



FEM

REPUBLIQUE DU BURUNDI

**MINISTRE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE,
DU TOURISME ET DE L'ENVIRONNEMENT**

**PROJET « Préparation du Plan d'Action National
d'Adaptation aux Changements Climatiques »
-----Projet PANA-----**

ETUDES DE VULNERABILITE ET D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES AU BURUNDI

THEME : ECOSYSTEMES TERRESTRES

par

Nzigidahera Benoît

Consultant National

BUJUMBURA, Mai 2006

SIGLES ET ABREVIATIONS

ACB:	Analyse coûts/bénéfices
ACE:	Analyse coût/efficacité
AMC:	Analyse multicritère
B.P.:	Before present
CCNUCC:	Convention des Nations Unies sur les Changements Climatiques
GES :	Gaz à effet de serre
INECN:	Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature
J.C :	Jesus Christ
PANA :	Plan d'action national d'adaptation aux changements climatiques
PMA:	Pays les moins avancés

LISTE DES FIGURES

- Fig. 1 : Distribution des forêts au Burundi dans les années 60'
- Fig. 2: Carte des aires protégées du Burundi
- Fig. 3 : Distributions altitudinale de la végétation de montagne
- Fig. 4 : Végétation de l'horizon moyen de la forêt de la Kibira, à Bugarama avec 2200m d'altitude.
- Fig. 5 : Zone de transition entre la végétation de l'horizon supérieur (1) et de l'étage sub-alpin (2) à la Réserve naturelle de Monge.
- Fig. 6: Dégradation de la fruticée laissant place à la prairie altimontaine et des affleurement rocheux sur le mont Heha.
- Fig. 7 : Stades de régénération des forêts naturelles de la Crête Congo-Nil
- Fig. 8 : Forêt claire dominée par le genre *Brachystegia* à Muyange
- Fig. 9 : Photo illustrant la distribution de la végétation du Parc National de la Ruvubu sur différents niveaux altitudinaux à Karuzi.
- Fig. 10: Situation de la végétation de la plaine de la Rusizi en 1951
- Fig. 11: Situation de la végétation de la plaine de la Rusizi en 1962
- Fig. 12 : Situation de la végétation de la plaine de la Rusizi en 1972
- Fig. 14 : Précipitations moyennes annuelles (1950-1980) (Bikwemu, 1991)
- Fig. 13: Situation de la végétation de la plaine de la Rusizi en 1980
- Fig. 15 : Bosquet xérophile de Bugesera
- Fig. 16: Forêt de Montagne de la Réserve de Monge visualisant des trouées d'origine anthropique
- Fig. 17: Installation des pelouse rases par suite du surpâturage à Ruteme, commune Bugarama
- Fig. 18 : Evolution de la forêt de montagne de la Kibira-Nyungwe au cours de 20 dernières années
- Fig. 19 : Défrichement culturaux dans la forêt claire de Rumonge
- Fig. 20 : Dégradation de la crête de montagne suite aux feux de brousse répétitifs à Ruyigi
- Fig. 21 : Le surpâturage et les feux de brousses répétés réduisent les bosquets en pelouses rases
- Fig. 22: Défrichement cultural par coupe rase des bosquets xérophiles à Murehe

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Synthèse des données paléoclimatologies et évolution de la forêt de montagne

Tableau 2: Evolution régressive dans la forêt ombrophile de montagne

Tableau 3 : Les Problèmes et solutions lis aux changements climatiques par zone écologique

Tableau 4: Matrice des impacts, vulnérabilités et options d'adaptation

Tableau 5: Critères de sélection des options prioritaires et pondération y relatives

Tableau 6: Attribution des notes aux options par rapport aux critères

Tableau 7: Attribution des valeurs standardisées aux options par rapport aux critères

Tableau 8: Attribution des notes pondérées aux options par rapport aux critères

Tableau 9: Le classement des options par rapport aux scores obtenus

TABLE DES MATIERES

RESUME EXECUTIF.....	6
INTRODUCTION	10
CHAPITRE I : CADRE DU PROGRAMME D'ADAPTATION.....	12
I.1. ECOSYSTEMES TERRESTRES	12
I.2. SYSTEME CLIMATIQUE DU BURUNDI	15
I.2.1. Situation générale du climat	15
I.2.2. Situation avec les changements climatiques.....	16
I.3. INFLUENCE DU SYSTEME CLIMATIQUE SUR LES ECOSYSTEMES TERRESTRES.....	16
I.3.1. Forêt ombrophile de Montagne	16
I.3.1.1. Evolution de la forêt ombrophile de montagne au cours des temps géologiques	16
I.3.1.2. Influence altitudinale dans la distribution de la végétation	18
I.3.1.3. Systèmes évolutifs de la forêt ombrophile de montagne.....	21
I.3.2. Forêts claires.....	24
I.3.2.1. Evolution des forêts claires au cours des temps géologiques.....	24
I.3.2.2. Fonctionnement et répartition du Miombo.....	25
I.3.2.3. Système évolutif des forêts claires	26
I.3.3. Savanes du Parc National de la Ruvubu.....	27
I.3.4. Bosquets xérophiles et forêt sclérophylle de la plaine de la Rusizi.....	28
I.3.5. Bosquets xérophiles de Bugesera	30
CHAPITRE II: RECENSEMENT DES BESOINS ESSENTIELS EN MATIERES D'ADAPTATION.....	34
II.1. EVALUATION DES IMPACTS ET DE LA VULNERABILITE DANS LES CONDITIONS ACTUELLES ET EN CAS DE CHANGEMENTS CLIMATIQUES.....	34
II.1.1. Impacts sur les écosystèmes terrestres	35
II.1.1.1. Forêt ombrophile de montagne	35
II.1.1.2. Forêts claires	39
II.1.1.3. Savanes de l'Est	42
II.1.1.4. Bosquets xérophiles et forêt sclérophylle de la plaine de la Rusizi	44
II.1.1.5. Bosquets xérophiles de Bugesera.....	45
II.2. PERCEPTION DES COMMUNAUTES LOCALES SUR LES EFFETS NEFASTES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	47
II.3. OPTIONS POSSIBLES D'ADAPTATION	47
CHAPITRE III : IDENTIFICATION DES OPTIONS PRIORITAIRES.....	49
III.1. ECOSYSTEMES TERRESTRES DANS LE CONTEXTE POLITICO- ECONOMIQUE NATIONAL	49
III.2. IDENTIFICATIONS DES CRITERES	50
III.3. CLASSIFICATION DES OPTIONS PRIORITAIRES.....	51
III.4. IDENTIFICATION DES PROJETS PRIORITAIRES	54
BIBLIOGRAPHIE.....	63
ANNEXE.....	65

RESUME EXECUTIF

INTRODUCTION

Le Burundi est beaucoup préoccupé d'élaborer un plan stratégique d'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques. L'élaboration du présent document sur les écosystèmes terrestres est une des études prévues dans ce cadre. Cette étude sur les écosystèmes naturels terrestres vise l'évaluation concertée de leur vulnérabilité aux variations actuelles du climat et aux phénomènes météorologiques extrêmes. Elle vise également l'évaluation des régions où les changements climatiques augmentent les risques associés. Cette étude devra aussi identifier les principales mesures d'adaptation aux changements climatiques fondées sur une évaluation de la vulnérabilité et des stratégies d'adaptation. Ainsi, sur base des critères soigneusement choisis et à travers des concertations et consultations entre différentes parties prenantes, l'étude devra identifier les activités prioritaires pour répondre aux besoins résultant des effets néfastes des changements climatiques et formuler en fin de compte des projets y relatifs.

I. CADRE DU PROGRAMME D'ADAPTATION

I.1. Ecosystèmes terrestres

Le Burundi comprend les écosystèmes terrestres forestiers et écosystèmes ouverts. Au niveau des forêts, on distingue les forêts ombrophiles de montagne, forêts claires, forêt sclérophylle à *Hyphaene benguellensis* et forêt mésophile périguinéenne. Les formations ouvertes comprennent les savanes et bosquets xérophiles. Suite aux actions anthropiques diverses, cette végétation a été déforestée ou fragmentée avec comme conséquence des pertes énormes des écosystèmes forestiers. Les étendues protégées ne représentent que 4,5 % du Burundi.

I.2. Système climatique du Burundi

Le Burundi comprend deux saisons. De Juin à Septembre, c'est la saison sèche alors que d'Octobre à Mai, c'est la grande saison de pluies. En Janvier, on observe généralement une petite saison sèche qui dure 15 jours. Malgré ce schéma général des saisons, on observe des complications locales sous l'influence du relief caractérisé par la présence des plaines, des plateaux, des massifs montagneux et des dépressions, influençant la répartition des paramètres climatiques, en l'occurrence les précipitations et les températures de l'air. Il importe de noter que depuis une décennie, on observe une certaine tendance climatique en faveur d'une longue saison sèche de Mai à Octobre et dans les régions périphériques (Kumoso, Bugesera, Imbo), la saison sèche dure 6 à 7 mois.

Les résultats de simulation des changements climatiques aux horizons temporels 2000-2050 font ressortir une hausse de la pluviométrie variant de 3 à 10 % et une augmentation de la température de 0,4°C tous les 10 ans, soit un accroissement de 1,9°C en l'an 2050.

I.3. Influence du climat sur les écosystèmes terrestres

L'évolution de la **forêt ombrophile de montagne** au cours des temps géologiques montre que la végétation de la crête Congo-Nil a subi des modifications influencées par les anciens changements climatiques. L'influence altitudinale dans la distribution de la végétation de montagne crée un système d'étagement visualisant les formations végétales de l'étage montagnard comprises entre 1600 m et 2500 m d'altitude et comprenant trois horizons. Au delà de 2500 m, il se développe une végétation du type afro-subalpin constituée par des fruticées sclérophylles. Suivant l'étagement et les horizons, il y a un gradient de température constant égal à 0,6°C pour 100 m d'élévation et cela crée des conditions climatiques différentes suivant l'altitude, les conditions très sévères se situant dans l'étage subalpin.

L'évolution des **forêts claires** au cours des temps géologiques montre que le climat à caractère chaud et humide a favorisé un important développement des formations boisées à *Brachystegia*. Sous un climat relativement aride, les forêts claires, dominées par des genres *Brachystegia*, *Julbernardia* et *Isobertlinia*, entretiennent des liaisons symbiotiques avec des hyphes des champignons Hyménomycètes. Le système évolutif des forêts claires est tel que dans un milieu récemment défriché et labouré, les espèces de remplacement donnent rapidement place aux arbustes de savanes. Les espèces du genre *Uapaca*, précurseurs des forêts claires s'installent et seront remplacées, à leur tour, par les espèces de *Brachystegia* et *Julbernardia*.

Le Parc National de la Ruvubu est essentiellement dominé par **des savanes**. La conformité paysagique du Parc National de la Ruvubu joue un grand rôle dans la distribution de la végétation. On distingue des savanes boisées à *Parinari curatellifolia*, principalement situées au bas des piémonts qui bordent la rivière Ruvubu, des savanes arbustives et arborescentes des crêtes, des pentes abruptes et dalles latéritiques et des savanes herbeuses limitées à certaines crêtes et bas-fond de la vallée de la Ruvubu.

La plaine de la basse Rusizi est couverte des **bosquets xérophiles et forêt sclérophylle** soumis à des conditions écologiques diverses et sévères, un profil plat dans l'ensemble et un climat très aride avec des pluies très inégalement réparties au cours de l'année. Le sol est généralement bon mais avec une hydromorphie exagérée. D'une façon générale, les effets combinés du climat et le système hydrique ont façonné l'évolution de la végétation de la plaine de la Rusizi.

Subissant un climat à caractère aride très prononcé, **les bosquets xérophiles** de Bugesera constituent une formation végétale très adaptée dans les conditions les plus dures. Dans l'ensemble, il convient de noter ce caractère xérique très accusé de la végétation qui est naturellement conforme aux données climatologiques, visualisant une aridité très prononcée dans la région.

II. RECENSEMENT DES BESOINS ESSENTIELS EN MATIERE D'ADAPTATION

II.1. Evaluation des impacts et de la vulnérabilité dans les conditions actuelles et en cas de changements climatiques

La question qui nous intéresse est de savoir la tendance évolutive des écosystèmes terrestres, en nous basant sur les données météorologiques projetées à l'horizon 2050.

Au niveau de l'étage sub-alpin de forêt de montagne à partir de 2500 m d'altitude, l'augmentation de la température de 2°C implique l'atténuation de la rigueur du climat. La végétation sub-alpine composée essentiellement des Ericaceae devra ainsi reculer voire même disparaître sur plusieurs étendues. Au niveau des horizons de l'étage afro-montagnard, il pourrait se passer une sorte de modification interne à l'écosystème difficile à percevoir, sans qu'il y ait des pertes notables des espèces. Cela étant liée au fait que la végétation de cet étage porte des potentialités naturelles avec des caractères de territorialité et d'homogénéité strictes. Cependant, le caractère fugace des communautés de substitution dans des zones cultivées trouvera barrière à l'évolution vers le climax suite aux changements climatiques. Les grands problèmes enregistrés à ce niveau sont la disparition de la végétation de l'étage sub-alpin accompagné des pertes des espèces ; la dégradation de la forêt ombrophile de montagne et l'aggravation de l'ampleur des feux de brousses.

Au niveau des forêts claires des zones assez arides, les futurs changements climatiques donnent à penser à une expansion importante de ces formations végétales. Cependant, un envahissement de quelques espèces très résistantes est envisageable. La dynamique évolutive induite par des précipitations intenses sera remarquable au niveau des savanes qui chemineront le cortège jusqu'à l'installation des forêts claires. Mais, les forêts claires et les savanes y associées sont cibles des coupes rases culturales et des feux de brousse répétitifs. Ce sont ces actions néfastes de l'homme qui pourront dégrader les forêts claires et ouvrir la voie à la sécheresse qui occasionnera une perte très importante de la biomasse et rendra très agressifs les nombreux herbivores, rongeurs et surtout les termites devenus non maîtrisables dans la région.

Les grands problèmes enregistrés liés aux changements climatiques sur les forêts claires sont la dégradation des forêts claires avec pertes des espèces; l'aggravation de l'ampleur des feux de brousses et l'installation des terres nues riches en tumulis termitiques.

Au niveau des savanes de l'Est, les conditions climatiques projetées en 2050 sont très favorables au processus évolutif des savanes. La dynamique des savanes est telle qu'en cas de conditions favorables, les savanes herbues évoluent en savanes arbustives qui, à leur tour, cèdent la place aux savanes boisées et arborescentes. Ce sont ces dernières qui donneront naissances aux forêts claires. Cependant, les savanes étant cibles des feux, ce sont ces derniers, amplifiés par des sécheresses très longues et dures, qui constitueront une barrière à l'évolution progressive.

En conclusion, les grands problèmes enregistrés sont la dégradation des savanes avec pertes d'espèces, l'aggravation de l'ampleur des feux de brousses et l'installation des déserts rocheux.

Au niveau des bosquets xérophiles et forêt sclérophylle de la plaine de la Rusizi, les changements climatiques envisagés ne peuvent pas induire une évolution régressive pour les formations végétales déjà adaptées aux conditions dures. Sous ces conditions climatiques, les bosquets xérophiles et la forêt sclérophylle à *Hyphaene* devraient continuer à bien se porter. On pourrait ainsi assister à l'évolution des bosquets vers le stade forestier. Cette évolution pourrait cependant s'arrêter suite aux actions de l'homme dans une plaine très convoitée. Les grands problèmes ainsi retenus sont la dégradation des bosquets et forêts à *Hyphaene* et l'installation du désert dans la plaine de la Rusizi.

Les bosquets xérophiles de Bugesera très adaptées à l'aridité la plus sévère du pays ne pourront pas être perturbés par des pluies abondantes et une montée de température de 2°C. La précipitation ne peut avoir comme conséquence que le maintien voire même l'évolution des végétations à des stades beaucoup plus avancés. Mais, la montée de température pourra faire barrière à cette évolution. Tout porte donc à admettre que la xérophilie sera toujours de règle dans les décennies prochaines. Par contre, dans les milieux de dégradation très poussée, la sécheresse très rigoureuse et longue ne pourra pas permettre la régénération de la végétation capable d'évoluer vers les bosquets. Les grands problèmes à prévoir sont la disparition progressive des bosquets avec pertes d'espèces et l'installation du désert.

II.2. Perception des communautés locales sur les effets néfastes des changements climatiques

Les événements climatiques que les populations locales ont vécus depuis longtemps se traduisent par des inondations, des cyclones dévastateurs, des sécheresses dures et longues et des érosions. Les grandes préoccupations des populations sur les écosystèmes terrestres sont les feux de brousse; l'exploitation irrationnelle des ressources forestières et la disparition progressive du couvert végétal.

II.3. Options possibles d'adaptation

L'analyse faite sur les impacts et la vulnérabilité des écosystèmes terrestres aux changements climatiques montre finalement que les conditions climatiques des prochaines décennies pourraient être favorables au développement de la végétation. Cependant, les effets combinés de la sécheresse et des actions anthropiques causeront une dégradation des écosystèmes. Les problèmes ainsi retenus sont les suivants :

- Dégradation des forêts claires de Kumoso, des bosquets de Bugesera, des savanes et pertes des espèces
- Dégradation des bosquets et de la forêt à *Hyphaene* de la Réserve naturelle de la Rusizi, des savanes du Parc National de la Ruvubu et des forêts claires des Réserves de l'Est et du Sud
- Aggravation de l'ampleur des feux de brousses
- Installation des déserts à l'Est, dans la plaine de la Rusizi et à Bugesera du Burundi, dans la plaine de la Rusizi et à Bugesera
- Disparition de la végétation de l'étage sub-alpin et des pertes des espèces
- Dégradation de la forêt ombrophile de montagne du Parc National de la Kibira, des Réserves de Monge, Mpotsa, Bururi, vyanda

Les options possibles définies pour arrêter les effets néfastes de changements climatiques sont :

- Renforcer la conservation des aires protégées
- Lutter contre les feux de brousse dans tous les milieux naturels du Burundi
- Mettre en défens des savanes et forêts claires de la dépression de Kumoso, toutes les collines boisées de Murehe et les crêtes de la Région de Ruyigi
- Reconstituer les zones très dégradées avec des essences adaptées
- Sensibiliser et informer les décideurs et les autres partenaires, y compris les communautés locales sur les effets néfastes des changements climatiques
- Mener une étude pour l'utilisation rationnelle des feux de gestion dans le Parc National de la Ruvubu.

IV : IDENTIFICATION DES OPTIONS PRIORITAIRES

IV.2. Identifications des critères

La concertation engagée au niveau du pays à travers les ateliers régionaux et des réunions de toutes les parties prenantes a permis de fixer tout un ensemble de critères ayant pour base les spécificités du pays. Pour déterminer les critères de classification, l'analyse multicritère (AMC) qui combine l'ACB et l'ACE a été utilisée. Les critères ainsi définis sont les suivants :

- Gestion durable de l'environnement
- Coût
- Aptitude d'adaptation
- Lutte contre la pauvreté
- Sécurité alimentaire
- Prévention des risques climatiques
- Promotion de la femme
- Croissance économique.

IV.3. Classification des options prioritaires

Les six options d'adaptation aux changements climatiques ont été analysées chacune par rapport aux critères en suivant les lignes directrices du PANA. Le classement des options est ainsi présenté suivant l'ordre décroissant :

- Lutter contre les feux de brousse dans tous les milieux naturels du Burundi
- Renforcer la conservation des aires protégées
- Mettre en défens des savanes et forêts claires de la dépression de Kumoso, toutes les collines boisées de Murehe et les crêtes de la Région de Ruyigi
- Reconstituer les zones très dégradées avec des essences adaptées
- Sensibiliser et informer les décideurs et les autres partenaires, y compris les communautés locales sur les effets néfastes des changements climatiques
- Mener une étude pour l'utilisation rationnelle des feux de gestion dans le Parc National de la Ruvubu

IV.4. Identification des projets prioritaires

En nous basant sur la similarité qui existe entre ces options prioritaires, nous avons fait le regroupement qui nous a permis de définir les types de projets importants d'adaptations aux changements climatiques. Les projets ainsi définis sont :

1. Projet Education à l'adaptation aux changements climatiques
2. Projet de préservation des milieux naturels
3. Projet Réhabilitation des milieux dégradés

INTRODUCTION

CONTEXTE

Le programme d'action national d'adaptation (PANA) aux changements climatiques est un mécanisme, au sein de la Convention des Nations Unies sur les Changements Climatiques, propre aux pays les moins avancés (PMA) conçu pour les assister à identifier des options d'adaptations prioritaires aux changements climatiques et pour constituer le levier à une dynamique de financement des options prioritaires ainsi identifiées par les partenaires au développement. Le Burundi figure parmi ces PMA en même temps qu'elle est signataire et ayant ratifié toutes les conventions issues de Rio, en particulier la CCNUCC et son protocole dit Protocole de Kyoto, la Convention sur la biodiversité et la Convention sur la lutte contre la désertification. A ce titre, le Burundi se lance actuellement au processus de préparation de son PANA, un processus qui devra suivre toutes les étapes prévues à travers les lignes directrices y relatives. L'élaboration du présent document sur les écosystèmes terrestres est donc une des études prévues dans cette phase préliminaire pour compléter les données déjà disponibles dans la première communication que le Burundi a produite en 2001 et qui constitue la base fondamentale de laquelle le PANA devra s'inspirer.

Le choix des écosystèmes dans le processus d'élaboration du PANA est fondé sur le fait qu'ils sont aujourd'hui très exposés aux changements climatiques avec comme conséquences les inondations, l'érosion, la disparition des espèces, les sécheresses induites par des actions anthropiques, elles mêmes à l'origine de production importante des gaz à effet de serre.

En tenant compte des perturbations climatiques (sécheresse, inondation) observées ces dernières années et plus particulièrement dans certaines régions du Nord et Nord-Est du pays, le Burundi est beaucoup préoccupé d'élaborer un plan stratégique d'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques. Pour ce faire, il s'avère indispensable de mieux comprendre le système climatique du Burundi et ses nouvelles tendances afin de proposer des actions appropriées d'adaptation.

OBJECTIFS DE L'ETUDE

Cette étude sur les écosystèmes naturels terrestres vise l'évaluation concertée de leur vulnérabilité aux variations actuelles du climat et aux phénomènes météorologiques extrêmes. Elle vise également l'évaluation des régions où les changements climatiques augmentent les risques associés. Cette étude devra aussi identifier les principales mesures d'adaptation aux changements climatiques fondées sur une évaluation de la vulnérabilité et des stratégies d'adaptation. Ainsi, sur base des critères soigneusement choisis et à travers des concertations et consultations entre différentes parties prenantes, l'étude devra identifier les activités prioritaires pour répondre aux besoins résultant des effets néfastes des changements climatiques et formuler en fin de compte des projets y relatifs.

METHODOLOGIE

La méthodologie appliquée dans cette étude sur les écosystèmes terrestres est articulée sur les axes suivants :

- Une collecte d'informations bibliographiques et leur synthèse sur les effets néfastes des changements climatiques sur les écosystèmes terrestres.
- Une enquête sur terrain à travers des ateliers régionaux dans les 4 zones écologiques du pays. Il s'agit d'une approche participative associant les parties prenantes, en particulier les communautés locales. Celles-ci sont en mesure de fournir de l'information sur les stratégies actuelles d'adaptation. Ensuite, c'est elles qui seront les plus touchées par les changements climatiques et qui seront donc les principaux bénéficiaires des mesures prioritaires à prévoir.
- Un jugement de l'expert est exploité dans l'identification de la vulnérabilité et des impacts dus aux changements climatiques à travers des données offertes par l'histoire géologique, sur le fonctionnement et l'évolution des écosystèmes, les situations actuelles du climat et celles décrites par la première communication nationale sur les changements climatiques.

Le jugement de l'expert est aussi un outil utile dans le choix des priorités tenant compte des stratégies d'adaptations telles que décrites par les communautés locales et les données disponibles dans plusieurs bibliographies.

Les données disponibles pouvant servir de base dans l'analyse des effets néfastes des changements climatiques ont été collectées sur terrains à travers des observations accompagnées des photos visualisant les différents phénomènes actuels liés à la variabilité et aux changements climatiques. Des analyses des cartes disponibles sur les situations anciennes et actuelles des écosystèmes ont été faites. Des informations en rapport avec l'évolution des écosystèmes étudiés au cours des temps géologiques ont été exploitées. Les études faites sur les écosystèmes notamment en rapport avec leur fonctionnement, leur comportement face au changement ou variabilité climatique ont été explorées. Dans le but de pouvoir développer nos scénarios sur le comportement écosystémique face aux changements climatiques, des données projetées en l'an 2050 et développées par Sinarinzi, (2006) ont été utilisées.

CHAPITRE I: CADRE DU PROGRAMME D'ADAPTATION

I.1. ECOSYSTEMES TERRESTRES

Au Burundi, les écosystèmes terrestres sont rangés en 4 grands types à savoir les forêts, les savanes et les bosquets xérophiles.

- **Forêts ombrophiles de montagne**

Ce sont des formations végétales qui occupent la crête Congo-Nil, c'est-à-dire les hautes terres du Burundi occidental dans les localités de la Kibira, Mpotsa, Monge, Bururi et Vyanda. Elles se trouvent à une altitude variant entre 1600 m – 2600 m et font partie de la région afromontagnarde. La superficie totale avoisine 50000 ha.

- **Forêts claires**

Les forêts claires occupent les escarpements côtiers de la partie occidentale Sud, partant de Rumonge jusqu'à Nyanza-Lac. Elles remontent jusqu'à l'extrême Nord du Kumoso-Buyogoma contre la frontière tanzanienne. Il s'agit bien des forêts claires dominées par *Brachystegia*, *Julbernardia*, *Isoberlinia* répondant bien à la définition du Miombo. L'altitude est comprise entre 1000 et 1600 m. Leur superficie est d'environ 20000 ha.

- **Forêt sclérophylle à *Hyphaene benguellensis***

C'est la forêt sclérophylle à *Hyphaene benguellensis* var. *ventricosa* de la plaine de la basse Rusizi, à l'altitude variant entre 775 et 800 m. Elle occuperait actuellement environ 800 ha. *Hyphaene* est une essence largement dominante et endémique de la plaine.

- **Forêt mésophile périguinéenne**

La forêt mésophile périguinéenne à *Newtonia buchananii* et à *Albizia zygia* rencontrée à Kigwena. Elle occupe une superficie de 500 ha. C'est une forêt dense qui se rattache à la formation de la cuvette congolaise par de grands arbres comme *Albizia zygia*, *Newtonia buchananii* et *Pycnanthus angolensis*.

- **Savanes et Bosquets xérophiles**

Les savanes occupent une partie de l'Est et du Nord. Elles occupent environ 90 800 ha. Elles sont rencontrées dans la dépression de Kumoso et dans la partie Nord de Buyogoma.

Les bosquets xérophiles sont rencontrés au Nord du Burundi dans le Bugesera et dans la plaine de la Rusizi. Dans la plaine de la Rusizi, les bosquets à *Cadaba farinosa* ssp. *adenotricha* et *Commiphora madagascariensis* se présentent sous la forme d'une végétation ouverte où les boqueteaux sont plus ou moins largement dispersés dans une pelouse rase et surpâturée. Dans la région de Bugesera, les bosquets xérophiles à *Olea europaea* subsp. *africana* sont individualisés dans un couvert végétal très pauvre à *Brachiaria humidicola*.

Suite aux actions anthropiques diverses, cette végétation a été déforestée ou fragmentée avec comme conséquence des pertes énormes des écosystèmes forestiers. La figure 1 montre déjà les écosystèmes forestiers qui subsistaient dans les années 60' (Nzigidahera, 2000). La forêt ombrophile de montagne qui occupait pratiquement toute la crête était fortement réduite en 1959.

Cette réduction a continué jusqu'en 1980, date à laquelle le Gouvernement du Burundi a décidé de mettre en défens certains milieux naturels. Malheureusement, les étendues finalement protégées ne représentent que 4,5 % du Burundi (fig. 2).

Dans l'ensemble, cette déforestation qui a eu lieu avant la mise en défens des milieux naturels et les différentes actions anthropiques qui continuent à faire pression sur les ressources dans et en dehors des aires protégées, ont eu des conséquences notamment l'installation des milieux rocheux, des crêtes dénudées, des régions très arides, des inondations dans les plaines et des pertes des espèces.

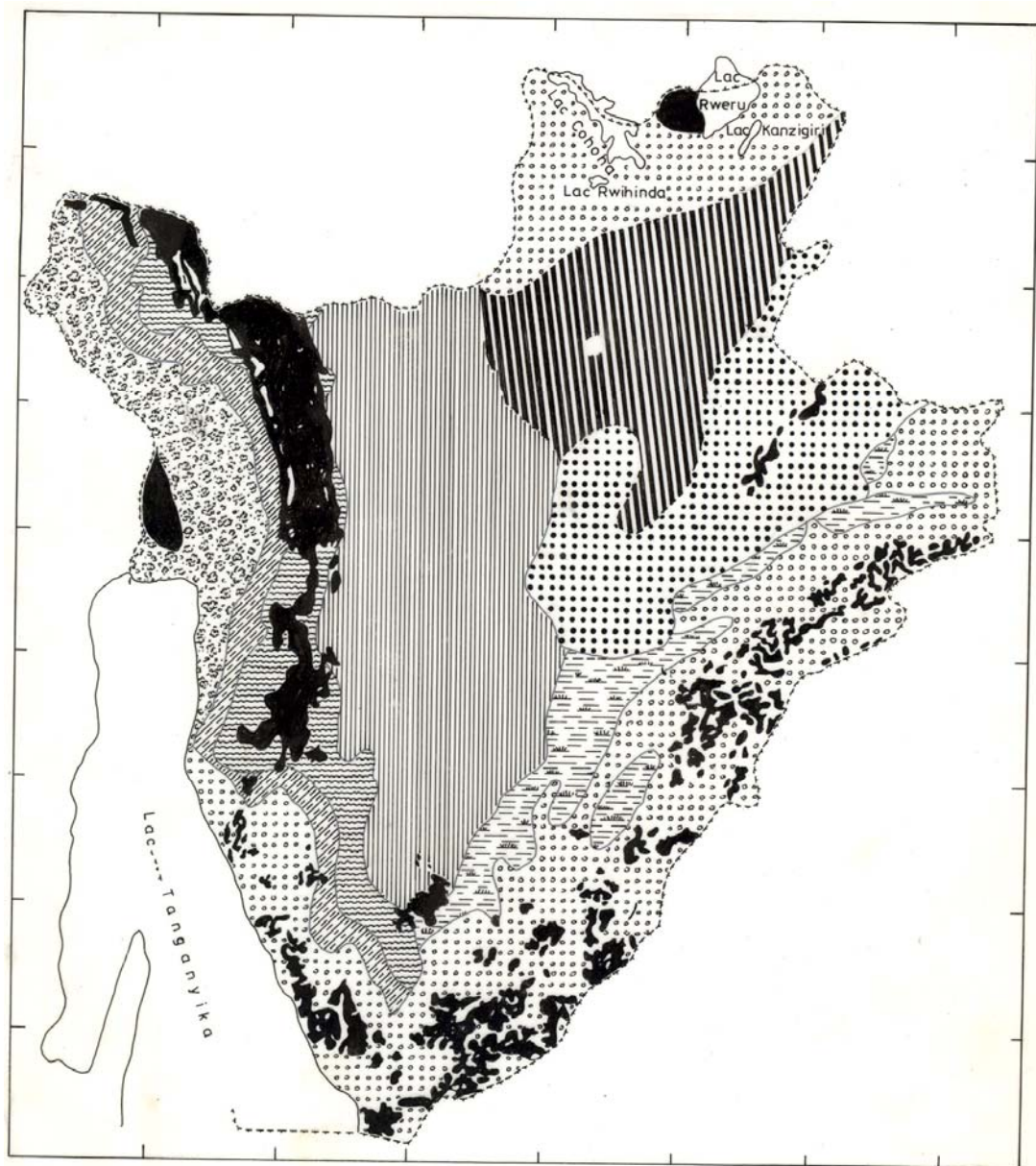


Fig. 1 : Distribution des forêts au Burundi dans les années 60' (en noir) (Nzigidahera, 2000)

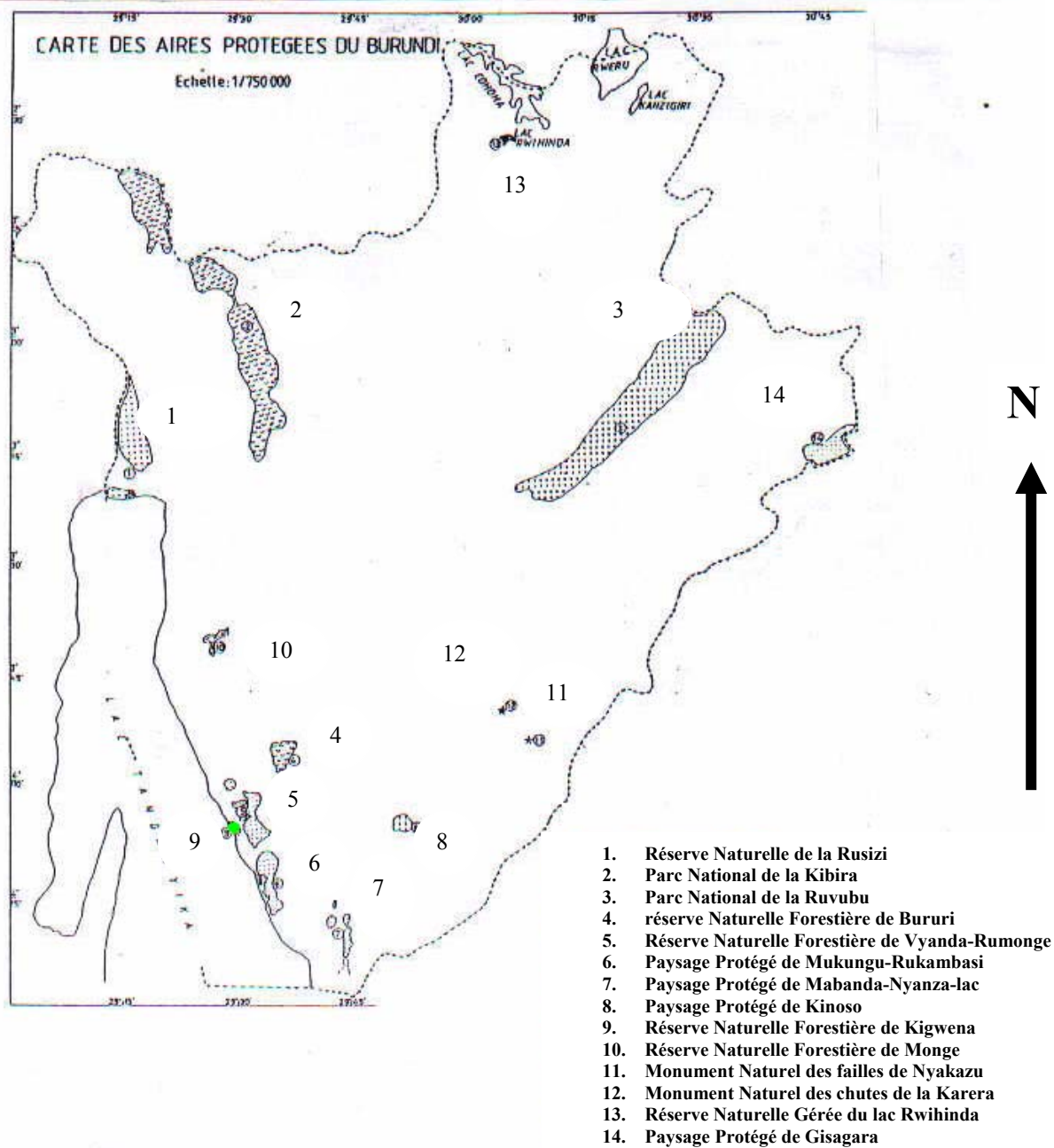


Fig. 2: Carte des aires protégées du Burundi (Nzigidahera, 2000)

I.2. SYSTEME CLIMATIQUE DU BURUNDI

I.2.1. Situation générale du climat

La position géographique du Burundi tout près de l'Equateur (2° Sud), lui confère normalement un climat équatorial caractérisé par des précipitations abondantes presque toute l'année et de faibles amplitudes thermiques. Cependant, le climat du Burundi est totalement modifié par l'altitude et dépend largement de la circulation générale de l'atmosphère dans la zone intertropicale dominée par la convergence de l'Alizé du Sud-Est et celui du Nord-Est. De Juin à Septembre, c'est la saison sèche alors que d'Octobre à Mai, c'est la grande saison de pluies. En Janvier, on observe généralement la petite saison sèche qui dure 15 jours (Sinarinzi, 2006).

Malgré ce schéma général des saisons, on observe des complications locales sous l'influence du relief caractérisé par la présence des plaines, des plateaux, des massifs montagneux et des dépressions du Nord-Est. Ces facteurs physiques influencent la répartition des paramètres climatiques, en l'occurrence les précipitations et les températures de l'air.

Il importe de noter que depuis une décennie, on observe une certaine tendance climatique en faveur d'une longue saison sèche de Mai à Octobre et dans les régions périphériques (Kumoso, Bugesera, Imbo), la saison sèche dure 6 à 7 mois.

La distribution des précipitations moyennes fait ressortir clairement 4 zones distinctes à savoir :

- la zone de l'Imbo Nord avec moins de 900 mm/an ;
- la zone de Mumirwa, Kumoso, Buragane et du Bugesera avec une pluviométrie comprise entre 1000 et 1300 mm/an ;
- la zone la plus large des plateaux centraux, avec une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 1200 et 1600 mm/an ;
- la zone de la crête Congo-Nil, qui enregistre plus de 1600 mm/an.

Il faut noter la particularité d'une zone couverte par les communes de Busoni, Bugabira en province Kirundo et Giteranyi en province Muyinga, dont l'environnement tend vers une certaine désertification, si des mesures sérieuses ne sont pas prises (Sinarinzi, 2006).

L'altitude constitue le principal facteur de variation de la température au Burundi. La répartition spatiale de la température épouse fidèlement les grands ensembles orographiques du pays de la façon suivante :

- La région de l'Imbo avec l'altitude inférieure à 1000 m accuse une température moyenne comprise entre 23 et 24, 5°C.
- Les régions de Mumirwa, Kumoso, Buragane et Bugesera enregistrent une température moyenne comprise entre 21 et 23°C.
- Aux plateaux centraux, elle varie de 18 à 21°C.
- Sur la Crête Congo-Nil, la température moyenne varie de 15,8 à 18°C.

Selon Sinarinzi, E. (2006), la situation actuelle montre 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.

I.2.2. Situation avec les changements climatiques

L'analyse de l'évolution temporelle des précipitations au Burundi révèle un caractère cyclique avec une périodicité de plus ou moins 10 ans de l'alternance de l'excédent et du déficit pluviométrique par rapport à la normale. Ce caractère cyclique quasi-décennal est conservé que ce soit en l'absence ou en présence des changements climatiques (Sinarinzi, E., 2006).

Les résultats de simulation des changements climatiques aux horizons temporels 2000-2050 font ressortir la conclusion suivante :

- En présence des changements climatiques, on assistera à une hausse de la pluviométrie variant de 3 à 10 % pour le scénario haut ; les mois de Mai à Octobre verront leurs quantités pluviométriques diminuées de 4 à 15 %.
- L'analyse de l'évolution de la température moyenne montre une hausse persistante de celle-ci par rapport à la normale. En présence des changements climatiques, dans le cas de la sensibilité haute correspondant au haut d'émission des GES, la température augmentera de 0,4°C tous les 10 ans, soit un accroissement de 1,9°C en l'an 2050.

I.3. INFLUENCE DU CLIMAT SUR LES ECOSYSTEMES TERRESTRES

I.3.1. Forêt ombrophile de Montagne

I.3.1.1. Evolution de la forêt ombrophile de montagne au cours des temps géologiques

Sur base des analyses de la pluie pollinique, Bikwemu (1991) a mis en évidence une zonation altitudinale de la végétation (tableau 1). En effet, il a été constaté que la frange inférieure de la forêt à 2200m, est sensiblement secondarisée alors qu'à 2250 m ce phénomène s'atténue déjà. En pleine zone forestière, entre 2300 et 2500 m, on distingue deux types d'assemblage pollinique : l'un (2300-2400) représentant l'horizon moyen de la forêt de montagne et l'autre (2500 m) l'horizon supérieur.

Sur base des études palynologiques effectuées dans la tourbière de Kashiru, Bikwemu (1991) a bien élucidé la chorologie des événements paléoclimatiques et de l'évolution du paléoenvironnement de la forêt de montagne. Le marais de Kashiru se localisant à la crête Congo-Nil au pied du mont Manga; les conditions climatiques locales sont caractérisées par une pluviosité dépassant 1400 mm et des températures moyennes annuelles inférieures à 15°C

Ainsi, les analyses faites ont conduit Bikwemu (1991) à faire des constatations suivantes :

- A une époque remontant à c.35000 a.B.P., sous le climat froid et sec, il y a eu expansion des fruticées éricoïdes et d'une forêt d'altitude hétérogène à dominance de *Podocarpus*, *Olea* et *Macaranga* en évolution vers un stade plus ouvert, donc à influence afro-subalpine.
- A c.30.000 a.B.P., sous un climat redevenu plus chaud et plus humide, il y a eu développement d'une forêt mixte qui a subi par après une régression, sous des conditions climatiques plus xériques.
- La période entre c. 22000 a.B.P. et c. 13000 a.B.P. correspond à la phase aride responsable du grand recul forestier et de l'importante de l'expansion savanicole du Pléistocène terminal. Du fait des basses températures régnant en haute altitude, les formations sclérophylles afro-subalpins sont descendues plus bas que leur position actuelle. C'est ainsi que les Ericaceae ont envahi des zones qui, auparavant, étaient occupées par la forêt ombrophile de montagne. Cela atteste que le climat devrait être froid et sec, avec une apogée d'aridité se situant entre 20000 et 18000 a.B.P.
- C'est pendant la période de c. 6000 a.B.P. qu'il va y avoir une expansion de la forêt ombrophile de montagne due aux conditions climatiques redevenues plus favorables : plus chaudes et plus humides

- Entre 5000 et 3500 a.B.P., il va y avoir un bref recul de la forêt sous des conditions climatiques sèches favorisant l'expansion de la végétation des savanes à dominance graminéenne.
- Au cours de la période comprise entre 3500 et 2500 a.B.P., il y a un regain forestier hétérogène à dominance de *Podocarpus* et *Olea* avec expansion des taxons afro-subalpins des fruticées éricoïdes, révélant ainsi que Kashiru était soumis à un climat froid et humide.
- Entre 2500 et 1500 a.B.P., période concomitante de la colonisation accrue du milieu par l'homme, une nouvelle phase sèche apparaît.
- A partir du 5^e siècle après J.C., le climat humide et un léger réchauffement ont eu comme conséquence une expansion de savane d'origine anthropique.
- Au 8^e siècle après J.C., suite à l'abandon temporaire entre les périodes de l'âge du fer ancien et le début de l'âge du fer récent, il y a eu une régénération et extension du milieu forestier favorisées par un retour des conditions climatiques plus humides qui ont continué jusqu'à la période actuelle, avec une interruption vers le 15 -17^e siècle par une petite pulsation sèche qui n'a pas duré plus de 2 siècles et qui correspond à la dernière avancée glaciaire reconnue en Afrique de l'Est.

Toutes ces constatations montrent que la végétation de la crête Congo-Nil a subi des modifications influencées par les changements climatiques qui ont perduré au cours des temps géologiques. Le constat est que le climat froid et humide est à l'origine de l'expansion des Ericaceae, l'établissement d'un climat humide et chaud favorise le développement de forêt ombrophile de montagne et le réchauffement est à l'origine de la savanisation. Il faut aussi comprendre que la situation altitudinale influence beaucoup les conditions éco-climatiques, et par voie de conséquence, sur la composition spécifique et la structure de la végétation suivant les étages.

Tableau 1: Synthèse des données paléoclimatologies et évolution de la forêt de montagne

Périodes	Climat	Evolution de la végétation
Au 8 ^e siècle après J.C	Conditions climatiques plus humides	une régénération et extension du milieu forestier
A partir du 5 ^e siècle après J.C	Climat humide et un léger réchauffement	une expansion de savane d'origine anthropique
Entre 2500 et 1500 B.P	Nouvelle phase sèche	période concomitante de la colonisation accrue du milieu par l'homme
entre 3500 et 2500 B.P	Climat froid et humide	un regain forestier hétérogène à dominance de <i>Podocarpus</i> et <i>Olea</i> avec expansion des taxons afro-subalpins des fruticées éricoïdes
6000 B.P.	Conditions climatiques plus chaudes et plus humides	Expansion de la forêt ombrophile de montagne
Entre 5000 et 3500 B.P.	Conditions climatiques sèches	un bref recul de la forêt favorisant l'expansion de la végétation des savanes à dominance graminéenne.
entre 22000 B.P. et 13000 B.P.	Climat froid et sec	Grand recul forestier et de l'importante expansion des formations sclérophylles afro-subalpins descendues plus bas que leur position actuelle. C'est ainsi que les Ericaceae ont envahi des zones qui, auparavant, étaient occupées par la forêt ombrophile de montagne.
30.000 B.P	Climat redevenu plus chaud et plus humide	Développement d'une forêt mixte
35000 B.P	Climat froid et sec	Expansion des fruticées éricoïdes à influence afro-subalpine.

I.3.1.2. Influence altitudinale dans la distribution de la végétation

Au Burundi, l'étagement de la végétation a été mis en relief par Lewalle (1972) qui a distingué l'étage inférieur (de 780 à 1000m d'altitude), l'étage de transition (de 1000 à 1600 m), l'étage afro-montagnard et l'étage subalpin. Ce sont ces derniers étages qui concernent la forêt de montagne.

Les formations végétales de l'étage montagnard comprises entre 1600 m et 2500 m d'altitude se caractérisent par des précipitations supérieures à 1400 mm ainsi que des températures moyennes annuelles inférieures à 18°C et la saison sèche dure moins de 110 jours (Lewalle, 1972). Dans cette végétation, trois horizons ont pu être distingués (Lewalle, 1972) en fonction des caractères physiologiques et floristiques, mais également de l'altitude (fig. 3).

- L'horizon inférieur compris entre 1600 m et 1900 m d'altitude est caractérisé par une forêt ombrophile de montagne de transition, mieux représentée dans la partie occidentale de la dorsale tandis que dans la partie orientale, elle est réduite par l'occupation humaine. Cet horizon est caractérisé par une température moyenne annuelle d'environ 18° C et une pluviosité d'au moins 1400 mm par an.

Cette forêt regroupe dans sa strate arborescente supérieure des taxons tels que : *Anthonotha pynaertii*, *Albizia gummifera*, *Parinari excelsa*, *Prunus africana*, *Syzygium guineense*, etc... Atteignant jusqu'à 25 m de haut, ils présentent une cime dense et large. Dans ce cortège floristique, on constate qu'il y a des taxons communs avec l'étage directement supérieur mais les conditions climatiques ne sont pas réunies pour leur permettre d'atteindre une hauteur optimale dans le présent horizon. C'est le cas de *Prunus africana* et *Parinari excelsa*.

- L'horizon moyen est compris entre 1900 et 2250 m d'altitude. Les conditions écologiques sont nettement montagnardes favorables au développement forestier. Les précipitations atteignent 1600 mm de moyenne annuelle avec des températures oscillant autour de 15°C. Ce milieu représente l'état climacique d'une forêt humide de haute montagne. La strate arborescente supérieure est constituée par des arbres géants tels que *Entandrophragma excelsum*, *Prunus africana* et *Parinari excelsa* subsp. *holstii* atteignant 30 et parfois 40 m de haut. Des essences secondaires, *Polyscias fulva* notamment y prennent place (fig. 4).

- Au niveau de l'horizon supérieur entre 2250-2450 m d'altitude, les conditions climatiques deviennent plus rigoureuses, les températures moyennes annuelles tombent jusqu'à 13°C, avec une humidité atmosphérique très élevée, alimentée par des brouillards quasi-permanents. Il se développe une forêt distincte des deux types précédents avec une cime s'arrêtant généralement à 15 m, à l'exception de quelques individus de *Podocarpus milanjanus* atteignant 20 m.

Au delà de 2500 m, il se développe une végétation du type afro-subalpin (fig. 5). Les quelques points dépassant cette altitude sont le mont Teza avec 2680 m (en pleine forêt de la Kibira), le mont Mungongo-Manga avec 2515m et le mont Heha avec 2600 m. Ces sommets sont particulièrement intéressants en raison des conditions spéciales qui y règnent; on se trouve nettement au-dessus de la zone des précipitations maximales. L'insolation y est très forte et riche en rayons ultraviolets. Mais, la température moyenne y subit un abaissement appréciable. La température moyenne annuelle de l'air à 2500 m est d'environ 11-12 °C. La particularité la plus frappante de ce microclimat est la valeur constamment élevée de l'humidité relative, qui reste pendant les trois quart de temps supérieure à 90°. Malgré cette humidité relative importante, l'eau disponible pour les plantes est peu abondante car les sols y sont toujours superficiels et lessivés. Ces conditions climato-édaphiques entraînent une évidente xérophilie permettant le développement des formations végétales constituées par des fruticées sclérophylles où la famille des Ericaceae (*Phillipia*, *Erica*, *Vaccinium* et *Agaurea*) prédomine.

D'après les valeurs trouvées ailleurs (Ruwenzori, Mont Kahuzi), il y a un gradient de température constant égal à 0,6°C pour 100 m d'élévation (Habiyaremye, 1994). Cela a été aussi vérifié par Scaetta (1943) in Lewalle (1972), qui, à la suite de nombreuses mesures, a pu calculer le gradient de décroissance de la température depuis Uvira (800) jusqu'à Tshibinda (2115). Selon Lewalle, (1972), cette valeur est tout à fait applicable au Burundi et permet d'obtenir une très bonne approximation de la température moyenne selon l'altitude.

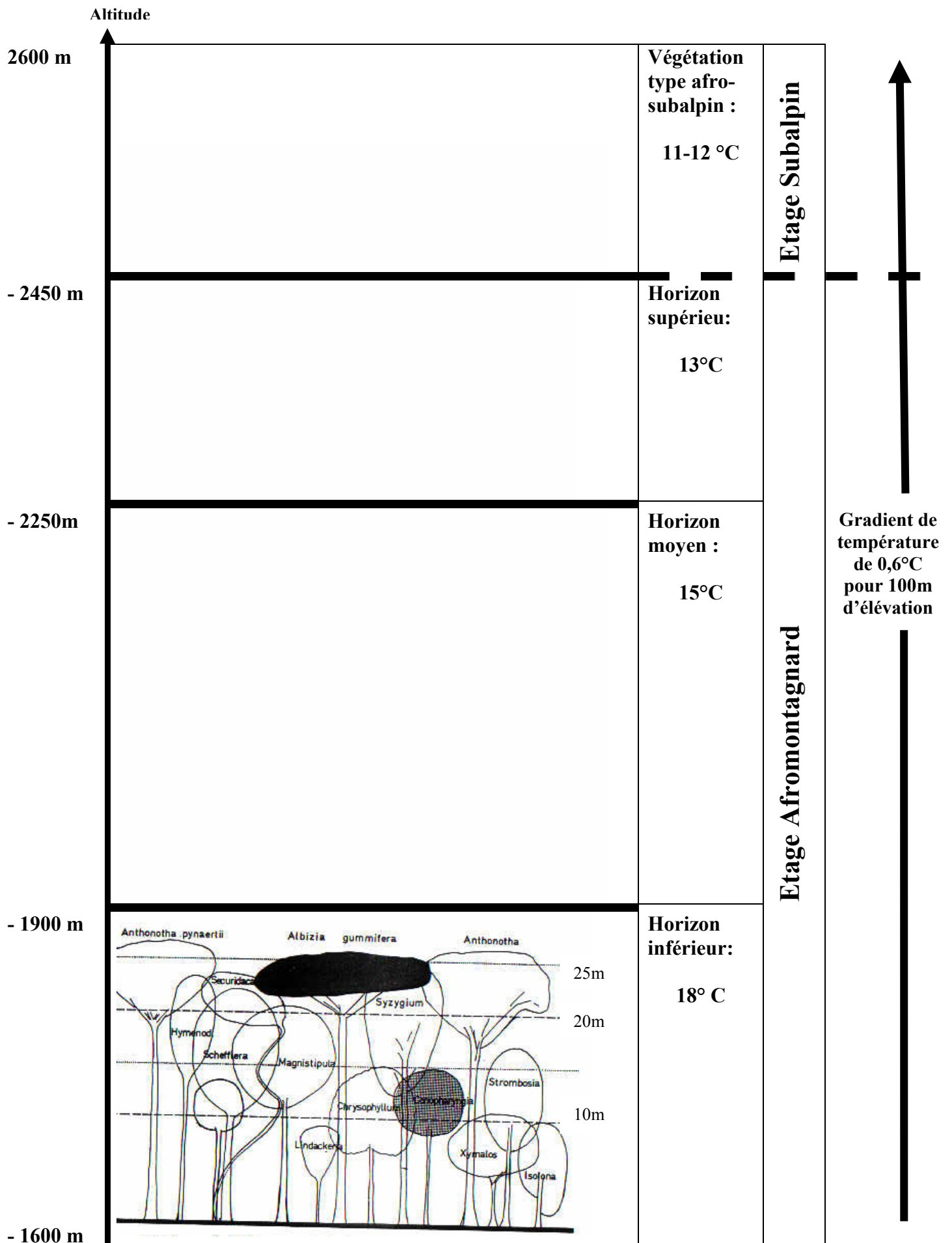


Fig. 3 : Distributions altitudinale de la végétation de montagne (Synthèse des données de plusieurs auteurs)



Fig. 4 : Végétation de l'horizon moyen de la forêt de la Kibira, à Bugarama avec 2200m d'altitude.



Fig. 5 : Zone de transition entre la végétation de l'horizon supérieur (1) et de l'étage sub-alpin (2) à la Réserve naturelle de Monge.

I.21.3. Systèmes évolutifs de la forêt ombrophile de montagne

La végétation actuelle de la forêt de montagne est fort influencée par l'anthropisation. Certains différents faciès présents ne permettent pas de préciser le processus évolutif en cours concernant le phénomène de dégradation et de recolonisation. Sur base de la photo-interprétation et des observations faites dans la forêt de la Kibira, Gourlet, (1986) a établi un processus de dégradation (tableau 2). En effet, par l'élimination de grands arbres des strates supérieures, la forêt ombrophile de montagne de horizons inférieur et moyen (forêt ombrophile à *Entandrophragma excelsum* et *Parinari holstii*) devient une forêt secondaire à *Polyscias fulva* et *Macaranga neomildbraediana*.

L'appauvrissement considérable de la strate inférieure de la forêt secondaire montagnarde de l'horizon supérieur (forêt secondaire à *Syzygium parvifolium* et *Macaranga neomildbraediana*) donne naissance à une forêt secondaire à *Faurea saligna*. L'élimination des arbustes aboutira à une formation végétale herbacée.

La dégradation de la fruticée à Ericaceae se manifeste par la disparition de la strate arbustive laissant la place à une prairie altimontaine. En cas de dégradation poussée, et par jeu de l'érosion, il y a apparition du substrat et la roche affleure (Fig. 6).

Après dégradation de la végétation, quand les conditions du milieu sont bonnes, le processus de recolonisation se déclenche. Dans les horizons inférieur et moyen de l'étage montagnard, la formation de recolonisation débute avec une strate herbacée par *Pteridium aquilinum* qui évoluera en forêt secondaire. Dans l'horizon supérieur de l'étage montagnard, sur les crêtes les plus exposées, où l'érosion a pu jouer et le sol devenu superficiel, la formation dégradée à prairie basse peut évoluer vers une fruticée à Ericaceae de recolonisation. Le processus pourrait se poursuivre jusqu'à l'installation des forêts secondaires à *Faurea saligna*. Dans un milieu riche non érodé, la formation de recolonisation évolue en forêt secondaire à *Syzygium parvifolium* et *Faurea saligna*.

Dans l'étage afro-subalpin, la recolonisation de la prairie altimontaine se fait avec des espèces telles que *Protea madiensis*, *Agauria salicifolia*, *Philippia benguellensis* dans les zones où la roche affleure, *Hypericum revolutum*, *Faurea saligna* dans les endroits où le sol est encore présent.

Ce même processus d'évolution de la forêt de montagne est décrit par Habiyaremye, F.X., (1995) (fig. 7). Selon cet auteur, le processus du stade postcultural aux recrus préforestiers est assez long. La phase du recru préforestier à une forêt secondaire est très rapide car les éléments de ces stades sont simultanément présents sur terrain. C'est le décalage de leur optimum vital qui marque leur statut syngénétique. Sous le manteau de forêt secondaire, les plantes du noyau spécifique de forêt dense trouvent de conditions idéales à leur croissance (Ombrage et humidité, etc.). Dans l'ensemble la maturité d'une forêt dense climacique peut durer 40 ans.

Tableau 2: Evolution régressive dans la forêt ombrophile de montagne (établi sur base des données de Gourlet, (1986))

- Processus de dégradation : <i>Etage afromantagnard</i>	
L'élimination de grands arbres des strates supérieures	<ul style="list-style-type: none"> • Forêt ombrophile de montagne de horizons inférieur et moyen (forêt ombrophile à <i>Entandrophragma excelsum</i> et <i>Parinari holstii</i>) <p style="text-align: center;">↓</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forêt secondaire à <i>Polyscias fulva</i> et <i>Macaranga neomildbraediana</i>.
L'appauvrissement considérable de la strate inférieure	<ul style="list-style-type: none"> • Forêt secondaire montagnarde de l'horizon supérieur (forêt secondaire à <i>Syzygium parvifolium</i> et <i>Macaranga neomildbraediana</i>) <p style="text-align: center;">↓</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forêt secondaire à <i>Faurea saligna</i> <p style="text-align: center;">↓</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formation végétale herbacée
- Processus de dégradation : <i>Etage afro subalpin</i>	
La disparition de la strate arbustive	<ul style="list-style-type: none"> • Fruticée à Ericaceae <p style="text-align: center;">↓</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prairie altimontaine <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Substrat et affleurement rocheux</p>



Fig. 6: Dégradation de la fruticée laissant place à la prairie altimontaine et des affleurement rocheux sur le mont Heha.

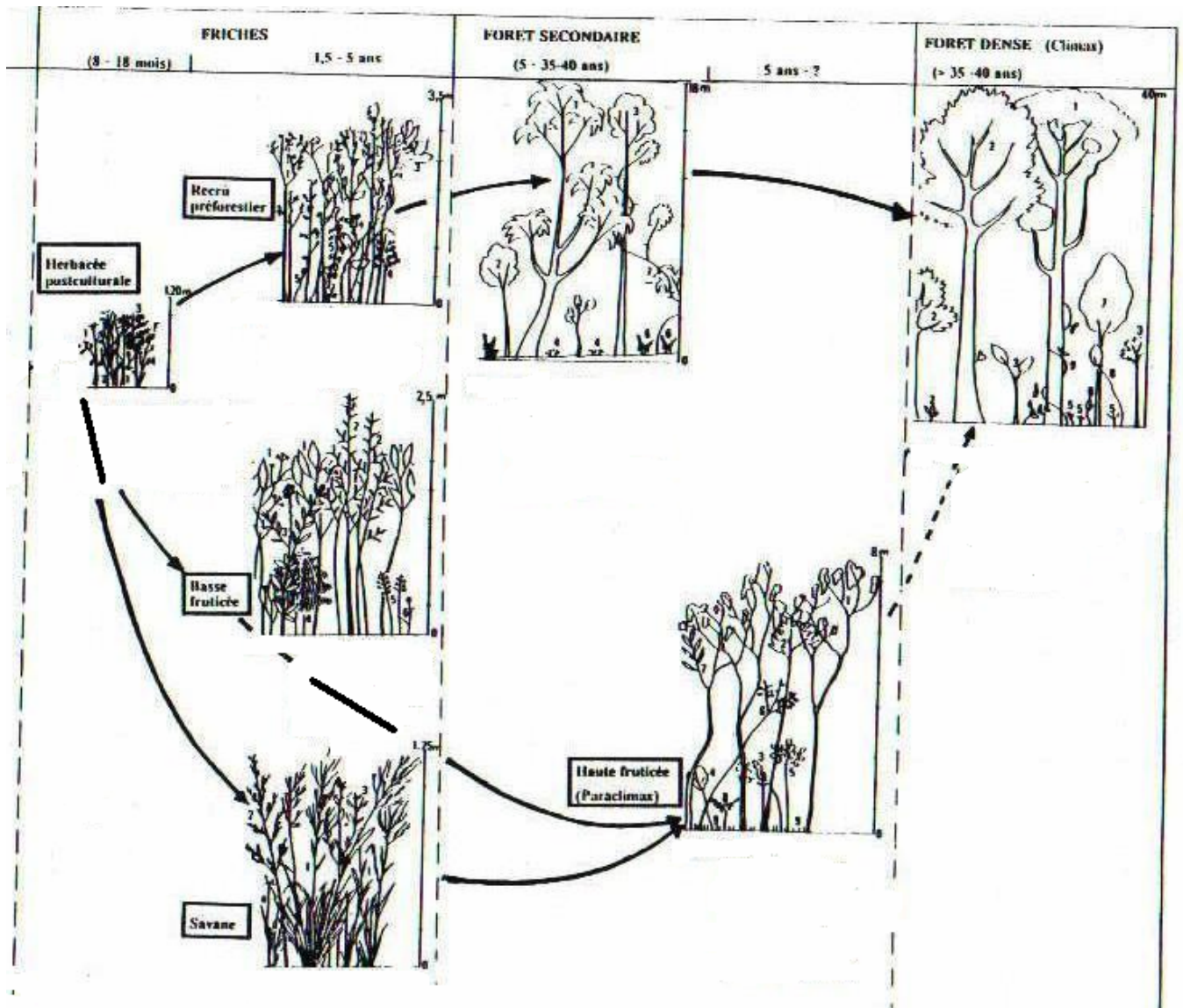


Fig. 7 : Stades de régénération des forêts naturelles de la Crête Congo-Nil (selon Habiyaemye, F.X., 1995, figure modifiée)

I.3.2. Forêts claires

I.3.2.1. Evolution des forêts claires au cours des temps géologiques

Bikwemu (1991) apporte des précisions sur l'évolution des forêts claires à *Brachystegia* au cours des temps géologiques caractérisés par des changements climatiques. Cet auteur distingue les périodes remarquables suivantes :

- Dès 38000 a .B.P., se manifeste une extension de la forêt à *Brachystegia* et des savanes boisées.
- Entre 30000 et 15000 a.B.P., sous un climat assez aride, les résultats palynologiques mettent en évidence une végétation de milieux ouverts, steppiques et un faible développement de zone forestière à *Brachystegia*, limitées vraisemblablement à quelques milieux à microclimats favorables.
- A 7000 a.B.P., le climat à caractère chaud et humide marqué a favorisé un important développement des formations boisées à *Brachystegia* et des galeries forestières et des massifs denses de végétation guinéo-congolaise.

Ces considérations donnent à envisager une expansion des forêts claires et savanes y associés au cours des changements climatiques avec abondance des précipitations et avec des conditions de sécheresse.

I.3.2.2. Fonctionnement et répartition du Miombo

La région du Sud et de l'Est du Burundi, caractérisée par son climat relativement aride pour le pays, avec des précipitations qui ne dépassent guère une moyenne annuelle de 1200 mm, avec des températures annuelles moyennes supérieures à 20°C et une saison sèche atteignant régulièrement 4 mois, est occupée par des forêts claires, formations végétales à caractère zambézien.

A Giharo, l'examen des précipitations mensuelles montre que seuls 6 mois (Novembre à Avril) présentent une cote udométrique supérieure à 100 mm; Mars et Avril étant les mois les plus pluvieux. La saison sèche dure 4 mois (Juin à Septembre). La moyenne des précipitations annuelles est de 1197,2 mm pour les années 1984-1998. Une grande différence est observée d'une année à l'autre: 945,8 à 1706,6 mm. La température moyenne est de 22°C. Elle varie de 20,8°C à 23,4°C, Septembre et Octobre étant les mois les plus chauds.

A Rumonge, le climat est caractérisé par une saison des pluies pendant les mois d'Octobre à Mai alternant avec une saison sèche de Juin en Septembre. La moyenne des précipitations annuelles est de 1057,3 mm pour les années 1980-1986. Il y a une grande différence d'une année à l'autre: 913,6-1282,5 mm, Novembre, Décembre et Avril étant les mois les plus pluvieux.

Pour la même période, la température moyenne est de 23,75 °C. Septembre est le mois le plus chaud avec une moyenne de 30°C pour les températures maximales et de 19,1°C pour les températures minimales.

Du point de vue physiologique, la strate arborescente supérieure d'environ 20 m est constituée par de grands arbres des genres *Brachystegia*, *Julbernardia* et *Isoberlinia*. Une strate arborescente inférieure est constituée notamment par *Pericopsis angolensis*, *Parinari curatellifolia*, *Anisophyllea boehmii*, *Uapaca kirkiana*, *Uapaca nitida*, *Uapaca sansibarica* (fig. 8).

Dans certaines conditions écologiques, les espèces du genre *Uapaca* dominent certaines localités et forment une forêt claire peu dense. Les forêts claires du Burundi gardent toujours un des traits caractéristiques du miombo: présence des termitières. Le nombre de ces dernières peut dépasser 120/ha. Nzigidahera (1994) dénombre plus de 360 termitières par hectare dans la forêt claire à *Julbernardia* de Cankuzo.

Comme dans toutes les forêts claires du type miombo, les espèces dominantes entretiennent des liaisons symbiotiques avec des hyphes des champignons Hyménomycètes, au niveau de leurs racines. Ces mycobiontes constituent une base solide dans le fonctionnement des écosystèmes forestiers de ce type.

La présence des mycorrhizes garantit aux plantes non seulement une meilleure nutrition dans un sol pauvre, mais également une meilleure protection des racines contre les pathogènes ou même contre le passage du feu et les saisons sèches (Newman, 1988). En effet, dans les forêts claires, l'humidité du sol est trop faible pendant une longue période de l'année pour permettre une croissance aux mycéliums tout comme à la végétation. Dans de pareilles conditions, la symbiose ectomycorrhizique aide les organismes à survivre pendant la saison défavorable. Au cours de la saison sèche, l'activité des mycéliums mycorrhiziens se ralentit fortement (Hart, B., Hart, A. Murphy, 1989, Buyck 1989).



Fig. 8 : Forêt claire dominée par le genre *Brachystegia* à Muyange

I.3.2.3. Système évolutif des forêts claires

La dynamique de la régénération dans les forêts claires du Burundi a été très sommairement développée par Nzigidahera (1994). Dans un milieu récemment défriché et labouré, les espèces de remplacement donnent rapidement place aux essences ligneuses abondantes: *Anisophyllea boehmii*, *Pericopsis angolensis*, *Hymenocardia acida*, *Pterocarpus tinctorius*, etc. Les espèces du genre *Uapaca*, précurseurs des forêts claires s'installent alors dans la savane boisée. Ils tendent à former des peuplements homogènes sur localité. Quand le couvert atteint 6 à 12 m de hauteur, la strate herbacée est réduite à une herbe courte clairsemée, largement recouverte d'une litière de feuilles. Dans ces conditions, le feu rampe au sol et les espèces de *Brachystegia* et *Julbernardia* peuvent régénérer (Malaisse, 1979). A leur tour, elles surciment, ombragent les *Uapaca*, bien que quelques individus d'*Uapaca* survivants fassent partie de la strate arborescente.

Julbernardia globiflora est une espèce envahissante (au même titre qu'*Isobertinia angolensis*), qui tend à supplanter les *Brachystegia* pour ne plus former finalement que des peuplements arborescents pratiquement monospécifiques, mais en gardant presque intact le cortège floristique initial caractéristique des forêts à *Brachystegia* (Reekmans, 1981). Le premier groupe d'espèces de remplacement, complètement disparu, ne reviendra que lorsque le couvert des forêts claires sera de nouveau ouvert.

Dans les conditions favorables de climat et de sol, la forêt claire dans cette région peut évoluer vers une forêt à tendance guinéenne à *Newtonia buchananii* et *Albizi zygia* (Lewalle, 1972). En zone relativement humide, se développent de temps à autre des galeries forestières à *Alchornea cordifolia* et *Syzygium cordatum*. Dans cette région, on y rencontre également divers types de savanes. Dans les savanes plus évoluées, on note des essences de forêts claires qui apparaissent de façon sporadique. Quand le sol s'humidifie davantage, la savane laisse la place à celle à *Loudetia arundinacea* et *Themeda triandra*. Les milieux plus dégradés sont le siège de formations xériques et l'association à *Andropogon shirensis* et *Eriosema erici rosenii* est la mieux adaptée à ces conditions édaphiques.

I.3.3. Savanes du Parc National de la Ruvubu

Le Parc National de la Ruvubu est entièrement situé dans une vallée encaissée de la rivière Ruvubu. Dans la plupart des basses parties du parc, l'horizon est délimité par deux crêtes extérieures, ce qui donne à l'ensemble un caractère fermé et homogène. Il n'existe pas de données climatologiques pour l'intérieur du parc, mais il est généralement admis que celles-ci ne diffèrent pas fondamentalement de celles récoltées en périphérie. En réalité, il se pourrait qu'il existe quand même des différences assez importantes pour certaines localités. La température moyenne est, sur l'ensemble de la région, assez stable et varie annuellement entre 18,5°C et 21°C. A Karuzi, la température maximale enregistrée fut de 28, 5°C et la température minimale de 12,5°C (Vande Weghe et Kabayanda, 1992). A Cankuzo, les températures moyennes annuelles à Cankuzo varient entre 18,56°C et 20,10°C. Les enregistrements de température au-delà d'une période de 14 ans montrent un maximum de température de 22,85°C et un minimum de température de 17,5°C. Dans les fonds de vallée, la température minimale nocturne peut toutefois s'abaisser jusqu'à 3°C ou 5°C (Gay, 1989).

Dans la vallée de la Ruvubu, dont le fond est situé vers 1350 m, la température pourrait être significativement plus élevée et donc l'évapotranspiration plus élevée.

Les précipitations annuelles moyennes varient entre 1086 mm à Muyinga et 1197 mm à Ruyigi. On peut donc affirmer qu'elles sont légèrement supérieures dans le Sud-Ouest du parc que dans le Nord-Est. Les variations annuelles peuvent être assez importantes. Par la structure du relief, il se pourrait toutefois que la vallée de la Ruvubu, surtout dans sa partie Nord-Est, reçoive moins de pluies que les parties environnantes plus hautes (Vande Weghe et Kabayanda, 1992).

Pendant la saison des pluies, la vallée est souvent ensevelie sous le brouillard qui se développe la nuit et qui souvent persiste jusqu'à 10 heures. La lourde condensation associée au brouillard peut augmenter mesurablement la précipitation effective du bas de la vallée (Vande Weghe et Kabayanda, 1992).

La conformité paysagique joue un grand rôle dans la distribution de la végétation, et cela a une grande importance sur le plan écologique (fig. 9). Vande Weghe et Kabayanda (1994) distinguent :

- Les savanes boisées à *Parinari curatellifolia*, principalement situées au bas des piémonts qui bordent la rivière Ruvubu. Les herbacées dominantes sont de hautes *Hyparrhenia* (2 à 3,5 m) des piémonts. Ces savanes occupent environ 7 620 ha soit 15% du parc.
- Les savanes arbustives et arborescentes à *Parinari curatellifolia*, *Pericopsis angolensis* et *Hymenocardia acida*. D'environ 381 75 ha (soit 75% du parc), ces formations végétales occupent les crêtes, les pentes abruptes et dalles latéritiques où dominent *Loudetia simplex* et *Andropogon*.
- Les savanes herbeuses occupent 4 072 ha soit à peu près 8% du Parc et sont limitées à certaines crêtes et bas-fond de la vallée de la Ruvubu. Alors que ces savanes à *Loudetia simplex* occupent les crêtes, les savanes paludicoles inondables à hautes graminées denses occupent les plaines.

Certains végétaux semblent nettement liés à l'altitude. Ainsi, plusieurs plantes ligneuses (*Faurea rochetiana*, *Philippia benguellensis*, *Acacia abyssinica*) n'existent que sur les hautes crêtes au-dessus de 1600 m. Enfin, il faut souligner que l'extrême sud du parc est nettement différent du reste, probablement à cause d'une pluviosité plus grande.



Fig. 9 : Photo illustrant la distribution de la végétation du Parc National de la Ruvubu sur différents niveaux altitudinaux à Karuzi.

I.3.4. Bosquets xérophiles et forêt sclérophylle de la plaine de la Rusizi

La plaine de la basse Rusizi est soumise à des conditions écologiques diverses et sévères. Cette plaine sèche de l'Ouest du Burundi est localisée dans une zone caractérisée par une altitude de 770 à 1000 m, un profil plat dans l'ensemble et un climat très aride avec des pluies très inégalement réparties au cours de l'année (pluviométrie de 800 à 1000 mm).

Le sol est généralement bon mais avec une hydromorphie exagérée. Les perturbations du niveau des eaux caractérisées par l'assèchement et l'inondation, la proximité permanente d'une nappe phréatique sont autant de facteurs contraignants pour la végétation. Il faut en outre souligner le facteur humain et ses corollaires ordinaires qui ont joué un grand rôle dans l'orientation de l'évolution de la végétation de la plaine de la Rusizi.

D'une façon générale, les sols de la plaine reposent sur une pente faible, les effets combinés du climat, le système hydrique et les pratiques de la population sans cesse croissante ont façonné l'évolution de la végétation de la plaine de la Rusizi.

D'après les figures 10, 11 et 12, il apparaît que la plaine de la basse Rusizi était bien représentée en éléments ligneux en 1951. En 1962, on remarque bien des conséquences de l'installation des paysannats sur la végétation originelle: disparition de végétation ligneuse surtout dans le secteur des « Transversales », recul de la forêt sclérophylle à *Hyphaene* et apparition de large plages à végétation herbeuse. En 1951, la forêt à *Hyphaene* occupait plus de 2 800 ha, et la superficie a régressé pour atteindre 1200 ha en 1980.

Avec la protection débutée depuis 1980, la situation a changé (fig. 13). On a assisté à la régénération de la végétation dans des zones qui étaient très ouvertes. En 1992-1996, le Parc National de la Rusizi était bien recouvert.

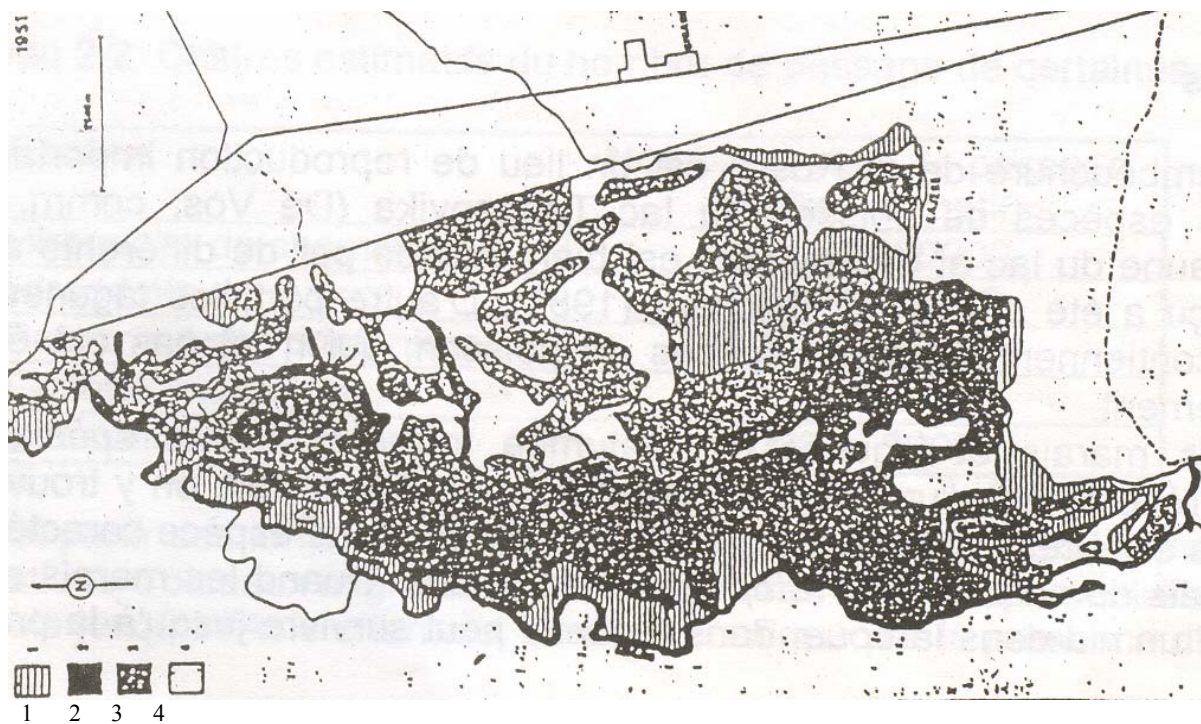


Fig. 10: Situation de la végétation de la plaine de la Rusizi en 1951 (d'après Reekmans, 1980)

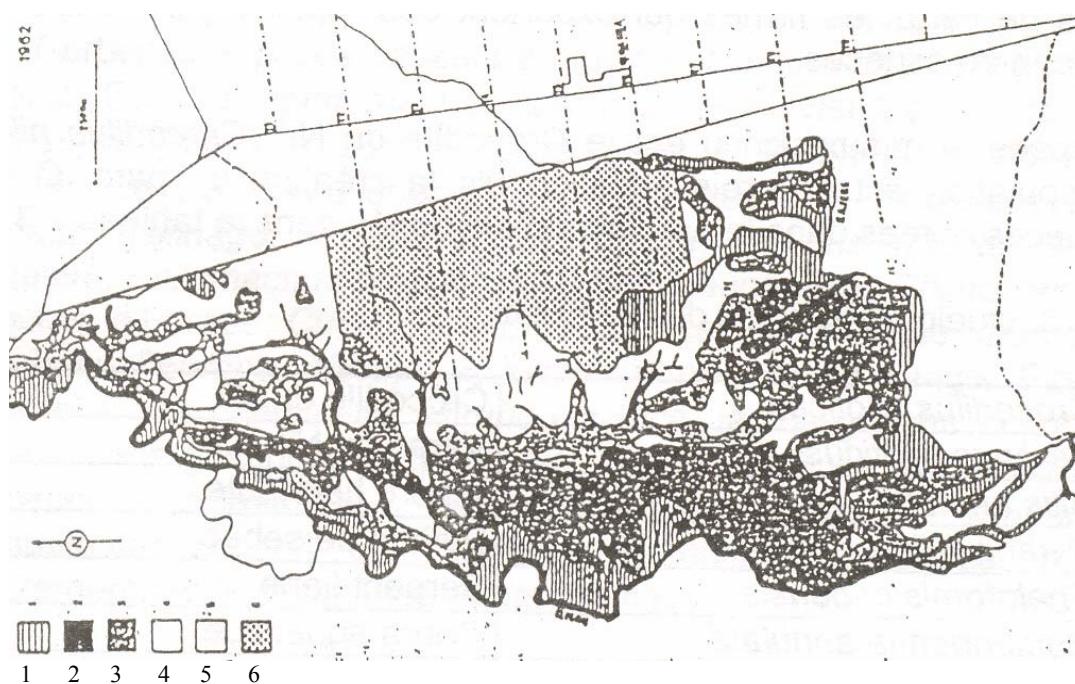


Fig. 11: Situation de la végétation de la plaine de la Rusizi en 1962 (d'après Reekmans, 1980)

Légende :

1. Formation de marais
2. Formations arborées à cimes jointives (couvert dense continu)
3. Formations claires en bosquets isolés
4. Formations très claires à arbres très isolés
5. Formations isolées
6. Paysannats

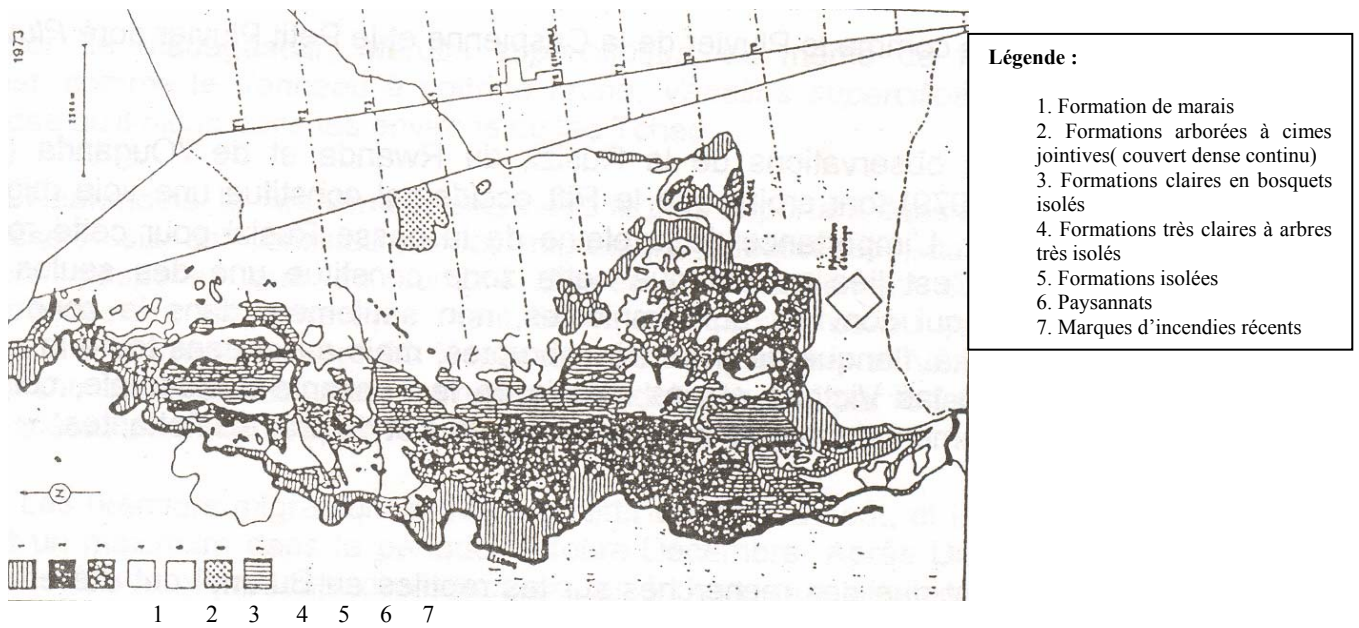


Fig. 12 : Situation de la végétation de la plaine de la Rusizi en 1972 (d'après Reekmans, 1980)

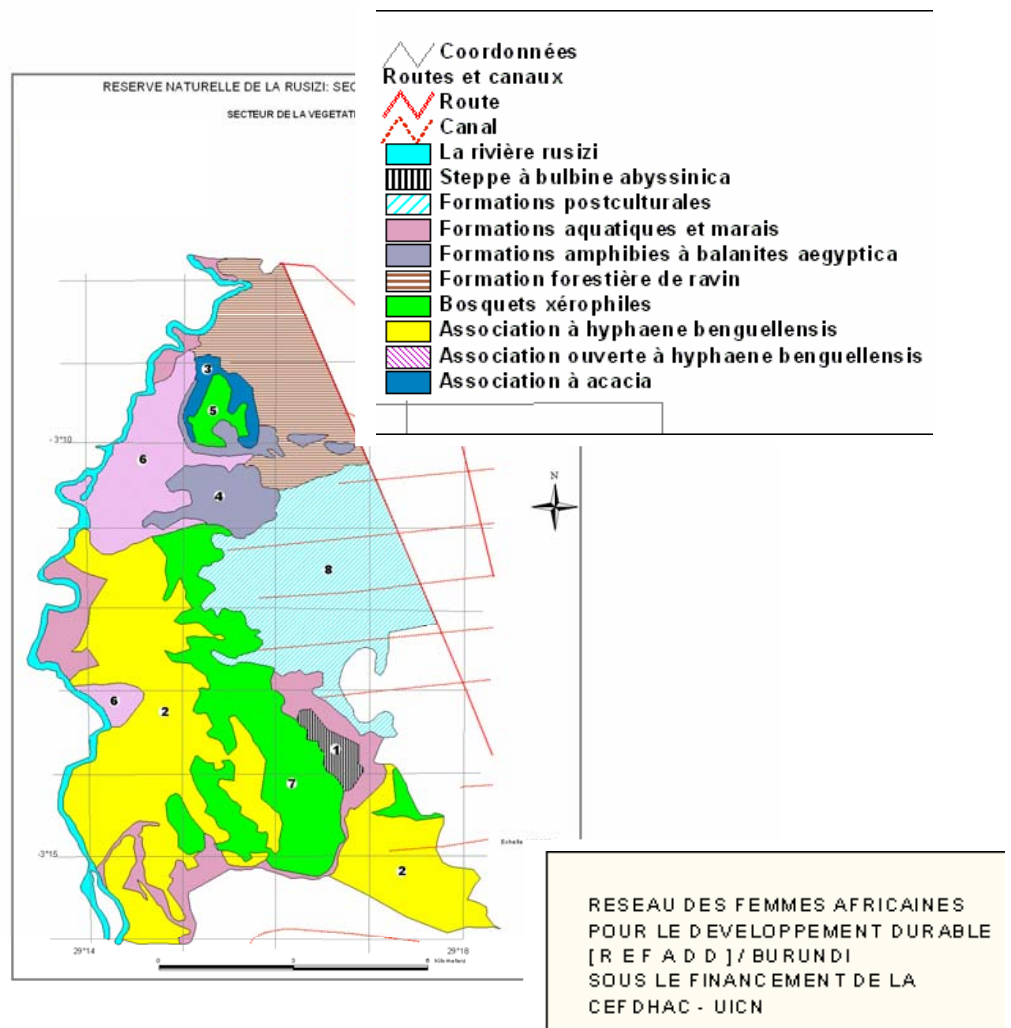


Fig. 13: Situation de la végétation de la plaine de la Rusizi en 1980 (d'après Reekmans, 1980, carte retravaillée)

I.3.5. Bosquets xérophiles de Bugesera

Une analyse climatologique effectuée sur les 25 dernières années (de 1984 à 2004), a montré 12 années au cours desquelles, des précipitations inférieures à la normale ont été enregistrées dans la dépression de Bugesera. De 1984 à 1985, il y a eu des pluies excédentaires alors que les années 1993, 1996 et 2000 ont été caractérisées par des pluies déficitaires. Pourtant depuis 2001 à 2004, les pluies normales ont été enregistrées.

La carte des précipitations des années 1950-1980 montrent, quant à elle, que la localité de l'extrême Nord-Est de Bugesera est, tout comme la plaine de la Rusizi, la région à faibles précipitations (Bikwemu, 1991) (fig.14). Concernant les températures, on ne remarque pas une nette différence au cours des années. Les températures moyennes varient entre 20 à 25°. En 2002, la température a sensiblement baissé jusqu'à moins de 15°C.

Toutes ces réalités donnent à penser que l'aridité de la région de Bugesera est ancienne et que la végétation s'est adaptée à ces conditions dures de la région.

En tenant compte de l'ensemble du bassin du lac Victoria, Kendall (1969) (in Bikwemu, 1991), sur base de ses travaux palynologiques et limnologiques, a montré que la région était soumise à un climat sec avant 14500 a.B.P. jusqu'à 12000 a.B.P. Stager et Al., (1986), (in Bikwemu 1991) ont mis en évidence une phase plus aride entre 15000 et 13000 a.B.P. Après 12000 a.B.P., le climat est devenu modérément humide et la végétation forestière s'est progressivement installée. Après 6000 a.B.P., la végétation semi-décidue caractéristique de conditions plus sèches a occupé le bassin, mais après 3000 a.B.P., l'influence humaine est venue masquer l'action naturelle du climat.

La flore et les groupements végétaux de Bugesera montrent notamment beaucoup d'affinités avec ceux de la région de la Kagera et du district de l'Ankole en Uganda (Liben, 1960).

Il y a quelques temps, plusieurs types de végétation étaient identifiés à Murehe, notamment les savanes densément boisées, savanes arborées à *Acacia*, bosquets xérophiles, pelouses xériques et prairie inondable. La végétation importante qui mérite d'être relatée en détail est les bosquets xérophiles de Murehe qui, malgré les différentes actions anthropiques menaçantes porte encore quelques lambeaux tenables dépassant 1500 ha (fig.15). Dans le bas fond des Bosquets de Yanza, on observe une plaine inondable avec dominance de *Sporobolus pyramidalis*. Il s'agit d'une grande plaine qui occuperait plus de 400 ha. Les pelouses xériques sont rencontrées dans des zones en état avancé de dégradation. Parfois, les pelouses s'intercalent entre les bosquets.

Les différents types de formations végétales de Murehe couvrent les collines douces sur un milieu rocheux à rocailleux et même sur des sols relativement fins à dominance de sable. Les arbres y sont relativement courts, leur hauteur n'atteignant rarement 10 m. Ils sont très ramifiés et surtout épineux, et le feuillage très réduit, caractère purement normal pour une région caractérisée par une xérophilie très prononcée.

En effet, subissant un climat à caractère aride très prononcé, la végétation de Murehe a dû développer des structures et des stratégies pour conserver l'eau en évitant l'évapotranspiration. Certaines espèces ont adapté leur feuillage au manque d'eau en développant des feuilles crassulescentes. Ce sont surtout *Cissus rotundifolia*, *Euphorbia candelabrum*, *Aloes macrosiphon*, etc. qui sont abondants dans les bosquets. Beaucoup de plantes ont pu développer des épines et réduire la taille foliaire comme c'est le cas pour diverses espèces de la famille des Mimosaceae : *Acacia sieberana*, *Acacia hochii*, *Dichrostachys cinerea*, *Acacia polyacantha* et celles de la famille des Capparaceae. D'autres espèces ont un manteau épais empêchant une évaporation intense. D'autres adaptations ne sont pas plus vite visibles, c'est par exemple le pouvoir de capter l'eau par des racines voire même d'exploiter un grand volume du sol et développer des organes radiculaires souterraines: bulbes, rhizomes, persistant sous le sol en saison sèche.

Dans l'ensemble, il convient de noter ce caractère xérique très accusé de la végétation qui est naturellement conforme aux données climatologiques, visualisant une aridité très prononcée dans la région. En réalité, il s'agit d'une végétation avec des espèces de plantes adaptées dans des conditions les plus dures. Avec les conditions climatiques très précaires dans la région, il est à comprendre que la localité de Murehe est à vocation forestière.

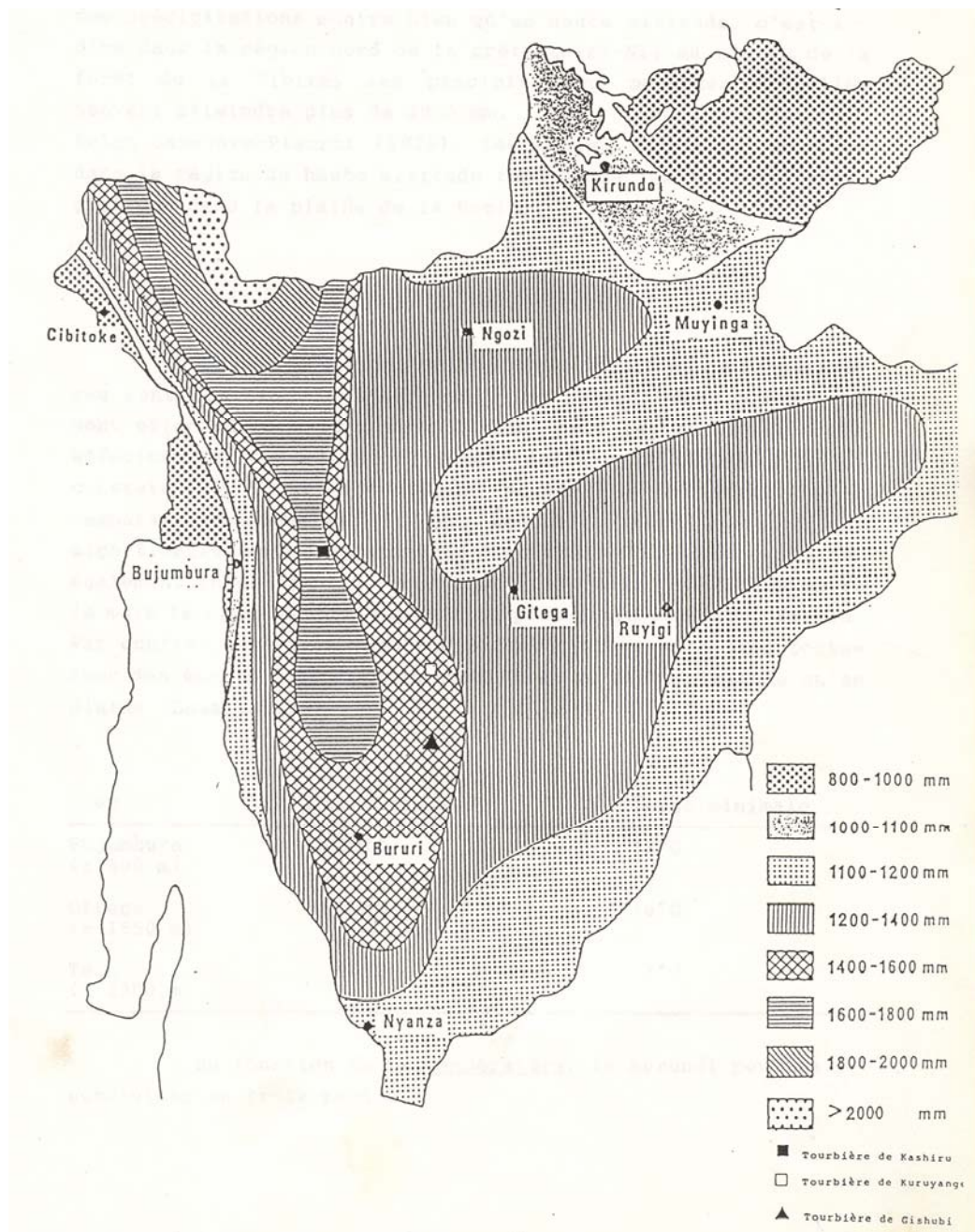


Fig. 14 : Précipitations moyennes annuelles (1950-1980) (Bikwemu, 1991)



Fig. 15 : Bosquet xérophile de Bugesera

CHAPITRE II: RECENSEMENT DES BESOINS ESSENTIELS EN MATIERE D'ADAPTATION

II.1. EVALUATION DES IMPACTS ET DE LA VULNERABILITE DANS LES CONDITIONS ACTUELLES ET EN CAS DE CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Introduction

La question qui nous intéresse est de savoir la tendance évolutive des écosystèmes terrestres, en nous basant sur les données météorologiques projetées à l'horizon 2050. Ces données nous renseignent sur des aspects importants suivants :

- Le climat à caractère cyclique quasi-décennal conservé en l'absence et en présence des changements climatiques ;
- Une hausse de la pluviométrie variant de 3 à 10 % et diminution de 4 à 15 % des quantités pluviométriques de Mai à Octobre ;
- Augmentation de température de 0,4°C tous les 10 ans, soit un accroissement de 1,9°C en l'an 2050.

Ces éléments climatiques nous poussent déjà à envisager des orientations qui doivent guider les évaluations d'impacts et de la vulnérabilité sur les écosystèmes terrestres. Ces orientations sont les suivantes:

- Le caractère cyclique de 10 ans observé depuis longtemps montre que les écosystèmes sont déjà soumis et vraisemblablement même adaptés à ce rythme et qu'ils ne peuvent pas en être gravement perturbés.
- La hausse de pluviométrie devrait normalement induire une évolution progressive dans tous les écosystèmes terrestres. Cependant, on peut s'imaginer que même à l'intérieur des changements climatiques envisagés, il pourrait y avoir des événements climatiques très extrêmes se traduisant par des années anormalement humides (inondations très graves) ou anormalement sèches (sécheresse très longue) ayant des répercussions significatives sur certains écosystèmes terrestres.
- L'augmentation de la température d'environ 2° en 2050 ne se fera pas d'une manière brutale. L'augmentation de 0,4°C tous les 10 ans donne à penser à une adaptation progressive des écosystèmes au fur du temps. Mais, cela ne pourra évidemment pas limiter des pertes des espèces aussi bien animales que végétales qui se retrouveraient en dehors de leur optimum d'adaptation. De plus, cette hausse de température aura également de fortes répercussions sur la disponibilité de l'eau du sol au sein des écosystèmes et des pertes d'eau par évapotranspiration. Cela devra ainsi influencer sur le vivant.
- La situation actuelle montre 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 sécheresse longue pourrait certainement influencer sur les feux des brousses très fréquents dans les écosystèmes terrestres.

II.1.1. Impacts sur les écosystèmes terrestres

II.1.1.1. Forêt ombrophile de montagne

Cette forêt est considérée comme un climax et cette stabilité est constamment entretenue par des pluies abondantes et des températures les plus basses du pays.

- *Situation actuelle*

La forêt ombrophile afromontagnarde qui formait autrefois une vaste forêt de la crête, se présentent actuellement sous forme de lambeaux très distants dont les plus appréciables sont la Kibira, la forêt de Bururi et la forêt de Monge. Cette forêt de montagne a subi des actions anthropiques sévères à tel point que certains horizons notamment l'horizon inférieur ne persiste que dans de rares localités.

Elle a été surtout détruite par les agriculteurs et les pasteurs à la recherche des terres fertiles agricoles et des pâturages pour le gros bétail. Contenant des arbres à bois d'oeuvre très recherché, la forêt de montagne a été longtemps soumise à l'exploitation intense. Cette exploitation a concerné surtout des arbres de la strate arborescente supérieure, au départ abondants dans les forêts primaires: *Entandrophragma excelsum*, *Symphonia globulifera*, *Prunus africana*, *Hagenia abyssinica*, *Podocarpus milanjanus* et *Podocarpus usambarensis*. La destruction de ces essences de valeur aboutit dans tous les cas à l'installation des forêts très secondarisées. Outre le sciage, le défrichage cultural et la carbonisation amincissent remarquablement les forêts de montagne.

Dans l'ensemble, la végétation de forêt de montagne garde la caractéristique forestière mais avec une évidente marque d'anthropisation se manifestant par des trouées souvent vastes à plusieurs endroits (fig. 16).

Dans la zone sub-alpine, la dégradation des fruticés est le résultat du passage répété du bétail et du surpâturage. Dès que les vaches traversent ces fragiles formations, elles créent de petits fossés dénudés qui s'aggrandissent rapidement par l'eau courante de ruissellement. Ce processus de dégradation par destruction et départ de la couche humifère s'amplifie et s'accélère par le retour des troupeaux à chaque saison sèche sur le terrain.

Finalement, la fruticée laisse la place à une pauvre steppe de montagne, discontinue et entrecoupée de blocs quartzitiques dénudés dans le creux desquels s'abritent les derniers vestiges rabougris de l'ancienne végétation ligneuse. Le surpâturage sur des surfaces peu vastes détériore irréversiblement cette steppe, qui devient de plus en plus rase et caillouteuse (Fig. 17).

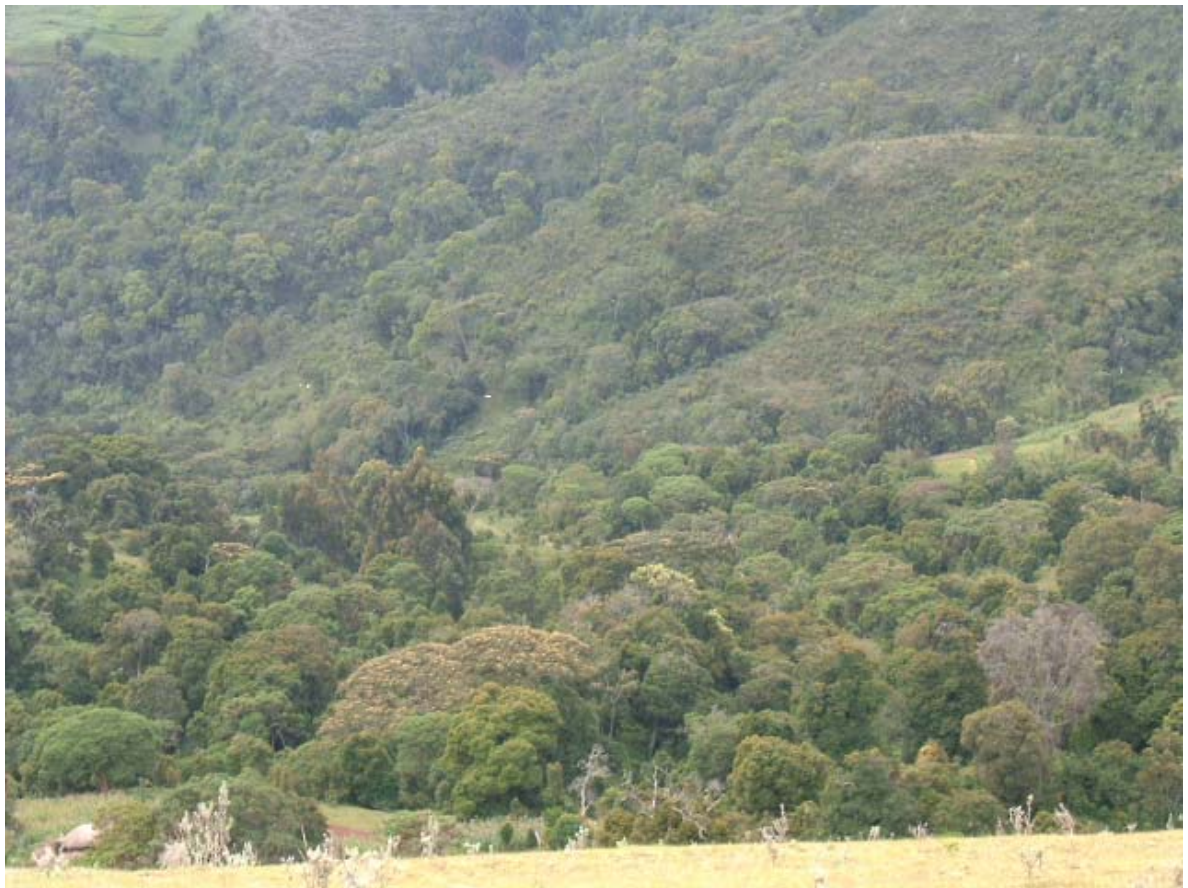


Fig. 16: Forêt de Montagne de la Réserve de Monge visualisant des trouées d'origine anthropique



Fig. 17: Installation des pelouse rases par suite du surpâturage à Ruteme, commune Bugarama

- **Impacts en cas de changements climatiques**

Nous allons développer des scénarios sur ce que pourra être la forêt de montagne dans 50 ans en prenant comme base les différents changements qui ont existé au cours des temps reculés et sur des périodes multiséculaires. On pourrait donc s'interroger si une période de 50 ans suffit pour nous démontrer un changement qui se passait durant une période multiséculaire ou un millénaire. Ce que nous devons comprendre d'avance est que la végétation de montagne notamment celle de la Kibira, soudée en un seul bloc, se localise sur des horizons différents non seulement au point de vue climatique mais également au point de vue composition spécifique. Une augmentation de la température sur toute la forêt affecte conséquemment tous les horizons.

La forte pluviosité et l'augmentation de température auront comme conséquence la modification de la végétation d'une manière différente suivant les différents horizons. Cela étant lié à l'effet altitudinal qui fait toujours que les températures restent différentes suivant les horizons et les étages.

Au niveau de l'étage sub-alpin à partir de 2500 m d'altitude, l'augmentation de la température de 2°C implique l'atténuation de la rigueur du climat. La végétation sub-alpine composée essentiellement des Ericaceae devra ainsi reculer voire même disparaître sur plusieurs étendues sous les températures moyennes qui atteindraient 14°. Dans les conditions normales, ce recul devrait normalement permettre la migration ascendante de la forêt directement inférieure (l'horizon supérieur : 2250 à 2450 m d'altitude) qui ne pourra plus résister sous la température de 15°-16°C. Mais, en considérant les conditions édaphiques de la zone sub-alpine composée essentiellement de sol peu épais et des affleurements rocheux très fréquents, il est évident qu'aucune formation forestière ne pourra s'épanouir à cet endroit. Cependant, certaines localités non hostiles malheureusement rares, pourraient être envahies par des espèces particulières qui marquent la parenté, voire même la continuité entre la fruticée afro-subalpine et l'horizon supérieur. Il s'agit effectivement des espèces forestières notamment *Monanthotaxis orophila*, *Salacia erecta*, *Maytenus acuminatus*, *Asplenium friesiorum*, qui manifestent une grande faculté d'adaptation à des milieux forestiers divers et se mêlent à la fruticée éricoïde.

L'horizon supérieur de l'étage afromontagnard devra épouser la structure de l'horizon moyen actuel avec développement de la forêt de montagne typique constituée des arbres géants. Cette évolution ne devrait pas prendre beaucoup de temps du fait qu'il s'agit en fait de l'épanouissement des espèces qui sont toujours là et qui attendent de bonnes conditions pour leur développement maximal.

Au niveau de l'horizon moyen compris entre 1900 et 2250 m d'altitude, la forêt ombrophile de montagne devrait connaître une très grande expansion ascendante jusqu'au niveau de l'horizon supérieur suite aux conditions écologiques favorables. Dans sa partie inférieure, il est très difficile d'envisager une nette modification. En effet, l'horizon moyen qui représente l'état climacique d'une forêt humide de haute montagne comporte des espèces qui ne diffèrent à rien de celles de l'horizon inférieur (1600 à 1900 m). Mais, avec les changements climatiques, les conditions climatiques ne seront pas réunies pour garder des espèces atteignant les tailles actuelles (à 17-18°C). Cela implique évidemment l'expansion ascendante de l'horizon inférieur pour occuper au moins une partie de l'horizon moyen.

Le réchauffement dû à l'augmentation de la température et la forte pluviosité, affecteront beaucoup l'horizon inférieur actuel occupé par la forêt ombrophile de montagne de transition. En effet, avec une température de plus de 20°, cette zone sera exclue de l'étage montagnard qui se développe à une température inférieure à 18°C. L'horizon inférieur (1600-1900 m) cédera alors la place à l'étage de transition. Ce dernier, selon Lewalle (1972), nécessite un climat intermédiaire entre celui de la plaine et celui de la montagne : la température moyenne est relativement élevée de l'ordre de 20°C et on n'y ressent jamais les coups de froid qui peuvent survenir sur la crête, les précipitations restent plus abondantes (1200 mm environ) et plus régulières que dans la plaine.

Dans de telles conditions, la zone actuelle de forêt ombrophile de transition devrait être occupée par des espèces de la forêt mésophile submontagnarde de Lebrun (1956) et Lewalle (1972). Il s'agit d'une formation végétale en disparition dans la région de Mumirwa qui comprend des espèces dont l'optimum se trouve entre 1100 à 1500 m d'altitude : *Ficus vallis-choudae*, *Cordia africana*, *Spathodea campanulata*, *Newtonia buchananii*, etc. De plus, des savanes secondaires avec *Entada abyssinica* et *Protea madiensis* pourraient aussi occuper certaines terres peu épaisses. Il ne sera pas aussi étonnant de constater le maintien de certaines espèces de la forêt secondaire de montagne comme *Polyscias fulva*, *Myrianthus holstii* qui sont actuellement repérables jusqu'à 1500, voire 1400 m d'altitude. Au niveau des ravins des pentes abruptes bien conservés, se développeront des forêts-galeries submontagnardes qui sont des équivalents édaphiques de la forêt mésophile submontagnarde.

Nous venons de montrer les changements au niveau de l'écosystème forêt de montagne qui pourront se passer avec l'augmentation de la température sous une pluviosité intense. La question est donc de savoir dans quelles conditions ces changements seraient perceptibles. Les scénarios ci-haut développés montrent déjà que les différents changements qui peuvent surgir ne sont pas à mesure d'éradiquer la forêt de montagne surtout au niveau de l'étagement afromontagnard. A ce niveau, il pourrait se passer une sorte de modification interne à l'écosystème difficile à percevoir, sans qu'il y ait des pertes notables des espèces. Cela étant liée au fait que la végétation de cet étage porte des potentialités naturelles avec des caractères de territorialité et d'homogénéité strictes.

Cependant, nous devons aussi comprendre que la forêt de montagne a subi des actions anthropiques sévères à tel point que certains horizons notamment l'horizon inférieur ne persiste que dans de rares localités. Des trouées sur des étendues très considérables sont occupées par la végétation de reconstitution de divers stades ou des cultures (fig. 18). C'est alors le caractère fugace des communautés de substitution qui trouvera barrière à l'évolution vers le climax suite aux changements climatiques.

En effet, l'évolution des friches culturales à une forêt secondaire en passant par les recrus préforestiers trouvera beaucoup d'entraves liées à l'augmentation de la température, et les conditions idéales d'ombrage et d'humidité, etc. ne seront pas réunies pour déclencher la croissance des plantes du noyau spécifique de forêt dense. C'est dans cette optique même que nous envisageons la pénétration des espèces de l'étage de transition et des savanes de Mumirwa dans l'horizon inférieur. Il en découlera ainsi, un réseau de divers types de végétations d'aptitudes dynamiques variées qui rendraient de plus en plus malaisées la perception des limites altitudinales des étages et des horizons.

Au niveau de l'étage sub-alpin, des modifications pourraient être significatives. La végétation très clairsemée et entrecoupée par des sols dénudés et des affleurements rocheux sera de plus en plus réduite. Des pertes des espèces uniques constituées par des herbacées dans ces contrées pourraient être enregistrées. En effet, avec la diminution de l'humidité sous l'effet de la température, les espèces des sols mouilleux comme *Xyris fugaciflora*, *Xyris scabridula*, *Ascolepis eriocaloides*, *Drosera madagascariensis*, *Juncus oxycarpus* et *Utricularia troupinii* (une Lantibulariaceae endémique du Burundi) pourraient disparaître complètement. Nous pouvons donc prévoir un désert rocheux sur plusieurs endroits des hauts sommets de la crête Congo-Nil.

Cette dénudation au niveau de l'étage sub-alpin impliquera évidemment l'intensification de l'érosion des pluies sur les hauts sommets. La situation d'érosion pourrait s'aggraver si la forêt de l'étage directement inférieur (l'étage afromontagnard) est défrichée. Certes, étant un régulateur climatologique et hydrologique par excellence, ces services pourraient disparaître avec l'amincissement ou la disparition de la forêt. Il en découlera logiquement des pertes intenses des terres de la crête par l'érosion et des inondations au niveau de la plaine de l'Imbo et des bas fonds de la partie orientale de la crête. Les cours d'eau seront finalement perturbés et l'opacité des eaux atteindra son grand maximum, participant ainsi à la pollution du lac Tanganyika. Cette situation, certes désastreuse, ne pourrait pas durer longtemps. Avec la disparition du régulateur, les précipitations devront aussi se raréfier en faveur des périodes sèches encore beaucoup plus alarmantes.

L'extension de la durée des saisons sèches de Mai à Novembre est très fatale sur la forêt de montagne qui subit annuellement des feux de brousse. L'exposition de cette forêt à ces feux durant 5 mois occasionnera sans doute des pertes des espèces aussi bien animales que végétales.

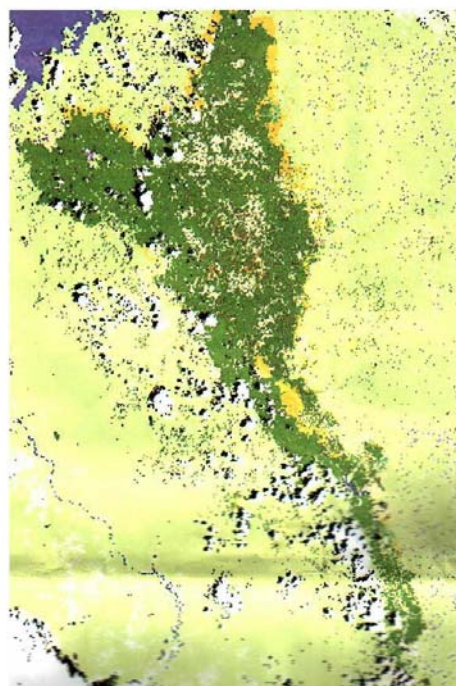
En conclusion, les grands problèmes enregistrés à causes des effets néfastes des changements climatiques sur la forêt de montagne sont :

- La disparition de la végétation de l'étage sub-alpin accompagné des pertes des espèces ;
- La dégradation de la forêt ombrophile de montagne ;
- Aggravation de l'ampleur des feux de brousses.

**19 juillet
1986**



**15 Janvier
2003**



**Changement de 1986 à
2003**

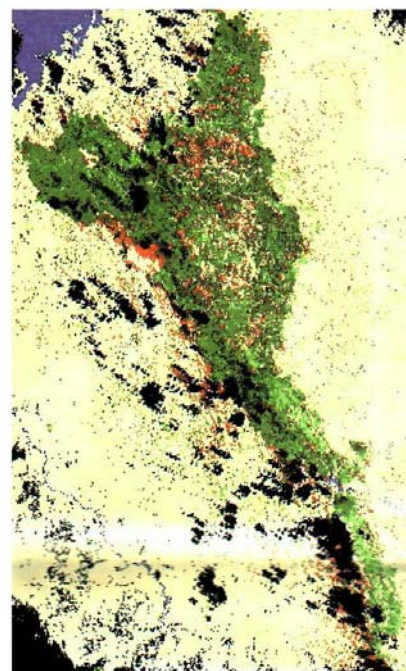


Fig. 18 : Evolution de la forêt de montagne de la Kibira-Nyungwe au cours de 20 dernières années (la couleur rouge de la dernière carte signifie défrichements opérés)

II.1.1.2. Forêts claires

- *Situation actuelle*

Les forêts claires du Burundi qui occupaient dans le temps 1 400 km², soit 5% du territoire national, sont maintenant de petits lambeaux dispersés dont le plus grand ne dépasse guère 3 000 ha.

Dans la partie méridionale du Burundi, les forêts tropicales tapissent les pentes au départ considérées comme impropres à la culture. Cependant, sur toute la bordure périphérique des plaines de Rumonge et de Nyanza-lac, jusqu'à 1 600 m d'altitude, on assiste à une spécialisation de cultiver sur des pentes fortes. Cette pratique agricole inappropriée réduit considérablement les forêts claires par coupe rase.

Dans la dépression de Kumoso, de Makamba à l'extrême Nord de Cankuzo, le défrichement culturel est de loin l'activité dégradatrice des forêts claires. Il consiste à des coupes rases des formations végétales qui ont pu s'édifier sur des zones rocheuses, vraiment à vocation forestière.

Cette activité humaine aboutit à la fragmentation des forêts claires qui ne se présentent plus que sous forme de lambeaux dont les plus palpables se localisent à Gisagara, à Giharo et à Rubungu-Kigabwe. Les petites entités souvent entamées à Giharo sont fragilisées et condamnées à disparaître.

Dans ces régions de forêts claires, les espèces dominantes des genres *Brachystegia*, *Julbernardia*, *Isoberlinia* étant très sensibles aux feux (Malaisse, 1979), la coupe et l'incendie favorisent finalement des plantes de savanes sans destination forestière ou laissent tout simplement des déserts rocheux (fig. 19).

Les forêts claires du Burundi ont également subi et subissent même actuellement les effets dégradateurs des espèces exotiques : *Pinus*, *Callitris*, etc. En grande partie, ces plantes sont introduites dans les forêts claires dont les arbres servent d'ombrage. Avant que les essences introduites atteignent l'état de massif, on procède à l'élimination des essences naturelles pour laisser place à une végétation homogène alignée de *Pinus* et *Callitris*. Cela a été observé à Rumonge-Vyanda et à Gisagara (Rugamba et Busoro).



Fig. 19 : Défrichage culturaux dans la forêt claire de Rumonge

- ***Impacts en cas de changements climatiques***

En considérant les conditions climatiques actuelles des forêts claires du Burundi sur des zones assez arides, les futurs changements climatiques qui seront caractérisés par une montée de la température et une pluviosité abondante donnent à penser à une expansion importante de ces formations végétales. En effet, l'élévation de température de l'ordre de 2°C suite aux changements climatiques ne pourra pas modifier la structure des forêts tropophiles au sens de Lebrun et Gilbert (1954) et hétérothermiques au sens de Streel (1953). Cependant, en nous référant à Malaisse (1979), une expansion de quelques espèces très résistantes est envisageable. En effet, *Brachystegia spiciformis* est l'espèce des forêts claires qui a été recensée sur des zones les plus arides du domaine zambézien et supporte facilement des températures dépassant 30°C.

Cette espèce qui préfère des sols profonds et qui ne tolère pas des sols hydromorphes a été identifiée dans toutes les forêts claires du Sud du Burundi et semble inexistante dans la dépression de Kumoso (Nzigidahera, 1996).

L'augmentation de la pluviosité est un facteur favorable dans la poursuite de la dynamique évolutive du miombo du Burundi. Dans la contrée de Kumoso où *Julbernardia globiflora* affiche une certaine préférence, on assistera à la supplantation de *Brachystegia* par cette espèce envahissante. Cela pourrait aussi se passer au niveau de la partie Sud du Burundi, cette fois-ci avec *Isoberlinia angolensis* qui tendra à supplanter les *Brachystegia*. Ce sont d'ailleurs ces deux espèces que Nzigidahera (1995) utilise pour distinguer deux sous-districts de Kumoso et de Rumonge-Nyanza-lac. Les futurs changements climatiques permettraient donc une bonne individualisation de deux types de peuplements arborescents en gardant presque intact la même structure et le même cortège floristique.

Cette dynamique évolutive induite par des précipitations intenses sera remarquable au niveau des savanes qui entrecoupent le miombo. Sous les conditions climatiques favorables, la savane herbeuse cheminera le cortège jusqu'à l'installation de savane boisée. C'est dans la savane boisée, là où le couvert végétal prend une importance, avec des essences ligneuses abondantes (*Anisophyllea boehmii*, *Pericopsis angolensis*, *Hymenocardia acida*, *Pterocarpus*, etc.) que les précurseurs des forêts claires s'installeront (*Uapaca nitida*, *Uapaca kirkiana*, *Uapaca zansibarica*) pour former des peuplements homogènes sur localités. L'évolution progressive de la savane boisée aboutira à la mise en place des forêts claires.

Si les conditions favorables d'humidité et de sol profond le permettent, la forêt claire devrait évoluer vers une forêt à tendance guinéenne (Lewalle, 1972). Cependant, malgré l'abondance des pluies qui pourra y avoir, il serait utopique d'envisager une évolution des forêts claires des escarpements côtiers rocheux de la plaine vers ce stade de forêt dense de basse altitude.

Nous pouvons pourtant admettre que cette forêt de Kigwena humide et sèche qui tapisse la plaine en bordure du lac Tanganyika pourra bien s'épanouir, sans toute fois occuper de nouveaux espaces, sous les conditions climatiques projetées à l'horizon 2050. Cependant, en nous référant à la montée des eaux du lac Tanganyika dans les prochaines décennies, la forêt de Kigwena devra perdre une bonne partie de sa végétation à partir du lac en faveur de l'expansion des roselières qui y existent actuellement.

Malgré cette évolution progressive envisagée sur le miombo, nous ne pouvons pas perdre de vue en croyant qu'une sécheresse dure et longue ne pourra pas avoir des conséquences néfastes sur une végétation pourtant des milieux arides. Selon Nzigidahera, B. (1994), la phénologie des espèces dominantes des forêts claires est telle que la défoliation débute en juin jusqu'en Août. Le mois de Septembre est caractérisé par le début de l'apparition de jeunes feuilles rouge brunâtre très remarquables, quelque temps avant les premières pluies. Les pluies d'Octobre et Novembre viennent amplifier le développement du feuillage qui atteint son maximum en Décembre.

Ce comportement adaptatif du miombo pourrait être biaisé par la variabilité climatique marquée par une sécheresse dure et longue (Mai-Novembre). En effet, le nouveau feuillage de Septembre aura de la peine à se développer en l'absence complète de l'eau en Octobre et Novembre. Cela risquerait d'engendrer une seconde défoliation au cours de la même année et conséquemment une perturbation de la physiologie des plantes. La répétition de ce phénomène d'origine climatique sur plusieurs années successives pourrait en fin de compte causer une dégradation de l'écosystème miombo. Dans de pareilles conditions, la symbiose ectomycorrhizique qui normalement devrait aider les organismes à survivre pendant la saison défavorable, pourrait aussi être affectée et l'activité des mycéliums mycorrhiziens s'arrêterait.

Tous ces scénarios que nous envisageons ne considèrent pas les influences humaines. Cependant, les forêts claires et les savanes y associées sont cibles des coupes rases culturelles, et les savanes subissent annuellement des feux de brousse répétitifs. Il est connu que la fragmentation des forêts claires par défrichement culturel finit par créer de petits îlots qui ne peuvent jamais reconquérir le terrain. Cela étant liée à la mycorrhization qui a été toujours avancée comme explication pour la dominance des arbres dans les forêts claires. En effet, les feux de défrichement souvent utilisés sur de grandes étendues finissent par anéantir les mycéliums et la régénération directe des espèces des forêts claires est rompue.

Ainsi, cette sécheresse qui occasionne la chute des feuilles et le dessèchement des plantes herbacées graminéennes, ainsi que les coupes rases et les feux de brousse provoqueraient une perte très importante de la biomasse et rendent très agressifs les nombreux herbivores, rongeurs et surtout les termites. Ces derniers, estimés à 360 termitières / ha, feront barrière au développement de nouvelles espèces introduites par des attaques importantes.

En conclusion, les grands problèmes enregistrés liés aux changements climatiques sur les forêts claires sont :

- Dégradation des forêts claires avec pertes des espèces;
- Aggravation de l'ampleur des feux de brousses;
- Installation des terres nues riches en termitières

II.1.1.3. Savanes de l'Est

• *Situation actuelle*

Les savanes arborées occupaient, il y a plus ou moins 50 ans une superficie de 150 000 ha. La superficie actuelle serait de 90 800 ha dont plus de 45. 800 ha protégés (Parc National de la Ruvubu). Dans les savanes de l'Est du Burundi (Buragane, Kumoso et Buyogoma), sur des sols meubles, l'agriculture est l'activité principale qui participe à leur réduction. Souvent, les savanes boisées subissent des coupes rases et des feux de défrichement.

De plus, les savanes sont sujettes à des feux annuels. En partie, ces feux sont allumés tout au long de la saison sèche par les éleveurs dans le but d'obtenir des herbes tendres pour le bétail. D'autres types de feux sont notamment : feux de chasse, feux de culture, pyromanie, etc..

Au niveau des savanes, les feux de brousse induisent toujours une évolution régressive aboutissant très souvent à l'installation des sols rocheux et des concrétions ferrugineuses. Notons que plusieurs paysages de Kumoso-Buyogoma se présentent actuellement comme des déserts rocheux (fig. 20).

Les savanes du Parc National de la Ruvubu sont profondément influencées par les feux de brousse. En l'absence de feux, il serait possible que la végétation soit beaucoup plus fermée et que de vastes étendues soient couvertes de forêts claires à *Uapaca* comme celle qui existe encore sur la colline Luzugu vers Kayongozi. Cette étape avancée d'évolution de la végétation au Sud-Ouest du Parc est essentiellement liée aux précipitations qui y sont abondantes par rapport au reste de cette aire protégée. C'est cet état fermé de la végétation qui a réduit les populations d'ongulées dans la partie sud-ouest et que la partie Nord-Est, plus ouverte, est considérée comme un sanctuaire des Bovidae herbivores. La présence de beaucoup d'animaux devient alors une cause des feux de brousse pour deux raisons ; d'une part, les feux sont allumés par des chasseurs nombreux dans ces localités, et d'autre part les agents du parc allument des feux de gestion annuellement pour offrir du pâturage à ces herbivores sauvages en maintenant stable les savanes herbeuses.

Au niveau de la vallée, le climat humide et les brouillards qui s'y créent ont permis le développement des savanes boisées.



Fig. 20 : Dégradation de la crête de montagne suite aux feux de brousse répétitifs à Ruyigi

- *Impacts en cas de changements climatiques*

Les conditions climatiques projetées en 2050 sont très favorables au processus évolutif des savanes. La dynamique des savanes est telle qu'en cas de conditions favorables, les savanes herbeuses évoluent en savanes arbustives qui, à leur tour, cèdent la place aux savanes boisées et arborescentes. Ce sont ces dernières qui donneront naissances aux forêts claires. On peut même envisager que les précipitations abondantes permettront l'expansion de la forêt claire.

Dans les conditions de température projetées en 2050, on devra nécessairement observer des saisons sèches très longues et très chaudes. Cette situation ne pourra pourtant pas éradiquer l'écosystème savane, mais on assistera à une évolution progressive mais lente vers la savane arborescente. Dans certaines conditions édaphiques caractérisées par des crêtes à sols rocailleux, ou rocheux, persistera toujours une végétation basse et très clairsemée.

Cette évolution, quoique lente, reste cependant une pure supposition théorique, car, indépendamment des feux naturels (Trollope, 1984), il existe des feux allumés par l'homme et ceux-ci sont très fréquents aussi bien dans le Parc National de la Ruvubu que dans les savanes non protégées. Dans cette aire protégée, les feux de gestion qui sont incontournables, aussitôt qu'ils sont appliqués, auront toujours des influences négatives sur la dynamique de la végétation.

On peut conclure donc que malgré les bonnes conditions d'humidité qui régneront surtout en saison des pluies, les feux de brousse auxquels s'ajoutent les feux de gestion et amplifiés par des sécheresses très longues et dures constitueront une barrière à l'évolution progressive. Ce sont les savanes herbeuses et arbustives, riches en herbacées véhicules du feu, qui subiront une dégradation accentuée surtout celles localisées sur des piémonts. Cela viendra aggraver la situation déjà précaire des chaînes de montagne de Mpungwe et de Birime (Ruyigi), de Mahango (Cankuzo) et de plusieurs collines de Buyogoma avec installation des déserts rocheux.

En conclusion, les grands problèmes enregistrés liés aux effets néfastes des changements climatiques sur les savanes du Parc National de la Ruvubu et les savanes non protégées sont :

- Dégradation des savanes avec pertes d'espèces;
- Aggravation de l'ampleur des feux de brousses;
- Installation des déserts rocheux.

II.1.1.4. Bosquets xérophiles et forêt sclérophylle de la plaine de la Rusizi

- *Situation actuelle*

Dans la plaine de la basse Rusizi, l'aridité caractérisée par des faibles précipitations sur un sol filtrant et des températures les plus hautes du pays ont permis l'installation d'une végétation bien adaptée à ces conditions extrêmes. Il s'agit des bosquets xérophiles et de la forêt sclérophylle à *Hyphaene benguellensis* var. *ventricosa*.

Actuellement, on assiste à la déforestation des Hyphaenes dont les stippes et feuilles participent dans plusieurs usages. Suite au surpâturage et aux feux de brousses répétés, les bosquets à *Cadaba farinosa* et *Commiphora madagascariensis*, qui remplacent progressivement la forêt à *Hyphaene*, cèdent la place à des pelouses rases et des déserts dunaires sur plusieurs localités (fig. 21).



Fig. 21 : Le surpâturage et les feux de brousses répétés réduisent les bosquets en pelouses rases

- *Impacts en cas de changements climatiques*

Avec les changements climatiques, l'augmentation des précipitations en saison des pluies et l'élévation de température de l'ordre de 2° C avec un réchauffement plus marqué en saison sèche ne peuvent pas induire une évolution régressive pour les différents types de formations végétales déjà adaptées aux conditions dures. En effet, avec les précipitations abondantes, la steppe à *Bulbine abyssinica* pourrait évoluer vers une association à *Cadaba farinosa* et *Commiphora madagascariensis*, processus évolutif décrit par Reekmans (1975). Sous ces conditions climatiques, les bosquets xérophiles et la forêt sclérophylle à *Hyphaene* devraient continuer à bien se porter. On pourrait ainsi assister à l'évolution des bosquets vers le stade forestier dominé par *Hyphaene benguellensis* var. *ventricosa*, surtout ceux ayant cette espèce comme arbre d'ombrage au sens de Lebrun (1947).

De même, les inondations qui deviendront importantes et les surenvasements à partir des crues de la rivière Kajeke favoriseront le développement des plantes amphibies et l'expansion des plantes de marais tout le long de ce cours d'eau. Au niveau de la rivière Rusizi, le colluvionnement et les crues pourraient favoriser l'expansion des roselières et des phragmitaies et les nappes d'eau quasi permanentes au niveau des étangs influenceraient le développement des plantes nageantes.

La situation actuelle, caractérisée par une déforestation intense de la végétation en faveur de l'agriculture et des feux de brousses, fera barrière à l'évolution progressive prévue en cas de changements climatiques. En effet, sur des sols dunaires, la déforestation de la végétation favorisera l'installation progressive de désert sableux et des sols nus surmontés par de multiples termitières épigées dans les autres endroits non dunaires.

Cependant, la plaine étant très inondable, il pourrait y avoir des changements remarquables au niveau des zones mises en culture après défrichement. Les graves inondations et surenvasements dans la plaine suite aux changements climatiques provoqueraient l'abandon de l'agriculture en saison des pluies. A certains endroits, seule la riziculture y sera possible.

De même, l'aridité qui sera très aggravée par une sécheresse dure et longue ne sera pas à mesure de favoriser l'agriculture non irriguée. Toutes ces situations climatiques pourraient militer ainsi vers le développement des herbacées susceptibles de poursuivre l'évolution vers les stades beaucoup plus avancés.

En conclusion, les grands problèmes enregistrés liés aux effets néfastes des changements climatiques sur les bosquets xérophiles et forêt sclérophylle de la plaine de la Rusizi sont :

- Dégradation des bosquets et forêts à *Hyphaene*;
- Installation du désert dans la plaine de la Rusizi.

II.1.15. Bosquets xérophiles de Bugesera

- ***Situation actuelle***

Des analyses des données existantes montrent que les phénomènes climatiques caractérisés par des pluies déficitaires sont anciens à Bugesera. C'est pour cette raison que la région a enregistré depuis les temps les plus reculés une végétation xérophile bien adaptée aux conditions d'aridité et de sécheresse les plus prononcées du Burundi.

Cependant suite à l'action anthropique, les bosquets xérophiles subissent une détérioration continue aboutissant souvent à des pelouses ou à des sols nus (fig. 22). Il n'existe donc plus des représentants de la végétation naturelle qui soient conformes aux descriptions de Liben (1956).

Les pelouses à *Brachiaria*, graminée stolonifère, constituent d'excellents pâturages. Les nombreux troupeaux de vaches que compte actuellement cette région réduisent sensiblement les bosquets xérophiles, et les pelouses se dégradent en plages dénudées couvertes de concrétions ferrugineuses parsemées par une multitude de termitières.



Fig. 22: Défrichage culturel par coupe rase des bosquets xérophiles à Murehe

- *Impacts en cas de changements climatiques*

La question est de savoir ce que pourra devenir les bosquets xérophiles de Bugesera face aux changements climatiques caractérisés par des pluies abondantes et une montée de température de 2°C. La précipitation abondante suppose déjà la mise en place des conditions d'humidité inhabituelles dans la région. Ce facteur important ne peut avoir comme conséquence que le maintien voire même l'évolution des végétations à des stades beaucoup plus avancés.

Cependant, la montée de température qui se manifestera notamment par des saisons sèches les plus dures dans une région déjà très aride pourra faire barrière au processus évolutif de la végétation vers les stades forestiers. Mais, nous sommes très loin d'envisager une régression de la végétation si on en tient aux structures adaptatives déjà acquises. Tout porte donc à admettre que la xérophilie sera toujours de règle dans les décennies prochaines. Dans les milieux peu dégradés, les conditions d'humidité favorable, pourront induire une évolution de la végétation jusqu'aux bosquets xérophiles qui, selon Lebrun (1947), constituent le stade final des savanes arbustives de la région.

Par contre, dans les milieux de dégradation très poussée, la sécheresse très rigoureuse et longue ne pourra pas permettre la régénération de la végétation capable d'évoluer vers les bosquets. Les activités de l'homme notamment par défrichements cultureux, feux de brousse et surpâturage viendront faciliter l'installation irréversible d'un désert.

En conclusion, les grands problèmes enregistrés liés aux effets néfastes des changements climatiques sur bosquets xérophiles de Bugesera sont :

- Disparition progressive des bosquets avec pertes d'espèces;
- Installation du désert.

II.2. PERCEPTION DES COMMUNAUTES LOCALES SUR LES EFFETS NEFASTES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Selon les différentes enquêtes menées à travers des ateliers régionaux, les différents acteurs ont pu mettre en évidence les grands problèmes liés aux changements et variabilités climatiques sur les écosystèmes et ont proposées des solutions stratégiques y relatives. Les diverses contributions reçues de la part des communautés locales et de l'administration et d'autres acteurs locaux sont essentiellement basées sur des événements climatiques extrêmes; étant attendu qu'un événement climatique extrême est considéré comme une manifestation de l'atmosphère qui s'écarte largement des conditions normales (moyennes) habituellement reconnues à un endroit donné. Ce sont donc ces événements climatiques que les populations locales ont vécus depuis longtemps et qui se traduisent par des inondations, des cyclones dévastateurs, des sécheresses dures et longues et des érosions. Suivants les zones écologiques, les problèmes identifiés et les solutions proposées sont condensés dans le tableau 3 (Annexe).

Il a été retenu que les grandes préoccupations des populations sur les écosystèmes terrestres sont :

- Les feux de brousse ;
- Exploitation irrationnelle des ressources forestières ;
- Disparition progressive du couvert végétal.

II.3. OPTIONS POSSIBLES D'ADAPTATION

L'analyse que nous venons de faire sur les impacts et la vulnérabilité des écosystèmes terrestres aux changements climatiques montre finalement que les conditions climatiques des prochaines décennies pourraient être favorables au développement de la végétation. Cependant, au niveau de la zone sub-alpine de la forêt de montagne, l'effet de l'augmentation de température sera à l'origine de la disparition de la végétation de l'étage sub-alpin et des pertes des espèces. La sécheresse rigoureuse et prolongée sur plusieurs mois aggravera l'ampleur des feux de brousse, facteurs incontestables de dégradation des écosystèmes terrestres.

Il a été également constaté que ce sont plutôt actions humaines par défrichements cultureux, surpâturage, déforestation, feux de brousse, etc. qui constitueraient une impasse majeure au processus évolutif des écosystèmes terrestres et ouvriraient ainsi la voie aux effets néfastes de changements climatiques. Les problèmes attendus sont donc la dégradation de la forêt ombrophile de montagne, des forêts claires, des bosquets, des savanes et de la forêt à *Hyphaene* et l'installation des déserts dans les milieux hautement anthropisés.

Après avoir identifié les causes anthropiques et climatiques, il a fallu définir les options possibles pour arrêter les effets néfastes de changements climatiques (tableau 4). Il s'agit en fait des options visant à aider les écosystèmes à s'adapter aux changements climatiques. Ces options doivent permettre le maintien du processus évolutif positif mais également le changement du comportement de l'homme. Ainsi, les principales options retenues sont :

- Renforcer la conservation des aires protégées
- Lutter contre les feux de brousse dans tous les milieux naturels du Burundi
- Mettre en défens des savanes et forêts claires de la dépression de Kumoso, toutes les collines boisées de Murehe et les crêtes de la Région de Ruyigi
- Reconstituer les zones très dégradées avec des essences adaptées
- Sensibiliser et informer les décideurs et les autres partenaires, y compris les communautés locales sur les effets néfastes des changements climatiques
- Mener une étude pour l'utilisation rationnelle des feux de gestion dans le Parc National de la Ruvubu.

Tableau 4: Matrice des impacts, vulnérabilités et options d'adaptation

Aléats climatiques	Problèmes importants	Causes		Population cible	Options d'adaptation
		Climatique	Anthropique		
Déficit pluviométrique	- Dégradation des forêts claires de Kumoso, des bosquets de Bugesera, des savanes et pertes des espèces	Arrêt du processus d'évolution progressive	Défrichement culturel et surpâturage, feux de brousse	Agriculteurs, éleveurs	- Mettre en défens des savanes et forêts claires de la dépression de Kumoso, toutes les collines boisées de Murehe et les crêtes de la Région de Ruyigi
	- Dégradation des bosquets et de la forêt à <i>Hyphaene</i> de la Réserve naturelle de la Rusizi, des savanes du Parc National de la Ruvubu et des forêts claires des Réserves de l'Est et du Sud	Arrêt du processus d'évolution progressive	Défrichement culturel et surpâturage, feux de brousse, feux de gestion	Agriculteurs, éleveurs	- Renforcer la conservation des aires protégées - Mener une étude pour l'utilisation rationnelle des feux de gestion dans le Parc National de la Ruvubu
	- Aggravation de l'ampleur des feux de brousses	Dessèchement des plantes suite à la sécheresse dure et prolongée		Agriculteurs, éleveurs	- Lutter contre les feux de brousse dans tous les milieux naturels du Burundi
	- Installation des déserts à l'Est, dans la plaine de la Rusizi et à Bugesera du Burundi, dans la plaine de la Rusizi et à Bugesera	Arrêt du processus d'évolution progressive de la végétation dans les zones hautement anthropisées	Défrichement culturel et surpâturage, feux de brousse	Agriculteurs, éleveurs	- Sensibiliser et informer les décideurs et les autres partenaires, y compris les communautés locales sur les impacts et la vulnérabilité aux changements climatiques - Reconstituer les zones très dégradées avec des essences adaptées
Elévation de la température	- Disparition de la végétation de l'étage sub-alpin et des pertes des espèces	Perturbation des influences altitudinales		Agriculteurs, éleveurs	- Reconstituer les zones très dégradées avec des essences adaptées
	- Dégradation de la forêt ombrophile de montagne du Parc National de la Kibira, des Réserves de Monge, Mpotsa, Bururi, vyanda	Arrêt du processus d'évolution progressive	Défrichement culturel et surpâturage, feux de brousse	Agriculteurs, éleveurs	- Renforcer la conservation des aires protégées

CHAPITRE III : IDENTIFICATION DES OPTIONS PRIORITAIRES

III.1. ECOSYSTEMES TERRESTRES DANS LE CONTEXTE POLITICO-ECONOMIQUE NATIONAL

Avant l'identification des options prioritaires, il importe de choisir des critères tout en examinant soigneusement la question des écosystèmes terrestres et leur conservation en tenant compte des réalités socio-économiques et politiques du pays. Certes, la conservation des écosystèmes terrestres a des contraintes majeures dont il faut tenir compte pour qu'elle réussisse. Pour le cas précis du Burundi, les contraintes majeures à la conservation est en rapport avec sa situation socio-politique et économique actuelle. Nous citons les aspects majeurs suivants :

- 1. Le Burundi est un petit pays de 27.834 km² avec une population actuelle de 7.000.000 d'habitants et une densité moyenne de 234 hab./km².**
- 2. L'agriculture occupe 90% de la population et constitue la source majeure de l'économie nationale. Pourtant, cette agriculture ne se pratique que sur des sols en perpétuelle dégradation. Cela a comme conséquence, un courant migratoire issu des zones à forte densité vers les régions encore boisées dont les écosystèmes naturels terrestres.**
- 3. La femme burundaise joue en grand rôle dans la vie socio-économique du pays. Elle occupe majoritairement le secteur agricole mais n'en bénéficie pas les gains de cause. On enregistre ainsi un nombre élevé de femmes vulnérables et pauvres par rapport aux hommes et elles sont toujours limitées dans plusieurs secteurs de développement et dans les instances de prise de décision.**
- 4. Les indicateurs socio-économiques sont tels que le pourcentage de pauvres est de 84% au Burundi et le taux d'alphabétisation des adultes est de 35,3%. Les mentalités traditionnelles de la population restent toujours prédominantes dans les activités quotidiennes.**
- 5. La production agricole en diminution continue est actuellement influencée par des conditions climatiques caractérisées par des pluies abondantes sur une courte durée et par des sécheresses prolongées jusqu'en Novembre anéantissant ainsi la première saison agricole (Saison A) et causant ainsi des famines dans plusieurs régions du pays.**
- 6. Le Burundi vit actuellement une crise économique qui a commencé en octobre 1993. Cette crise a engendré une chute de l'économie nationale et une augmentation des pauvres et vulnérables.**

Devant tous ces problèmes, les solutions prioritaires qui s'imposent pour le Burundi consistent à :

- Réduire la pauvreté de la population
- Promouvoir le développement de la femme
- Assurer la sécurité alimentaire
- Relancer l'économie nationale

Ce sont d'ailleurs ces solutions qui viennent d'être retenues par le Burundi comme axes stratégiques dans le Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté - Complet (Vice-présidence de la République du Burundi, 2006).

Cependant, ces solutions, face aux besoins pressants de la population, peuvent imposer des systèmes d'exploitation et d'occupation du sol irrationnels pouvant ainsi amplifier la dégradation des écosystèmes terrestres et les conditions éco-climatiques déjà précaires. En effet, les milieux encore recouverts des écosystèmes forestiers qui sont normalement des domaines de l'Etat, peuvent être considérés comme des réserves de terres pour l'agriculture et l'élevage même sur des zones les plus marginales.

Devant tous ces points de vue, la conservation des écosystèmes terrestres comme mesure d'adaptation, si elle est nécessaire, ne peut être possible que si elle est fondée sur des arguments pertinents. Ainsi, les arguments pouvant convaincre en face des besoins pressants de la population d'un pays en difficultés sont ceux cherchant à :

- Mettre en place un environnement favorable à la production durable ;
- Arrêter préventivement les inondations et les sécheresses;
- Induire l'adaptation de la population en cas des effets néfastes des changements climatiques qui se répercutent sur la production

Partant de toutes ces considérations, les critères de sélection des options prioritaires d'adaptation sont tel que la priorité sera accordée à une option qui, une fois mise en œuvre, pourra assoir un environnement salubre, permettre aux écosystèmes de jouer leur rôle de régulation hydrologique et climatologique, de réduire la pauvreté surtout celle des femmes, d'augmenter la production et croître l'économie du pays. De même, compte tenu de revenu faible de la population, de la précarité de l'économie du pays et des exigences des bailleurs dans la limitation des ressources financières, l'option à coût faible sera plus prioritaire que l'option chère.

III.2. IDENTIFICATIONS DES CRITERES

La concertation engagée au niveau du pays à travers les ateliers régionaux et des réunions de toutes les parties prenantes a permis de fixer tout un ensemble de critères ayant pour base les spécificités du pays.

Pour déterminer les critères de classification, plusieurs méthodes ont été examinées: l'analyse coûts/bénéfices (ACB), l'analyse coût/efficacité (ACE) et l'analyse multicritère. Suite au manque de données quantitatives, l'analyse multicritère (AMC) qui combine l'ACB et l'ACE a été utilisée. Elle permet l'utilisation de variables et d'indicateurs non monétaires. Le choix de cette méthodologie découle également de la nécessité de la prise en compte de la rareté des ressources financières du pays ; ces ressources qui doivent être utilisées avec le maximum d'efficacité en même temps qu'elles constituent un facteur de mobilisation des ressources extérieures.

Ainsi, les critères illustrés au tableau 5 ont été retenus pour être utilisés dans l'identification des options prioritaires définitives d'adaptation. En tenant compte du fait que ces critères n'ont pas la même importance, ils ont reçu des poids différents dont l'ensemble totalisent 100.

Les critères, dans l'approche AMC, sont donc différenciés en deux groupes à savoir :

- Le coût : il s'agit essentiellement du coût monétaire. Ce critère représente la prise en compte de la rareté des ressources du Burundi. Il s'agit en fait d'une contrainte incontournable tenant compte de la précarité des finances du pays.
- L'efficacité : elle est analysée comme un avantage dans ses dimensions de l'amélioration des conditions environnementales et de contribution au développement durable. Ce groupe impose la décomposition des critères traduisant l'efficacité en deux sous-groupes suivants :
 - Amélioration des conditions environnementales :
 - Gestion durable de l'environnement ;
 - Aptitude d'adaptation ;
 - Prévention des risques climatiques.
 - Contribution au développement durable
 - Lutte contre la pauvreté ;
 - Sécurité alimentaire ;
 - Promotion de la femme ;
 - Croissance économique.

Tableau 5: Critères de sélection des options prioritaires et pondération y relatives

<i>Critères</i>	Pondération absolue	Pondération relative
- Gestion durable de l'environnement	25	0,25
- Coût	20	0,20
- Aptitude d'adaptation	15	0,15
- Lutte contre la pauvreté	14	0,14
- Sécurité alimentaire	10	0,10
- Prévention des risques climatiques	10	0,10
- Promotion de la femme	4	0,04
- Croissance économique.	2	0,02
Total	100	0,01

III.3. CLASSIFICATION DES OPTIONS PRIORITAIRES

Les six options d'adaptation aux changements climatiques ont été analysées chacune par rapport aux critères. La méthode de calcul appliquée au cours de cet exercice de priorisation des options a été la suivante :

- Dans un premier temps, il a fallu déterminer une échelle qui permettra de comparer les options par rapport au critère considéré. Pour tous les critères traduisant les bénéfices, l'échelle choisie est 1-10 où 1 est la note minimale et 10 est la note maximale. Pour le critère «Coût» traduisant les dépenses, il a fallu attribuer les valeurs réelles de l'option en millier de dollars américains. Ici, les options sont comparées les unes aux autres en prenant chaque critère séparément. C'est ainsi que le tableau 6 a été établi.

- Dans un second temps, pour comparer simultanément les options sur base de tous les critères, il a fallu opérer une standardisation des échelles. Il s'agissait d'exprimer les valeurs des critères dans la même unité de mesure sur une échelle commune. Les formules suivantes permettent cette standardisation :

- Formule traduisant les valeurs croissantes pour les bénéfices (avantages): $C-m/M-m$

- Formule traduisant les valeurs décroissantes pour les coûts (désavantages) : $M-C/M-m$

Où C = valeur considérée (correspond à la valeur attribuée à l'option par rapport à un critère)

M = valeur maximale (correspond à la grande valeur attribuée à une option quelconque de la colonne)

m = valeur minimale (correspond à la petite valeur attribuée à une option quelconque de la colonne)

Ces formules ont permis de confectionner le tableau 7.

- Dans un troisième temps, il a fallu identifier des notes pondérées. Pour chaque option, on obtiendra la note pondérée en multipliant sa valeur standardisée par le poids du critère correspondant. Le calcul de la moyenne des notes (scores) pour chaque option est la somme de ses notes divisée par le nombre de critères. Cette opération de pondération a conduit aux résultats du tableau 8. Le classement des options est fait par comparaison des moyennes obtenues (tableau 9).

Tableau 6: Attribution des notes aux options par rapport aux critères

<i>Critères</i>	Gestion Durable de l'environnement	Coût	Aptitude d'adaptation	Lutte contre la pauvreté	Sécurité alimentaire	Prévention des risques climatiques	Promotion de la femme	Croissance économique	Total
Unité	1-10	Milliers de \$	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10	
Renforcer la conservation des aires protégées	8	200	8	5	5	8	2	8	30,5
Lutter contre les feux de brousse dans tous les milieux naturels du Burundi	8	100	8	6	6	8	4	6	18,25
Mettre en défens des savanes et forêts claires de la dépression de Kumoso, toutes les collines boisées de Murehe et les crêtes de la Région de Ruyigi	8	150	7	5	5	8	2	6	23,875
Reconstituer les zones très dégradées avec des essences adaptées	8	500	7	6	5	8	2	4	67,5
Sensibiliser et informer les décideurs et les autres partenaires, y compris les communautés locales sur les effets néfastes des changements climatiques	5	100	6	4	3	6	1	3	16
Mener une étude pour l'utilisation rationnelle des feux de gestion dans le Parc National de la Ruvubu	5	100	4	2	2	5	1	1	15

Tableau 7: Attribution des valeurs standardisées aux options par rapport aux critères

<i>Critères</i>	Gestion durable de l'environnement	Coût	Aptitude d'adaptation	Lutte contre la pauvreté	Sécurité alimentaire	Prévention des risques climatiques	Promotion de la femme	Croissance économique	Total
Renforcer la conservation des aires protégées	1	0,75	1	0,75	0,75	1	0,333333	1	6,583
Lutter contre les feux de brousse dans tous les milieux naturels du Burundi	1	1	1	1	1	1	1	0,71429	7,714
Mettre en défens des savanes et forêts claires de la dépression de Kumoso, toutes les collines boisées de Murehe et les crêtes de la Région de Ruyigi	1	0,875	0,75	0,75	0,75	1	0,333333	0,71429	6,173
Reconstituer les zones très dégradées avec des essences adaptées	1	0	0,75	1	0,75	1	0,333333	0,42857	5,262
Sensibiliser et informer les décideurs et les autres partenaires, y compris les communautés locales sur les effets néfastes des changements climatiques	0	1	0,5	0,5	0,25	0,333333	0	0,28571	2,869
Mener une étude pour l'utilisation rationnelle des feux de gestion dans le Parc National de la Ruvubu	0	1	0	0	0	0	0	0	1

Tableau 8: Attribution des notes pondérées aux options par rapport aux critères

<i>Critères</i>	Gestion durable de l'environnement	Coût	Aptitude d'adaptation	Lutte contre la pauvreté	Sécurité alimentaire	Prévention des risques climatiques	Promotion de la femme	Croissance économique	Total
Pondération absolue	25	20	15	14	10	10	4	2	100
Pondération relative	0,25	0,20	0,15	0,14	0,10	0,10	0,04	0,02	1,00
Renforcer la conservation des aires protégées	0,25	0,15	0,15	0,105	0,075	0,1	0,013333	0,02	0,10791667
Lutter contre les feux de brousse dans tous les milieux naturels du Burundi	0,25	0,2	0,15	0,14	0,1	0,1	0,04	0,01429	0,12428571
Mettre en défens des savanes et forêts claires de la dépression de Kumoso, toutes les collines boisées de Murehe et les crêtes de la Région de Ruyigi	0,25	0,175	0,1125	0,105	0,075	0,1	0,013333	0,01429	0,10563988
Reconstituer les zones très dégradées avec des essences adaptées	0,25	0	0,1125	0,14	0,075	0,1	0,013333	0,00857	0,0874256
Sensibiliser et informer les décideurs et les autres partenaires, y compris les communautés locales sur les effets néfastes des changements climatiques	0	0,2	0,075	0,07	0,025	0,0333333	0	0,00571	0,05113095
Mener une étude pour l'utilisation rationnelle des feux de gestion dans le Parc National de la Ruvubu	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,003125

Tableau 9: Le classement des options par rapport aux scores obtenus

Options prioritaires	Scores	Classement
Lutter contre les feux de brousse dans tous les milieux naturels du Burundi	0,12428571	1
Renforcer la conservation des aires protégées	0,10791667	2
Mettre en défens des savanes et forêts claires de la dépression de Kumoso, toutes les collines boisées de Murehe et les crêtes de la Région de Ruyigi	0,10563988	3
Reconstituer les zones très dégradées avec des essences adaptées	0,0874256	4
Sensibiliser et informer les décideurs et les autres partenaires, y compris les communautés locales sur les effets néfastes des changements climatiques	0,05113095	5
Mener une étude pour l'utilisation rationnelle des feux de gestion dans le Parc National de la Ruvubu	0,003125	6

III.4. IDENTIFICATION DES PROJETS PRIORITAIRES

En nous basant sur la similarité qui existe entre ces options prioritaires, nous avons fait le regroupement qui nous a permis de définir les types de projets importants d'adaptations aux changements climatiques. Les projets ainsi définis sont :

1. Projet Education à l'adaptation aux changements climatiques

Autour des options suivantes :

- Sensibiliser et informer les décideurs et les autres partenaires, y compris les communautés locales sur les effets néfastes des changements climatiques ;
- Lutter contre les feux de brousse dans tous les milieux naturels du Burundi.

2. Projet de préservation des milieux naturels

Autour des options suivantes :

- Renforcer la conservation des aires protégées ;
- Mettre en défens des savanes et forêts claires de la dépression de Kumoso, toutes les collines boisées de Murehe et les crêtes de la Région de Ruyigi;

3. Projet Réhabilitation des milieux dégradés

Avec une seule option :

- Reconstituer les zones très dégradées avec des essences adaptées ;

Projet 1 :

1. Titre : *Education à l'adaptation aux changements climatiques*

2. Contexte et justification

Au Burundi, les changements climatiques dans les prochaines décennies par l'augmentation de température et forte pluviosité ont montré globalement que les écosystèmes terrestres pourront résister et suivre leur évolution normale. Cependant, il a été constaté que les actions anthropiques notamment les coupes rases culturales, le surpâturage, les feux de brousse, l'exploitations anarchique des ressources biologiques constitueront une impasse à l'évolution de la végétation, sous l'effet de la sécheresse induite par les changements climatiques. Il a été également constaté que la longueur de la sécheresse pourra aggraver les feux de brousse et amplifier ainsi la dégradation des écosystèmes.

Ces actions anthropiques sont pourtant liées au mode de vie de la population. Les communautés locales détruisent les écosystèmes pour assurer leur survie. Ce sont ces écosystèmes qui sont considérés comme des terres encore fertiles, des zones de pâturage, etc. Ce sont ces questions de survie qui font que la problématique de la protection de l'environnement en général et des écosystèmes en particulier ne soit pas appréhendée de la même façon. En effet, certaines actions entreprises pour arrêter la famine induite notamment par la sécheresse ou les inondations ne vont pas dans le sens de préserver l'environnement et très souvent ne visent pas l'adaptation de la population aux effets néfastes de la variabilité climatique. Des solutions souvent envisagées comme le drainage des marais en cas de sécheresse, le défrichement des forêts en cas de dégradation des terres compromettent souvent les mesures de protection du fait que la plupart des écosystèmes fragilisés sont protégés et d'autres sont du domaine de l'Etat. Des textes de lois pour préserver ces écosystèmes, bien lacunaires, existent mais ne sont appliqués.

Ainsi pour renforcer la conservation des écosystèmes terrestres, il faut sensibiliser la population pour qu'elle adopte un comportement qui préserve l'environnement. Les feux de brousse, première manifestation de ce comportement, doivent être arrêtés. Cela signifie que toutes les communautés locales doivent être organisées pour leur participation active dans l'arrêt de ce fléau. Les décideurs politiques doivent comprendre les effets néfastes des changements climatiques et prendre des mesures raisonnées qui s'imposent en cas de sécheresse et d'inondation.

3. Description

Objectifs

L'objectif global du projet est l'amélioration du système d'adaptation de la population au changement climatique.

Objectifs spécifiques

- Sensibilisation des décideurs et des autres partenaires, y compris les communautés locales sur les effets néfastes des changements climatiques.
- Lutte contre les feux de brousse dans tous les milieux naturels du Burundi

Actions à mener :

Objectif spécifique 1 : *Sensibilisation des décideurs et des autres partenaires, y compris les communautés locales sur les effets néfastes des changements climatiques.*

- Produire et multiplier des outils de sensibilisation et d'information tels les dépliants, les affiches, etc. en rapport avec les questions liées aux changements climatiques ;
- Tenir des séances de sensibilisation de toutes les couches de la population sur les effets néfastes des changements climatiques et les méthodes efficaces d'adaptation ;

Objectif spécifique 2 : *Lutte contre les feux de brousse dans tous les milieux naturels du Burundi*

- Elaborer un plan d'action national de lutte contre les feux de brousse
- Organiser les communautés locales pour mener des interventions participatives d'éteindre les feux de brousse

Résultats à court terme

- Des outils de sensibilisation performants disponibles
- Toutes les couches de la population informées sur méthodes d'adaptation aux changements climatiques
- Un plan d'action de lutte contre les feux de brousse tenant compte des spécificités régionales soumis à toutes les parties prenantes
- Des groupements collinaires de lutte contre les feux de brousse mis en place

Résultats à long terme

- Reconstitutions des systèmes de régulation hydrologique et climatologique
- Populations bien adaptées aux effets néfastes des changements climatiques
- Augmentation de la production agricole

4. Mise en œuvre

Exécution du projet et arrangements,

L'INECN, institution ayant l'éducation environnementale dans ses attributions, est l'Agence Nationale de mise en œuvre du projet. La coordination des activités du projet sera faite par un Coordinateur National. Ce projet comprend plusieurs secteurs, c'est pour cette raison que plusieurs institutions seront impliquées dans la mise en œuvre. Une équipe de planification devra comprendre des représentants de toutes les parties prenantes. Un Comité Directeur sera constitué et comprendra des représentants du Comité PANA et la Commission Nationale pour l'Environnement et des membres de l'Organe de Coordination des activités en rapport avec la biodiversité et des représentants des institutions ayant la main mise sur la biodiversité.

Ce projet est le consensus de différents acteurs du fait qu'il renferme les différentes actions identifiées sur base des études faites au niveau national et local et approuvées par toutes les populations au cours des ateliers nationaux et régionaux. Ainsi, sous la responsabilité de l'INECN, les acteurs impliqués seront notamment toutes les institutions ayant la main mise sur écosystèmes, les populations et les administrations locales, les organisations non gouvernementales, etc.

Suivi et évaluation

Le Coordinateur National du Projet, conjointement avec le Directeur National présentera, tous les 3 mois au bailleur, un rapport sur l'état d'avancement des activités prévues. Des revues tripartites seront organisées chaque année pour examiner les progrès accomplis par le projet et regrouperont des représentants du bailleur, du Gouvernement du Burundi et de l'Agence d'exécution. Des descentes d'évaluation des travaux sur terrain seront organisées par demande des trois partenaires concernés. Un rapport final présentant les travaux réalisés, les résultats obtenus et les problèmes rencontrés sera également présenté pour approbation au bailleur, 3 mois avant la fin du projet.

Risques et hypothèses

Le projet ne présente aucun risque majeur mis à part l'absence de financements pour la réalisation de toutes ces activités prévues.

Ressources financières

Objectifs spécifiques	Activités	Coût (US\$)
Sensibilisation des décideurs et des autres partenaires, y compris les communautés locales sur les effets néfastes des changements climatiques	- Produire et multiplier des outils de sensibilisation et d'information tels les dépliants, les affiches, etc. en rapport avec les questions liées aux changements climatiques	30.000
	- Tenir des séances de sensibilisation de toutes les couches de la population sur les effets néfastes des changements climatiques et les méthodes efficaces d'adaptation	100.000
<i>Sous-total</i>		130.000
Lutte contre les feux de brousse dans tous les milieux naturels du Burundi	- Elaborer un plan d'action national de lutte contre les feux de brousse	20.000
	-Organiser les communautés locales pour mener des interventions participatives d'éteindre les feux de brousse	50.000
<i>Sous-total</i>		70.000
Total		200.000

Projet 2

1. Titre : *Préservation des milieux naturels*

2. Contexte et justification

Au Burundi, l'état des lieux des écosystèmes terrestres montre que les conditions climatiques actuelles amplifiées par les actions anthropiques les empêchent de s'épanouir et de jouer leur rôle écologique. Avec les changements climatiques envisagés dans les prochaines décennies, ces écosystèmes pourront subir une dégradation importante. Au niveau de l'étage sub-alpin à partir de 2500 m d'altitude, la végétation sub-alpine composée essentiellement des Ericaceae devra ainsi reculer voire même disparaître. Des pertes des espèces uniques constituées par des herbacées dans ces contrées pourraient être enregistrées. En effet, avec la diminution de l'humidité sous l'effet de la température, les espèces des sols mouilleux comme *Xyris fugaciflora*, *Xyris scabridula*, *Ascolepis eriocaloides*, *Drosera madagascariensis*, *Juncus oxycarpus* et *Utricularia troupinii* (une Lantibulariaceae endémique du Burundi) pourraient disparaître complètement.

Pour les autres écosystèmes comme les forêts de montagne de l'étage afromontagnard, les forêts claires, les savanes et bosquets xérophiles, malgré l'évolution progressive envisagée suite aux conditions d'humidité, la longueur et la rigueur de la saison sèche devront avoir des conséquences néfastes sur les végétations pourtant déjà adaptées aux milieux arides voire même très aride. En effet, tous ces écosystèmes sont cibles des coupes rases culturelles, des feux de brousse répétitifs et surpâturage qui les fragmentent et les détruisent complétement. La sécheresse viendra ainsi arrêter ou ralentir leur régénération.

La disparition et la perturbation des écosystèmes terrestres impliqueront évidemment l'intensification de l'érosion des pluies sur les pentes fortes. Il en découlera logiquement des pertes intenses des terres par l'érosion et des inondations au niveau des plaines et vallées. Les cours d'eau seront finalement perturbés et l'opacité des eaux atteindra son grand maximum, participant ainsi à la pollution du lac Tanganyika. Cette situation, certes désastreuse, ne peut pas durer longtemps. Avec la disparition du régulateur, les précipitations devront aussi se raréfier en faveur des périodes sèches encore beaucoup plus alarmantes.

Pour arrêter ces conséquences induites par les changements climatiques, il faudra arrêter la perturbation de la végétation en renforçant la conservation des écosystèmes terrestres des aires protégées et mettre en défens tous les autres écosystèmes vulnérables.

3. Description

Objectifs

L'objectif du projet est la délimitation de toutes les aires protégées du Burundi pour éviter leur défrichement par dépassement des limites. Le projet aura également pour objet la mise en défens des milieux naturels qui ne le sont pas encore pour permettre le processus évolutif des savanes et forêts claires et des bosquets. L'objectif global s'énonce comme suit : « Amélioration des conditions écologiques des écosystèmes terrestres à travers une protection efficace ».

Objectifs spécifiques

- Renforcement de la conservation des aires protégées ;
- Mise en défens des écosystèmes des milieux vulnérables.

Actions à mener :

Objectifs 1 : - Renforcement de la conservation des aires protégées ;

- Procéder à la matérialisation des limites de toutes les aires protégées ;
- Renforcer la surveillance par l'implication des communautés locales dans la conservation des aires protégées ;
- Disponibiliser des alternatives substituant les ressources naturelles des milieux en défens

Objectifs 2 : - Mise en défens des écosystèmes des milieux vulnérables

- Créer de nouvelles aires à protéger surtout au niveau des savanes et forêts claires de Kumoso et de Buyogoma et des bosquets xérophiles de Murehe ;
- Former les communautés locales pour leur responsabilisation de la gestion de nouvelles zones érigées en aires protégées communautaires

Le projet visera l'arrêt de la dégradation des écosystèmes terrestres. La forêt ombrophile de montagne, étant toute conservée dans le système d'aires protégées, les mesures qui s'imposent visent la délimitation de toutes les aires protégées de la crête Congo-Nil et le renforcement du système de surveillance.

La forêt sclérophylle et les bosquets xérophiles de la plaine de la Rusizi, étant situés dans une région très vulnérable du Burundi, les mesures à envisager sont notamment la reconstitution des limites de l'ancien Parc National de la Rusizi et la prise de mesures de surveillance contre le défrichement cultural et la distribution anarchique des terres.

Les forêts claires étant faiblement représentées parmi les aires protégées du Burundi, les mesures qui s'imposent sont l'identification de nouvelles aires à protéger surtout au niveau de la dépression de Kumoso et le renforcement de la protection des milieux actuellement en défens (Paysages protégés de Gisagara, Makamba).

Au niveau des bosquets xérophiles de Bugesera, les mesures nécessaires consisteront à protéger toutes les collines de Murehe.

Au niveau des savanes de l'Est, il convient de mettre en défens les crêtes de Ruyigi, Cankuzo et Kumoso. Dans la région de l'Est du Burundi, il faudra envisager les aires protégées communautaires qui doivent se comprendre comme des milieux en défens sous le contrôle des seules communautés locales. Cela permettra à arrêter des feux de brousse.

Résultats à courts termes

- Les limites de toutes les aires protégées bien fixées et reconnues par toutes les parties prenantes;
- Les communautés locales impliquées dans les activités de conservation des aires protégées ;
- Des activités de substitutions compatibles avec les mesures de protection mise en place.
- Des milieux vulnérables érigés en aires protégées de gestion communautaire

Résultats à longs termes

- Reconstitution des systèmes de régulation hydrologique et climatologique (réduction des inondation et atténuation de la sécheresse)
- Populations bien adaptées aux effets néfastes des changements climatiques
- Augmentation de la production agricole

4. Mise en œuvre

Exécution du projet et arrangements

Ce projet est le consensus de différents acteurs du fait qu'il renferme les différentes actions identifiées sur base des études faites au niveau national et local et approuvées par toutes les populations au cours des ateliers nationaux et régionaux.

Ainsi, sous la responsabilité de l'INECN, les acteurs impliqués sont notamment toutes les institutions ayant la main mise sur les écosystèmes, les populations et les administrations locales, les organisations non gouvernementales, etc.

L'INECN, institution ayant la mission de préserver la biodiversité, est l'Agence Nationale de mise en œuvre du projet. La coordination des activités du projet sera faite par un Coordinateur National. Ce projet comprend plusieurs secteurs, c'est pour cette raison que plusieurs institutions seront impliquées dans la mise en œuvre. Une équipe de planification devra comprendre des représentants de toutes les parties prenantes. Un Comité Directeur sera constitué et comprendra des représentants du Comité PANA et la Commission Nationale pour l'Environnement et des membres de l'Organe de Coordination des activités en rapport avec la biodiversité et des représentants des institutions ayant la main mise sur la biodiversité.

Suivi et évaluation

Le Coordinateur National du Projet, conjointement avec le Directeur National présentera, tous les 3 mois au bailleur, un rapport sur l'état d'avancement des activités prévues. Des revues tripartites seront organisées chaque année pour examiner les progrès accomplis par le projet et regrouperont des représentants du bailleur, du Gouvernement du Burundi et de l'Agence d'exécution. Des descentes d'évaluation des travaux sur terrain seront organisées par demande des trois partenaires concernés. Un rapport final présentant les travaux réalisés, les résultats obtenus et les problèmes rencontrés sera également présenté pour approbation au bailleur, 3 mois avant la fin du projet.

Risques et hypothèses

Le projet ne présente aucun risque majeur mis à part l'absence de financements pour la réalisation de toutes ces activités prévues.

Ressources financières

Objectifs spécifiques	Activités	Coût (US\$)
Renforcement de la conservation des aires protégées	- Procéder à la matérialisation des limites de toutes les aires protégées	100.000
	- Renforcer la surveillance par l'implication des communautés locales dans conservation des aires protégées	50.000
	- Disponibiliser des alternatives substituant les ressources naturelles des milieux en défens	50.000
<i>Sous-total</i>		200 000
Mise en défens des écosystèmes des milieux vulnérables	- Créer les nouvelles aires à protéger surtout au niveau des savanes et forêts claires de Kumoso et de Buyogoma et des bosquets xérophiles de Murehe	100.000
	- Former les communautés locales pour leur responsabilisation de la gestion de nouvelles zones érigées en aires protégées communautaires	50.000
<i>Sous-total</i>		150 000
Total		350.000

Projet 3 :

1. Titre : *Réhabilitation des milieux dégradés*

2. Contexte et justification

Au Burundi, par les actions anthropiques effectuées au niveau des écosystèmes terrestres ont déjà créé des situations très inquiétantes. Dans les régions de forêts claires et savanes, la coupe et l'incendie favorisent l'installation des déserts rocheux.

Dans la plaine de la Rusizi, sur des sols dunaires, la déforestation de la végétation favorise l'installation progressive de désert sableux et des sols nus surmontés par de multiples termitières épigées dans les autres endroits non dunaires

A Bugesera, les nombreux troupeaux de vaches que compte actuellement cette région réduisent sensiblement les bosquets xérophiles, et les pelouses se dégradent en plages dénudées couvertes de concrétions ferrugineuses parsemées par une multitude de termitières.

Avec les changements climatiques envisagés dans les prochaines décennies, dans les milieux de dégradation très poussée, la sécheresse très rigoureuse et longue ne pourra pas permettre la régénération de la végétation capable d'évoluer.

Au niveau de l'étage sub-alpin à partir de 2500 m d'altitude, la végétation sub-alpine composée essentiellement des Ericaceae devrait disparaître et céder la place au sol rocheux.

Actuellement, c'est dans ces zones très dégradées qu'il y a l'intensification de l'érosion des pluies des inondations au niveau des plaines et vallées à l'origine de la pollution des eaux des lacs et des lacs.

Pour arrêter l'amplification de la désertification sous l'effet des changements climatiques, il faudra reboiser les zones déjà nues avec des essences adaptées.

3. Description

Objectifs

L'objectif global du projet est la réhabilitation des milieux dégradés.

Objectif spécifique :

- Reconstitution des zones très dégradées avec des essences adaptées au niveau des écosystèmes terrestres

Actions à mener :

- Reboiser les zones dégradées de l'étage sub-alpin de la crête Congo-Nil
- Créer des bandes de plantations comme zones tampons autour des bosquets de Murehe, des chaînes de montagne de Ruyigi et Cankuzo et dans les milieux dégradés de la plaine de la Rusizi

Résultats à court terme

- Reconstitution de la biomasse au niveau de l'étage sub-alpin de la crête Congo-Nil
- Des bandes de plantations installées autour des bosquets de Murehe, des chaînes de montagne de Ruyigi et Cankuzo et dans les milieux dégradés de la plaine de la Rusizi

Résultats à long terme

- Reconstitutions des systèmes de régulation hydrologique et climatologique
- Populations bien adaptées aux effets néfastes des changements climatiques
- Augmentation de la production agricole

4. Mise en œuvre

Exécution du projet et arrangements,

L'INECN, institution ayant la mission de préserver la biodiversité, est l'Agence Nationale de mise en œuvre du projet. La coordination des activités du projet sera faite par un Coordinateur National. Ce projet comprend plusieurs secteurs, c'est pour cette raison que plusieurs institutions seront impliquées dans la mise en œuvre. L'INECN devra collaborer avec le Département des forêts qui a une expérience dans ce domaine. Une équipe de planification devra comprendre des représentants de toutes les parties prenantes. Un Comité Directeur sera constitué et comprendra des représentants du Comité PANA et la Commission Nationale pour l'Environnement et des membres de l'Organe de Coordination des activités en rapport avec la biodiversité et des représentants des institutions ayant la main mise sur la biodiversité.

Ce projet est le consensus de différents acteurs du fait qu'il renferme les différentes actions identifiées sur base des études faites au niveau national et local et approuvées par toutes les populations au cours des ateliers nationaux et régionaux. Ainsi, sous la responsabilité de l'INECN, les acteurs impliqués seront notamment toutes les institutions ayant la main mise sur écosystèmes, les populations et les administrations locales, les organisations non gouvernementales, etc.

Suivi et évaluation

Le Coordinateur National du Projet, conjointement avec le Directeur National présentera, tous les 3 mois au bailleur, un rapport sur l'état d'avancement des activités prévues. Des revues tripartites seront organisées chaque année pour examiner les progrès accomplis par le projet et regrouperont des représentants du bailleur, du Gouvernement du Burundi et de l'Agence d'exécution. Des descentes d'évaluation des travaux sur terrain seront organisées par demande des trois partenaires concernés. Un rapport final présentant les travaux réalisés, les résultats obtenus et les problèmes rencontrés sera également présenté pour approbation au bailleur, 3 mois avant la fin du projet.

Risques et hypothèses

Le projet ne présente aucun risque majeur mis à part l'absence de financements pour la réalisation de toutes ces activités prévues.

Ressources financières

Objectifs spécifiques	Activités	Coût (US\$)
Renforcement de la conservation des aires protégées	- Reboiser les zones dégradées de l'étage sub-alpin	200.000
	- Créer des bandes de plantations comme zones tampons autour des bosquets de Murehe, des chaînes de montagne de Ruyigi et Cankuzo et dans les milieux dégradées de la plaine de la Rusizi	300.000
Total		500.000

BIBLIOGRAPHIE

- **Bikwemu, G. (1991)** - Paléoenvironnements et Paléoclimats au Burundi occidental au cours des quarantes derniers millénaires par l'analyse palynologique des dépôts tourbeux. Université de Liège. Thèse de Doctorat. 238 p.
- **Buyck, B. (1989)** - Révision du genre *Russula* Persoon en Afrique Centrale. Rijksuniversiteit Gent Belgique
- **Buyck, B. (1989)** - Révision du genre *Russula* Persoon en Afrique Centrale. Rijksuniversiteit Gent Belgique
- **Gay, D. (1989)**- Recommandation pour la gestion du Parc National de la Ruvubu. Corps de la paix, Burundi
- Gourlet, S., (1986)** – Le parc National de la Kibira au Burundi : Quelles potentialités pour quel avenir ?. Ecole Normale du Génie Rural, des eaux et des forêts (GREF).
- **Habiyaremye, F.X ., (1995)** – Etude phytocoenologique de la dorsale orientale du lac Kivu (Rwanda). Université Libre de Bruxelles, Thèse de Doctorat
- **Lebrun, F. (1956)** - La végétation et les territoires botaniques du Rwanda-Urundi. Nat. Belges, 230 à 256.
- **Lebrun et Gilbert (1954)** - Une classification écologique des forêts du Congo. INEAC. Bruxelles, Sér. Sci. 63 : 83
- **Lewalle, J. (1972)** - Les étages de végétation du Burundi occidental. Bull. Jard. Bot. Nat. de Belgique, 42 (1/2) : 247 p.
- **Liben, L.(1960)**- Carte des sols et de la végétation du Congo belge et du Rwanda-Urundi.7. Bugesera-Mayaga, A.B. et C. Notice explicative de la carte des sols et de la végétation. INEAC, Bruxelles, 52 P
- **Malaisse, F. (1979)** - L'écosystème miombo. Dans : Ecosystèmes forestiers tropicaux. un rapport sur l'état des connaissances UNESCO, PNUE et FAO : 632-657.
- **Ntakimazi, G. (1985)** - Hydrobiologie du Bugesera. En particulier des lacs Cohoha sud et Rweru en vue d'une gestion qualitative de la forme piscicole. Vo. I et II, Thèse de doctorat, F.U.L. 454 p.
- **Nzigidahera, B. (1993)** - Contribution à l'étude systématique et écologique des champignons ectomycorrhiziques de la forêt claire de Nkayamba (Rumonge, Burundi). université du Burundi. Mémoire de fin d'étude 146 p.
- **Nzigidahera, B. (1994)** - Etude de la répartition et de l'exploitation des écosystèmes naturels de Cankuzo-Est.Projet APRN N°92.2201.9-01.100 GTZ-INECN. 89 p.
- **Nzigidahera, B. (1996)** – Flore du Sud et de l'Est du Burundi : Arbres et arbustes Projet APRN N°92.2201.9-01.100 GTZ-INECN. 155 p
- **Nzigidahera, B. (1999)** - Paysages Protégés de Makamba : Etude d'identification. Projet Agroforestier de Makamba N° 614-95-009/CRS-INECN. 69 p.
- **Nzigidahera, B. (2000)**- Analyse de la biodiversité végétale nationale et identification des priorités pour leur conservation. PNUD-INECN, 127 p

- **Nzigidahera, B. et Ntakimazi G. (1999)** -Secteur Delta du Parc National de la Rusizi: Conditions écologiques, flore et faune. Projet sur la Biodiversité du lac Tanganyika, NDP/GEF-RAF/92/G32, 92 p.
- **Reekmans, M. (1980)** - La flore vasculaire de l'Imbo et sa phénologie. Lejeunia, Nouvelle série n° 100, 53 p.
- **Reekmans, M. (1981)** - Les forêts claires à *Julbernardia globifera* de l'Est du Burundi. Bull. Soc. Roy. Belg. 114 : 49-60.
- **Sinarinzi, E., (2006)** – Etude de vulnérabilité et d'adaptation aux changements climatique au Burundi: climat et l'eau. Projet Préparation du Plan d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques (PANA) PNUD-FEM/MINATTE
- **Trollope, W.S.W., (1984)**- Fire in savana. In P.V. Booysen et N.M. Taiton. Ecological effects of fire in south Africa ecosystems.
- **Vande Weghe, J.P. et Kabayanda, A. (1992)** - Le Parc National de la Ruvubu et sa région limitrophe : Etude d'identification de la Ruvubu: Etude N° ET/44/2/92-SEP. MINATE-CEE, 195 p.

ANNEXE

Tableau 3 : Les Problèmes et solutions liés aux changements climatiques par zone écologique

Dépression de Bugesera

Problèmes	Actions
- Abaissement des eaux du lac	- Protéger les bordures des lacs - Sensibiliser la population sur les méfaits de la destruction des marais
- Exploitation irrationnelle des marais	- Mettre en place un schéma régional d'aménagement des marais - Reboiser les bassins versants des marais - Promouvoir les études d'impact environnemental
-Déforestation de la forêt de Murehe	- Délimiter et protéger la forêt de Murehe - Aménager les terroirs
- Installation du désert	- Encourager l'irrigation avec les eaux des lacs - Faire des essais avec des essences autochtones pour reboiser les zones vulnérables
- Multiplication des termites	- Reboiser avec des espèces adaptées

Tableau 3 : Les Problèmes et solutions liés aux changements climatiques par zone écologique (suite)

Plateaux centraux

Problèmes	Actions
- Déforestation complète de la végétation des collines	- Promouvoir la lutte antiérosive sur les collines - Reboiser les bassins versants des bas fonds - Promouvoir l'agroforesterie - Promouvoir les microboisements privés
- Feux de brousses répétitifs	- Organiser les populations dans les activités de lutte contre les feux de brousse
- Installation des habitations dans la Kibira	- Identifier des essences adaptées à la sécheresse - Mettre en place des coupes feux autour des écosystèmes naturels
- Exploitation irrationnelle des ressources naturelles	- Promouvoir la stabulation permanente - Sensibiliser la population sur l'utilisation rationnelle des ressources naturelles - promouvoir l'intégration agro-sylvo-pastorale - Exiger les études d'impact environnemental
- Non respects des zones tampons	- Appliquer rigoureusement la loi - Mettre en place un programme de vulgarisation des méthodes rationnelles des ressources naturelles - Renforcer la police de l'environnement - Elaborer un plan national d'intégration publique

Tableau 3 : Les Problèmes et solutions liés aux changements climatiques par zone écologique (suite)

Dépression de Kumoso et région de Buyogoma

Problèmes	Actions
- Feux de brousses répétitifs	<ul style="list-style-type: none"> - Punir sévèrement des malfaiteurs - Mettre en place des structures organisationnelles collinaires de lutte contre les feux de brousse - Pratiquer les coupes feux autour des forêts - Mettre en place des coupes feux autour des écosystèmes naturels - Mettre en place un système de rotation de 4 à 5 ans dans l'application des feux de gestion
- Défrichement culturaux par coupe rase	<ul style="list-style-type: none"> - Créer la réserve naturelle de Kinyinya - Faire une protection intégrale de Mpungwe, de Birime - Reboiser les chaînes de montagne de Buyogoma - Promouvoir la politique de microboisements par ménage
- Exploitation irrationnelle des ressources naturelles	<ul style="list-style-type: none"> - Promouvoir la stabulation permanente - Sensibiliser et informer la population sur l'état actuel des terres (exiguïté des terres) et sur l'utilisation rationnelle des ressources naturelles - promouvoir les pratiques de lutte antiérosive dans les systèmes d'exploitation - Mener de la recherche pour les plantations avec des essences autochtones adaptées
- Non application de la loi	- Mettre en œuvre le code forestier

Tableau 3 : Les Problèmes et solutions liés aux changements climatiques par zone écologique (suite)

La région de l'Imbo et Mumirwa

Problèmes	Actions
Déforestation des montagnes de Mumirwa et de la crête	<ul style="list-style-type: none"> - Adopter une approche ascendante pour sensibiliser la population et l'impliquer dans les interventions d'atténuation des effets néfastes de changements climatiques - Mettre en pratique des faussés antiérosifs et des haies vive et sensibiliser la population sur leur importance - Planter des arbres autour des rivières
Occupation anarchique des écosystèmes de la plaine de la Rusizi	<ul style="list-style-type: none"> - Faire un plan régional d'aménagement du territoire - Elaborer une loi de limitation des naissances et sensibiliser et impliquer la population et les décideurs sur son exécution
Feux de brousse	- Interdire rigoureusement les feux de brousse sur tout le territoire