ministère de la santé publique, mène des interventions par des campagnes de pulvérisation dans les régions où la maladie est déjà observée. Il distribue également des moustiquaires imprégnées d'insecticides surtout à des femmes enceintes et enfants qui viennent en consultation. Malheureusement, selon les consultations régionales menées un peu partout dans le pays, ces moustiquaires ne sont pas utilisées par la population rurale, elles sont plutôt vendues au marché pour avoir de quoi manger (Buyoya François Xavier et Kavuyimbo Vénant, 2006). Ceci témoigne le manque de sensibilisation et d'éducation de la population en matière de santé préventive.

Ces quelques prémisses étant établies, nous allons essayer, dans la suite de ce chapitre consacré à la politique d'adaptation, de préconiser certaines mesures que nous jugeons adéquates pour une meilleure adaptation. Notre vision portera sur la communication, éducation et sensibilisation ; l'élaboration et la mise en œuvre des projets dans le cadre des programmes d'action nationaux aux fins de l'adaptation (PANA) ainsi que les possibilités d'exploiter le mécanisme de flexibilité offert par le protocole de Kyoto dit "Mécanisme pour un Développement Propre" (MDP). D'autres actions d'urgence à mener dans différents secteurs de la vie socio-économique du pays seront proposées. Nous allons surtout cibler les secteurs : santé, énergie, agriculture et ressources en eau.

V.3. Communication, éducation et sensibilisation

Afin de garantir que les liens entre les changements climatiques et l'environnement en général soient mieux compris et connus, il s'avèrera que tout le public soit associé, et ce par les actions de renforcement des capacités par la communication, l'éducation et la sensibilisation de l'ensemble des acteurs dans les différents secteurs impliqués et concernés par les changements climatiques, afin que les problèmes induits par ces derniers soient pris en compte dans les activités de développement.

Les pouvoirs publics de même que les organismes environnementaux, les établissements d'enseignement et le secteur privé peuvent tous jouer un rôle vital pour informer le public sur les changements climatiques. Comme il est essentiel que le public comprenne ce que c'est le phénomène des "changements climatiques", le gouvernement a le devoir d'élaborer une stratégie nationale pour l'éducation, la formation et la sensibilisation du public conformément à l'article 6 de la convention cadre des nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC).

Par ailleurs, les comportements de la population face à des phénomènes inhabituels ou aux changements climatiques sont liés au faible niveau d'instruction et surtout à l'ignorance. En plus, la culture de la prévention du risque n'est pas encore ancrée dans les habitudes des populations et même des dirigeants. C'est pourquoi les interventions n'arrivent que quand les dégâts commencent à se manifester en termes de pertes matérielles et de vies humaines car les structures en charges de la gestion se jettent des fois des responsabilités et s'ils agissent, ils le font de façon anarchique (Buyoya François Xavier et Kavuyimbo Vénant, 2006).

Pour que cette prise en compte soit effective, certaines actions devraient être menées :

- La formation des cadres nationaux dans le domaine des changements climatiques.

- L'information et la sensibilisation des décideurs.
- La création de nouvelles filières de formation dans les universités et autres établissements d'enseignement supérieur dans les domaines de la chimie et/ou physique de l'atmosphère et de l'énergétique par exemple, afin d'augmenter le niveau national des effectifs de cadres techniquement outillés pour l'analyse des changements climatiques.
- L'organisation d'ateliers et de séminaires thématiques de mobilisation des acteurs-clés : cadres techniques des différents ministères, les médias, les chercheurs, les jeunes (étudiants et lycéens), les élus locaux, etc.
- L'encouragement des clubs "changements climatiques", à côté des clubs d'environnement déjà existants dans les établissements d'enseignement tant publics que privés.
- Parallèlement, des bourses de formation et de perfectionnement devraient être sollicitées auprès de la communauté internationale pour la satisfaction de ce besoin de formation, car plus on connaît, plus on peut avoir un impact significatif dans sa communauté.

V.4. Elaboration et mise en œuvre d'un Programme d'Action National aux fins de l'Adaptation (PANA)

Le processus de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC) a mis en avant la situation particulière des Pays moins avancés (PMA) dans le paragraphe 9 de l'article 4 de la Convention. De plus, la Décision 5 de la 7^{ème} Conférence des Parties (5/CP. 7) reconnaît que les PMA ne disposent pas des moyens nécessaires pour régler les problèmes liés à l'adaptation aux changements climatiques. Enfin, la Décision 28/CP.7 établit des lignes directrices pour les Programmes d'Action Nationaux aux fins de l'Adaptation (PANA). Ces programmes doivent permettre aux PMA de définir des activités prioritaires à mettre en œuvre pour répondre à leurs besoins immédiats et à leurs préoccupations les plus urgentes en ce qui concerne l'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques.

Ces programmes sont justifiés par les capacités d'adaptation limitées des PMA et par leur besoin urgent d'un soutien spécifique qui leur permette de faire face aux effets néfastes des changements climatiques présents et à venir. Les PANA ne doivent pas constituer une fin en soi, mais un moyen pour les PMA de présenter et de négocier, à leur initiative, un programme d'action. Les activités les plus urgentes définies au cours du processus PANA seront ensuite soumises au Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) pour financement. (Klaus Broersma et al., 2004).

Par ailleurs, la 8^{ème} Conférence des Parties (CdP 8) a décidé d'organiser, en 2003, quatre ateliers de travail pour les PMA, afin d'accélérer le processus d'établissement des PANA : deux en Afrique, pour les PMA francophones et anglophones, un en Asie et un autre pour les Petits Etats insulaires en développement. Afin d'aider les pays à mettre en oeuvre les PANA de manière méthodique et efficace, le LEG a défini les différentes étapes à suivre pour l'établissement de ces programmes. C'est cette approche qui a été adoptée dans les quatre ateliers de travail PANA qui se sont tenus en 2003 à la demande des Parties à la

Convention [à Apia (Samoa) en mars 2003, à Adis Abeba (Ethiopie) en juin 2003, à Thimphu (Bhoutan), en septembre 2003, à Ouagadougou (Burkina Faso) en octobre 2003].

Le schéma général du processus des PANA repose sur huit étapes réparties en trois grandes parties : la première partie présente un aperçu de l'ensemble du processus PANA, en mettant l'accent sur la formation de l'équipe nationale PANA et sur les méthodes et outils participatifs et constitue la première étape. La deuxième partie donne un aperçu de l'étude de vulnérabilité dans le processus PANA et des liens avec l'adaptation, elle regroupe les étapes deux, trois et quatre. La troisième partie est axée sur la hiérarchisation des actions immédiates, sur la base de critères soigneusement sélectionnés du processus PANA et se termine par la formulation des profils de projets ; elle regroupe les étapes cinq à huit.

Ces étapes sont :

- Formation d'une équipe pluridisciplinaire,
- Synthèse des documents disponibles,
- Evaluation participative de la vulnérabilité,
- Consultation du public,
- Compilation d'une liste d'activités potentielles,
- Classement des critères par ordre de priorité,
- Classement des activités,
- Etablissement des profils de projets.

(Klaus Broersma et al., 2004).

Il est important de rappeler ici que le processus PANA devrait reposer entièrement sur l'initiative du pays et être créatif car les particularités locales sur les changements climatiques s'imposent. Les équipes PANA devraient également faire elles-mêmes leur choix parmi les concepts et les techniques à utiliser pour la formulation des PANA.

Dans le cas du Burundi, la synthèse sur les études de vulnérabilité a montré que tous les secteurs vitaux de l'économie nationale sont affectés par le phénomène de variabilité et des changements climatiques. On peut ainsi imaginer les conséquences sur une population aussi démunie qui vit des ressources naturelles essentiellement agricoles. En outre, le caractère limité de ces dernières est aggravé par ce phénomène des changements climatiques. Les stratégies d'adaptation qui existent sont notamment celles basées sur les connaissances traditionnelles, ne tenant pas compte des changements climatiques (voir V.2). Il faut nécessairement intervenir dans le milieu avec des technologies productives et plus respectueuses de la conservation de l'environnement. Dans ce cadre, l'élaboration des programmes d'action nationaux aux fins de l'adaptation aux changements climatiques (PANA) viendraient à point nommé pour le Burundi et peut constituer un élément important dans la stratégie de lutte contre la pauvreté.

V.5. Mécanisme pour un Développement Propre (MDP)

Le mécanisme pour un développement propre (MDP) créé par le protocole de Kyoto, fait partie des mécanismes dits "mécanismes de flexibilité" dans le cadre de limiter les émissions de GES. Entré en vigueur le 16 février 2005, le protocole de Kyoto engage les pays industrialisés à réduire, entre 2008 et 2012, leurs émissions de GES de 5% par rapport à leurs niveaux de 1990.

Dans le cadre du Mécanisme pour un développement propre (MDP), un mécanisme souple du Protocole, les entreprises peuvent suppléer à leurs engagements au niveau national en achetant des émissions à moindre coût dans les pays en développement. En conséquence, les projets mis en œuvre dans les pays en développement bénéficieront d'une nouvelle source de financement en vue d'un développement durable dans les secteurs de l'énergie, de l'industrie et de la gestion des déchets, de la restauration des sols, et des technologies non polluantes. Les pays industrialisés peuvent ainsi respecter une partie de leurs obligations au titre de Kyoto, tout en permettant que la menace d'un changement climatique soit atténuée à un coût général moindre (voir aussi I.1.6).

Cela se traduira par un transfert technologique qui vise à contrôler, limiter les émissions de GES et permettre une adaptation appropriée aux changements climatiques sans hypothéquer le développement économique. Il s'agira de développer des conventions entre les institutions nationales et les institutions étrangères dans le domaine des nouvelles technologies et principalement les énergies renouvelables.

Pour le cas du Burundi, nous avons vu plus haut que le secteur de l'énergie est responsable des émissions de GES, bien qu'elles soient en faible quantité : 847.6214 Gg éq. CO₂ (voir tableau 10). Mais avec la croissance démographique et le développement économique attendus ainsi que les besoins énergétiques qui se font sentir dans le pays, les émissions de GES issues de ce secteur devront sans doute augmenter. Dans ce contexte les projets MDP sont potentiellement bien appréciés :

- dans le renforcement des capacités nationales en matière de production de l'énergie hydroélectrique,
- dans le renforcement des puits du CO₂,
- dans la maîtrise des énergies renouvelables (énergie solaire, biogaz,...).

Dans le secteur industriel, nous savons que les objectifs du développement durable, au Burundi comme dans d'autres pays en développement, restent : l'éradication de la pauvreté, la satisfaction des besoins essentiels pour la population et la croissance économique comme cela a été déclaré à Johannesburg lors du sommet mondial sur le développement durable : "*Nous estimons que l'élimination de la pauvreté, l'adaptation des modes de consommation et de production, ainsi que la protection et la gestion viable du stock de ressources naturelles nécessaires au développement économique et social sont des objectifs primordiaux du développement durable et en sont aussi les conditions préalables*"³. Or, le Burundi est l'un des pays les plus pauvres au monde (voir l'IDH, II.5.1.). Pour atteindre ces objectifs, il doit s'organiser pour mettre en place des stratégies visant à mieux produire. Mais, parallèlement, il va également continuer à compter sur les aides extérieurs parmi lesquelles les investissements étrangers qui viendraient s'ajouter aux investissements alloués au transfert technologique dans les projets MDP.

Compte tenu des gros investissements dans les secteurs énergétique et industriel, il s'agira de bénéficier du transfert technologique pour assurer une efficacité énergétique optimale des nouvelles installations et réduire au maximum les émissions des gaz à effet de serre et des polluants. Ainsi, cette promotion des secteurs énergétique et industriel s'accompagnera de la création d'emplois. Les projets MDP contribuent non seulement à la réduction des

³ ONU, 2002. Déclaration politique présentée par le Président du Sommet de Johannesburg sur le développement durable.

émissions de GES, mais aussi au développement durable du pays hôte. Le pays profitera ainsi des mesures d'atténuation ou de réduction des grands émetteurs et la coopération internationale se renforcera.

Le mécanisme pour un développement propre (MDP) est donc un mécanisme volontaire qui a un double objectif :

- Permettre aux pays en voie de développement d'accéder à des capitaux, du savoir et des technologies nouvelles tout en restant conformes à leurs stratégies de développement durable.
- Aider les pays développés à atteindre leurs objectifs de réduction des émissions en GES réglementés par le protocole de Kyoto.

Les bénéfices en termes de GES, de chaque projet relevant du MDP seront mesurés suivant des méthodes agréées au niveau international et seront quantifiés en unités standards, définies en tant que "Réductions d'Emissions Certifiées" (REC). Celles-ci sont exprimées en tonnes d'émissions de CO₂ évitées. Mais, en attendant que de tels projets ne soient élaborés et mis en œuvre, certaines actions peuvent être menées au niveau sectoriel.

V.6. Actions à mener au niveau sectoriel

La vulnérabilité des secteurs de la vie socio-économique du pays doit pousser ce dernier à renforcer les capacités dans les secteurs clés du pays en attendant que des solutions internationales attendues ne fassent des effets remarquables. Les secteurs les plus directement liés à la vie quotidienne de l'être humain pourront être privilégiés : santé, énergie, agriculture, ressources en eau.

V.6.1. Santé publique

En matière de santé publique, le premier objectif d'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques consiste à réduire les cas de maladies et de souffrance ainsi que de mitiger leurs effets sur les écosystèmes naturels et les collectivités. La situation de la santé appelle à un programme à moyen et long terme pour lutter contre les vecteurs de ces maladies et éduquer la population afin de l'amener à des meilleurs comportements envers la protection, l'amélioration et la promotion de la santé. Il s'avère alors impérieux de :

- Renforcer la capacité du secteur de santé à gérer les risques posés par les changements climatiques pour la santé et le bien-être humain, surtout parmi les groupes les plus vulnérables de la population notamment les enfants, les personnes âgées et les personnes handicapées.
- Gérer les risques sanitaires pour la population de façon méthodique et complète pour que la question des changements climatiques soit intégrée aux cadres de gestion existants au lieu d'être traitée à part.
- Accroître la sensibilisation aux mesures d'adaptation dans les milieux professionnels et chez le public car l'efficacité de l'adaptation sera tributaire du degré de sensibilisation et d'engagement de tous.

- Sensibilisation du public pour l'adoption des mesures d'hygiène et assainissement permettant de prévenir dans la mesure du possible les maladies du péril fécal.
- Anticiper la vaccination lorsque les conditions climatiques des situations d'épidémies sont constatées voire soupçonnées (principe de précaution).
- Lutter contre les vecteurs de maladies à l'instar du paludisme par la promotion de l'utilisation de la moustiquaire imprégnée à grande échelle, une action qui sera précédée par l'éducation de la population sur l'utilité de ce produit.

Pour la santé humaine, la politique nationale de santé publique continuera à être basée sur la lutte préventive ; une lutte permanente sera menée contre la prolifération des sources de contamination et de pollution qui réduisent les efforts de prévention. Une attention particulière sera accordée à la qualité de l'air, de l'eau et de la salubrité des aliments.

V.6.2. Energie

Les impacts majeurs observés des changements climatiques sont : un accroissement des pertes dans le système de transport et de distribution de l'énergie électrique, une réduction possible de la production hydroélectrique et une réduction de la consommation de bois par habitant. Par ailleurs, le manque d'énergie est à la base de la plus faible diversité des activités économiques en milieu rural ce qui entraîne la pauvreté. A cette fin une promotion en matière d'énergie est plus qu'une nécessité.

- Augmentation du taux d'accès de la population à l'énergie hydroélectrique : comme l'énergie est la base du développement économique et social, cette augmentation pourra réduire la pauvreté surtout en milieu rural par la diversification des activités économiques. Cela se traduira par le regroupement de la population en village car un habitat dispersé sur un relief accidenté constitue une contrainte majeure à l'approvisionnement en énergie et en eau.
- Promotion des équipements économes d'énergie : cette option a pour but d'accroître l'efficacité des équipements domestiques utilisant le bois-énergie étant donné qu'au Burundi, la consommation d'énergie reste dominée par les sources ligneuses, à savoir le bois, le charbon de bois et les déchets végétaux essentiellement. La promotion de l'utilisation des foyers améliorés serait la mieux indiquée pour diminuer les pressions sur les écosystèmes boisés afin de renforcer par voie de conséquence les puits du carbone.
- Promotion des énergies renouvelables : cette option vise à favoriser l'utilisation des énergies nouvelles et renouvelables notamment l'énergie solaire photovoltaïque à grande échelle à travers une politique de baisse du prix d'achat des équipements. Cette promotion de prix pourrait par exemple se faire par une suppression des obstacles financiers et technologiques, suppression des taxes douanières (exonération) à l'importation, subvention de prix à travers les banques, le secteur privé, les caisses d'épargne, etc. Cette option est bien adaptée pour le pays surtout qu'il y a une grande étendue où le réseau électrique est inexistant.

Dans ce même domaine, il faudra arrêter un programme de réhabilitation de toutes les installations de biogaz, d'éolienne et de solaire, et si possible la construction de nouvelles en passant par la redynamisation du Centre d'Etudes Burundais des

Energies Alternatives (CEBEA) ayant les activités de recherche appliquée et de diffusion des énergies alternatives dans ses attributions.

Au niveau du secteur de l'énergie, le plan d'action visera plusieurs objectifs : la sauvegarde des ressources naturelles du pays (donc ici les ressources ligneuses), l'amélioration de la qualité de l'environnement, la réduction des effets de la pollution sur la santé et la création d'emplois.

V.6.3. Agriculture

L'agriculture burundaise est une agriculture de subsistance, on comprend donc que sa vulnérabilité constitue une fatalité pour le pays si rien n'est fait dans l'immédiat. A l'heure actuelle certaines actions sont envisageables par le pays en exploitant certaines opportunités potentielles :

- Le gouvernement du Burundi, à travers les institutions de recherche nationales (ISABU, UB, CNTA,...) et régionales (IRAZ,...), pourra développer des recherches sur les variétés adaptées aux changements climatiques attendus. Il convient alors de se pencher surtout sur des espèces alternatives.
- Etant donné que la sécheresse n'est pas un pur hasard et la dégradation écologique mettant à nu les collines et les montagnes, il faudra penser à une gestion intégrée des boisements du pays.
- Les rivières burundaises constituent un bon départ du Nil pour le bonheur des paysans Egyptiens. Cette eau passe à une centaine de mètres des villages sans pour autant en profiter au maximum. Si on sait qu'un puits d'eau permet de cultiver les légumes et fruits dans le désert (les oasis), pourquoi une rivière ne permettrait-elle pas d'irriguer les champs burundais ? Donc nécessité en période de sécheresse d'exploiter le plus possible des cours d'eau dans l'agriculture par irrigation.
- Les marais burundais sont cultivés 4 mois par an. Or, la terre reste fertile et irriguée douze mois sur douze. En d'autres termes ces marais peuvent assurer 3 récoltes par an, ce qui permettrait d'avoir des récoltes de soudures en cas de sécheresse.
- Mobiliser et restaurer les écoles des assistants agricoles et encadreurs qui soient proches des paysans pour les aider dans leurs pratiques agricoles.
- Penser à la conservation des eaux et des sols par l'amélioration des techniques anti-érosives existantes permettant la conservation de l'humidité du sol, l'augmentation du couvert végétal et partant l'augmentation de la pluviosité. Pour cela, effectuer l'aménagement des fossés anti-érosifs et la plantation d'herbes fixatrices sur les courbes de niveau afin de permettre l'infiltration latérale des eaux et limiter les phénomènes d'érosion par lessivage.
- La dégradation du sol burundais devrait être contrée par les mesures visant à assurer sa fertilité en recourant à des engrais organiques par le biais des pratiques de compostages à grande échelle et l'amélioration des méthodes d'élevage.
- Aménager les marais afin de permettre l'irrigation des cultures en saison sèche et de contrer les inondations dans les bas fonds pendant les saisons pluvieuses.

- Récupérer et stocker les eaux de pluies dans des barrages de retenue collinaire ou dans des fosses aménagées pour réduire l'inondation sur les collines.

Sans doute il faudra revoir toute la politique agricole, améliorer les méthodes existantes marquées par une agriculture de subsistance et les tendre vers celles qui permettra à l'agriculteur de produire avec garantie de pouvoir vivre de son métier : labourage, semailles, sarclage, désinfection, récoltes, marchés, consommation locale et/ou exportation, conservation des produits agricoles. Il faudra donc penser aux méthodes d'amélioration de la qualité minérale et organique des sols cultivés et de conservation des produits agricoles dans des conditions qui garantissent leurs qualités nutritives et sanitaires.

V.6.4. Ressources en eau

D'après l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), une information qualitative et quantitative sur l'eau douce, sa disponibilité et son utilisation est indispensable pour un développement durable. En outre, la plus grande partie des ressources en eau du monde est utilisée pour la production agricole. De plus, l'aménagement des ressources en eau joue un rôle essentiel dans l'augmentation de la productivité alimentaire et la réalisation de l'objectif de la sécurité alimentaire. Ainsi, le Burundi doit-il faire des efforts, dans les limites de ses moyens, pour mener à bien les actions suivantes en matière de ressources en eau :

- Réalisation de barrages de régulation du régime des cours d'eau.
- Combinaison de l'utilisation des eaux de surface et des eaux souterraines pour la satisfaction des besoins en eau.
- Protection contre les inondations surtout sur les terrains en pente qui pourraient affecter les eaux de source dans les vallées.
- Protection contre la pollution de l'eau (mise en place d'un réseau de suivi de la qualité des eaux)
- Information, éducation et sensibilisation du public pour la gestion durable de la ressource en eau. La sensibilisation à la protection et à la bonne gestion des ressources en eau est une activité prioritaire dans le programme d'éducation environnementale, pour amener la population et les privées à une gestion participative de l'eau en tant que ressource limitée et vulnérable.
- Rationalisation des eaux de pluie dans la mesure du possible dans les ménages par l'installation des puits d'épuration, étant donné que le pays se situe dans une zone tropicale caractérisée par des pluies abondantes.
- La mise en place d'une banque nationale de données et d'informations sur l'eau. En effet, la planification du développement du pays en général et la mise en valeur des ressources en eau en particulier, doivent se baser sur des données et informations fiables, traitées et développées en fonction des objectifs, pour permettre la prise de décision dans la gestion intégrée de la ressource en eau.

- Le plan d'action en matière de ressources en eau devra intégrer la conservation du sol, la protection, la conservation et l'extension forestière et l'aménagement des bassins versants.

V.7. Conclusion

Nous venons de proposer ci-dessus une série de mesures à mettre en œuvre pour pouvoir s'adapter aux effets néfastes des changements climatiques. Cependant, la plupart d'entre elles nécessitent de gros investissements que le Burundi n'est pas à mesure de financer à lui seul, étant donné que les moyens techniques et financiers dont il dispose ne sont pas suffisants. Il devra alors continuer à renforcer la coopération internationale pour avoir plus d'investissements destinés à l'aide au développement qui pourront contribuer au financement de certaines de ces actions.

Nous sommes aussi persuadé que le fondement des mesures d'adaptation tire son profit sur le rapport coût/bénéfice ou coût/efficacité. Tout ce qui est norme de sécurité revient à choisir quelle part de risques est assumée collectivement et quelle part est à la charge de la population. Or, on sait que toutes les actions qui seront menées aux fins de l'adaptation serviront à améliorer les conditions de vie et le bien-être de la population. Plus encore elles pourront sauver des vies humaines d'une façon générale. Cela revient à se demander ce que vaut une vie humaine ou le bien-être en termes monétaires ; ce qui n'est pas facile à évaluer. Toutefois, les dépenses qui seront affectées dans les stratégies aux fins de l'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques couvriront les coûts qui seront évités en ce qui concerne les soins médicaux en cas de maladies et les pertes de productivité dans les différents secteurs de la vie économique du pays. Les bénéfices pourront se manifester dans l'avenir notamment au niveau de la productivité, la lutte contre la pauvreté (étant donné que certaines de ces activités sont génératrices d'emplois), l'amélioration de l'état de l'environnement, la préservation de la diversité biologique, etc.

CONCLUSION GENERALE

Les communautés scientifique et politique internationales reconnaissent maintenant que les changements climatiques constituent un risque qu'il faut contrer par des mesures d'adaptation qui exigent une réponse mondiale. Le Burundi doit être partie prenante de cette résolution internationale

Si, à partir des années quatre-vingt, le phénomène des changements climatiques, fortement médiatisé, a fait l'objet de nombreuses polémiques, cette problématique fait aujourd'hui l'unanimité sur la scène scientifique internationale. En effet, la problématique des changements climatiques, plus connue du monde public sous le nom, bien qu'inexact, d'effet de serre, a fait l'objet de nombreux débats dès le début des années quatre-vingt-dix jusqu'à ce jour. Les recherches dans ce domaine sont coordonnées par le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), un réseau international de chercheurs et d'experts qui a permis d'en estimer les impacts ainsi que les mesures d'adaptation souhaitables. Les changements climatiques vont en effet bien au delà d'un simple réchauffement global, avec des conséquences directes sur l'économie, les populations humaines et les écosystèmes.

Cette problématique est très particulière, complexe et difficile à gérer dans ce sens que :

- des émissions de GES, même localisées, ont un impact au niveau mondial ;
- on constate un écart extrêmement important selon les pays au niveau de leurs émissions, les pays les moins impliqués en termes d'émissions étant pourtant globalement les plus vulnérables ;
- les comportements individuels sont concernés au même titre que les politiques nationales et internationales.

Selon certaines hypothèses scientifiques, les dinosaures auraient disparu après qu'un astéroïde géant, entré en collision avec la Terre, eut projeté un tel nuage de poussières dans l'atmosphère que le monde aurait été plongé dans l'obscurité pendant 3 ans. Nombreux sont les chercheurs qui pensent aujourd'hui que les êtres humains ont déclenché, par leurs actions, un phénomène tout aussi destructeur et que, au courant de ce siècle, les changements climatiques dépasseront en ampleur tous ceux qui sont survenus sur notre planète depuis l'aube de la civilisation (<http://usinfo.state.gov/journals/itgic/0497/ijgf/frgj3.htm>).

Dans le cadre de ce travail, nous avons étudié la problématique des changements climatiques, leurs origines, leurs effets et leurs enjeux ; l'adaptation y relative s'avère une chose non moins facile pour les pays en développement surtout africains, comme le Burundi, ne disposant pas de moyens techniques et financiers suffisants pour se lancer dans des politiques tout aussi ambitieuses.

Pour le cas du Burundi, les changements climatiques sont une réalité au pays bien que sa contribution aux émissions nettes de GES tels que réglementés par le protocole de Kyoto, responsables de ces changements, reste encore négative (- 954.0410 Gg équivalent CO₂). Néanmoins, les impacts tant ponctuels que potentiels pèsent lourdement sur le pays, beaucoup plus que sur les pays grands émetteurs : paradoxe ! Ces changements ont et auront davantage d'incidences sur la vie des êtres humains, les systèmes écologiques et

l'économie du pays si jamais le pays ne fasse un effort pour mener des actions de nature à pouvoir s'y adapter.

Dès lors que les impacts des changements climatiques sont effectivement ressentis dans nombreux domaines et que quels que soient les efforts déployés pour réduire les émissions de GES le réchauffement climatique devra se poursuivre pendant des dizaines d'années, il s'avère alors impérieux de s'y préparer. C'est ainsi que le gouvernement du Burundi devra prévoir la définition d'une stratégie d'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques et le lancement d'un certain nombre d'actions plus ponctuelles considérées comme particulièrement urgentes dont nous avons eu le soin de préconiser plus haut.

Recommandations

A l'heure actuelle, les changements climatiques sont l'enjeu mondial environnemental le plus important. La Conférence des Nations Unies sur les changements climatiques en a témoigné par la présence de 189 pays lors de la réunion à Montréal du 28 novembre au 9 décembre 2005 pour se concerter sur les efforts à fournir au niveau planétaire pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Il nous appartient à tous d'agir ; c'est ainsi que nous aimerions formuler les quelques recommandations suivantes :

- Le Burundi devrait travailler en partenariat, sur le plan bilatéral et multilatéral avec des pays de l'annexe I pour l'inciter à investir dans les domaines de l'énergie (production de l'hydroélectricité, solaire, biogaz) et de l'industrie pour assurer le développement durable.

- Le Burundi devrait envisager le renforcement des capacités car c'est l'un des points clés de la réussite des programmes de développement durable envisagé. En outre, il conditionne l'élaboration de programmes nationaux, de politiques et mesures ainsi que les transferts de technologies. Pour ce, il devrait créer des synergies entre les politiques des différentes institutions concernés par les phénomènes des changements climatiques.

- Le Burundi devrait gérer la question des changements climatiques avec une véritable concertation et une coordination suffisantes par les partenaires gouvernementaux tels que les ministères ayant dans leurs attributions la santé publique, l'intérieur et la sécurité publique, l'agriculture et l'élevage, l'aménagement du territoire, le tourisme et l'environnement, la défense nationale et la solidarité nationale.

- Le Burundi devrait mettre sur pied un comité national inclusif de gestion des urgences et des catastrophes et lui doter d'instruments suffisants afin qu'il puisse intervenir, dans la mesure du possible, dans la prévention, l'alerte précoce et la riposte.

- Le Burundi devrait, dans l'immédiat, appeler des experts qualifiés pour l'identification des projets MDP possibles dans les secteurs énergétique et industriel du pays.

- Le Burundi devrait placer la question d'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques comme une composante écologique dans un système de gestion intégrée pour un développement durable. Pour ce faire, il devrait s'inspirer d'expériences qui sont en train d'être menées ailleurs pour les adapter au mieux au contexte actuel du pays.

- En dehors des spéculations politico-économiques des pays industrialisés, responsables de ce "fléau" humanitaire que sont les changements climatiques, la communauté

internationale devrait se pencher sur le sort à réserver à ces pays les plus vulnérables aux effets néfastes des changements climatiques, dont fait partie le Burundi par excellence, dépourvus de moyens adéquats de s'y adapter. Ces derniers, au lieu de contribuer aux émissions des GES, ils en constituent plutôt les puits. Par ailleurs, des mesures d'équité qui figurent dans l'article 3 de la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques devraient jouer un rôle important pour un pays comme le Burundi qui est parmi les pays les plus démunis.

- Le Burundi devrait également revoir sa politique démographique et l'intégrer aux politiques sociales qui traitent une série d'objectifs de réduction de la pauvreté et de développement humain. Il conviendrait de mettre un accent particulier sur l'amélioration de la santé infantile et juvénile, l'éducation des filles et sur l'amélioration générale du statut de la femme. Ces mesures en elles-mêmes seraient susceptibles d'apporter des avantages importants. En outre, elles pourraient parvenir plus efficacement à réduire les taux de natalité élevés que les politiques visant essentiellement à diminuer les naissances.

Quelles perspectives ?

- Un autre inventaire des GES pour le Burundi est indispensable pour avoir une idée de l'évolution de ses émissions par rapport aux autres pays, mais aussi approfondir les recherches sur les impacts potentiels des changements climatiques et élaborer le plan de préservation et/ou d'extension des puits pour le pays.
- Des projets d'opérationnalisation des politiques ci-haut proposées sont nécessaires et ces projets tiendront compte du contexte actuel du pays et de l'évolution du climat dans le temps.
- Mener des recherches sur les potentialités que peut offrir le lac Tanganyika dans l'avenir surtout dans les domaines de l'énergie et de ressources en eau potable.

Au terme de ce travail, nous restons tout de même optimiste mais vigilant parce que nous savons que l'importance accordée à l'environnement reste largement dépendant du moment, des discours et des priorités politiques et des groupes d'intérêt. Chaque jour, nous devrions nous réapproprier la gestion de notre environnement. Malgré les incertitudes qui entourent la question des changements climatiques, les indicateurs actuels et potentiels devraient permettre au monde d'agir. Au delà des spéculations, il faudrait faire confiance en le génie qui a créé les moyens technologiques qui détruisent la planète pour qu'il invente, cette fois-ci, ceux qui la sauvegarderaient un jour. Tout cela pourrait se faire par le biais de la promotion des projets de recherche-développement.

BIBLIOGRAPHIE

Les publications :

- Bararwandika Astère, 2001. L'étude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA).
- Bidou J. E., Ndayirukiye S., Ndayishimiye J.P. et Sirven P., 1991. Géographie du Burundi.
- Buyoya François Xavier et Kavuyimbo Vénant, 2006. Programme d'action national pour l'adaptation aux changements climatiques : secteur santé. Rapport provisoire.
- Caro Mathias et Besson Françoise, 2005. L'énergie et l'eau au Burundi. Missions économiques, fiche de synthèse (revue par Alland François).
- Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (CITEPA), 1984. Combustion et émissions des polluants, calculs des facteurs de conversion et expressions des émissions. Etudes documentaires n° 77.
- Ernest Harsch, 2003. La faim gagne du terrain en Afrique.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 2001. Bilan 2001 des changements climatiques : les éléments scientifiques, 3^{ème} rapport d'évaluation du GIEC.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 2001. Bilan 2001 des changements climatiques : conséquences, adaptation et vulnérabilité, 3^{ème} rapport d'évaluation du GIEC.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 2001. Bilan 2001 des changements climatiques : mesures d'atténuation, 3^{ème} rapport d'évaluation du GIEC.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 2001. Incidences de l'évolution du climat dans les régions, évaluation de la vulnérabilité en Afrique.
- International Energy Agency (IEA), 2005. CO₂ emissions from fuel combustion. Statistics.
- Jancovici Jean-Marc, 2005. L'avenir climatique, quel temps ferons-nous ?
- Klaus Broersma, Thomas Downing et Jean-Philippe Thomas, 2004. Programmes d'Action Nationaux d'Adaptation (PANA), Une sélection d'exemples et d'exercices tirés des ateliers régionaux de préparation aux PANA dans le cadre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) pour les pays les moins avancés (PMA).
- Nsabimana Edmond, 2006. Préparation du plan d'action national d'adaptation aux changements climatiques (pana) du secteur élevage.
- Organisation des Nations Unies (ONU), 1992. Convention cadre des nations unies sur les changements climatiques : texte de la convention.

Organisation des Nations Unies (ONU), 1997. Protocole de Kyoto à la convention cadre des nations unies sur les changements climatiques : texte du protocole.

Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), 2005. Aider à construire un monde libéré de la faim. Rapport au comté de la sécurité alimentaire.

Organisation Nations Unies (ONU), 2002. Rapport du sommet mondial pour le développement durable.

Organisation Nations Unies (ONU), 2002. Sommet mondial pour le développement durable. Projet de déclaration politique présenté par le Président du Sommet de Johannesburg sur le développement durable.

Philippe Cornelis, 2002. Réduction des gaz à effet de serre, le cas de la région bruxelloise.

Pierre Castella, Fabrice Flipo, Carlos de Freitas, Marie Frémondrière, Olivier Lauchard, Loetitia De Marez et Jacques Pinon, 2003. Changements climatiques : équité et solidarité internationale.

Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), 2002. Les conséquences des changements climatiques en Afrique, cartes et graphiques essentiels.

Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), 2003. Rapport national sur le développement humain au Burundi.

Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), 2005. La coopération internationale à la croisée des chemins: l'aide, le commerce et la sécurité dans un monde marqué par les inégalités ; rapport mondial sur le développement humain.

Projet BDI/98/G32, 2000. Communication Nationale sur les Changements Climatiques. Inventaires des gaz à effet de serre. Module : Energie ; Procédés Industriels ; Agriculture ; Changements d'affectation des terres et foresterie ; Déchets.

- Analyse d'atténuation des gaz à effet serre. Module : Energie, Agriculture, Aménagement du Territoire et foresterie
- Etudes de vulnérabilité et d'adaptation aux changements climatiques : Module : Energie, Agriculture, Ecosystèmes naturels, Santé, Ressources en eau.

République Démocratique du Congo (RDC), 2000. La communication nationale initiale de la RDC sur les changements climatiques.

République du Burundi, ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement (MINATE), 2001. Inventaires des gaz à effet de serre au Burundi, modules : énergie ; procédés industriels ; agriculture ; changements d'affectation des terres et foresterie ; déchets. Rapport de synthèse.

République du Burundi, ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement (MINATE), 2001. Première communication nationale sur les changements climatiques.

République du Burundi, ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement (MINATE), 2000. Rapport du pays à la conférence des parties à la convention sur la diversité biologique.

République du Rwanda, 2005. Communication nationale initiale relative à la convention cadre des nations unies sur les changements climatiques.

Rusuku Gérard, 2006. Programme national d'adaptation aux changements climatiques du secteur agriculture.

Sinarinzi Evariste, 2005. Etude de base sur la mise en œuvre du mécanisme de développement propre et proposition de projets MDP au Burundi. Rapport final.

Sinarinzi Evariste, 2005. Vulnérabilité du secteur des ressources en eau et actions prioritaires d'adaptation aux changements climatiques. Rapport provisoire.

United Republic of Tanzania, 2003. Initial national communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

Véronique Bélanger, 2001. Fiche de synthèse sur la convention cadre des nations unies sur les changements climatiques.

World Wildlife Fund (WWF), 2002. Impact of climate change on life in Africa.

Références Internet :

- <http://blog.france2.fr/energie-pour-demain/index.php/2006/05/31/29081-quest-ce-que-le-protocoeel-de-kyoto> [consulté le 06 juin 2006].
- http://unfccc.int/portal_francophone/essential_background/convention/convention_bodies/constituted_bodies/items/3272.php [consulté le 14 juillet 2006].
- <http://users.swing.be/tsunami/recif.htm> [consulté le 14 avril 2006].
- <http://usinfo.state.gov/journals/itgic/0497/ijgf/frgj3.htm> [consulté le 10 avril 2006].
- <http://www.aedev.org/spip.php?article1355> [consulté le 28 juillet 2006].
- <http://www.arib.info/flash-info.htm> [consulté le 18 mai 2006].
- <http://www.bi.unpd.org/fr/leburundi.htm> [consulté le 15 mai 2006].
- http://www.changementclimatique.blogspot.com/03.qu_est_ce_que_le_changement_climatique/ [consulté le 12 décembre 2005].
- <http://www.droitshumains.org/alimentation/actu03/05urgence.htm> [consulté le 10 juillet 2006].
- <http://www.fao.org/DOCREP/004/X6776F/X6776F02.htm> [consulté le 10 juillet 2006].
- <http://www.fao.org/nouvelle/global/gw0008-f.htm> [consulté le 10 juillet 2006].
- http://www.gfmer.ch/Actvites_internationales_Fr/Burundi.htm [consulté le 30 novembre 2005].
- <http://www.greenfacts.org/fr/glossair/abc/changement-clmatique.html> [consulté le 05 décembre 2005].
- <http://www.grida.no/climate/vitalafrica/francais/evidence.htm> [consulté le 13 avril 2006].
- <http://www.hcci.gouv.fr/lecture/note/nl154.htm> [consulté le 20 décembre 2005].
- http://www.indexmundi.com/fr/burundi/esperance_de_vie_a_la_naissance.html [consulté le 10 juillet 2006].

http://www.quid.fr/2006/Transports_Routiers/Parc_Automobile/1 [consulté le 17 mars 2006].
<http://www.who.int/countries/bdi/fr/> [consulté le 10 juillet 2006].
<http://www.worldbank.org/afr/findings/french/ffind120.htm> [consulté le 28 juillet 2006].

Autres sites Internet :

ARIB (Association de Réflexion et d'Information sur le Burundi) :
<http://www.arib.info/>

Centre d'échange du Burundi :
<http://www.biodiv.bi>

Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
Le site de la convention : <http://unfccc.int>
dont un portail francophone : http://unfccc.int/portal_francophone/items/3072.php

FAO (Food and Agriculture Organization):
http://www.fao.org/index_fr.htm

GIEC ou Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) :
<http://www.ipcc.ch>

OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economique) :
http://www.oecd.org/department/0,2688,fr_2649_34361_1_1_1_1_1,00.html

OMM (Organisation Météorologique Mondiale) :
<http://www.wmo.ch/index-fr.html>

PNUD (Programme des Nations Unies pour le Développement) :
<http://www.undp.org/french/>

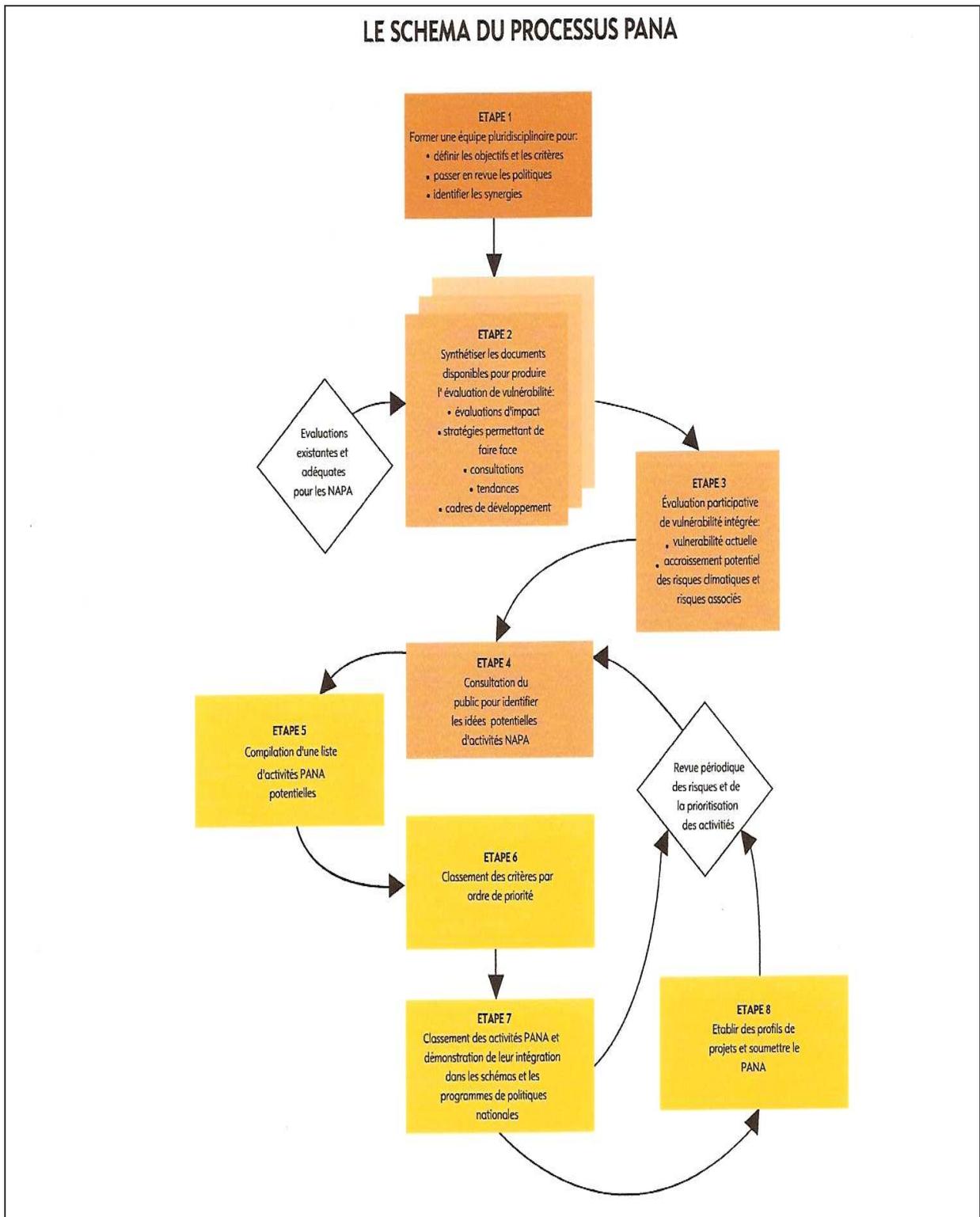
PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement) :
<http://www.unep.org/french/>

Site privé de Jancovici Jean-Marc :
<http://www.monicore.com>

WWF (World Wildlife Fund) :
<http://www.panda.org/>

ANNEXE

ANNEXE 1



Source : Klaus Broersma et al., 2004

ANNEXE 2

Gaz		Durée de vie (années)s	Potentiel de réchauffement global (intervalle de temps en années) globe (Horizon de temps)		
			20 ans	100 ans	500 ans
Dioxyde de carbone	CO ₂		1	1	1
Méthane ^a	CH ₄	12,0 ^b	62	23	7
Oxyde nitreux	N ₂ O	114 ^b	275	296	156
Hydrocarbures fluorés					
HFC-23	CHF ₃	260	9400	12000	10000
HFC-32	CH ₂ F ₂	5,0	1800	550	170
HFC-41	CH ₃ F	2,6	330	97	30
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	29	5900	3400	1100
HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	9,6	3200	1100	330
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	13,8	3300	1300	400
HFC-143	CHF ₂ CH ₂ F	3,4	1100	330	100
HFC-143a	CF ₃ CH ₃	52	5500	4300	1600
HFC-152	CH ₂ FCH ₂ F	0,5	140	43	13
HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	1,4	410	120	37
HFC-161	CH ₃ CH ₂ F	0,3	40	12	4
HFC-227ea	CF ₃ CHFCF ₃	33	5600	3500	1100
HFC-236cb	CH ₂ FCF ₂ CF ₃	13,2	3300	1300	390
HFC-236ea	CHF ₂ CHFCF ₃	10	3600	1200	390
HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	220	7500	9400	7100
HFC-245ca	CH ₂ FCF ₂ CHF ₂	5,9	2100	640	200
HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	7,2	3000	950	300
HFC-365mfc	CF ₃ CH ₂ CF ₂ CH ₃	9,9	2600	890	280
HFC-43-10mee	CF ₃ CHFCHFCF ₂ CF ₃	15	3700	1500	470
fluorées					
SF ₆		3200	15100	22200	32400
CF ₄		50000	3900	5700	8900
C ₂ F ₆		10000	8000	11900	18000
C ₃ F ₈		2600	5900	8600	12400
C ₄ F ₁₀		2600	5900	8600	12400
c-C ₄ F ₈		3200	6800	10000	14500
C ₅ F ₁₂		4100	6000	8900	13200
C ₆ F ₁₄		3200	6100	9000	13200
Éthers et éthers halogénés					
CH ₃ OCH ₃		0,015	1	1	<<1
HFE-125	CF ₃ OCHF ₃	150	12900	14900	9200
HFE-134	CHF ₂ OCHF ₂	26,2	10500	6100	2000
HFE-143a	CH ₃ OCF ₃	4,4	2500	750	230
HCFE-235da2	CF ₃ CHClOCHF ₂	2,6	1100	340	110
HFE-245fa2	CF ₃ CH ₂ OCHF ₂	4,4	1900	570	180
HFE-254cb2	CHF ₂ CF ₂ OCH ₃	0,22	99	30	9
HFE-7100	C ₄ F ₉ OCH ₃	5,0	1300	390	120
HFE-7200	C ₄ F ₉ OC ₂ H ₅	0,77	190	55	17
H-Galden 1040x	CHF ₂ OCF ₂ OC ₂ F ₄ OCHF ₂	6,3	5900	1800	560
HG-10	CHF ₂ OCF ₂ OCHF ₂	12,1	7500	2700	850
HG-01	CHF ₂ OCF ₂ CF ₂ OCHF ₂	6,2	4700	1500	450

Source : GIEC, 2001

ERROR: undefined
OFFENDING COMMAND: !PS-Adobe-3.0

STACK:

621611851