UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

L'impact de la mise en valeur des terres sur l'environnement : cas de la commune Bisoro

Mayuha, Jacqueline; Sous la direction du : Professeur NSABIMANA Stanislas

2007
UB, Faculté des lettres et sciences humaines
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/1257

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

UNIVERSITE DU BURUNDI

FACULTE DES LETTRES ET SCIENCES HUMAINES

DEPARTEMENT DE GEOGRAPHIE

L'IMPACT DE LA MISE EN VALEUR DES TERRES SUR L'ENVIRONNEMENT : CAS DE LA COMMUNE BISORO

Par MAYUHA Jacqueline

Sous la direction du :

Professeur NSABIMANA Stanislas
Docteur en Géographie physique

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de Licencié en Géographie.
Option : Aménagement du territoire

BUJUMBURA, Janvier 2007

DEDICACE

A mes Parents

A mon Mari

A ma petite Ella

A la famille KARAKURA Charles

A la famille BANDONKEYE Bernard

A la famille BAKANIBONA Pierre

A mes Frères et Sœurs ;

Je dédie ce mémoire.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, nous voudrions adresser nos remerciements à toutes les personnes sans le concours desquelles ce travail n'aurait pas abouti.

Notre sentiment de gratitude s'adresse d'abord au Professeur Stanislas NSABIMANA, Directeur de ce mémoire et Docteur en Géographie Physique, pour l'accueil bienveillant qu'il a réservé à notre sujet et pour avoir accepté de diriger ce mémoire.
Sa disponibilité, ses riches conseils et ses expériences nous ont été d'une grande utilité.

Notre reconnaissance va ensuite à toutes les personnes qui ont assuré notre formation de l'école primaire à l'Université du Burundi. Nous pensons spécialement aux Professeurs de la Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Département de Géographie pour la formation scientifique, humaine et le goût de la recherche qu'ils nous ont dispensés.

Nous sommes également reconnaissante aux autorités et Personnels des différentes Bibliothèques et spécialement de la cartothèque de l'Energie et Mine pour l'accueil bienveillant qu'ils nous ont réservé.

Enfin, que toute personne qui nous a soutenu d'une façon ou d'une autre lors de la préparation de ce mémoire trouve à travers ce travail l'expression de notre gratitude.

MAYUHA Jacqueline

LISTE DES SIGLES

C N : Courbe de Niveau

D P A E : Direction Provinciale de l'Agriculture et de l'élevage

Fig. : Figure

FLSH : Faculté des Lettres et des Sciences Humaines

MINATTE : Ministère de l'Aménagement du Territoire, du Tourisme et de l'Environnement

N N E : Nord Nord-Est

O T B : Office du thé du Burundi

PREBU : Programme de Réhabilitation du Burundi

$P\overline{X}M$: Précipitation Moyenne Mensuelle

P U F : Presses Universitaires de France

R P : Route Provinciale

S E : Sud-Est

S SW-NNE : Sud Sud Ouest vers le Nord Nord-Est

T X M : Température moyenne mensuelle

$\overline{X}M$: Moyennes mensuelles

U B : Université du Burundi

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Quelques lieux et les pentes dominants.....16
Tableau 2 : Les classes de pentes.....19
Tableau 3 : Précipitations moyennes mensuelles : De 1977 à 2001(station de la Ruvyironza).....24
Tableau 4 : Précipitations moyennes mensuelles : De 1977 à 2001(station de Gisozi).....25
Tableau 5 : Précipitations moyennes mensuelles : De 1977 à 2002(station de Kibumbu).....26
Tableau 6 : Le total annuel des précipitations par station.....27
Tableau 7 : Les températures moyennes mensuelles : De 1977 à 2001(station de la Ruvyironza).....30
Tableau 8 : Les températures moyennes mensuelles : De 1977 à 2001(station de Gisozi).....31
Tableau 9 : Les températures moyennes mensuelles : De 1980 à 2002(station de Kibumbu).....33
Tableau 10 : Etat des boisements en commune Bisoro : Le 19/2/1987.....42
Tableau 11 : Situation des boisements domaniaux et communaux en Province Mwaro : au 31 Décembre 1992.....45
Tableau 12 : Situation des boisements en commune Bisoro en 2003.....46
Tableau 13 : Répartition de la population de la commune Bisoro par colline de recensement en 1990.....49
Tableau 14 : Répartition de la population de la commune Bisoro par colline de recensement : Rapport communal (Sept 2003).....51
Tableau 15 : Accroissement des densités entre 1990 et 2003.....53
Tableau 16 : Les effectifs du bétail et leur répartition par zone (en 2003).....65
Tableau 17 : Etendue des parcelles fourragères par zone en 2003.....68

LISTE DES FIGURES ET GRAPHIQUES

Figure 1 : Situation et localisation de la Zone d'étude.....4

Figure 2 : Les régions traditionnelles de Mwaro.....6

Figure 3 : Carte administrative de la commune Bisoro.....7

Figure 4 : Croquis géologique de la commune Bisoro..... 10

Figure 5 : Profil topographique à travers les niveaux cuirassés.....11

Figure 6 : Coupe géologique à travers le centre Nord.....12

Figure 7 : Coupe géologique à travers le centre Sud.....13

Figure 8 : Cartes des Pentes.....17

Figure 9 : Profil topographique à travers le centre de la commune Bisoro...18

Figure 10 : Croquis géomorphologique.....20

Figure 11 : Réseau hydrographique.....22

Figure 12 : Graphique des précipitations pour les trois stations (Gisozi depuis 1977-2003, Ruvyironza depuis 1977-2001 et Kibumbu depuis 1977-2002.....28

Figure 13 : Diagramme ombro-thermique de la station de Gsozi.....34

Figure 14 : Diagramme ombro-thermique de la station de Ruvyironza.....34

Figure 15 : Diagramme ombro-thermique de la station de Kibumbu.....35

Figure 16 : Carte des sols de la commune Bisoro.....38

Figure 17 : La végétation de la commune Bisoro.....40

Figure 18 : Carte des boisements domaniaux et communaux (1987).....44

Figure 19 : Situation des boisements en commune Bisoro (2003).....47

Figure 20 : Carte des densités de la population en commune Bisoro en 1990.....50

Figure 21 : Carte des densités de la population en commune Bisoro : Rapport Communal (Septembre 2003).....52

Figure 22 : Organisation d'une exploitation sur le plateau de kigabiro-Masha ; l'escarpement et le plateau de Bisoro (Nov-Déc 2004)...60

Figure 23 : Les effectifs du Bétail et de leur répartition par zone (en 2003)...66

Figure 24 : Carte d'exploitation des matériaux de construction.....71

Figure 25 : Infrastructures socio-économiques de la commune Bisoro.....73

Figure 26 : Les formes d'érosion hydrique.....88

TABLE DES MATIERES

Dédicace.....i
Remerciement.....ii
Liste des sigles et abréviations.....iii
Liste des tableaux.....iv
Liste des figures et graphiques.....v
Table des matières.....vii
O.INTRODUCTION GENERALE.....1
1.Intérêt du sujet.....2
2.La méthodologie de travail.....3
3.Situation et localisation de la zone d'étude.....5

1ERE PARTIE: LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET HUMAINES.....8

CHAPITRE I : LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES.....8
I.1. La géologie.....8
I.2. La topographie.....14
I.3. Le réseau hydrographique.....21
I.4. Le climat.....23
I.5. Les sols.....36
I.6. La végétation.....39

CHAPITRE II : LES CARACTERISTIQUES HUMAINES.....49

II.1. Effectifs et densité de la population.....49
II.2. La répartition de la population.....54

IIème PARTIE : LA MISE EN VALEUR ET SON IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT....56
O. Introduction....56
- Les notions de base....56
O.1. L'environnement....56
O.2. L'impact....57

CHAPITRE I : LA MISE EN VALEUR....58

I.1. L'agriculture....58
I.1.a. Les techniques culturales....58
I.1.b. Le calendrier agricole....60
I.1.c. Les principales cultures et leurs associations....61
I.2. L'élevage....64
I.2.a. Effectifs et leur répartition....65
I.2.b. Les zones de parcours....67
I.2.c. Les cultures fourragères....68
I.3. Les infrastructures....69
I.3.a. L'habitat rural et son organisation....69
I.3.b. Les voies de circulation....72
I.3.c. Les marchés, les écoles, les centres de santé et les églises....74

CHAPITRE II : L'ETAT DE DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT....75

II.1. Les principaux facteurs de dégradation de la végétation du sol....75
II.1.a. Les facteurs naturels....75
II.1.b. Les facteurs humains....77

II.2. Les types d'érosion observés.....85
II.2.a. Les formes d'érosion.....85

IIIème PARTIE : QUELQUES STRATEGIES DE PROTECTION DES RESSOURCES NATURELLES ET DU SOL.....90

CHAPITRE I : STRATEGIES DE PROTECTION ET DE CONSERVATION DES RESSOURCES NATURELLES ET DU SOL.....90

I.1. Stratégie de protection des sols cultivés.....90
I.2. La conservation et la protection du sol en zones non agricoles.....93
I.3. LES RECOMMANDATIONS.....97
I .3.a. Les mesures de conservation et de protection du sol.....97
I.3.b. Politique et législation en matière d'environnement à l'échelle nationale.....98
CONCLUSION GENERALE.....99
BIBLIOGRAPHIE.....101
Annexes

0. INTRODUCTION GENERALE

L'environnement tant mondial que national ou même local est souvent menacé soit par les activités de l'homme, soit par les facteurs naturels. En effet, l'augmentation de la population humaine induit mécaniquement un accroissement de tous les besoins : les besoins en nourriture, les besoins en énergie, les besoins en habitats....Cet accroissement des besoins va de paire avec l'augmentation de la pression sur les ressources naturelles. La population n'ayant pas la possibilité de passer à des formes d'agriculture plus intensives, elle a tendance à exploiter de plus en plus la terre : les champs s'étendent sur les espaces qui, jadis, étaient réservés aux bétails ou aux boisements. Les fonds des vallées sont cultivés, les terres marginales sont aujourd'hui exploitées, les jachères ne se font plus, la fertilité du sol a diminué...bref, l'adaptation de l'agriculture et de l'élevage aux besoins en perpétuelle augmentation se fait au détriment de l'environnement.

En outre, le bois et le charbon de bois restent la source principale d'énergie domestique dans les ménages dans la commune de Bisoro. La demande croissante du bois de chauffage, du bois de construction par population en perpétuelle augmentation se traduit par une coupe intense du bois. Ce qui provoque l'érosion des sols avec toutes ses conséquences sur le milieu.

De surcroît, l'augmentation de la population implique la mise en place de nouvelles et nombreuses infrastructures. Il s'agit des nouvelles habitations individuelles ; des infrastructures à caractère social dont les écoles, les marchés, les centres de santé, les églises,....

Toutes ces activités de l'homme se font dans le souci de satisfaire ses besoins immédiats en oubliant son avenir et celui des générations futures. Jean-Baptiste Lamark, cité par Matagne et repris par Bernard RIERA et Daniel-Yves Alexandre dans leur livre « Diversité biologique et forêt » a affirmé que :

> *« L'homme par son égoïsme trop peu clairvoyant pour ses propres intérêts, par son penchant à jouir de tout ce qui est à sa disposition, en un mot par son insouciance pour l'avenir et pour ses semblables, semble travailler à l'anéantissement de ses moyens de sa conservation et à la destruction même de sa propre espèce. En détruisant partout les grands végétaux qui protégeaient le sol, pour des objets qui satisfont son avidité du moment, il amène progressivement à la stérilité ce sol qu'il habite, donne lieu au tarissement des sources, en écarte les animaux qui y trouvaient leur subsistance, et fait que de grandes parties, autrefois fertiles et très peuplées à tous égards sont maintenant nues, stériles, inhabitables et désertes... »*[1]

[1] Bernard RIERA et Daniel-Yves ALEXANDRE, In comprendre l'écologie et son histoire, publiée en 1820 et cité par Matagne. La diversité Biologique et forêt, SILVA et RIAT, Sept 2004, Pge 37

Les activités de l'homme contribuent à la dégradation de l'environnement et sont certes, des facteurs directs de la dégradation de l'environnement. Cependant, les menaces qui pèsent sur l'environnement peuvent provenir aussi des facteurs naturels. Ce sont principalement le climat, la topographie et la structure du sol. Le degré de gravité de ces menaces dépendra sans doute des techniques utilisées par l'homme pour la satisfaction de ses besoins.

1. Intérêt du sujet

Le choix du présent sujet a été guidé par les motivations suivantes :
D'abord, l'observation personnelle de la disparition progressive du couvert végétal dans notre commune. A l'heure où tout le monde se plaint des effets de l'augmentation de la population, de la dégradation de l'environnement, des dommages causés par les activités humaines et naturelles, il est très intéressant d'analyser leurs impacts et leurs conséquences.

Bien plus, la commune Bisoro mérite une attention particulière : elle chevauche en effet sur trois régions traditionnelles :
La région de Kirimiro qui connaît un problème démographique (densité moyenne de la population est supérieure à la moyenne de toute la commune). Les régions du Bututsi et du Mugamba dont l'augmentation de la population est modérée, mais dont l'activité pastorale pose d'énormes problèmes sur l'environnement.
Le présent travail intitulé : « impact de la mise en valeur des terres sur l'environnement : cas de la commune Bisoro », s'intéresse aux problématiques suivantes :

- Y aurait-il de la dégradation de l'environnement en commune Bisoro ?
- Est-ce que la mise en valeur de la terre en commune Bisoro a-t-elle un impact ?
- Quelles stratégies peut-on adopter pour avoir une meilleure mise en valeur de cette commune ?

En effet, nous nous sommes basées sur les hypothèses suivantes : si la population augmente en commune Bisoro, c'est qu'il y a des facteurs du milieu favorable à la mise en valeur des terres ; mais comme cela est observable au niveau national, la commune Bisoro connaît une dégradation.

Enfin, le choix du présent sujet est une contribution à la connaissance de la géographie de la commune Bisoro étant donné que cette dernière n'avait pas intéressé beaucoup de chercheurs jusqu'à présent.
La connaissance de la zone d'étude dont je suis originaire m'a été d'une grande utilité dans l'accomplissement de mes investigations.

2. La méthodologie de travail

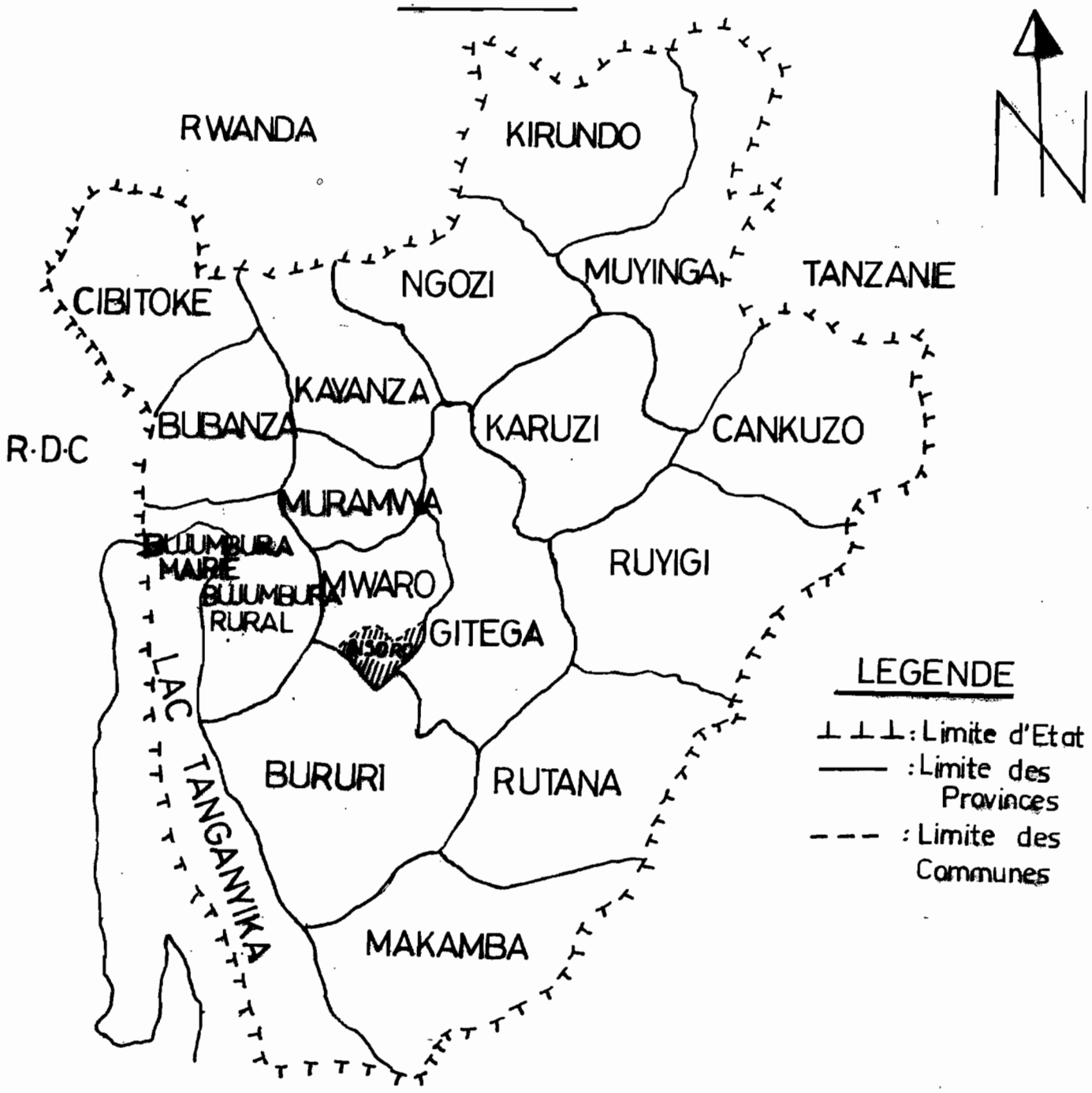
L'identification des impacts de la mise en valeur des terres sur l'environnement en commune Bisoro a eu lieu grâce à la richesse des différents ouvrages généraux, des thèses et des mémoires des différentes bibliothèques de l'Université du Burundi, des rapports et des publications des différents services et ministères que nous nous servirons pour la réalisation du présent travail. Ce travail est aussi le résultat d'une consultation de plusieurs documents :
Dans la délimitation et la description de notre zone d'étude, j'ai utilisé les documents cartographiques entre autres : la carte topographique du Burundi au $\frac{1}{50.000}$ surtout les feuilles Mwaro (SA-35-XXIV-4a) et Bukirasazi (SA-35-XXIV-4b), la carte de sol au $\frac{1}{250.000}$ et qui couvre tout le Burundi, la carte géologique du Burundi au $\frac{1}{250.000}$ feuille Bururi et les photographies aériennes (mission 1984). Ce sont ces documents qui m'ont aidé à l'élaboration des croquis géologiques, croquis géomorphologiques, croquis pédologiques des cartes des sols, des coupes et cartes de pentes.
La photo interprétation nous a aidé à individualiser les principales unités topographiques de la zone d'étude.

Ensuite, les visites et les enquêtes effectuées auprès de la population de la zone d'étude nous ont permis non seulement de mieux discerner les différents aspects et les causes de la dégradation de l'environnement dans la commune Bisoro, mais aussi d'élaborer des stratégies pour protéger cet environnement.

Enfin, l'objectif poursuivi par le présent travail et de montrer l'impact de la mise en valeur des terres sur l'environnement en commune Bisoro. Il est subdivisé en trois principales parties :

La première partie est constituée par la description générale des caractéristiques physiques et humaines de notre zone d'étude.
La 2ème partie s'intéresse à la mise en valeur et son impact sur l'environnement.
La 3ème partie quant à elle, propose des stratégies qu'il faudra entreprendre pour réduire les impacts négatifs de la mise en valeur des terres sur l'environnement.

Fig1: SITUATION ET LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE



SOURCE : MINISTERE DE L'INTERIEUR ET DE LA SECURITE PUBLIQUE, DEPARTEMENT DE LA POPULATION 1997

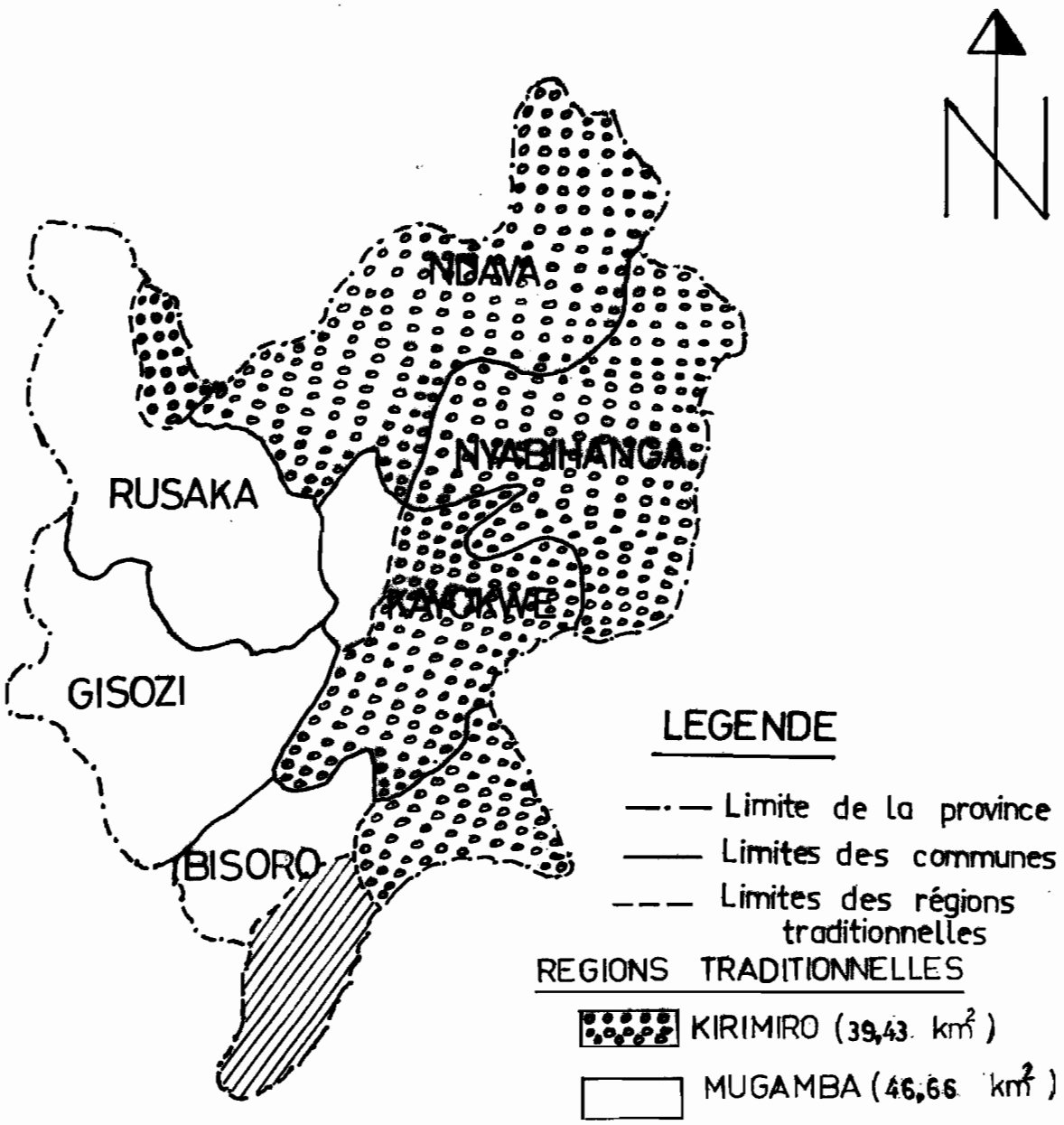
ECHELLE : 0 10 20km

3. Situation et localisation de la zone d'étude

La commune Bisoro est située au Sud de la province Mwaro, dans la zone des plateaux centraux du Burundi et dans le centre-Ouest du pays. Les communes limitrophes sont : Gisozi au Nord-Ouest, Kayokwe au Nord, Mugamba à l'Ouest, Matana au Sud, Ryansoro à l'Est et Nyarusange au Nord - Est.
Elle s'étend sur une superficie de 127,22km^2 et comprend trois régions traditionnelles (fig.2) et quinze collines de recensement (fig.3). Sa population était estimée à 30.692habitants en septembre 2003, soit une densité de 241 habitants /km^2 (rapport communal 2003).

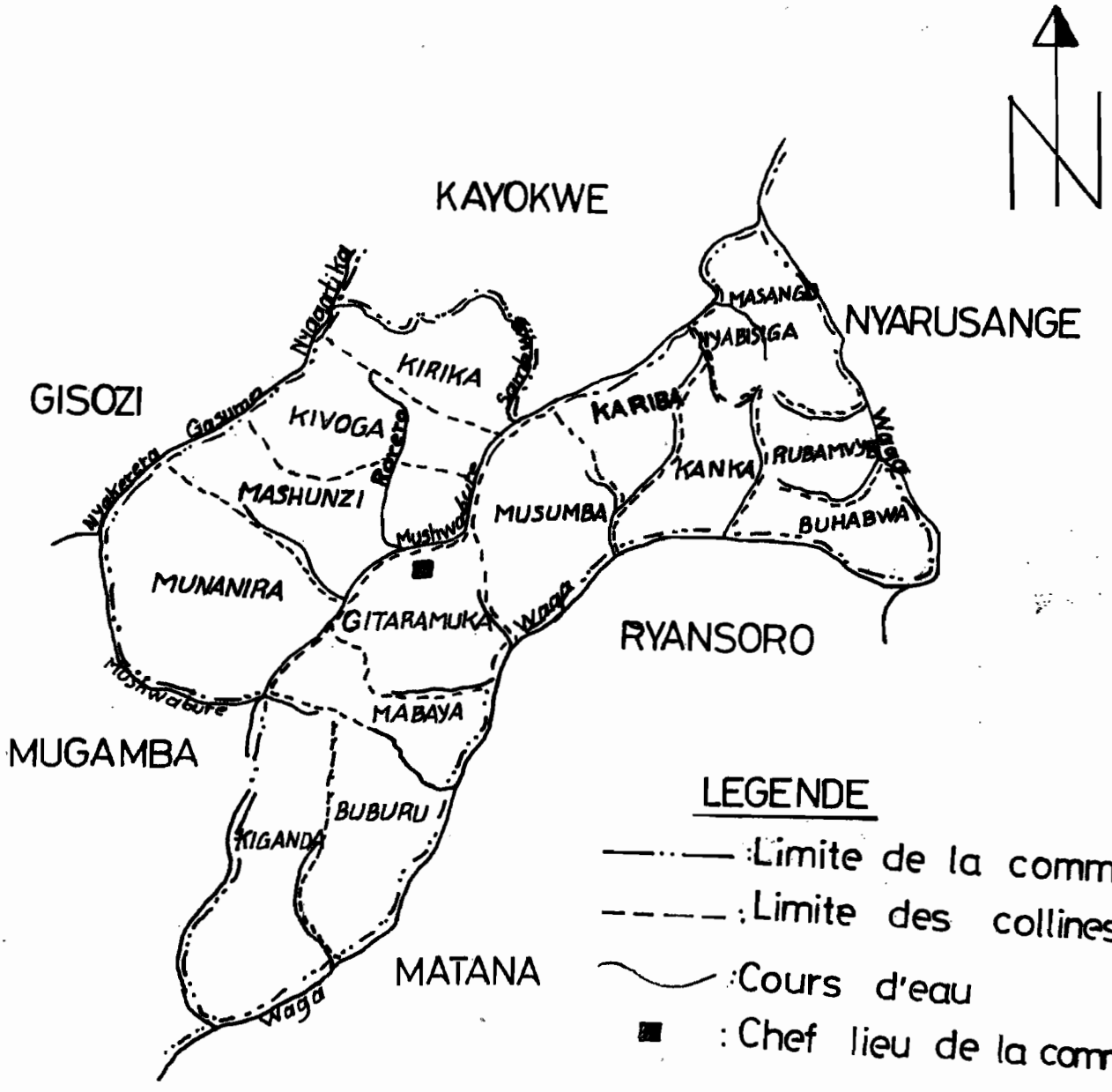
Le paysage de la commune Bisoro est constitué par le plateau de Kigabiro- Masha à l'Ouest, l'escarpement de Munanira et le plateau de Bisoro à l'Est et au Sud - Ouest.

Fig2: LES REGIONS TRADITIONNELLES DE MWARO



SOURCE : Sottiaux Guy Bergendirk, Carte des regions traditionnelles du Burundi

Fig 3 : CARTE ADMINISTRATIVE DE LA COMMUNE BISORO



Source : Ministère de l'intérieur et de la sécurité publique , Département de la population

I^{ère} PARTIE

LES CARACTERTISTIQUES PYSIQUES ET HUMAINES

I^{ère} PARTIE : LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET HUMAINES

Cette première partie comporte la description des caractéristiques physiques dont dépend la vie (la géologie, la topographie, l'hydrographie, climat, la végétation et les sols) ainsi que les caractéristiques humaines (c'est-à-dire leurs effectifs, la densité et la répartition de la population sur toute l'étendue de la commune Bisoro.)

CHAPITRE I. LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES.

I.1. La géologie

I.1.1. La lithologie

L'analyse du croquis géologique (fig.4.) permet de distinguer dans la zone d'étude les principales formations géologiques suivantes : les formations précambriennes de loin les plus étendues et des formations récentes « cénozoïques »[2] et qui n'apparaissent qu'à certains endroits : dans les fonds des vallées et sous forme de cuirasse.

Les formations récentes : cénozoïques

Les formations récentes sont constituées par des alluvions tapissant les fonds des vallées et des colluvions sur les versants des plateaux et des collines. Une autre formation récente qui est observable dans la zone d'étude est la formation de tourbière localisée dans les marais de Nyarushanga à la frontière de Bisoro-Gisozi.

- Les cuirasses

Les cuirasses se forment sur des roches très variées et se situent à des niveaux différents. Certains sont éparpillés sur le plateau de Bisoro où elles se développent sur des formations schisteuses. C'est le cas des cuirasses de Bisoro et de Gasivya. D'autres occupent des positions sommitales. Elles se situent généralement à des altitudes comprises entre 2000 et 2100 m. C'est le cas des cuirasses de Munanira sur le plateau de Kigabiro-Masha (à Nyaruhongo fig.5) et sur l'escarpement de Munanira.

Formations précambriennes

- **Les schistes**

Les affleurements de schistes s'étendent sur une grande partie du centre de la zone d'étude et se prolongent vers l'Est et le Sud-Est. Ces formations couvrent la majeure partie du bassin de la Mushwabure et de la Waga. Ils affleurent sur les

[2] Carte géologique du Burundi au 1/100.000, feuille Bururi S_4/29 S.E.

collines de recensement de Kanka, Kariba, Buburu, Gitaramuka, Kirika, Mabaya et Musumba.

- **Les quartzites**

Les quartzites affleurent dans la partie Ouest de la commune Bisoro et s'étendent sur une bande orientée au SSW-NNE (fig.4 et 6). Ces quartzites sont constitués par de métaquartzites gris alternant avec des quartzites plus massives et grisâtres.

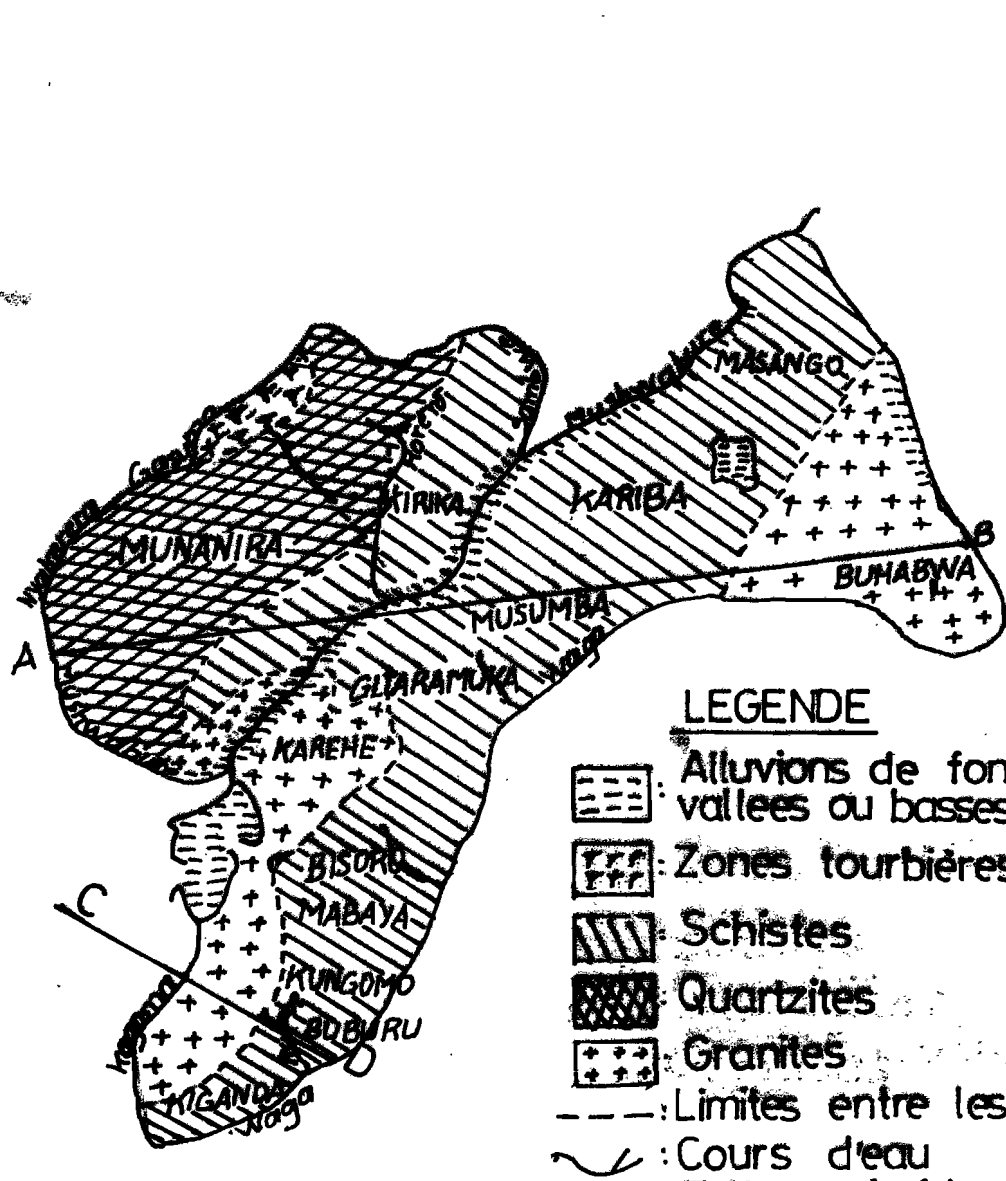
- **Les granites**

Les granites sont localisés sur deux parties de la zone d'étude : l'une dans la zone dépressionnaire de Kiganda au Sud-Ouest à Karehe, Kaboza,.... C'est le prolongement Nord du granite de Vyuya. Il est aussi localisé à l'Est, le long de la Waga : à Masango et à Buhabwa.

I.1.2. La tectonique

L'analyse du croquis géologique (fig.4) de la zone d'étude montre que la région de Bisoro a subi des phases de déformation dues à la tectonique. Cette dernière lui a donné une structure plissée où se succèdent les quartzites, les schistes et les granites. La coupe géologique (fig.6) met en évidence les formations quartzites à l'Ouest qui constituent le plateau de Kigabiro-Masha, les schistes sur le plateau de Bisoro et les granites à l'Est sur les versants à pentes faibles. Les granites sont aussi observables au Sud-Ouest sur une zone en dépression (fig.4).
Du point de vue géologique, cette zone présente des roches contrastées, disposées du SSW-NNE. Ces roches ont été traversées par une faille certaine et probable au Nord-Ouest de la commune Bisoro. Tout cet ensemble a influencé la mise en place du relief dans la zone d'étude.

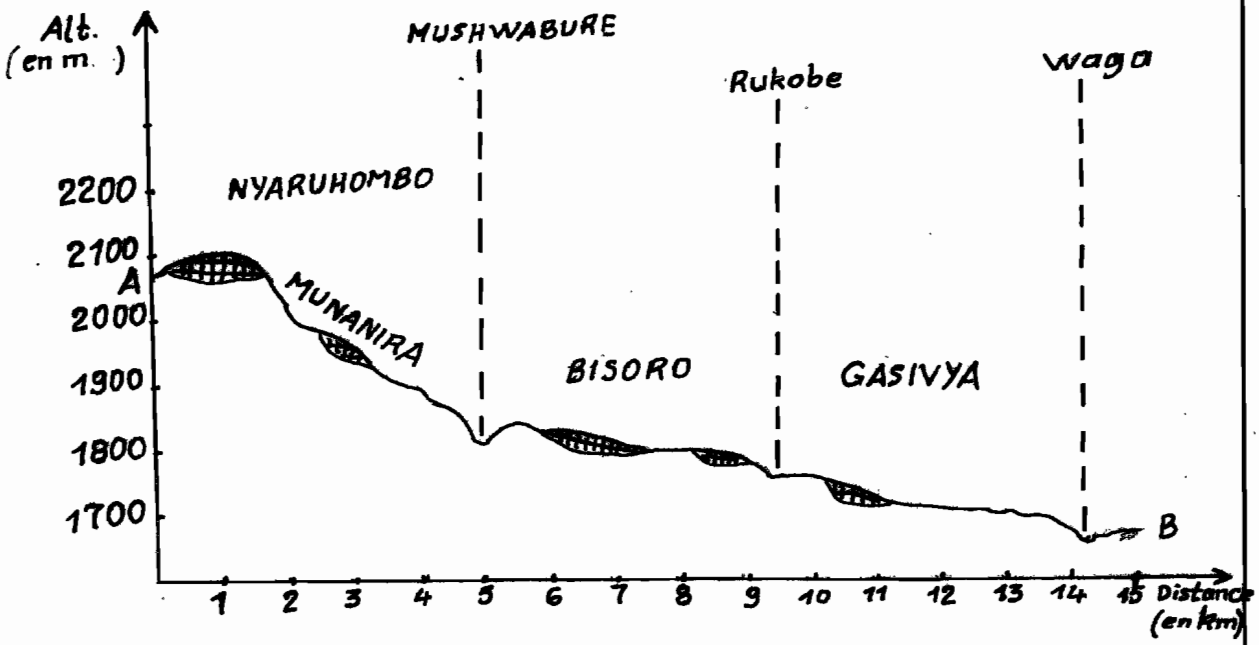
Fig 4 : CROQUIS GEOLOGIQUE DE LA COMMUNE BISORO



Source : Carte géologique du Burundi, feuille Bururi S4/29,SE

Echelle : 0 1 2 3Km

Fig 5 : PROFIL TOPOGRAPHIQUE A TRAVERS LES NIVEAUX CUIRASSES DE LA ZONE D'ETUDE



LEGENDE

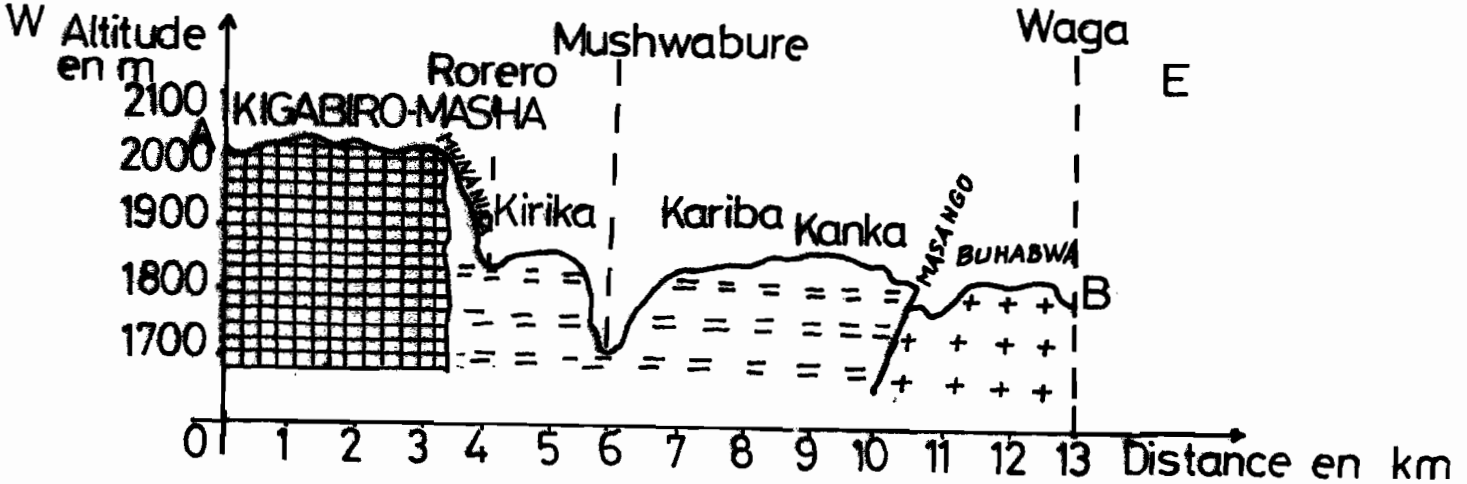
Echelle des longueurs : 1/50000

zone cuirassée

Echelle des hauteurs : 1/100000

Source : Carte topographique du Burundi au 1/50000 ; feuille Mwaro et Bukiresazi

Fig 6 : COUPE GEOLOGIQUE A TRAVERS LE CENTRE NORD



Source : Croquis géologique de la commune BISORO

Echelle des longueurs : $\frac{1}{50\,000}$

Echelle des hauteurs : $\frac{1}{100\,000}$

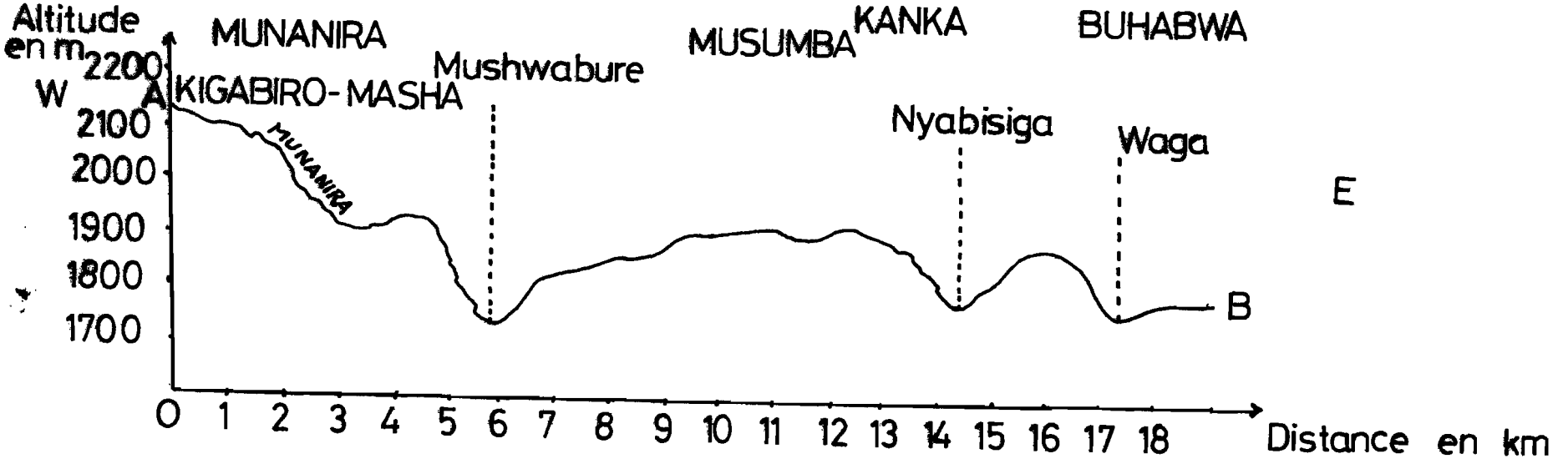
LEGENDE

: Quartz

: Schistes

: Granites

Fig 9 : PROFIL TOPOGRAPHIQUE A TRAVERS LE CENTRE DE LA COMMUNE BISORO



Echelle de hauteur: $\frac{1}{100.000}$

Echelle de longueur: $\frac{1}{50.000}$

SOURCE : Carte topographique du BURUNDI au $\frac{1}{50.000}$
feuille MWARO et feuille BUKIRASAZI

I.2. La topographie.

« Les formes topographiques sont des formes complexes où la tectonique, la lithologie et le climat ont un rôle plus ou moins déterminant dans le façonnement du relief »[3]

La topographie de la commune Bisoro est caractérisée par les paysages suivants : le plateau de Kigabiro-Masha à l'Ouest, la zone escarpée de Munanira aux versants abrupts, la zone de plateau de Bisoro à l'Est en contre bas. Ce dernier a une altitude variant entre 1700m à 1850m, présentant par endroit les interfluves subhorizontaux à Gitaramuka, Kabuye et Musumba et son altitude est d'environ 1900m. Dans la zone d'étude, nous observons également un ensemble de vallées tantôt à fond plat, tantôt en V (fig.8, 10 et 11).

I.2.1. Le plateau de Kigabiro-Masha : 2000-2150m

Dans le paysage, le plateau de Kigabiro-Masha commence à la hauteur de Muhabo au Sud, se prolonge jusqu'au Nord où il est interrompu par la rivière Kayokwe (fig.10). Il domine le Centre Ouest et le Nord-Ouest de la zone d'étude. Son altitude varie entre 2000 m à 2150 m et diminue du Sud au Nord (fig.10). C'est le cas par exemple de Kigabiro qui est situé au Sud de Ruyange. Le premier a une altitude de 2150 m et le second 2087 m.

Ce plateau est constitué par des affleurements de quartzite et représente le relief le plus imposant dans le paysage (fig. 6,9 et 10). Les points culminants sont : Kigabiro (2150 m), Masha (2109 m), Ruyange (2087 m) (fig.10).

Sur cette partie de la zone d'étude, la pente est forte au Sud-Ouest à Kigabiro, Remera et Nemba, elle est faible sur le sommet du plateau et le long de la Nyagatika et demeuré modéré le long de la Gasumo et Kagoma (fig.8).

I.2.2. L'escarpement de Munanira (1800 à 2000 m)

C'est une zone qui est située entre le plateau de Kigabiro-Masha à l'Ouest et le plateau de Bisoro à l'Est. Son altitude varie entre 1800 à 2000 m (fig.8 et 10).

L'escarpement de Munanira est souvent raviné et cela est matérialisé par les talwegs où coulent de nombreux cours d'eau (fig.11). On y trouve des ravines qui constituent les lits des ruisseaux plus qu'ailleurs (fig. 10 et11).

---

[3]NSABIMANA,S.,Climat et sol au Burundi. Toposéquence BUGARAMA-MUZINDA. Thèse de doctorat de 3ème cycle,Paris UPVII,UER de Géographie et science de la société,1974

A mi-versant de l'escarpement, les pentes qui étaient relativement modérées augmentent brusquement à Rwahare, Gashiha, Zingati, Nyaruhombo et Nyarubanda (fig.8).

La zone escarpée est bordée par des versants variés (fig.10). On relève des versants à pente très forte (p> 30%), d'autres sont fortes (p ≤ 30%), alors qu'elles s'adoucissent à Gitwa, Kivoga, Kirehe, Rorero (fig.8).
Dans le paysage, l'aval des versants est marqué par une rupture de pente et se raccorde au plateau de Bisoro qui est monotone.

I.2.3. **Le plateau de Bisoro : 1700m-1800m**

Ce plateau occupe le centre, l'Est et le Sud-Est de la zone d'étude. Le plateau de Bisoro a une altitude qui varie entre 1700 à 1800 m. La partie orientale du plateau de Bisoro est essentiellement caractérisée par une pente faible (p≤ 9%) par exemple à Masango (0,6% à 3,7%), Buhabwa (2%), Kariba (4%), Bisoro (6% à 7,1%), Nyabisiga (4,6%) et des versants en pentes modérées (p≤ 20%), Kiganda (17,5%), Mabaya (9,4%), Munini (18,6%) et Gitaramuka (18%) (fig.8).

Du point de vue lithologique, cette partie est constituée essentiellement par des granites, des schistes, de alluvions récentes provenant de la zone escarpée et des colluvions.

- **La dépression de Kiganda**

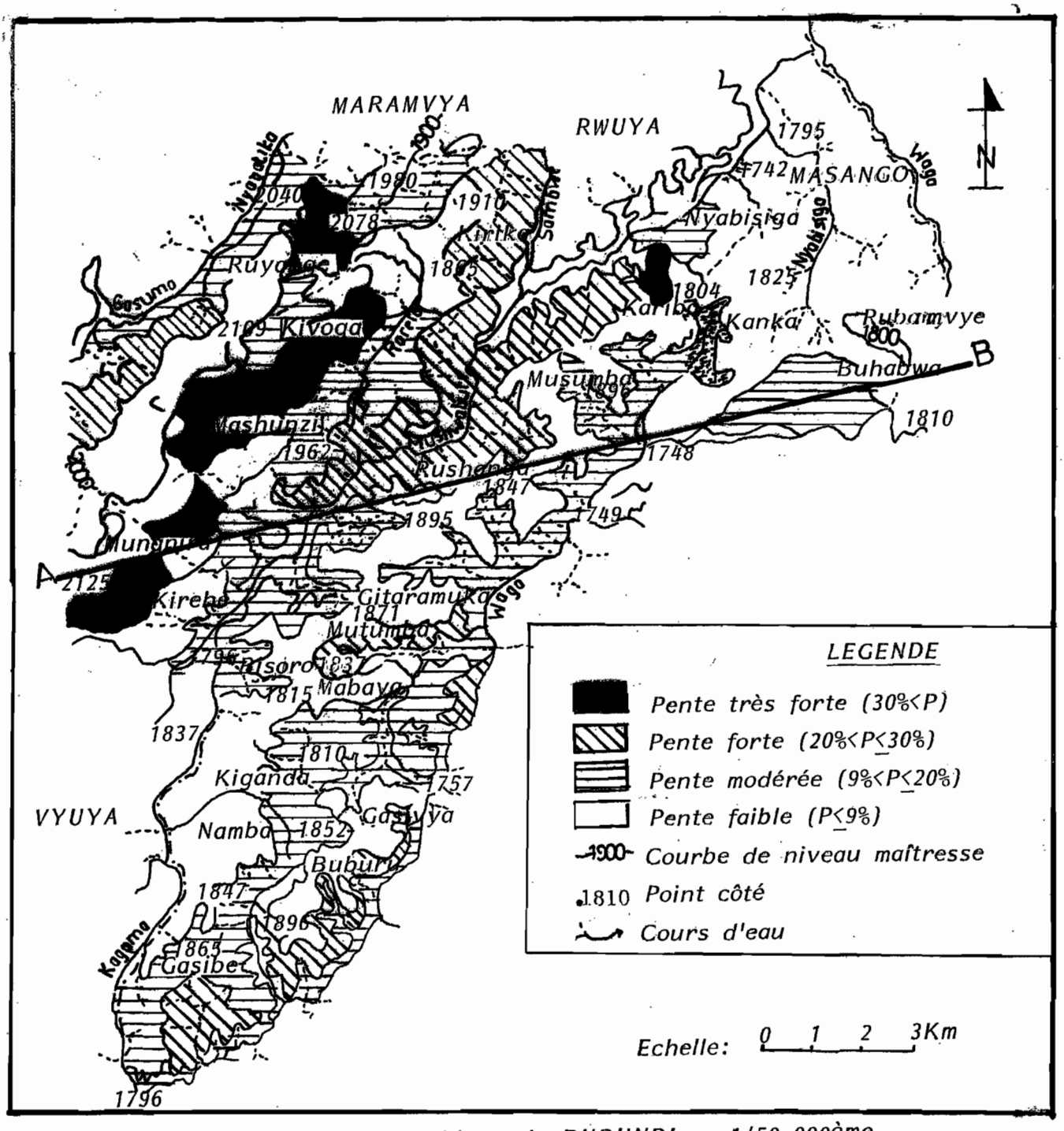
Cette dépression est taillée dans du granite du Sud-Ouest. C'est le prolongement Nord de l'alvéole granitique de Vyuya (fig.10). Les versants qui l'entourent sont en pente faible (p≤9%) (fig.8). Ce cas est observable à Namba (p = 4%). Elle se situe en amont de petits cours d'eau comme la Bigugo et la Kagoma (fig.10). C'est un milieu marécageux.

T_1. Quelques lieux et les pentes dominants.

Lieux	Nature des points	Pente en %	Classe
1. Masango	Point côté et point côté	0,6	
2. Buhabwa	Point côté et C.N	2	
3. Kivumu	Point côté et point-côté	2	
4. Gasivya	Point côté et C.N	2	
5. Muyange	Point côté et C.N	2,4	
6. Masango	Point côté et C.N	3,7	
7. Kariba	Point côté et C.N	4	
8. Gitwa	Point côté et point-côté	3	
10. Cugaro	Point côté et C.N	4	
11. Nyabisiga	Point côté et C.N	4,6	
12. Musumba	Point côté et point-côté	4,25	
13. Namba	Point côté et C.N	4	
14. Bisoro (chef lieu de la commune)	Point côté et C.N	6	I
	Point côté et C.N	7	
15. Bisoro (EP)	Point côté et C.N	7,1	
16. Kivoga (dispensaire)	Point côté et C.N	7	
17. Rorero	Point côté et point-côté	8	
18. Kirehe	C.N et point-côté	9	
19. Karusara	Point côté et C.N	9	
20. Bwayi	Point côté et C.N	13,6	
21. Rorero	C.N et point-côté	13	
22. Nkingu	Point côté et C.N	16	
23. Musumba	C.N et point-côté	9,45	
24. Kariba (Bigugo)	Point côté et C.N	16	
25. Rwahare	Point côté et C.N	10	
26. Kiganda	C.N et point-côté	17,5	II
27. Mabaya	Point côté et C.N	9,4	
28. Kivumu	Point côté et C.N	16	
29. Kabuye	Point côté et C.N	18,6	
30. Gitaramuka	Point côté et C.N	18	
31. Munini	Point côté et C.N	18,6	
32. Gasivya	Point côté et C.N	10,4	
33. Nyaruhombo	Point côté et C.N	23	
34. Kigabiro	Point côté et C.N	30	
35. Nyarubanda	C.N et point-côté	21	
36. Gitwa (Eglise)	Point côté et C.N	24	III
37. Buburu	Point côté et C.N	24	
38. Mabaya	Point côté et C.N	22	
39. Mutumba	Point côté et C.N	27	
40. Zingati	Point côté et C.N	40	IV
41. Bigugo	C.N et point-côté	41	
42. Gashiha	Point côté et C.N	46	
43. Rwahare	C.N et point-côté	55	

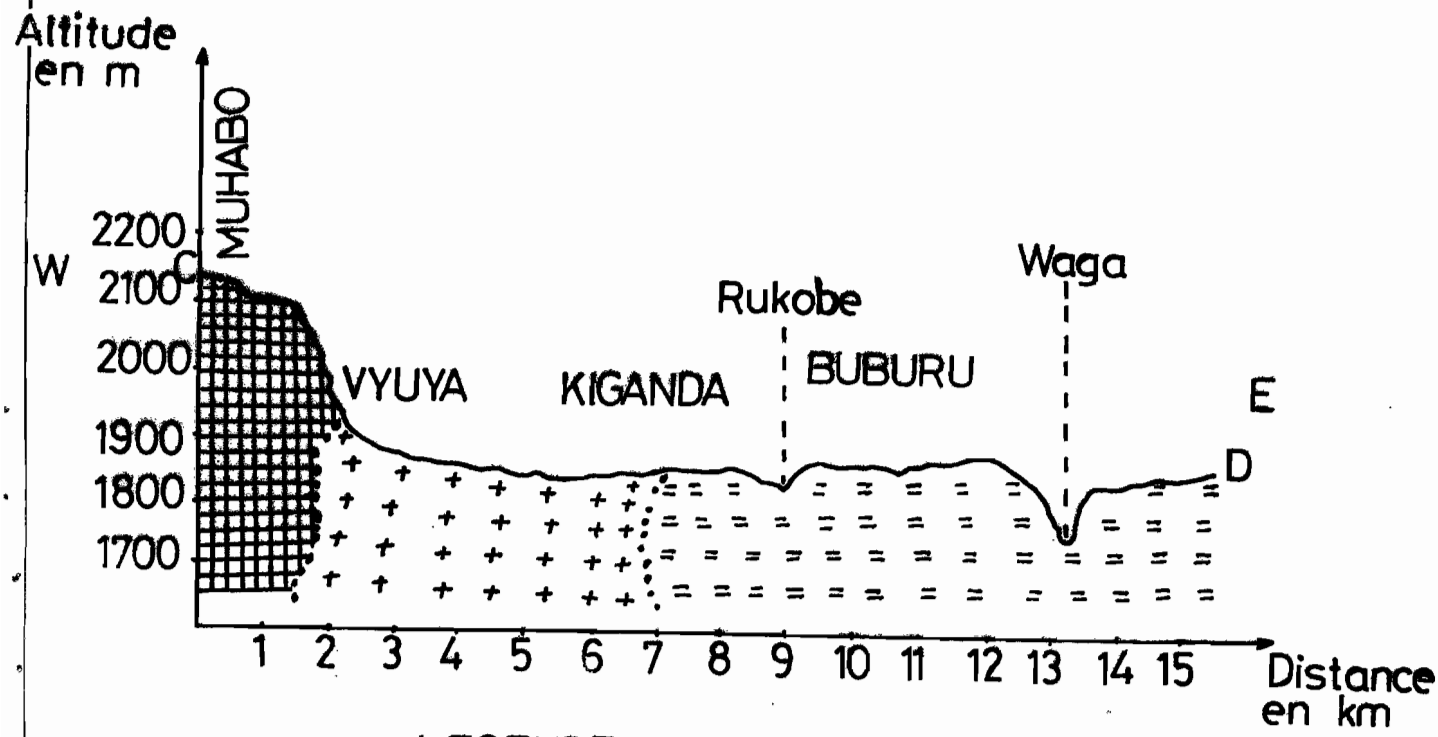
Source : Carte topographique du Burundi au $\frac{1}{50.000}$ feuille Mwaro et feuille Bukirasazi

Figure 8: CARTE DES PENTES



SOURCE: Carte topographique du BURUNDI au 1/50.000ème

Fig7 : COUPE GEOLOGIQUE A TRAVERS LE CENTRE SUD



LEGENDE

: Quartzites

: Granites

: Schistes

: Limite géologique

Echelle de longueurs: $\frac{1}{50000}$

Echelle des hauteurs; $\frac{1}{100000}$

Source: Croquis géologique de la commune Bisoro

T_2. Les classes de pentes

Catégorie	Types de pente	Valeur de la pente
I	Pente faible	$p \leq 9\%$
II	Pente modérée	$9\% < p \leq 20\%$
III	Pente forte	$20\% < p \leq 30\%$
IV	Pente très forte	$30\% < p$

Les pentes sont calculées à l'aide de cette formule :

$$p = \frac{\Delta H}{L} X100$$ avec p = pente

ΔH : Dénivellation

L : Distance réelle

ΔH est calculé à l'aide des courbes à l'échelle de la carte.

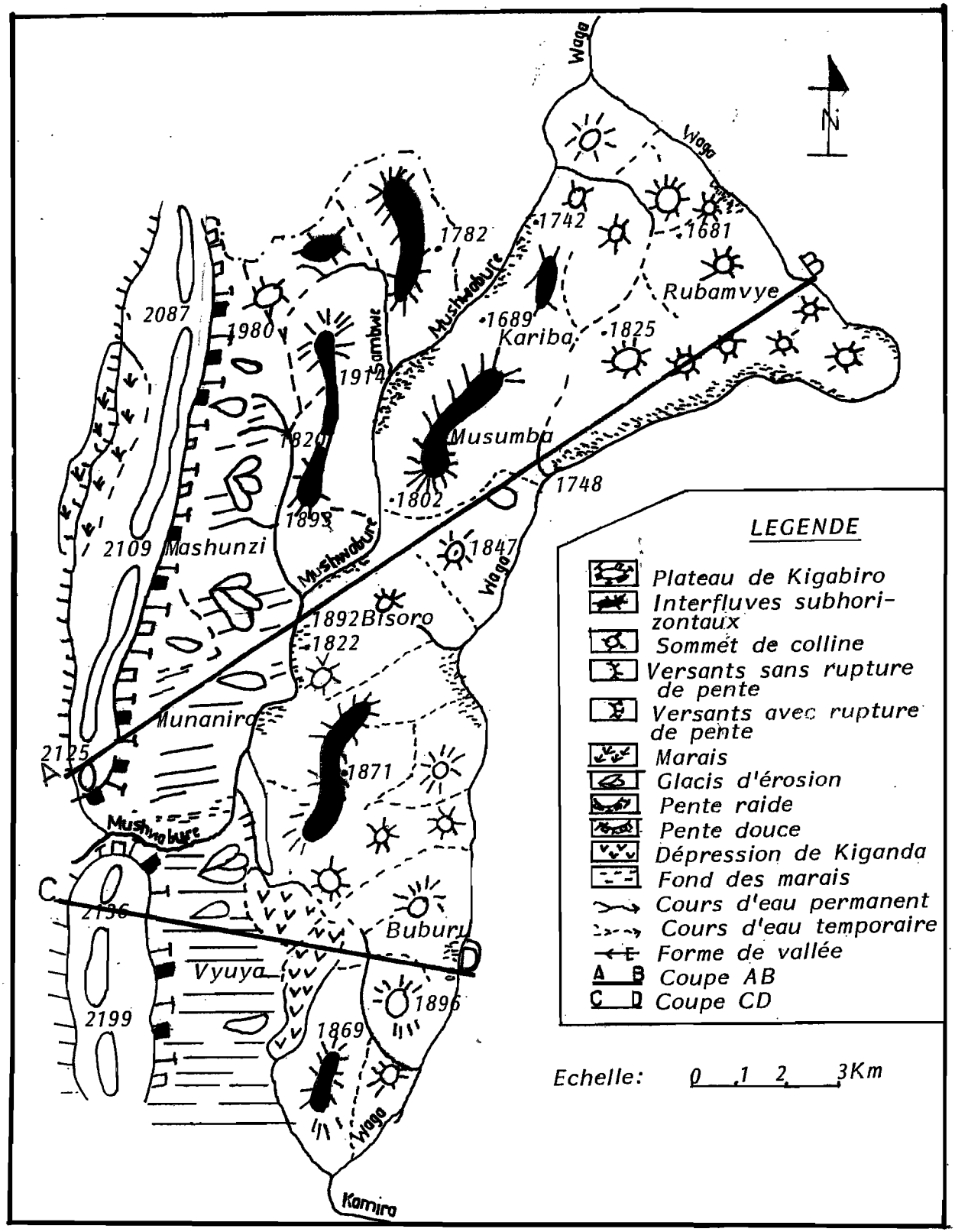
L'analyse de la pente est très importante pour notre étude car elle nous aide à construire une carte (fig.8) qui illustre les zones les plus accidentées et celles moins accidentées. C'est à ce moment que nous voyons les secteurs les plus érosifs qui ne sont pas favorables aux différents aménagements (agricultures, constructions des infrastructures, traçage des routes,...).

Croquis géomorphologique.

L'observation du croquis géomorphologique de la zone d'étude montre que dans le plateau de Bisoro, les altitudes sont moins élevées par rapport au plateau de Kigabilo-Masha et de l'escarpement.

Dans l'ensemble, l'altitude de ce plateau varie entre 1700 m-1850 m. Les cours d'eau sont encaissés, la dénivellation entre les bas fonds et les sommets des collines est comprise entre 100m et 150m. Il est caractérisé par des vallées généralement en V et des interfluves subhorizontaux. Ces derniers sont de même orientation que le plateau de Kigabiro-Masha et sont plus souvent parallèles. Ainsi, les paysages qui sont variés à l'échelle des collines mais qui se répètent ici et là font que le paysage soit presque homogène. C'est alors à cette partie que la morphologie du Burundi central commence à apparaître.

Figure 10:CROQUIS GEOMORPHOLOGIQUE



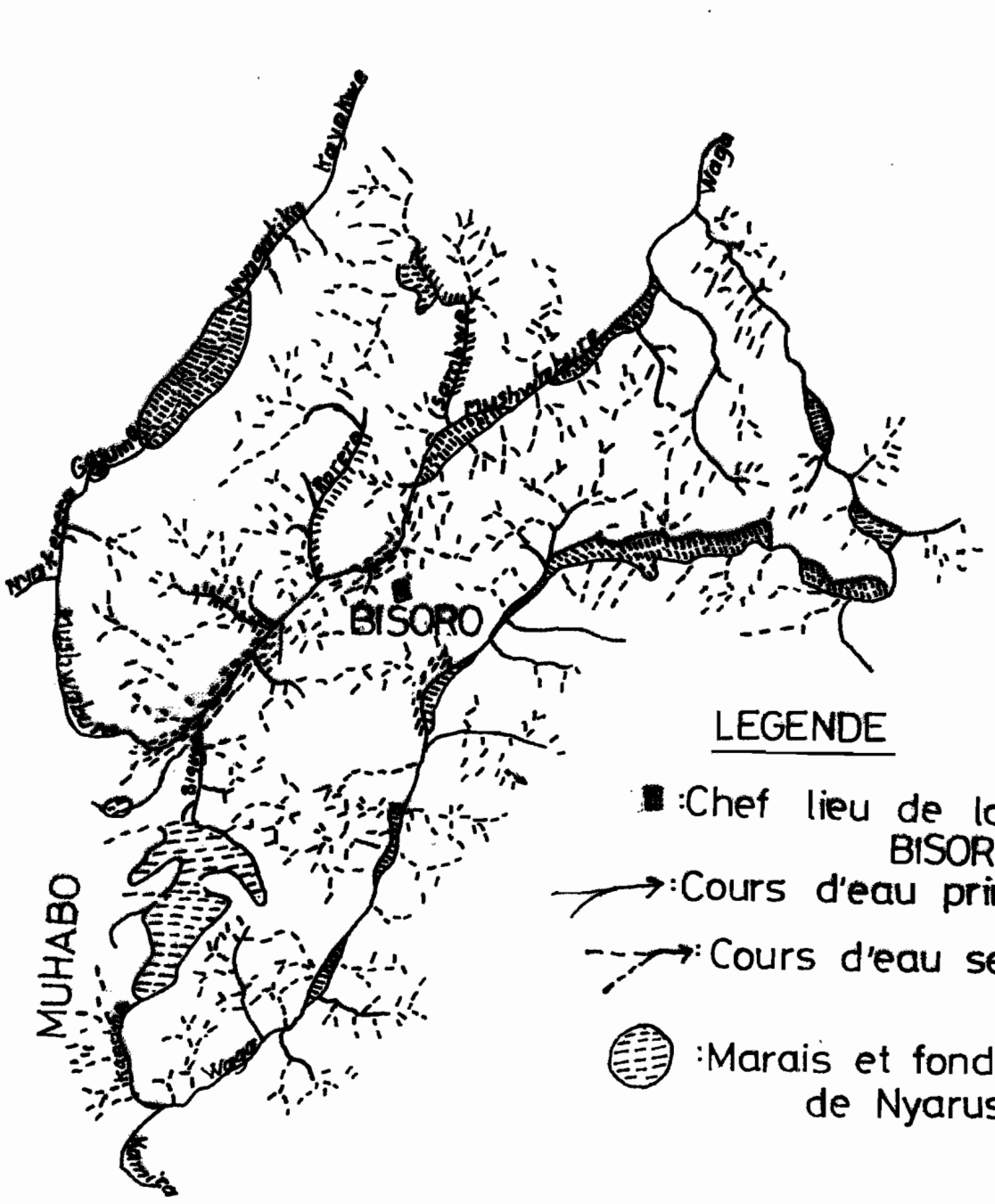
3. Le réseau hydrographique

Dans la commune de Bisoro, le réseau hydrographique est dense, de type dendritique sur les formations tendres (les schistes et les granites).
Il est drainé par deux principales rivières : la Mushwabure à l'Ouest et au Centre et la Waga à l'Est et au Sud avec de nombreux affluents qui collectionnent les eaux dans les différentes collines de la région.

L'orientation générale des cours d'eau est du Sud-Ouest vers le Nord-Est. C'est le cas de la Mushwabure et de la Waga. Ces cours d'eau sont adaptés à la structure lithologique et coulent parallèlement au plateau de Kigabiro-Masha et aux interfluves subhorizontaux de Gitaramuka et Musumba (fig.10 et 11) vers la Ruvyironza.

En effet, le réseau hydrographique est dans son ensemble influencé par la lithologie. Leurs vallées sont tantôt à fond plat surtout dans leurs cours inférieurs taillées dans les schistes et dans les granites, tantôt encaissés dans les quartzites (fig.11).

Fig 11 : RESEAU HYDROGRAPHIQUE



SOURCE : Carte topographique du Burundi au $\frac{1}{50000}$

feuille MWARO et BUKIRASAZI

Echelle : 0 1 2 3km

I.4. Climat

Le climat sera étudié à partir des données pluviométriques et thermiques des trois stations qui sont plus proches de la commune Bisoro. Ces stations sont celles de Gisozi située à l'Ouest de la zone d'étude à une altitude de 2097m en commune Gisozi, celle de la Ruvyironza à Mahwa situé à l'Est, au Sud de la commune Ryansoro à une altitude de 1822 m et celle de Kibumbu située au Nord à une altitude de 1814 m en commune Kayokwe. Ces trois stations fonctionnent depuis 1960, mais avec l'évolution de la politique du pays depuis lors, ont connu des ruptures d'enregistrement.

I.4.1. Les précipitations

En commune Bisoro, ce sont les pluies qui caractérisent le climat et qui rythment la mise en valeur des terres. En effet, l'inégale répartition et leurs irrégularités ont un impact considérable sur cette dernière.

Pour illustrer le volume et la répartition spatiale et saisonnière des précipitations, nous allons nous baser sur des enregistrements effectués pour tous les mois pendant 25 ans dans les stations de Gisozi et de la Ruvyironza et pendant 26 ans pour la station de Kibumbu.

STATION DE LA RUVYIRONZA : ALTITUDE : 1822m

T_3 :Précipitations moyennes et mensuelles : de 1977 à 2001.

Année / Mois	J	F	M	A	M	J^n	J^t	Ao	S	O	N	D	Total annuel	Mo Se
1977	241,4	181,0	188,0	260,7	55,7	0,6	0,0	30,2	43,1	54,8	262,6	148,4	1466,5	4,0
1978	137,9	169,2	252,1	193,1	40,0	0,4	0,0	17,9	35,4	114,4	243,4	216,1	1419,9	5,0
1979	183,7	282	120,7	338,4	102,5	15,8	0,0	0,0	0,0	71,2	99,0	177,4	1390,7	4,0
1980	119,4	191,9	175,9	63,5	125,8	7	0,0	0,0	51,7	131,6	168,8	163,8	1199,3	3,0
1981	141,2	157,3	209,5	149,8	67,8	0,0	0,2	19,0	82,6	64,2	195,8	157,3	1244,7	3,0
1982	204,3	150,2	171,0	211,6	125,9	9,0	0	0,0	12,0	147,6	186,6	170,7	1388,9	4,0
1983	102,1	279,4	113,9	182,5	48,8	1,8	0	38,0	29,3	118,2	150,5	137,4	1201,9	5,0
1984	201,7	190,7	98,7	161,2	20,3	0,0	3,6	30,7	11,7	128,8	169,5	218,3	1235,2	5,0
1985	167,9	154,6	271,3	295,8	51,9	0,4	0,0	0,0	45,0	124,8	151,3	128,4	1391,1	4,0
1986	217,6	171	171,3	212,3	72,5	0,0	0,0	6	63,7	207,0	51,1	130,3	1302,8	3,0
1987	214,9	127,9	112,5	64,0	69,1	4,3	0,0	4,2	70,0	89,5	119,0	119,4	1014,8	3,0
1988	186,9	139,5	228,9	213,3	29,6	2,5	0,0	48,2	30,0	51,2	176,1	154,4	1359,9	5,0
1989	204,5	234,6	295,4	95,1	101,9	71,7	0,6	35,3	72,8	106,3	126,1	108,8	1450,1	2,0
1990	73,8	174,7	231,5	174,7	52,5	0,0	0	15,2	31,0	101,5	87,1	118,7	1061,5	4,0
1991	167,8	95,7	99,6	99,6	99,6	31,2	0	19,5	14,1	139,9	218,3	136,6	1121,9	4,0
1992	129,9	192,9	93,0	141,6	56,3	7,1	0,9	6,7	11	132,0	276,7	163,5	1211,6	4,0
1993	183	150,1	201,9	119,2	105,5	0,1	0,0	3,0	2	25,5	-	122,7	-	
1994	155,7	158,3	242,7	84,8	77,7	0,0	0,0	2,6	40,4	123,9	168,7	160,0	1214,8	4,0
1995	228	174,1	187,9	202,2	106,9	21,8	0,0	0,0	186	168,1	170,3	150,7	1546	3,0
1996	226,5	181,9	312,0	207,8	25,9	0,0	33	26,2	84	127,5	128,1	197,5	1550,4	4,0
1997	183,9	195,3	220,6	198	69,4	27,4	0,13	0,0	18,3	142,2	248,3	293,7	1477,4	4,0
1998	222,4	160,8	184,1	257,9	74,5	2,8	0,0	0,0	8,6	167,2	84,5	126,3	1289,1	4,0
1999	244,7	134	235,0	124,4	32,8	0,0	0,0	41,3	41,3	27,5	159,8	137,7	1179,5	6,0
2000	151,4	180,3	141,7	49,8	3,5	0,0	0,0	0,0	41,2	84,0	340,4	248,2	1240,5	6,0
2001	191,8	176,4	200,7	176,5	81	0,7	14,6	1,9	119,9	175,4	176,1	187,2	1501,7	4,0
$\overline{X}$ Mensuelles	183,3	175,3	186,4	171,1	67,6	8,2	2,1	13,8	43,8	112,8	173,3	162,9	1310,5	

Source : IGEBU

STATION DE GISOZI : ALTITUDE : 2097m

T_4 : Précipitations et moyennes et mensuelles: de 1977 à 2001

Année / Mois	J	F	M	A	M	J^n	J^t	Ao	S	O	N	D	Total annuel	Moi Sec
1977	211,6	168,8	203,1	287,3	121,5	6,4	0,0	29,4	106,0	24,1	292,0	144,5	1591,7	4,0
1978	124,3	181,0	301,0	15,4	37,4	9,8	0,0	27,8	96,7	190,7	192,6	183,3	1560,0	5,0
1979	126,5	290,3	186,6	293,5	102,7	20,7	0,0	0,0	8,1	118,7	114,7	184,8	1546,6	4,0
1980	83,8	150,1	141,9	147,0	154,4	2,1	0,0	0,3	60,1	57,9	178,7	191,3	1161,6	3,0
1981	189,8	119,9	267,9	172,9	98,2	1,3	1,4	46,1	52,3	91,1	59,1	249,2	1349,2	3,0
1982	136,7	94,0	208,5	335,5	208,2	10,7	0,0	0,0	39,8	99,9	255,2	282,1	1670,6	4,0
1983	80,1	218,5	220,0	178,3	109,5	1,0	6,1	24,9	26,2	203,4	154,2	147,5	1369,7	4,0
1984	180,8	156,0	269,0	155,1	76,2	0,0	37,4	35,1	26,9	152,9	206,9	186,0	1382,3	4,0
1985	134,5	257,0	237,0	418,3	56,5	4,2	0,0	0,0	22,9	110,9	213,2	166,6	1681,1	4,0
1986	251,0	246,7	255,2	316,4	140,5	0,3	0,0	0,6	81,1	93,6	171,7	246,8	1803,9	3,0
1987	298,3	157,2	160,7	188,6	73,4	73,4	0,0	4,3	137,4	79,7	181,0	133,3	1487,3	2,0
1988	217	221,6	223,5	255	29,8	0,0	6,5	34,1	96,7	123,9	144,8	159,9	1545,6	4,0
1989	223	124,2	263,5	203,6	106,6	15,3	1,4	0,0	101,9	115,1	217,8	312,5	1784,6	3,0
1990	109,6	265,9	223	257,7	96,6	0,0	6,8	28,4	113	112,7	156	98,8	1338	3,0
1991	207	221,9	118,8	207,3	217	48,2	9,0	0,6	70,4	119,2	146,8	181,5	1647,6	3,0
1992	238,8	225,4	145,1	160,2	88,1	8,4	0,0	0,0	28,8	166,8	135,5	125,8	1222,8	4,0
1993	159,9	122,2	150,9	155,6	175,7	0,8	0,0	4,4	0,4	119,6	140	100,1	1229,2	4,0
1994	153,9	241,2	149,3	123,1	105,6	11,5	0,0	2,0	54	128,3	260,7	166,3	1395,5	3,0
1995	130,6	130,7	207,3	178,3	123,4	38,1	0,0	0,0	10,7	179,4	187,7	77,5	9263,6	4,0
1996	193,7	266,3	305,4	183,1	46,5	0,0	0,3	15	157,4	49,1	113,1	192,9	1522,8	5,0
1997	144,2	75,2	244,9	284,6	140,8	24,5	0,0	13,7	9,3	181,8	229,3	290,5	1738,8	4,0
1998	196,8	162,1	338,6	129,5	245,7	2,7	6,2	8,8	42,6	105	85,2	84	1306,8	4,0
1999	193,6	95,4	254,6	168,9	50,4	0,0	0,0	50,7	70,8	99,1	188,5	249,4	1412,4	2,0
2000	152,9	275,6	236,2	56,8	15,7	0,0	0,0	0,3	116,3	86,5	279,5	297,6	1424,4	4,0
2001	251	124,6	216,3	218,9	143,3	2,9	6,6	10,4	162,7	160,5	104,7	191,8	1494	3,0
$\overline{X}$ **Mensuelles**	**171,8**	**183,7**	**209,1**	**207,7**	**110,5**	**11,3**	**3,3**	**13,5**	**66,1**	**122,2**	**188,3**	**185,8**	**1477,2**	

Source : IGEBU

U. B.

STATION DE KIBUMBU : Altitude 1814 m

T_5 : Précipitations moyennes et mensuelles: (de 1977 à 2002)

Mois / Année	J	F	M	A	M	J	Jt	Ao	S	O	N	D	Total annuel	Mois sec
1977	225,0	168,5	184,9	343,2	115,3	10,9	0,0	53,4	53,2	53,7	276,6	128,2	1612,9	3,0
1978	246,8	123,1	265,2	185,2	52,5	61,5	0,0	24,3	71,8	159,2	152,1	244,7	1586,6	2,0
1979	127,7	226,6	143,1	265,9	166,5	80,7	0,0	0,4	6,4	103 ,2	133,5	191,3	1045,4	3,0
1980	147,6	94,9	185,7	125,5	138,5	0,0	0,0	1,0	120,4	78,2	194,7	143,0	1229,5	3,0
1981	148,4	51,4	831,4	112,7	105,7	0,0	0,0	42,2	79,5	69,8	60,0	198,7	1099,8	3,0
1982	171,2	122,0	165,5	151,7	162,4	10,6	0,0	0,0	49,4	104,5	210,4	166,0	1313,7	4,0
1983	40,2	147,9	175,7	149,8	29,6	0,0	1,1	7,5	33,2	153,2	137,3	113,8	999,1	5,0
1984	234,5	99,6	130,3	131,6	37,6	0,0	36,3	73,9	10,9	136,4	158,1	76,7	1125,9	3,0
1985	108,4	238,0	314,4	281,5	40,6	0,0	0,0	0,0	62,0	129,9	226,7	112,6	1515,1	4,0
1986	211,4	127,4	197,5	184,4	209,6	0,0	0,0	0,0	138,7	131,9	313,9	182,2	1696,6	3,0
1987	249,9	87,4	80,00	138,6	73,3	0,0	0,0	4,4	112,0	39,1	282,2	90,4	1157,6	3,0
1988	153,0	124,0	230,9	358,6	8,1	0,0	0,0	49,8	73,9	157,5	128,5	170,1	1454,4	4,0
1989	224,5	115,1	261,9	198,4	143,1	24,8	0,0	4,4	37,3	156,9	178,6	172,4	1517,1	4,0
1990	149,0	329,2	122,4	148,0	63,7	0,0	0,0	47,5	81,6	105,6	182,9	121,7	1351,6	3,0
1991	137,	199,1	136,9	269,7	243,2	20,1	6,0	7,6	51,1	154,9	158,9	149,9	1534,7	3,0
1992	207,0	236,2	125,7	247,7	98,3	17,5	0,0	0,0	20,5	181,4	139,3	154,4	1428	4,0
1993	14,0	129,7	196,3	166,7	97,4	0,0	0,0	0,0	0,0	51,4	-	-	787,9	4,0
1994	149,0	168,2	133,2	88,4	83,4	4,2	0,0	0,4	29,5	140,1	140,9	157,3	1093,6	4,0
1995	133,3	186,7	189,8	137,9	79,0	21,0	0,0	0,0	40,4	180, 1	170,1	133,1	1271,3	4,0
1996	203,9	265,1	190,2	195,9	57,2	11,0	3,2	23,9	123,5	99,2	107,2	167,2	1447,4	3,0
1997	118,8	51,0	208,1	316,3	148,5	22,2	0,0	0,0	5,5	160,8	334,1	275,7	1640,2	4,0
1998	196,3	180,0	217,7	181,3	90,2	0,1	2,4	8,2	34,9	108,3	81,5	76,8	1178,2	4,0
1999	261,1	584,9	274,0	104,0	37,4	0 ,0	-	-	__	-	-	-	761,4	
2000	_													
2001	208,0	104,5	162,0	182,9	110,3	1,6	-	11,5	137,6	58,3	134,9	133,0	1244,6	
2002	218,5	93,4	162,0	130,0	48,5	0,0	0,0	0,0	0,0	-	192,2	187,0	1031,6	
Total	4416,6	4253	4684,5	4797,1	2439,9	286,2	49	360,4	1373,3	1213,5	4094,6	3546,1	32514, 2	
$\overline{X}$ Men suelles	169,9	163,6	180,2	184,5	93,8	11,01	2,1	15,02	57,22	117,98	178,03	154,18	1300,5 7	

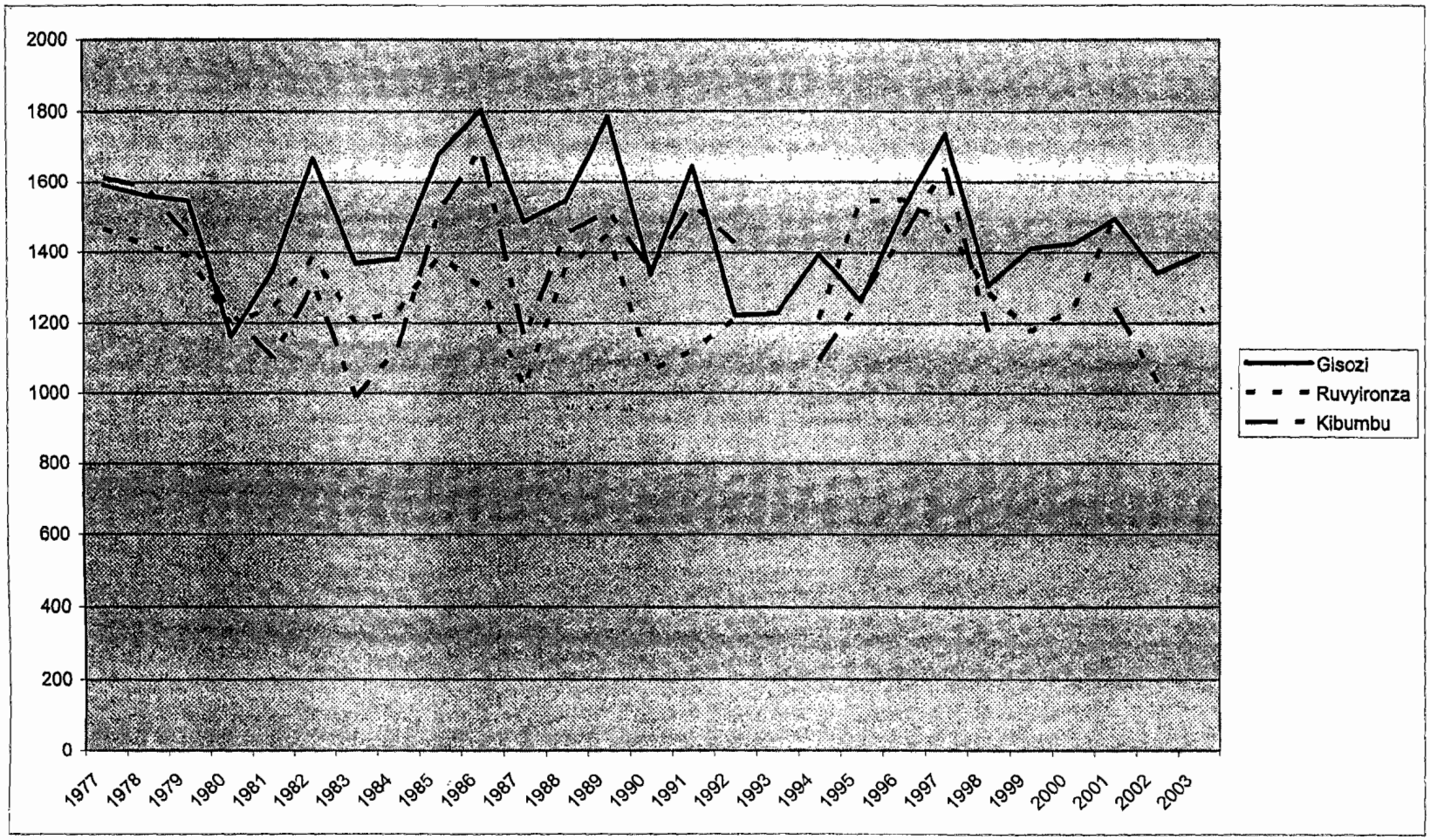
Source : IGEBU

T_6 : Le total annuel des précipitations par station

Années	PRECIPITATION /STATION		
	Gisozi	Ruvyironza	Kibumbu
1977	1591,7	1466,5	1612,9
1978	1560,0	1419,9	1586,6
1979	1546,6	1390,7	1445,4
1980	1161,6	1199,3	1229 ,5
1981	1349,2	1244,7	1099,8
1982	1670,6	1388,9	1313,7
1983	1369,7	1201,9	989,1
1984	1382,3	1235,2	1125,9
1985	1681,1	1391,1	1515,1
1986	1803,9	1302,8	1696,6
1987	1487,3	1014,8	1157,6
1988	1545,6	1359,8	1454,4
1989	1784,4	1450,1	1517,1
1990	1338	1061,5	1351,6
1991	1647,6	1121,9	1534,7
1992	1222,8	1211,6	1428
1993	1229,2		
1994	1395,5	1214,8	1093,6
1995	1263,6	1546	1271,3
1996	1522,8	1550,4	1447,4
1997	1738,8	1477,4	1640,2
1998	1306,8	1289,1	1178,2
1999	1412,4	1178,5	
2000	1424,4	1240,5	
2001	1494	1501,7	1244,6
2002	1341,6		1031,6
2003	1393,2		

Source : réalisé à partir des données des tableaux 3, 4 et 5.

Fig.12 Graphique des précipitations pour les trois stations (Gisozi, Ruvyironza et Kibumbu)



Les observations faites sur les vingt cinq ans pour les stations de Gisozi et de la Ruvyironza et sur vingt six ans pour la station de Kibumbu, montrent deux maxima pluviométriques et un minimum. Le premier maximum se produit en novembre ou décembre et le second en mars ou en avril. Le minimum se produit en juillet ou en juin.

Dans toutes les stations, on constate que la totalité de la zone d'étude connaît deux saisons : la saison pluvieuse et la saison sèche. La saison pluvieuse s'étend de septembre jusqu'au mois de mai c'est-à-dire neuf mois de pluies. La saison sèche s'étend de juin à août es stations de Gisozi et Kibumbu ; de juin à septembre pour la station de la Ruvyironza. Pour déterminer la notion de mois sec, nous avons utilisé la formule de BIROT qui est P=4T.
Ainsi, dans la commune Bisoro, la saison de pluies compte neuf mois consécutifs ce qui favorise l'altération des sols, surtout sur les roches tendres de granites et de schistes

L'irrégularité des pluies se manifeste de temps à autre dans cette zone .La saison sèche peut débuter tôt ou tard. La saison sèche débute au mois de mai pour les trois stations dans les années suivantes:
-Pour la station de la Ruvyironza : en 1978(40,0mm) en 1983(48,8mm), en 1984(20,4mm) en 1988(29,9mm), en 1996(25,9mm), en 1999(32,8mm) et 2000(3,5mm).
-Pour la station de Gisozi : en 1978(37,4mm), en 1988(29,8mm) en1996 (46,5mm) et 2000(15,7mm)
-Pour la station de Kibumbu : en1983 ((29,6mm), 1984(34,6mm), en 1985(40,6mm), en 1988(8,1mm), en 1999(37,4mm) et en 2002(48,5mm). Elle peut aussi se terminer tard au mois d'octobre .C'est le cas des années 1993(25,5mm) 1999(27,5mm) pour la station de la Ruvyironza ; 1977(24,1mm), en 1996(49,1mm) pour la station de Gisozi en 1987(39,1mm) pour la station de Kibumbu.

Ces irrégularités des pluies affectent les activités agricoles et pastorales comme nous le verrons dans la deuxième partie du présent travail.

STATION DE LA RUVYIRONZA : ALTITUDE : 1822m

T_7 : Les températures moyennes mensuelles (°C) : De 1977 à 2001

Mois / Année	J	F	M	A	M	J^n	J^t	Ao	S	O	N	D	Tx A
	23,1	23,9	23,6	22,5	23,1	23,2	24,1	25,2	26,2	26,2	23,5	23,2	
	17,25	17,7	17,4	17,25	16,4	14,95	14,9	16,4	17,35	17,85	17,2	17,1	16,8
1977	11,4	11,5	11,2	12,0	9,7	6,7	5,7	7,6	8,5	9,5	10,9	11,0	
	24,1	23,8	23,2	23,7	23,0	23,0	23,8	25,2	26,4	25,5	22,5	23,0	
	17,6	17,4	17,8	17,95	16,4	14,85	14,55	15,8	17,1	17,35	16,35	17,45	16,7
1978	11,1	11,0	12,4	12,2	9,8	6,7	5,3	6,4	7,8	9,2	10,2	11,9	
	23,5	23,6	24,5	23,4	22,4	22,7	22,4	25,8	27,3	26,2	24,0	23,3	
	17,5	18	17,7	18,05	17	15,05	14,05	16,5	17,1	17,8	17,55	17,15	17
1979	11,5	12,4	10,9	12,7	11,6	7,4	5,7	7,2	6,9	9,4	11,1	11,0	
	23,9	24,3	24,0	24,1	23,0	23,6	23,6	25,5	26,2	25,9	23,3	23,9	
	17,8	17,55	17,4	17,8	16,95	15,2	14,95	16,4	17,85	17,65	16,7	17,3	17
1980	11,8	10,8	10,8	11,5	10,9	6,8	6,3	7,3	9,5	9,4	10,1	11,3	
	24,0	24,4	23,6	23,3	22,8	23,8	24,1	25,2	25,1	24,8	24,4	23,9	
	17,2	17,5	17,75	17,5	17,05	15	14,8	17,05	16,85	7,65	17,15	17,45	16,9
1981	10,4	10,6	11,9	11,7	11,3	6,2	5,5	8,9	8,6	10,5	9,9	11,0	
	24,1	24,5	24,5	23,5	23,9	23,0	24,0	25,3	26,9	24,7	23,2	23,9	
	17,05	17	17,25	17	17,3	15	14,5	16	18,25	17,45	16,7	17,65	16,75
1982	10,0	10,0	10,0	10,5	10,7	7,0	5,0	6,7	9,6	10,2	10,2	11,4	
	24,4	25,3	24,8	23,9	24,1	24,2	24,7	24,4	26,2	24,1	23,4	22,6	
	17,6	18,4	18,3	18,05	17,25	16,15	16,05	16,3	17,3	17,35	16,8	16,45	17,15
1983	10,8	11,5	11,8	12,2	10,4	8,1	7,4	8,2	8,4	10,6	10,2	10,3	
	23,3	23,8	24,0	23,4	23,3	23,2	23,3	25,0	26,5	24,5	22,7	23,4	
	17,3	16,25	17,6	17,6	16,25	14,85	15,5	16,3	17,85	17,65	16,8	16,7	16,75
1984	11,3	8,7	11,2	11,8	9,2	6,5	7,7	7,6	8,2	10,8	10,9	10,0	
	23,8	22,9	23,9	23,3	23,0	23,1	23,9	24,8	25,5	24,9	23,5	23,3	
	17,7	17,55	17,6	17,5	16,25	14,85	14,5	15,7	17,35	17,85	17,25	17,15	16,7
1985	10,4	12,2	11,3	11,7	9,5	6,6	5,1	6,6	9,2	10,8	11,0	11,0	
	23,9	23,9	23,8	22,9	22,4	23,2	23,5	26,0	25,6	25,5	20,3	23,4	
	14,15	17	16,7	17,5	16,9	14,2	13,75	16,2	17,45	17,9	16,15	17,85	16,5
1986	10,4	10,1	9,6	12,1	11,4	5,2	4,0	6,4	9,3	10,3	12,0	11,3	
	23,9	24,8	25,0	24,7	23,5	23,9	25,7	26,1	26,0	24,9	23,7	25,7	
	18,2	18,15	18,1	18,6	17,45	15,95	16,2	17,15	17,9	17,65	17,5	18,05	17,55
1987	12,5	11,5	11,2	12,6	11,4	8,0	6,7	8,2	9,8	10,4	11,3	10,4	
	24,2	25,2	24,4	24,8	23,7	24,3	24,3	24,4	26,0	25,0	23,8	23,5	
	18,05	18,35	18,35	18,1	16,15	15,8	15,35	15,85	17,1	17,85	17,2	17,2	17,15
1988	11,9	11,4	12,3	12,4	9,6	7,3	6,4	8,3	8,2	9,7	10,6	10,9	
	23,4	23,5	24,0	22,8	22,2	22,4	23,0	24,4	24,7	29,1	23,9	23,2	
	17,65	17,2	17,5	17,15	16,3	14,65	14,75	15,65	16,85	16,55	10,85	16,95	16,5
1989	11,9	10,9	11,0	11,5	10,4	6,9	6,5	6,9	8,0	9,0	10,8	10,7	
	24,1	23,5	23,2	24,0	23,4	23,8	24,2	24,7	24,0	25,1	23,4	23,2	
	17,15	17,35	17,3	18,4	16,65	15,6	14,8	16,8	17,3	17,7	17,9	14,35	16,55
1990	10,2	11,2	11,4	12,8	9,9	7,4	5,4	8,9	10,6	10,3	12,4	11,5	
1991	23,7	24,4	23,9	23,6	22,5	23,8	22,7	24,8	25,2	23,2	22,9	23,1	
1992	23,3	24,1	23,9	23,3	23,0	22,7	23,5	24,9	25,8	24,8	23,5	22,8	
1993	23,1	23,3	23,3	23,7	22,8	22,5	22,6	24,5	25,3	27,0	24,1	23,7	
1994	23,5	23,8	23,9	23,7	22,6	23,5	23,5	24,7	26,4	24,2	22,8	23,1	
1995	23,5	23,6	23,9	23,7	22,7	22,9	23,7	25,8	26,4	24,7	23,6	23,7	
1996	23,4	23,8	23,9	23,2	23,2	22,9	23,6	25,2	25,0	24,0	23,1	23,2	
1997	23,5	23,8	24,2	23,9	22,6	23,0	23,1	26,0	27,7	25,2	23,0	22,8	
1998	23,8	25,6	24,8	24,2	24,0	23,8	23,7	25,1	26,2	24,8	25,4	23,5	
1999	23,7	25,2	23,5	24,4	23,7	24,1	23,9	23,5	24,5	25,2	22,5	23,1	
2000	23,7	24,0	23,1	23,4	24,2	23,7	24,5	25,1	26,7	27,0	23,6	23,5	
2001	23,1	24,1	23,7	23,6	22,6	22,9	23,9	25,3	24,8	23,9	23,6	23,8	
$\overline{X}$ Mensuelles	16,51	16,53	16,62	16,75	16,74	15,15	14,90	16,43	17,4	16,9	16,57	17,05	16,85

Source : IGEBU

STATION DE GISOZI : ALTITUDE : 2097m

T_8 : Les températures moyennes mensuelles (°c) : De 1977 à 2001

Mois / Année	J	F	M	A	M	Jn	Jt	Ao	S	O	N	D	T
													16
	21 ,22	22,5	21,49	20,77	20,73	20,71	21,69	22,58	23,13	23,55	20,91	21,38	
	16,53	17,29	16,63	16,52	15,99	15,01	15,38	16,43	17,06	17,64	16,49	16,72	
1977	11,84	12,08	11,77	12,26	11,25	9,31	8,95	10,29	11,0	11,73	12,8	12,06	
	21,14	22,06	21,0	21,33	20,93	20,84	21,92	23,08	23,8	21,61	20,75	21,1	16
	17	17,02	16,77	16,91	16,26	14,96	15,05	16,34	17,13	16,43	15,99	16,56	
1978	11,86	11,99	12,5	12,5	11,6	9,09	8,19	9,61	10,45	11,26	11,24	12,03	
	21,44	21,72	22,54	21,09	20,20	20,42	21,85	23,71	23,76	25,09	23,84	21,27	16,
	16,68	16,64	16,86	16,83	16,16	14,91	15,08	16,83	16,86	17,81	17,75	16,44	
1979	11,93	11,57	11,18	12,59	12,13	9,41	8,31	9,96	9,96	10,53	11,67	11,62	
	22,38	22,33	22,02	21,92	20,96	21,70	21,58	22,99	23,60	23,09	21,26	21,31	16,
	17,12	17,04	16,73	17,17	16,23	15,37	15,05	16,26	17,36	17,09	16,45	16,57	
1980	11,86	11,76	11,44	12,43	11,51	9,05	8,52	9,53	11,13	11,10	11,65	11,84	
	22,26	22,42	21,42	21,35	20,48	21,70	22,0	22,79	22,90	22,79	22,14	21,86	16,
	16,64	16,72	16,55	16,93	16,21	15,94	15,18	16,61	16,81	17,22	16,88	16,64	
1981	11,03	11,10	11,68	12,51	11,94	8,79	8,37	10,44	10,73	11,65	11,62	11,43	
	22,14	22,10	22,5	21,49	20,59	20,89	21,61	22,5	23,97	21,99	21,25	21,79	16,
	16,56	16,61	16,33	16,46	16,15	15,20	14,92	15,85	17,62	16,7	16,09	16,57	
1982	10,99	11,12	10,17	11,44	11,71	9,52	8,24	9,21	11,28	11,41	10,94	11,35	
	22,74	23,26	22,89	21,66	21,66	21,95	22,34	22,14	23,87	21,95	21,3	21,29	16,7
	16,85	17,43	17,36	16,84	16,47	16,08	16,15	16,40	17,33	16,8	16,45	16,32	
1983	10,96	11,60	11,84	12,02	11,28	10,22	9,97	10,67	10,79	11,65	11,6	11,35	
	21,60	22,23	21,94	21,26	21,12	21,07	20,95	22,59	24,11	22,47	20,78	21,56	16,3
	16,64	16,6	16,77	16,745	15,79	14,92	15,285	16,225	17,03	17,09	16,15	16,56	
1984	11,68	10,97	11,6	12,23	10,44	8,77	9,62	9,86	9,94	11,71	11,52	11,57	
	22,21	21,17	22,04	20,81	20,63	20,77	22,6	22,43	22,02	22,08	21,18	21,30	16,2
	16,98	16,50	16,87	16,395	15,735	14,91	15,425	15,92	16,605	17,165	16,45	16,38	
1985	11,75	12,01	11,7	11,98	10,84	9,05	8,25	9,42	11,19	12,25	11,72	11,47	
	21,76	21,79	21,36	20,66	20,32	20,81	21,54	23,97	23,05	22,8	20,97	22,11	16,1
	16,52	16,57	16,25	16,38	15,225	14,44	14,41	16,69	16,63	17,04	16,335	16,56	
1986	11,28	11,35	11,14	12,11	11,53	8,07	7,28	9,41	10,21	11,26	11,7	11,02	
	21,93	22,53	22,88	22,60	21,24	21,68	23,42	23,53	23,70	22,98	21,9	23,25	17,07
	16,72	17,0	17,56	17,57	16,81	15,78	16,51	17,15	17,71	17,34	17,12	17,50	
1987	11,51	11,47	12,25	12,55	12,38	9,89	9,6	16,77	11,73	11,71	12,35	11,76	
	21,95	22,82	21,95	21,71	21,23	21,72	21,7	21,92	22,91	21,8	21,57	20,85	16,59
	17,25	17,35	17,075	17,17	16,24	15,79	15,58	16,24	16,99	16,66	16,52	16,23	
1988	12,56	11,88	12,2	12,64	11,26	9,85	9,46	10,57	11,08	11,53	11,47	11,62	
	20,59	21,16	21,05	20,64	20,29	20,33	21,26	22,39	22,74	21,89	21,94	21,22	16,09
	16,24	16,63	16,21	16,41	15,83	14,71	14,97	15,92	16,69	16,48	17,09	16,45	
1989	11,9	11,1	11,37	12,18	11,38	9,09	8,69	9,46	10,64	11,07	12,24	11,68	
	22,1	21,7	21,4	22,07	21,45	21,83	22,39	22,63	22,88	23,08	21,56	21,37	16,51
	16,69	16,85	16,8	17,35	16,23	15,32	16,04	16,34	17,06	17,15	16,8	16,44	
1990	11,28	12,0	12,2	12,63	11,01	8,82	7,7	10,05	11,24	11,22	12,04	11,51	
	21,79	22,78	22,58	21,53	20,6	21,7	20,34	23,04	23,38	21,23	21,09	21,33	16,45
	16,86	17,22	17,08	16,66	16,56	16,07	14,47	16,36	17,14	16,12	16,22	16,66	
1991	11,93	11,66	11,59	11,8	12,53	10,44	8,6	9,63	10,9	11,01	11,36	12,0	
	21,97	22,56	22,34	21,66	21,14	20,78	21,65	23,41	23,66	22,89	21,76	21,29	16,55
	16,66	17,21	17,32	17,13	16,24	15,64	14,79	15,97	17,21	17,18	16,79	16,47	
1992	11,35	11,86	12,3	12,6	11,35	10,51	7,93	8,54	10,77	11,48	11,83	11,65	
	21,53	21,71	21,75	21,67	21,22	20,59	21,75	22,59	24,79	24,9	23,40	22,14	16,72
	16,87	16,74	16,82	16,715	16,32	16,135	14,92	16,325	17,55	18,12	17,78	17,28	
1993	12,22	11,78	11,89	11,76	11,42	9,68	8,10	10,06	10,51	11,34	12,16	12,43	
							21,27	22,82					16,71
	22,02	22,09	22,11	21,88	20,7	21,52	14,96	16,21	24,34	22,22	23,43	21,54	
	16,91	17,21	16,67	16,74	16,155	15,06	8,66	9,61	17,78	16,86	19,06	16,91	
1994	11,8	12,33	11,24	11,60	11,61	8,61			11,23	11,5	11,7	12,29	
	22,51	22,03	22,3	21,39	20,75	21,02	21,8	23,79	24,63	22,74	22,8	22,3	16,72
	17,27	16,93	17,04	16,75	16,395	15,59	15,3	16,58	17,36	17,33	17,21	16,83	
1995	12,03	11,83	11,79	12,11	12,04	10,16	8,8	9,37	10,1	11,92	12,35	11,37	
	21,8	22,19	21,84	21,43	21,11	20,63	21,71	23,55	23,22	22,86	21,63	21,86	16,54
	16,50	16,82	17,03	17,13	16,55	15,145	15,315	16,28	16,98	17,345	16,73	16,605	
1996	11,21	11,46	12,22	12,84	11,99	9,66	8,92	8,01	10,75	11,61	11,83	11,35	
	22,03	22,33	22,43	20,82	21,02	21,06	21,4	24,0	25,76	22,25	21,6	20,96	16,71
	16,87	16,91	17,21	16,415	16,24	15,35	15,08	16,83	18,56	17,34	16,98	16,66	
1997	11,72	11,5	12,0	12,01	11,46	9,69	8,76	9,67	11,37	11,44	12,9	12,36	
	22,0	23,08	23,32	22,57	21,81	21,99	21,87	22,93	24,99	22,58	22,82	21,92	17,15
	17,32	18,39	18,17	18,27	17,04	13,59	15,35	16,32	18,15	17,1	17,29	16,77	
1998	13,05	13,54	13,03	13,97	12,28	9,19	8,83	9,72	11,31	11,35	11,76	11,63	

	22,32	23,5	21,47	21,10	21,32	21,68	21,84	21,37	22,40	23,05	20,95	21,35	16,
	11,1	17,45	16,73	16,45	16,09	15,36	15,21	16,39	16,72	10,91	16,48	16,73	
1999	11,88	11,4	11,99	11,81	10,87	9,04	8,59	11,41	11,05	10,78	12,02	12,08	
	22,35	22,08	21,53	21,84	22,33	21,49	22,59	23,07	25,05	23,49	21,6	21,83	16,
	16,94	16,31	16,61	16,76	16,77	15,51	15,73	16,60	18,18	17,82	17,04	17,11	
2000	11,53	10,54	11,7	11,68	11,22	9,54	8,87	10,14	11,32	12,16	12,48	12,4	
	23,4	24,4	24,4	23,0	22,4	22,6	24,0	25,6	25,6	24,8	24,1	24,0	16,
	17,2	16,9	16,74	16,4	15,5	14,35	15,3	30,75	17	16,8	17,25	17	
2001	11,0	9,4	9,1	9,8	8,6	6,1	6,6	5,9	8,4	8,8	10,4	10,0	
$\overline{X}$ Mens-uelles	16,82	16,97	16,89	16,84	16,23	15,26	15,21	16,37	17,26	17,10	16,85	16,68	16,

Source : IGEBU

STATION DE KIBUMBU : Altitude 1814m

T_9 : Les températures moyennes mensuelles (°C) :1980 à 2002

Mois / Année	J	F	M	A	M	Jn	Jt	Ao	S	O	N	D	T $\overline{X}$ A
1980	26,1 19,25 12,4	26,2 19,2 12,2	25,6 18,9 12,0	25,6 18,45 11,3	24,8 19 13,2	25,7 19,4 13,1	25,5 19,35 13,2	27,2 19,85 12,5	27,3 19,7 12,1	26,8 19,05 11,3	25,2 19,25 13,3	25,4 18,45 11,5	19,15
1981	26,1 19,1 12,1	26,3 19,65 13,0	12,7	11,5	24,6 18,3 12,0	25,6 19,3 13,0	26,0 19,65 13,3	27,3 20,45 13,6	27,3 20,25 13,2	26,5 19,35 12,2	26,0 19,05 12,1	25,8 18,8 11,8	19,39
1982	26,3 19,2 12,1	27,1 20,35 13,6	26,3 18,6 10,9	24,8 18,95 13,1	23,7 18,5 13,3	25,1 18,85 12,6	26,1 19,85 13,6	27,6 20,25 12,9	28,0 19,85 11,7	26,5 19,35 12,2	24,9 18,7 12,5	25,1 19,3 11,5	19,35
1983	26,0 19,3 12,6	27,1 19,8 12,5	25,6 18,8 12,0	23,8 17,4 11,0	25,9 19,25 12,6	27,0 19,7 12,4	27,6 20,25 12,9	26,6 19,25 11,9	28,3 20,3 12,3	25,5 18,7 11,9	25,4 19,1 12,8	25,0 18,6 12,2	19,2
1984	24,4 18,3 12,2	25,6 19,15 12,7	25,6 18,8 12,0	25,4 18,9 12,4	12,7	13,7	12,9	12,6	13,1	12,6	12,7	12,5	
1985	25,8 19 ,1 12,4	24,1 18,6 13,1	25,5 19,2 12,9	24,3 18,8 13,3	24,2 18,4 12,6	25,0 19,55 14,1	25,8 20,3 14,8	26,6 19,95 13,3	25,6 19,15 12,7	25,9 19,45 13,0	24,6 18,5 12,4	24,7 18,4 12,1	19,12
1986	24,9 18,55 12,2	25,3 19,3 13,3	24,8 18,8 12,9	24,1 17,95 11,8	24,0 18,15 12,3	25,1 18,3 11,5	25,3 19,95 14,6	27,7 20,6 13,5	26,7 19,55 12,4	26,4 19,5 12,6	24,2 18,4 12,6	23,8 18,1 12,4	18,93
1987	25,3 19,45 13,6	26,0 19,9 13,8	26,5 20,4 14,3	26,4 20,4 14,4	24,5 19,15 13,8	25,6 19,15 12,7	27,6 20 12,4	27,8 20,4 13,0	27,6 20,9 14,2	27,2 20,6 14,0	25,7 19,8 13,9	27,0 20,3 13,6	20,0
1988	25,4 19,6 13,8	26,5 20,05 13,6	25,6 19,8 14,0	25,4 19,95 14,5	25,2 19,3 13,4	25,9 19 12,1	25,0 19,05 13,1	25,9 19,45 13,0	26,8 20 13,2	25,4 19,45 13,5	25,3 19,25 13,2	24,6 18,85 13,1	19,48
1989	24,6 19,1 13,6	25,3 19,4 13,5	25,4 19,3 13,2	23,9 18,75 13,6	23,7 18,55 13,4	24,9 18,35 11,8	23,3 19,55 11,8	25,7 19,8 11,9	26,7 19,7 12,7	25,3 19,1 12,9	26,1 19,95 13,8	25,0 17,05 9,1	18,8
1990	24,7 19,15 13,6	25,1 19,45 13,8	25,1 19,45 13,8	26,1 20 13,9	25,4 19,2 13,0	25,6 18,65 11,7	26,2 18,35 10,5	26,4 49,65 12,9	26,1 20 13,9	26,5 19,95 13,4	24,8 19,35 13,9	25,0 19,3 13,6	19,4
1991	26,1 19,95 13,8	26,6 20,25 13,9	26,2 20 13,8	25,4 19,55 13,7	24,0 19,1 14,2	25,4 19,35, 13,3	24,1 18 11,9	26,6 19,55 12,5	27,5 20,25 13,0	24,6 19,05 13,5	24,5 18,85 13,2	24,6 19,2 13,8	19,4
1992	25,3 19,4 13,5	26,0 19,8 13,6	26,2 20,2 14,2	24,9 19,65 14,4	24,5 18,95 13,4	24,1 18,8 13,5	25,2 18,35 11,5	27,1 19,65 12,2	27,8 20,4 13,1	26,8 20 13,2	25,3 19,35 13,4	25,2 19,3 13,4	19,49
1993	25,2 19,45 13,7	25,4 19,6 13,8	25,5 19,5 13,5	25,3 19,6 13,9	24,7 19,15 13,6	24,7 18,85 13,0	25,1 18,25 11,4	26,4 19,65 12,9	28,8 21,2 13,6	29,0 21,35 13,7			19,66
1994	25,3 19,55 13,8	22,3 18,1 13,9	26,0 19,75 13,5	25,8 19,35 12,9	24,1 19 13,9	25,0 18,75 12,5	24,8 18,55 12,3	27,3 19,95 12,6	27,5 20,5 13,5	26,4 20,1 13,8	25,4 19,35 13,3	26,2 20,05 13,9	19,42
1995	26,6 20,35 14,4	25,6 19,7 13,8	25,8 19,75 13,7	25,4 19,85 14,3	24,7 20,25 15,8	25,0 18,85 12,7	27,0 19,85 12,7	20,7 20,25 12,8	28,8 21,05 13,3	27,1 20,35 13,6	27,3 20,45 13,6	26,2 19,55 12,9	20,0
1996	25,6 19,45 13,3	26,8 20,2 13,6	25,7 19,65 13,6	25,2 19,7 14,2	25,8 19,65 13,5	25,0 18,75 12,4	25,9 19,25 12,6	27,8 20,25 12,7	26,9 20,1 13,3	26,8 20,3 13,8	25,4 19,4 13,4	25,7 19,55 13,4	19,68
1997	26,0 19,95 13,9	26,6 20,2 13,8	26,5 20,45 14,4	24,9 19,45 14,20	24,6 19,05 13,5	25,4 19,2 13,0	25,8 19,1 12,4	28,2 20,65 13,1	30,6 22,35 14,1	27,2 20,7 14,2	24,7 18,45 12,2	24,6 189,35 14,1	19,91
1998	25,9 20,2 14,5	27,1 21,3 15,5	26,9 21,15 15,4	26,1 21 15,9	25,4 20,1 14,8	26,4 19,55 12,7	26,1 19,5 12,9	27,0 20,2 13,4	28,6 21,2 13,8	27,0 20,45 13,9	25,7 19,85 14,0	25,5 19,6 13,7	20,34
1999	26,2 20,05 13,9	28,7 21,33 14,0	25,8 19,7 13,6	25 ,5 19,5 13,5	25,6 19,38 13,1	26,4 19,75 13,1							19,95
2000													
2001	24,4 18,9 13,4	25,9 19,95 14,0	25,5 19,8 14,1	25,4 20 14,6	24,2 19,2 14,2	24,7 18,9 13,1		26,8 20,05 13,3	27,1 20,2 13,3	25,4 19,6 13,8	25,4 19,55 13,7	25,9 19,95 14,0	19,64
2002	25,6 19,85 14,1	26,2 20,55 14,9	25,5 19,8 14,1	25,1 19,95 14,8	25,1 19,65 14,2	26,3 19,2 12,1	27,5 23,2 18,9	28,1 20,8 13,5	28,7 21,55 14,4		25,0 17,5 10,0	24,6 18,85 13,1	20,1
$\overline{X}$ mensuelles	**19,42**	**19,81**	**19,67**	**19,39**	**19,11**	**19,03**	**19,38**	**19,98**	**20,41**	**19,81**	**19,16**	**19,05**	**19,54**

Figure 13 : Diagramme ombro thermique de la station de GISOZI

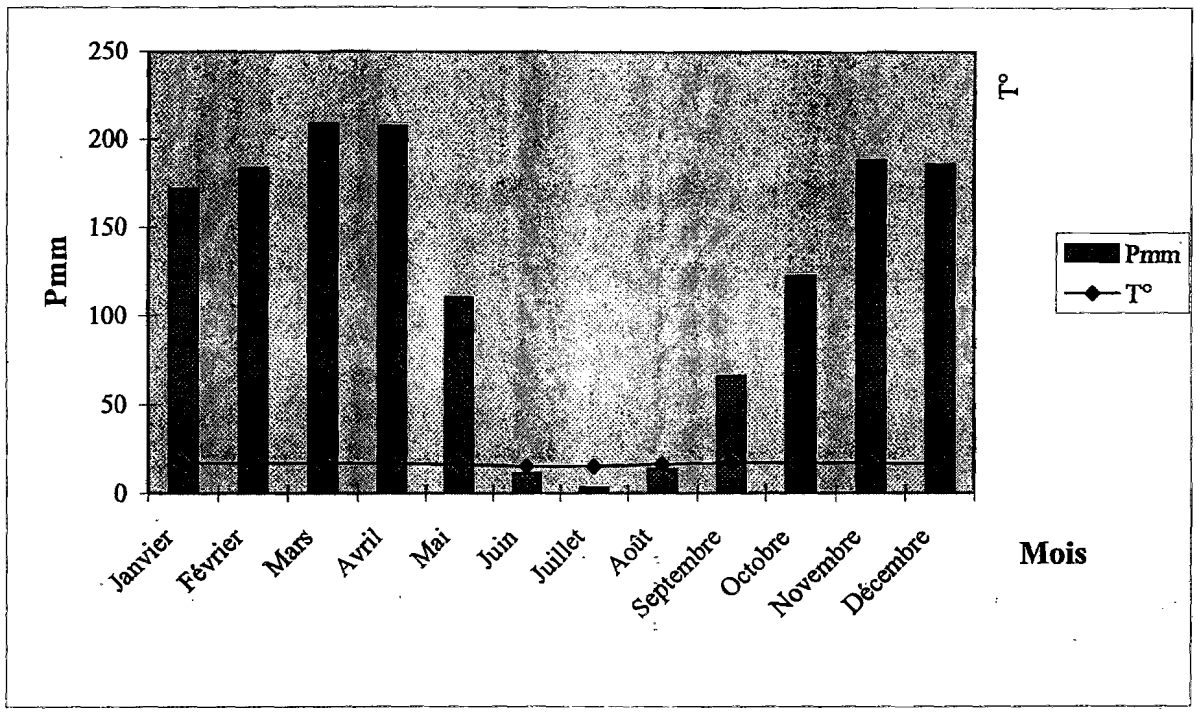


Figure 14 : Diagramme ombro-thermique de la station de la RUVYIRONZA

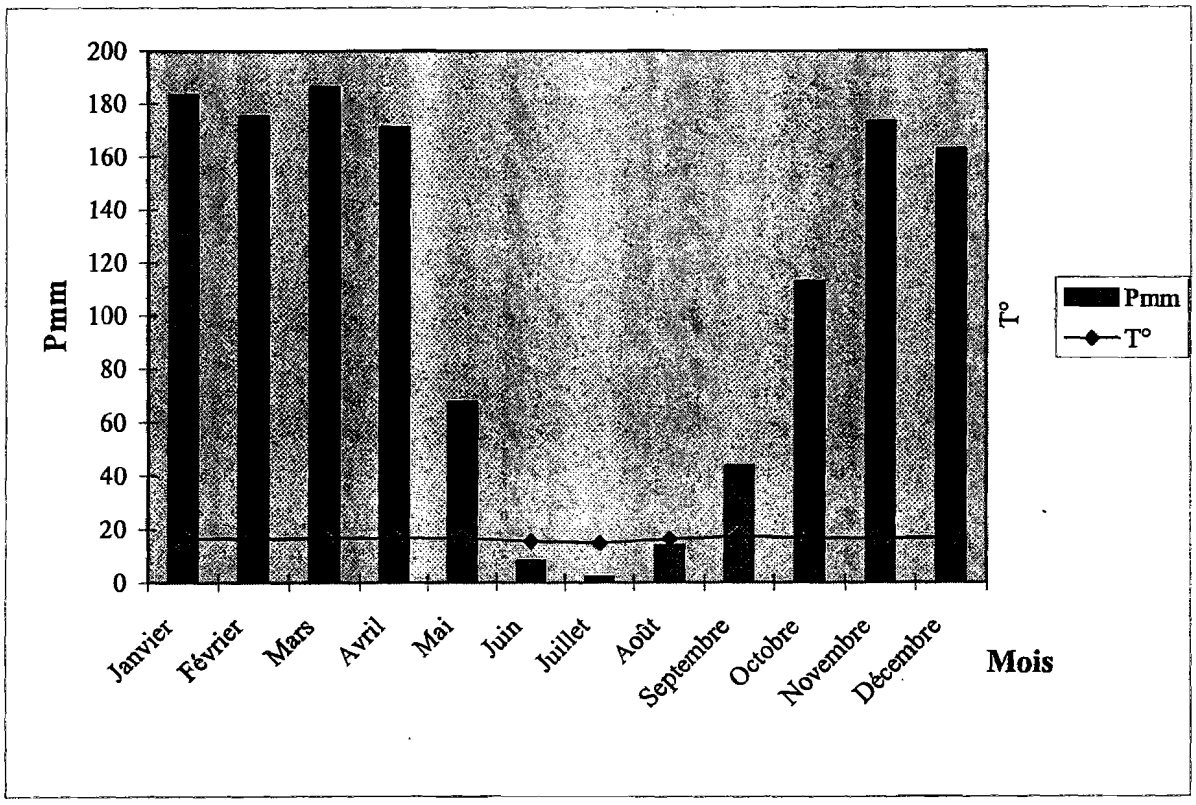
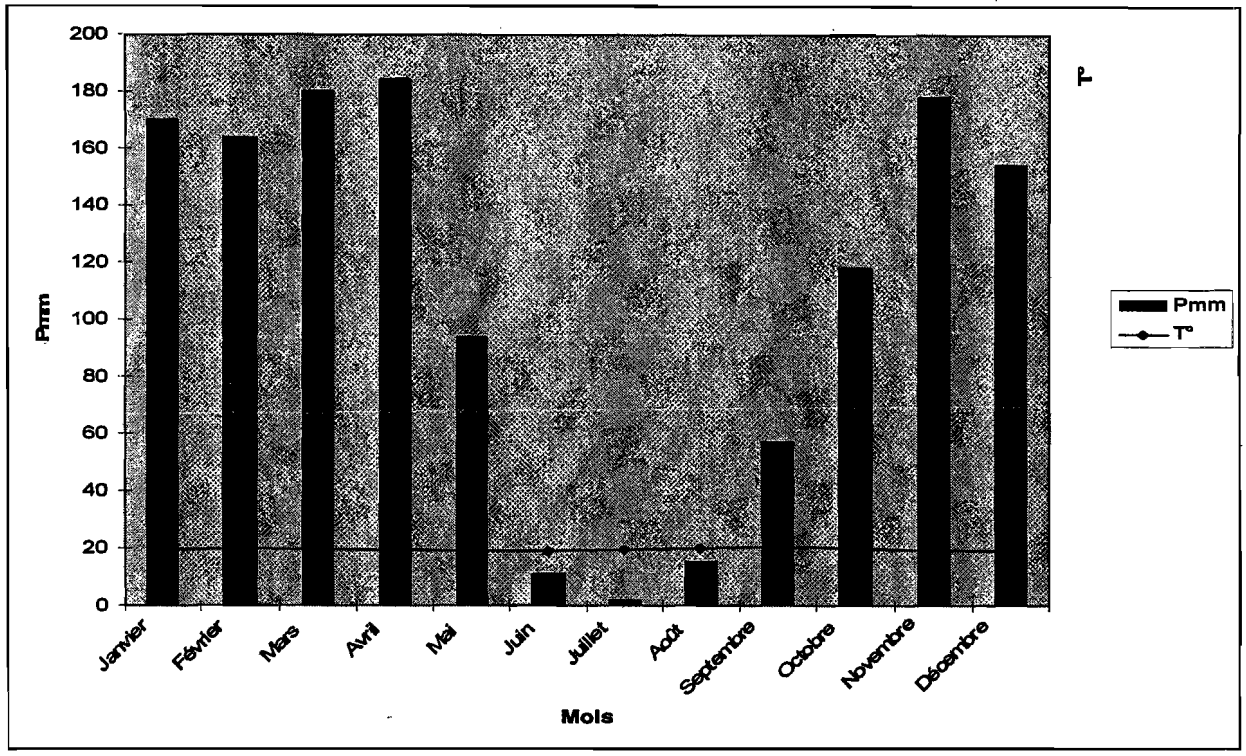


Figure 15 : Diagramme ombro-thermique de la station de KIBUMBU



L'observation des figures 13,14 et 15 nous montre que la température moyenne la plus élevée se situe au mois de septembre pour les trois stations : celle de Gisozi (17,26°c), la station de Kibumbu(20,41°c) et pour la station de la Ruvyironza(17,4°c).
La température moyenne la plus basse se situe au mois de juillet pour les stations de Gisozi (15,21°c) et de la Ruvyironza (14,90°c) et pour la station de Kibumbu, elle se situe au mois de juin (19,03°c). L'écart des températures par station ne dépasse pas 3°c/an.
On retrouve que les températures les plus basses se présentent au cours de la saison sèche entre le mois de Juin et le mois d'Août .Tandis que les températures les plus élevées se manifestent dès le début de la saison pluvieuse au mois de septembre. Le mois le plus chaud se place juste avant la saison des pluies en septembre et le mois le moins chaud en juin c'est -à-dire au début de la saison sèche.

La différence des températures entre le jour et la nuit est supérieure à l'amplitude thermique annuelle car cette dernière ne dépasse jamais 4°C pour les trois stations, l'amplitude thermique est d'environ 2°C. Par exemple, les températures moyennes mensuelles oscillent entre 15et 17°C pour la station de la Ruvyironza et celle de Gisozi est entre 19 et 21°C pour la station de Kibumbu.

D'une façon Générale nous pouvons affirmer que le climat de la commune Bisoro est caractérisé par l'alternance d'une saison de pluie qui s'étend de septembre à mai et une saison sèche qui s'étale sur trois mois pour la station de Gisozi et quatre

mois pour les deux autres stations (Ruvyironza et Kibumbu).Cette zone connaît alors un climat tropical humide atténué[4]

En effet, le climat est un mécanisme important de toute transformation du milieu. Il influence profondément et conditionne l'évolution du paysage, la végétation, les conditions du sol (pédogenèse),...Il détermine en outre les possibilités des différents aménagements comme nous le verrons dans la 2ème partie du présent travail.

I.5. Les sols

I.5.1. Les types de sols et leur répartition.

Les sols proviennent de l'altération des roches par l'action conjuguée des agents de l'atmosphère et des êtres vivants. Dans notre zone d'étude, les sols se répartissent en fonction de la nature des roches, de la topographie et du climat. Sur les schistes et les granites qui occupent une grande partie du secteur d'étude, nous y trouvons des sols argileux, sablo-argileux et argilo-sableux. Et sur les quartzites qui occupent le plateau de Kigabiro-Masha et l'escarpement de Munanira, les sols sont caillouteux (lithosols). Les sommets sont fréquemment occupés par des sols pauvres et peu épais et les cuirasses.

a) Les lithosols

Le plateau de Kigabiro-Masha et l'escarpement de Munanira sont coiffés par des lithosols. Ce sont des sols minces, squelettiques constitués essentiellement de quartz et des cuirasses. Ce sont des sols caillouteux. Ces derniers affleurent sur les versants à forte pente de zingati, Mashunzi et Gashiha et Nyaruhombo (fig.5, 8 et 16), qui comportent une charge graveleuse. Ils ne sont pas propices à la mise en valeur agricole mais peuvent supporter un aménagement sylvicole.

Cependant, sur les sommets plats du plateau de Kigabiro-Masha et des interfluves subhorizontaux, et dans le bassin versant de la Mushwabure, les sols sont mis en valeur malgré leur faible profondeur.

b) Les sols argileux

Ils s'étendent au pied de l'escarpement de Munanira, au Nord-Ouest et dans la partie Sud-Est. Ces sols ont dans l'ensemble une profondeur moyenne. Ce sont des sols moyennement fertiles. On les trouve sur les bordures de l'escarpement à l'Ouest et du plateau de Bisoro à l'Est (fig.16). On les rencontre également à Kirehe, Nyagatoki, Kabuye, Nyarubanda, Kivoga et Nyaruhombo.

Ces sols peuvent aussi connaître des contraintes d'hydromorphie et de pierrosité à Nyarubanda, Bwayi et Nyaruhombo. Cela est normal compte tenu de l'abondance du ruissellement venant de l'escarpement vers le plateau de Bisoro.

[4] NSABIMANA, Stanislas ;op-cit p.110

- **Les sols argilo-sableux**

Ces sols sont développés sur le granite du Nord-Est (fig.16). Ce sont des sols épais constitués essentiellement de sable et de l'argile. Ils sont généralement profonds et de fertilité moyenne ou faible.

- **Les sols sablo-argileux**

Ces sols occupent surtout les sommets du plateau de Bisoro et des basses collines (zone dépressionnaire). Quand la quantité de sable en surface augmente, la fertilité de ces sols devient moindre. C'est le cas des sols de collines de Kiganda, Buburu, Mabaya, Gitaramuka et Musumba(fig.16).

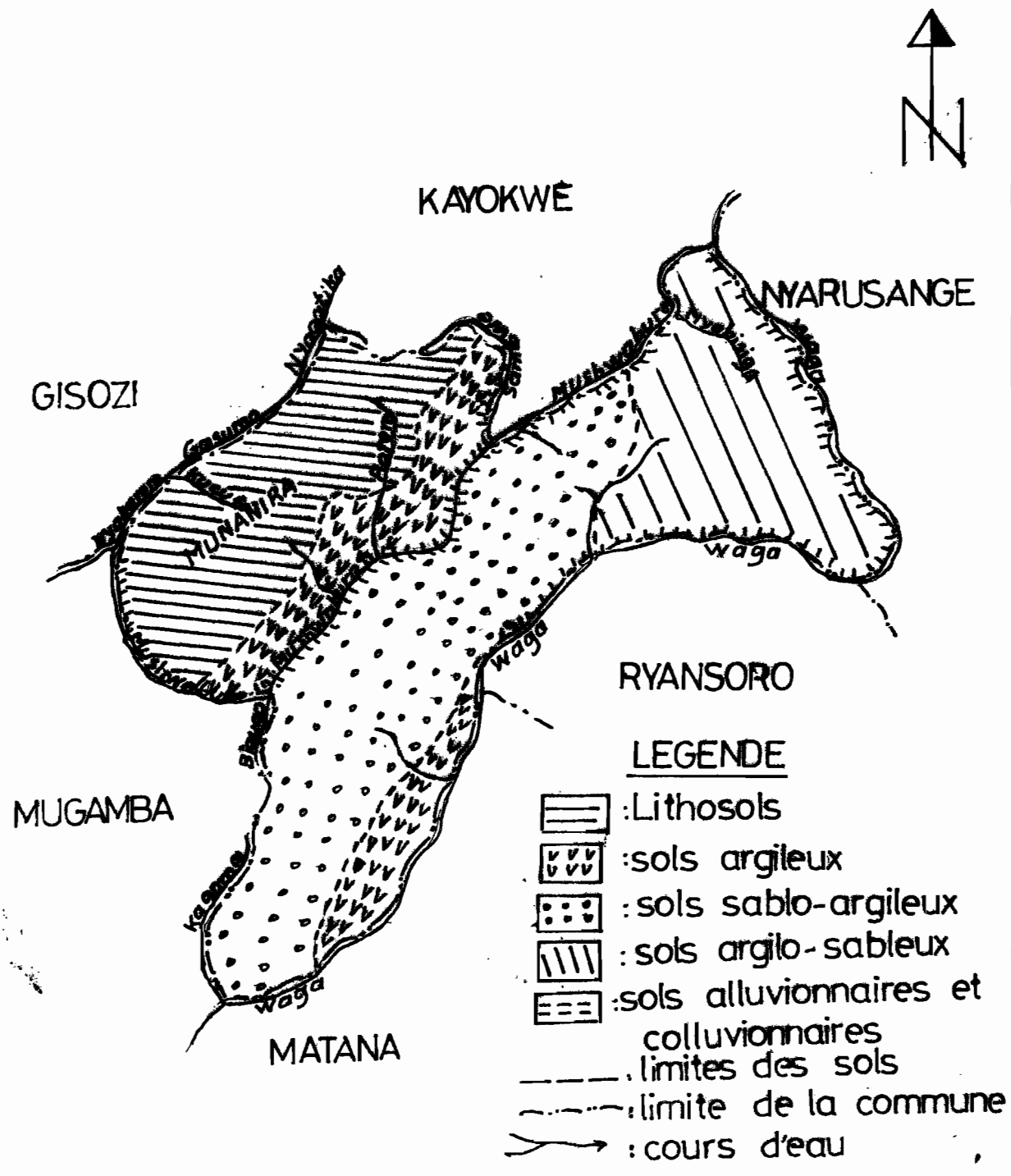
c) Les sols alluvionnaires et colluvionnaires

Les sols des fonds des vallées sont constitués par des alluvions. Ils sont caractérisés par les engorgements d'eau surtout pendant la saison pluvieuse. Ils occupent surtout dans les larges vallées des cours d'eau comme par exemple la Mushwabure et la Waga (fig.16) .Ce sont des sols fertiles qui malheureusement ne sont pas exploités en saison des pluies à cause de leur hydromolphie alors qu'ils sont sec pendant la saison sèche .
Les sols colluvionnaires sont en contact avec les versants et sont bien drainés. Ils sont riches en matières organiques. Ces sols sont souvent limoneux, argilo-sableux ou argileux.

Les zones jouissant de meilleures conditions de drainage sont temporairement cultivées tandis que les dépôts alluvio-colluvionnaires à engorgement quasi-permanent de surface, riche en matière organique, sont soumis à l'exploitation de la tourbe (vallée de Ruyange au Nord-Ouest de la zone d'étude).

En général, les sols dans notre zone d'étude sont variés. Ils dépendent de leur constitution, de la topographie, de la roche mère et du climat.

Fig 16 : CARTE DES SOLS DE LA COMMUNE BISORO



source : carte des sols du Burundi au 1/250000

Echelle : 0 1 2 3 Km

I.6. La végétation

En commune Bisoro, il existe deux types de végétations à savoir la végétation naturelle et celle d'origine anthropique. Cette dernière prédomine dans la zone d'étude tandis que la première est en voie de disparition à cause de l'augmentation de la population qui exige de l'espace pour l'agriculture et l'élevage.

a. La végétation naturelle

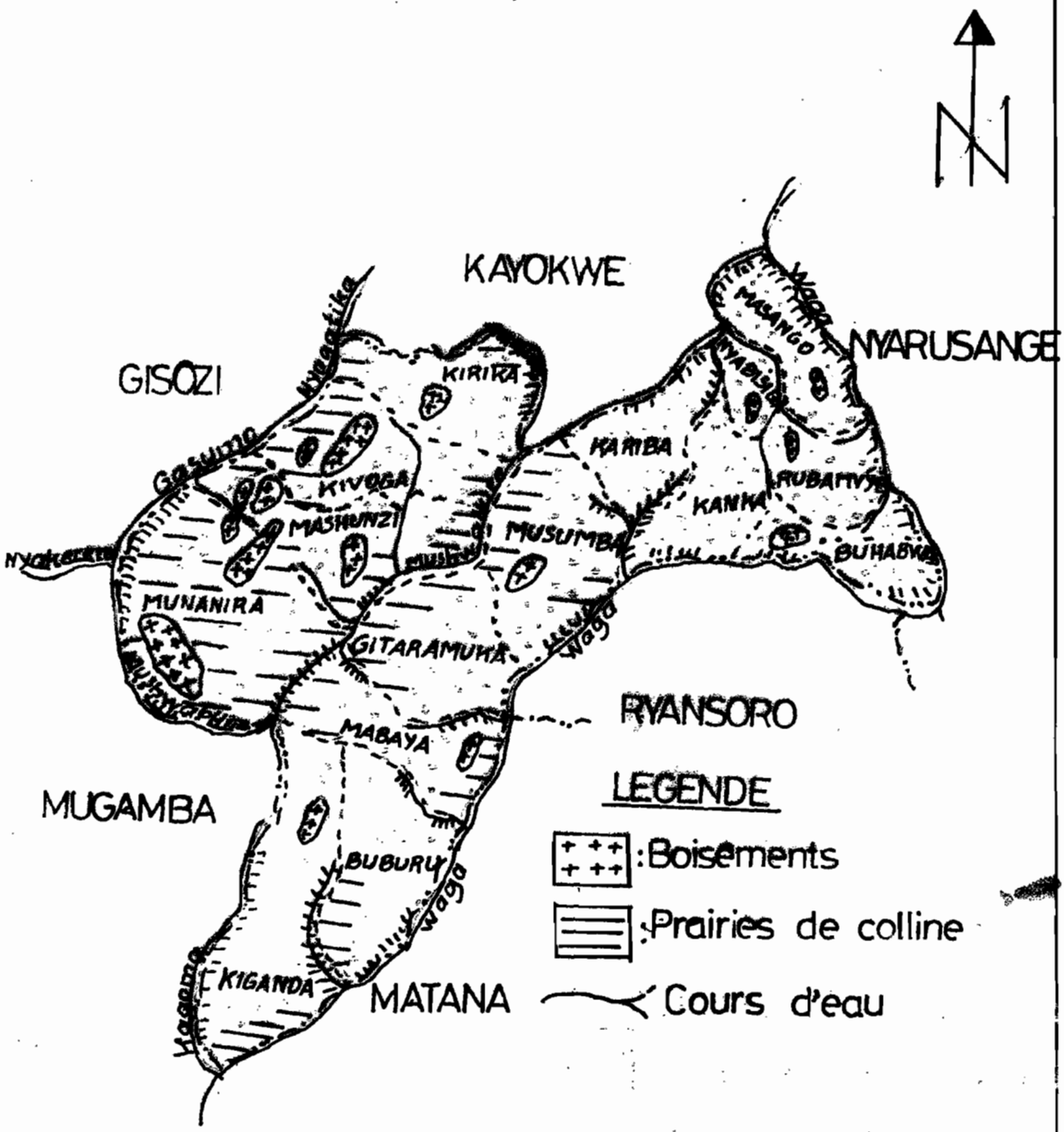
La commune Bisoro se trouve dans les plateaux centraux. Dans cette zone le paysage est actuellement humanisé à cause de l'action de l'homme. L'agriculture, l'élevage, les feux de brousse, l'absence de la jachère, le déboisement et l'effet de l'érosion ont contribué à la dégradation des différents boisements y rencontrés. Aujourd'hui, l'espèce dominante est une graminée appelée Eragrostis (Ishinge) qui occupe presque la totalité de l'espace non cultivé. Des arbres et arbustes sont parsemés ici et là dans le paysage. Les arbustes y rencontrés sont : Ibitovu, Imitobotobo, Imibebe qui poussent dans les champs et Imikere. Pour les arbres, ce sont Ibivumuvumu, Imirinzi, ibihondogori, des bambous et imikoni.
La végétation des marais et des fonds de vallée est aussi à signaler en commune Bisoro. Il s'agit des roseaux et urukangaga souvent utilisés dans l'artisanat et des fougères (ibishurushuru).

b. La végétation d'origine anthropique.

Des boisements ont été plantés ici et là dans le paysage. Il s'agit des boisements domaniaux, communaux et individuels. Ces boisements ont des tailles variées (fig.17). Les boisements individuels s'intègrent dans les exploitations tandis que les boisements domaniaux et communaux se localisent sur le plateau, le long des routes, des écoles et des églises. C'est le cas des boisements domaniaux et communaux de Kigabiro et de Masha situés de part et d'autre de la R.P $_{33}$ sur le plateau de Kigabiro-Masha.

Les essences plus rencontrés dans ces boisements sont : l'eucalyptus, le pinus, le cyprès et le callitris. D'autres espèces sont plantées en association avec les cultures. Ce sont les arbres fruitiers (avocat, les citrons) et les grévilléa. C'est l'agroforesterie en commune Bisoro.

Fig 17 : LA VEGETATION DE LA COMMUNE BISORO



Source : Cartes topographiques au 1/50000 : feuilles Mwaro et Bukirasazi

Echelle : 0 1 2 3Km

c. Les zones boisées.

1. Les boisements anciens

Les formations anciennes sont constituées par les boisements appartenant soit à l'Etat (boisements domaniaux), soit à la commune (boisements communaux). Il s'agit des boisements d'Eucalyptus, de pinus, de cyprès. Ces boisements sont dispersés et inégalement répartis sur toutes les collines de la commune Bisoro (T.10, 12). A part ses essences étrangères, nous observons dans le paysage de la zone d'étude des anciennes formations locales comme les Imimanda, Imivumuvumu, Imikoni ,Grévillia ....

2. Les boisements récents

Les boisements récents résultent de la conscience qui s'est éveillée chez la population et chez certains projets de développement comme le projet Mugamba-Nord en commune Bisoro. Les essences boisées sont aussi diversifiées. Il s'agit des Eucalyptus, des cèdres, le Grévillia, le pinus, le callitris.

3. La répartition des boisements

Les boisements anciens sont souvent localisés, soit autour des établissements primaires, les centres de santés, les centres de négoces et les églises ; soit sont alignés le long des routes. C'est le cas par exemple des boisements anciens qui sont observables le long de la route munanira-mwaro (rp_{33}).

Quant aux boisements dits récents, ils ont un double rôle : celui de protéger le sol contre l'érosion et de produire le bois. Ils s'étendent aussi sur le plateau de Kigabiro-Masha surtout sur les versants à pentes abruptes.

T_{10} : Etat des boisements en commune Bisoro : le 19/2/1987

1°.Boisements domaniaux

Localisation		Essence	Surface (ha)	Apport	Année de création	Année dernière de coupure	Entretien
Colline	Sous-colline						
BUHABWA	- Kimirinzi	Cyprès	1,80	Domanial	1948	-	N
	- buhabwa	Cyprès	3	Domanial	1948	-	N
KANKA	- Kanka	Cyprès	4	Domanial	1944	-	N
	- Kanka	B.W	1,80	Domanial	1950	-	N
	- Kanka	Cyprès	1,30	Domanial	1950	-	I
	- Kanka	Cyprès	1,50	Domanial	1940	-	N
							N
GITARAMUKA	-Rushanga	Cyprès	6,50	Domanial	1937	1986	N
	-Rushanga	B.W	1	Domanial	1951	-	N
	- Bisoro	Cyprès	2	Domanial	1944	1985	N
	- Bisoro	BW	0,50	Domanial	1945	1986	Pas encore réservé
MABAYA	-Gahahe	GREV	2,20	Domanial	1950	1979	N
	-Kuwabayobozi	Cyprès	1	Domanial	1943	1979	N
	-Nkerwe	GREV	3	Domanial	1948	1979	N
MASHUNZI	-Kumasha	pin	1	Domanial	1972	-	I
MUNANIRA	-Munanira	EUC	35	Domanial Domanial Domanial Domanial Domanial Domanial	1958	1984	I
	-Munanira	EUC EUC	40	Domanial	1936	-	I
	-Munanira	B.W	10		1953	-	I
	-Munanira	Cyprès	0,5		1954	1961	N
	-Munanira	Cyprès	1		1933	1986	N
	-Munanira	Cyprès	3		1945	1982	-
	-Kuwabayobozi		1		1935	-	B
MUSUMBA	Katazimiza	Cyprès	1,20	Domanial	1950	-	B
TOTAUX			123ha				

Source : Inventaire Forestier : Recensement des propriétés Forestières des Collectivités publiques, 1987.

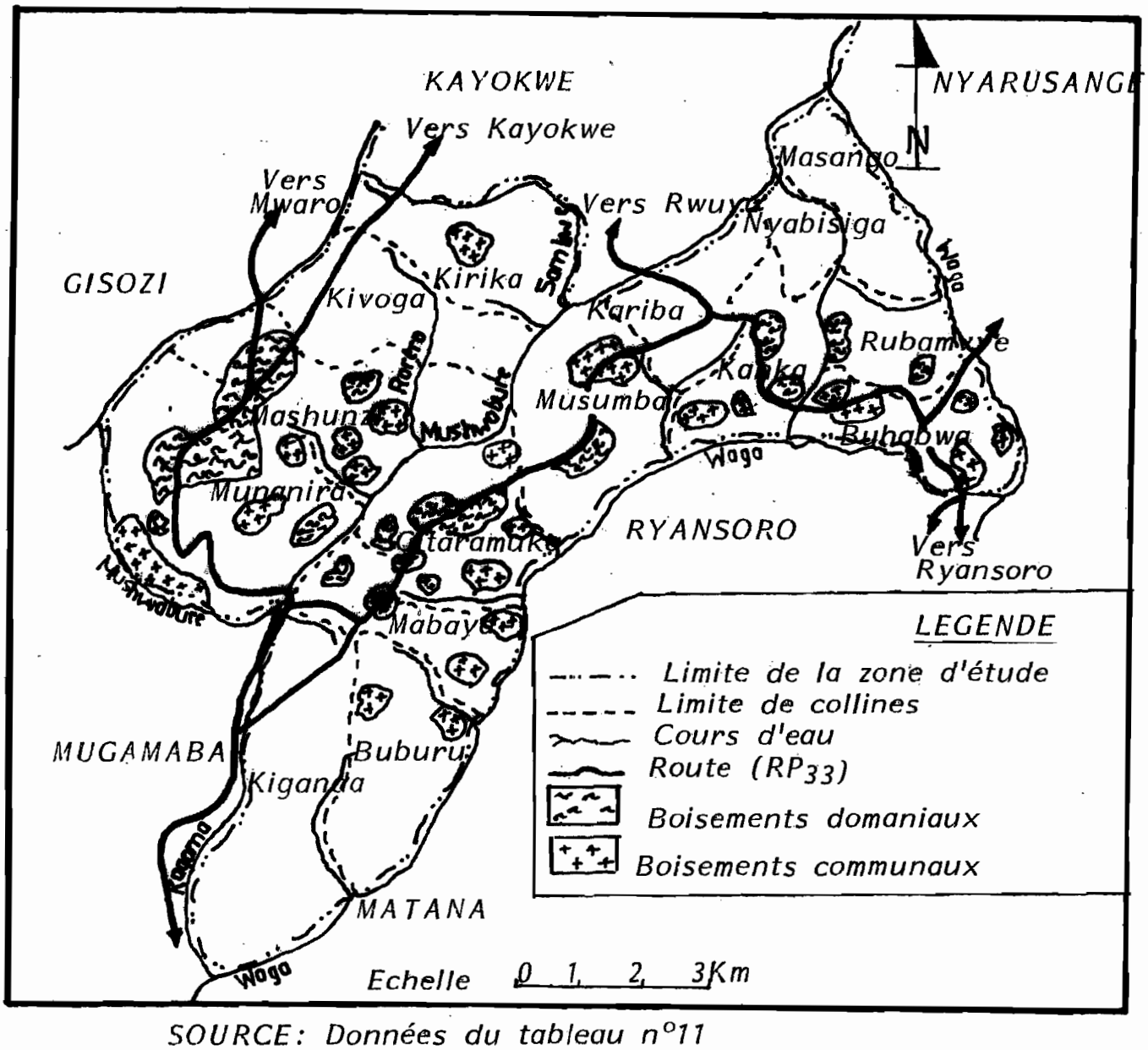
NB : Appart = Appartenance : B = Bien fait
N : Non fait ; M = Mal fait ; I = Insuffisant
PIN = Pinus; GREV = Grevellia; Euc = Eucalyptus; B.W: Imika

2°. Boisements communaux

Localisation		Essence	S(ha)	Apport	Année de création	Année dernière de coupure	Entretien
Colline	Sous-colline						
BUHABWA	- Gasenyi	EUC	1	Communal	1942	1986	N
	- Muhweza	EUC	1,25	Communal	1943	1986	N
				Communal			
				Communal			
	- Bihonura	EUC	0,40		1944	1986	N
	- Kuwimpfizi	EUC	0,80		1948	-	N
GITARAMUKA	-Rushanga	EUC	1,80	Communal	1942	1985	I
	- Rushanga	EUC	4	Communal	1936	1985	I
				Communal			
				Communal			
	- Rushanga	EUC	1	Communal	1951	-	N
	- Mutumba	EUC	2		1933	1986	N
	- Cewe	EUC	1		1938	-	-
BUBURU	-Kiyambu	EUC	1	Communal	1937	1986	N
	-Buburu	EUC	1	Communal	1937	1986	N
KANKA	- Kanka	EUC	3	Communal	1940	1986	N
KIRIKA	-Kirika	EUC	1,50	Communal	1933	-	B
MABAYA	RUKO	EUC	1	Communal	1935	1986	I
	MUTOGA	EUC	1	Communal	1943	1986	N
MASHUNZI	- Mashunzi	EUC	2,70	Communal	1938	1979	N
	- Karehe	EUC	0,80	Communal	1945	1985	N
	- Karehe	EUC	0,70	Communal	1935		N
MUNANIRA	- Munanira	EUC	8,70	Communal	1948	1986	I
	-Munanira-Munanira	EUC	1,40	Communal	1942	1986	N
		EUC	2,30	Communal	1936	1986	I
MUSUMBA	Katazimiza	EUC	3,40	Communal	1934	1984	M
Totaux			40,35ha				

Source : Inventaire Forestier : Recensement des propriétés Forestière des Collectivités Publique, 1987 Province Muramvya.

Figure 18 :CARTE DES BOISEMENTS DOMANIAUX ET COMMUNAUX (1987)



SOURCE: Données du tableau n°11

T_{11} : SITUATION DES BOISEMENTS DOMANIAUX ET COMMUNAUX EN PROVINCE MWARO : AU 31 DECEMBRE 1992.

COMMUNE	BOISEMENTS COMMUNAUX (EN HA)	B0ISEMENTS DOMANIAUX (EN HA)	TOTAL
BISORO	71 ,75	69,75	141,5
GISOZI	64 ,23	137,47	201,7
KAYOKWE	169,5	62	231,5
NDAVA	188,25	42	230,25
NYABIHANGA	66,17	241,34	307,51
RUSAKA	43,5	127	170,5
-	-	1229,55	1229,55*
TOTAL	603,4	1909,11	2512,51

Source : REPUBLIQUE DUBURUNDI, MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT, boisements domaniaux et communaux ; Estimation des superficies au 31/12/1993 page 2

* *Boisement à cheval sur les communes Ndava, Nyabihanga et Kayokwe*

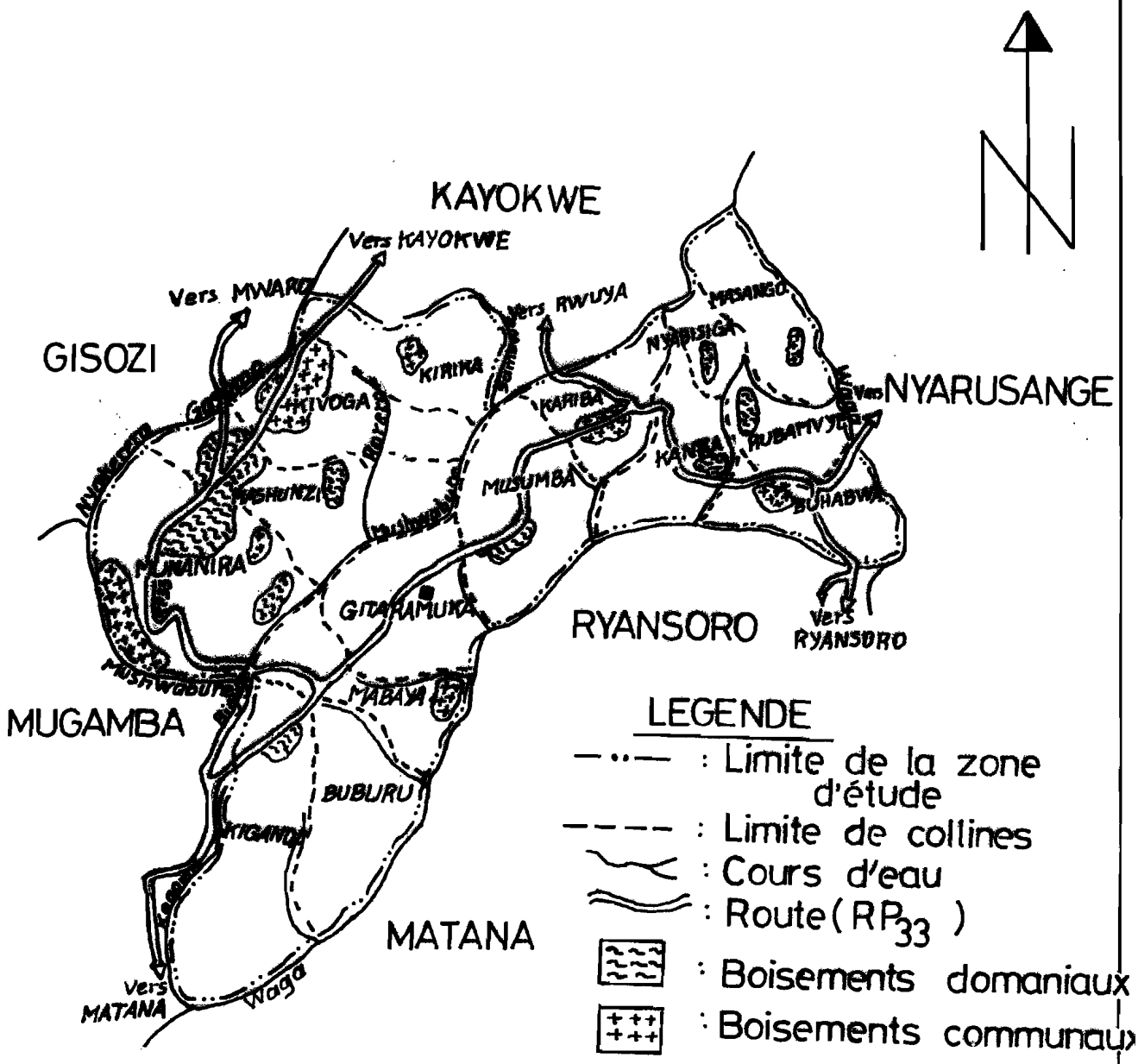
Le tableau ci- haut montre la situation des boisements en commune Bisoro par rapport aux autres communes de la province Mwaro en décembre 1992. L'observation faite sur ce tableau témoigne qu'en décembre 1992 la commune Bisoro occupait la dernière place en boisement communaux et domaniaux avec au total 141,5ha sur une superficie de 127,22km^2.

Ces boisements n'occupent que 1,11% de la superficie totale de toute la commune Bisoro. Mais à côté de ces boisements communaux et domaniaux, il existe d'autres boisements individuels. La superficie de ces derniers est difficile à évaluer étant donné qu'ils sont dispersés dans les exploitations

T_{12} : Situation des boisements en commune Bisoro en 2003

Colline	Essence	Age de création	Superficie (en ha)	Existence ou non existence	Observation
1. KIRIKA	Eucalyptus	1993	1,5ha	Oui	-
2. KIVOGA	Pinus+Calit	1980	98ha	Oui	-
3. MASHUNZI	EUC+BW (imika)	1940	2,70ha	Oui	-
4. MUNANIRA	-Mélange	1936	40ha	Oui	Attribué par le MINATE
	-Eucalyptus	1953	10ha	Oui	-
5. MABAYA	Eucalyptus	1933	2ha	Oui	
6. KARIBA	Mélange	1935	17,6ha	Oui	Une partie a été attribuée à l'EP de Katazimiza
7. GITARAMUKA	Mélange	1936 1951	12ha	Non	Centre urbain Bisoro
8. MUSUMBA	Eucalyptus	1942	1ha	Oui	
9. KANKA	Cyprès	1940 1950	6,80ha	Oui	
10. BUHABWA	Eucalyptus	1948	2,20ha	Oui	
11. RUBAMVYE	Eucalyptus	1947	2,45ha	Oui	
12. MASANGO	Eucalyptus	1944	1,25ha	Oui	
13. NYABISIGA	Eucalyptus	1935	1,5ha	Oui	
14. KIGANDA	Eucalyptus	1953	1ha	Oui	
			200,03		

Fig 19: SITUATION DES BOISEMENTS EN COMMUNE BISORO (2003)



Source : Données du tableau n°12

Echelle : 0 1 2 3km

En analysant la fig.19 nous trouvons qu'en 2003 les boisements qui étaient sur la fig.18 n'existent plus en leur totalité. Certains ont cédés aux infrastructures sociales (écoles, Eglises, centre de santé,...) ; en zone kanka par exemple, une partie du boisement de Kariba a été attribuée à l'école primaire de Katazimiza (T_{12}) d'autres ont été attribués à des particuliers en zone Bisoro et Rorero ; d'autres encore disparaissent progressivement suite à des coupures répétées, à des feux de brousse et à l'extension des cultures. C'est le cas par exemple du boisement de l'Eucalyptus de Munanira (environs 10ha) qui est attribué à un particulier par le MINATTE (T_{12}), le boisement de Rushanga (Gitaramuka) attribué au centre urbain de Bisoro (T_{12}).

En comparant les deux tableaux (T_{10} et T_{12} et d'après les observations personnelles faites en commune Bisoro en novembre-décembre 2004, on peut affirmer que des erreurs peuvent être enregistrées sur le T_{11} car il se peut que des boisements récents ou des projets ne figurent pas sur ces relevés.
D'autres boisements figurant sur les relevés anciens peuvent ne plus exister sur le terrain actuellement. Cela est dû à l'invasion par les agriculteurs, à des destructions par les feux, à l'absence de reprise ou d'entretien.

Malgré la régression de ces boisements publics enregistrés sur ces tableaux (T.10, 12), des boisements privés sont observables en peu partout dans la zone d'étude. Mais ceux-ci ne figurent pas sur ces tableaux, car les superficies couvertes par ces boisements individuels sont jusqu'ici difficiles à évaluer. Les parcelles sont atomisées dans les exploitations. C'est l'agroforesterie.

En conclusion, malgré l'inégale répartition des zones boisées dans notre secteur d'étude, nous constatons que les boisements y existent encore (T_{12}). Mais actuellement, avec l'augmentation de la population, la demande croissante du bois de chauffage, la recherche toujours importante des terres cultivables, les coupures répétées du bois sans qu'il y ait les plantations d'autres, provoquent un déboisement généralisé dans la zone d'étude.

CHAPITRE II : LES CARACTERISTIQUES HUMAINES.

II.1. Effectif et densité de la population

Selon les résultats définitifs du recensement général de la population et de l'habitation d'août 1990 et les résultats du rapport communal (Service d'Etat Civil) réalisés en septembre 2003, la population de la commune Bisoro est passée de 25.257 habitants en 1990 à 30.692 habitants en 2003, soit une augmentation de 5435 habitants.
La superficie totale de toute la commune Bisoro est de 127,22Km². Durant les treize ans écoulés, la densité moyenne de toute la commune est passée de 199 hab/km² à 241hab/km² soit une augmentation de 42hab/km².

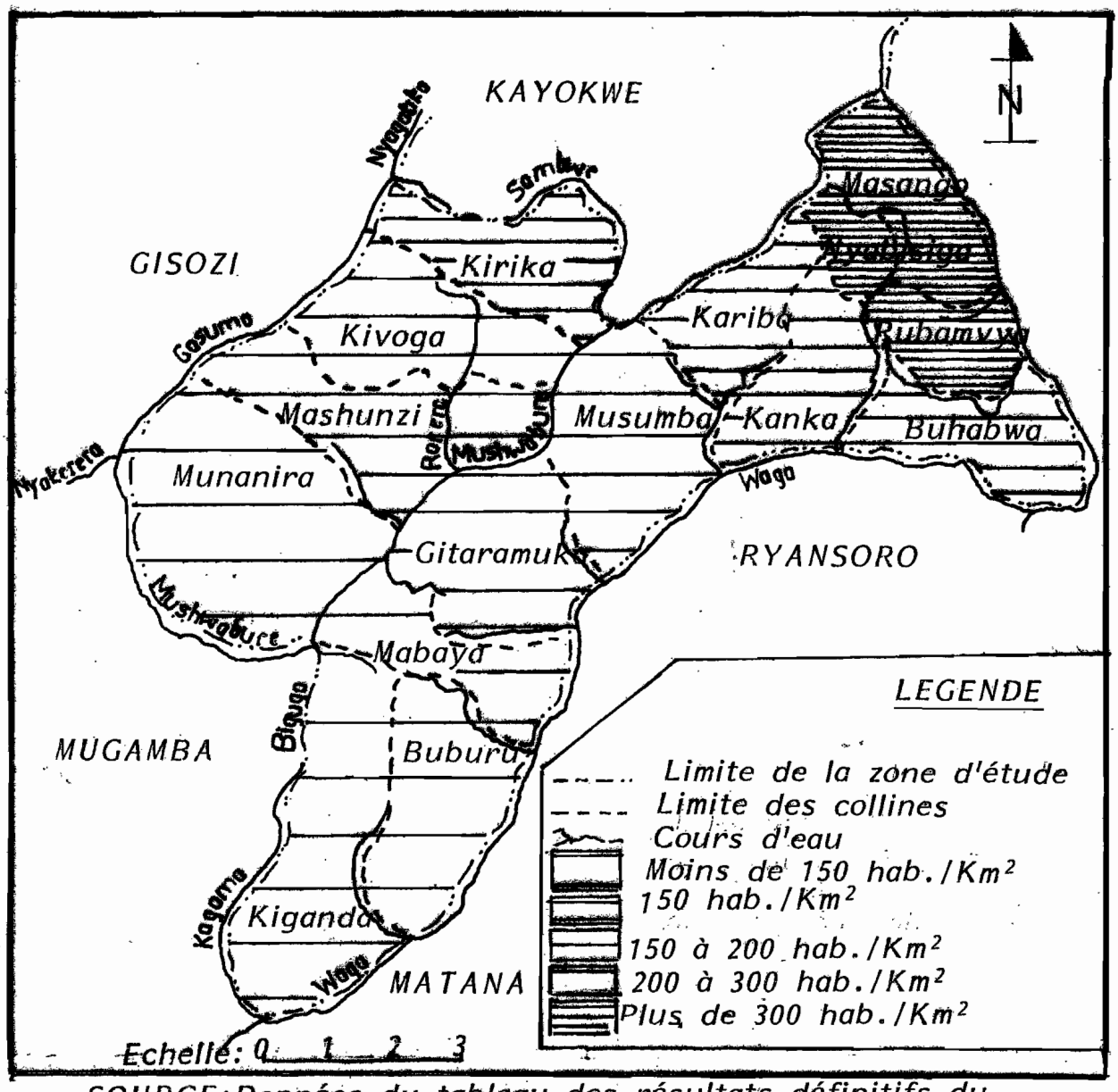
D'après la fig.20 réalisée sur base des données du tableau n° 13 et la fig.21 réalisée sur base des données du tableau n°14, la population de la commune Bisoro est inégalement répartie sur les quinze collines de recensement.

T_{13} : <u>Répartition de la population de la commune Bisoro par colline de Recensement en 1990.</u>

Colline de recensement	Effectifs	Superficie en km²	Densité Hab/km²
1. BUBURU	1282	9,78	131
2. BUHABWA	1422	5,70	250
3. GITARAMUKA	1883	9,52	198
4. KANKA	1610	6,43	250
5. KARIBA	1548	5,88	263
6. KIGANDA	2110	14,39	147
7. KIRIKA	2199	8,61	255
8. KIVOGA	1949	12,11	161
9. MABAYA	966	7,44	130
10.MASANGO	1659	4,92	337
11.MASHUNZI	1809	11.96	151
12.MUNANIRA	1948	13,96	139
13.MUSUMBA	1730	10,80	160
14.NYABISIGA	936	1,48	632
15.RUBAMVYE	1664	4,22	394
TOTAL	25.257	127,22	199

Source : Résultats définitifs du recensement général de la population et de l'habitation (Août 1990).

Figure 20 : CARTE DES DENSITES DE LA POPULATION EN COMMUNE BISORO EN 1990



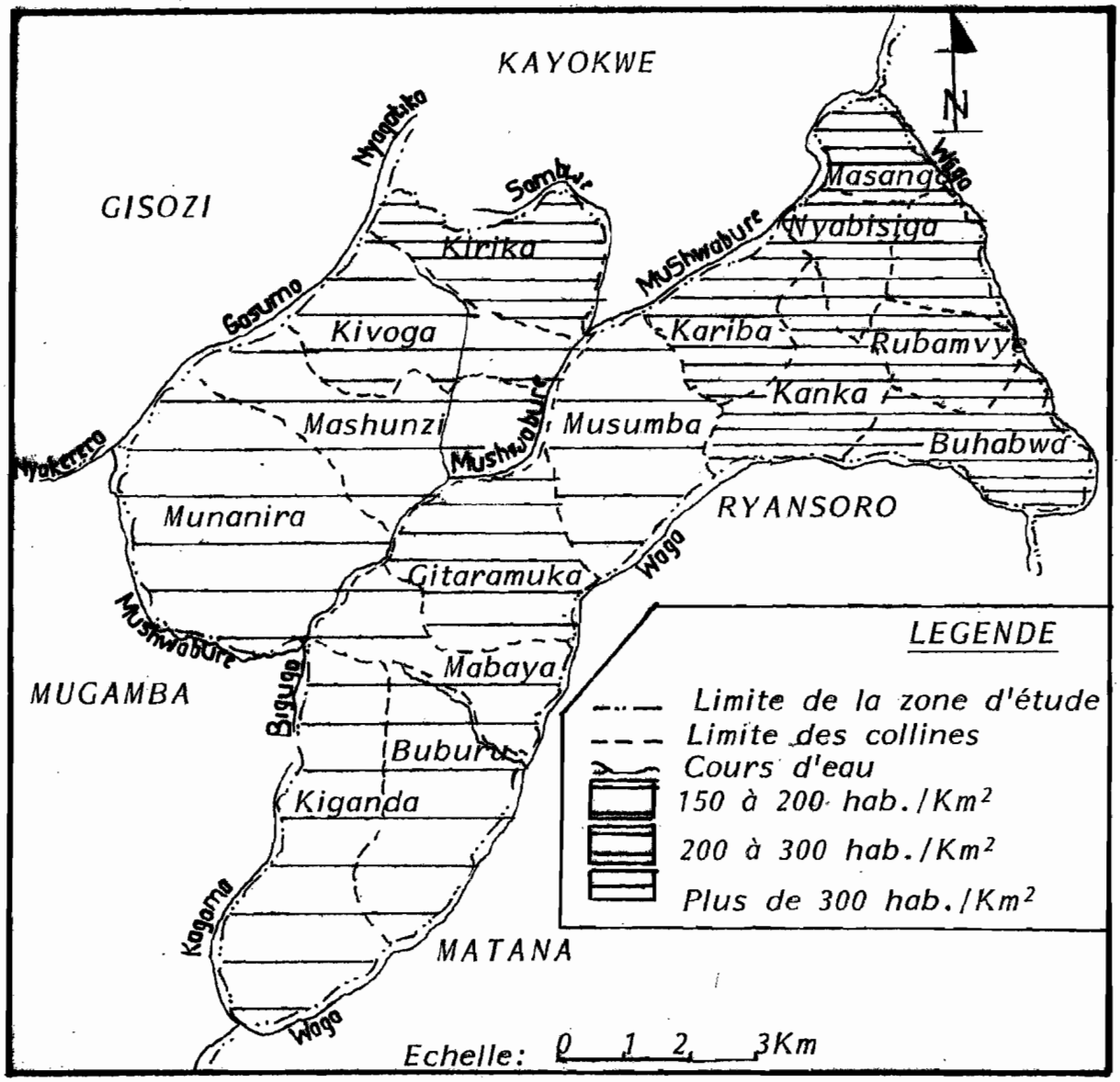
SOURCE: Données du tableau des résultats définitifs du recensement général de la population et de l'habitation d'AOUT 1990

T_{14} : Répartition de la population de la commune Bisoro par colline de Recensement : Rapport communal (sept 2003).

Colline de recensement	Nbre de ménages	Superficie en km²	Total		Total	Densité Hab/Kr
			M	F		
1. BUBURU	341	9,78	1001	858	1859	190
2. BUHABWA	546	5,70	994	781	1725	303
3. GITARAMUKA	486	9,52	1233	1178	2411	253
4. KANKA	412	6,43	954	994	1948	303
5. KARIBA	686	5,88	870	930	1800	306
6. KIGANDA	560	14,39	1369	1393	2762	192
7. KIRIKA	509	8,61	1295	1359	2654	309
8. KIVOGA	496	12,11	1206	1311	2517	208
9. MABAYA	265	7,44	639	692	1331	179
10.MASANGO	657	4,92	1036	1027	2063	419
11.MASHUNZI	378	11,96	1043	1080	2123	178
12.MUNANIRA	519	13,98	1254	1169	2423	173
13.MUSUMBA	413	10,80	930	1087	2017	187
14.NYABISIGA	181	1,48	505	507	1012	684
15.RUBAMVYE	447	4,22	1000	1047	2047	485
TOTAL	6903	127,22	15279	15413	30692	241

Source : Service d'Etat Civil : Rapport communal (septembre 2003.)

Figure 21: CARTE DES DENSITES DE LA POPULATION EN COMMUNE BISORO



SOURCE: Données du T_{14}: Rapport communal (sept.2003)

T15 : Accroissement des densités entre 1990 et 2003

Collines de recensements	Densités (hab/km²)
RUBAMVYE	485-394 = 91
MASANGO	419-337=82
BUBURU	190-131=59
GITARAMUKA	253-198=55
KIRIKA	309-255=54
BUHABWA	303-250=53
KANKA	303-250=53
NYABISIGA	684-632=52
MABAYA	179-130=49
KIVOGA	208-161=47
KIGANDA	192-147=45
KARIBA	306-263=43
MUNANIRA	173-139=34
MASHUNZI	178-151=27
MUSUMBA	187-160=27

SOURCE : Données des T13 et T14

II.2. La répartition de la population

La répartition géographique de la population dans notre zone d'étude est inégale (fig.20, 21).
Les inégalités ne se sont pas seulement manifestées au niveau des densités, mais, elles se remarquent aussi au niveau des zones ou de collines d'exploitation et des taux d'occupation du sol. En effet, nous remarquons dans la zone d'étude, cette inégale répartition de la population sur les différentes collines de recensement ou zone.

a.Les zones les plus peuplés

Les fortes densités de population s'observent le plus souvent en zone Kanka dans sa totalité (région traditionnelle de kirimiro), en zone Rorero sur deux collines (Kirika et Kivoga) et en zone Bisoro sur la colline de Gitaramuka (Fig. 20, 21).

Dans cette partie de la zone d'étude, la densité moyenne de chacune des collines est de loin supérieure à la densité moyenne de toute la commune (densité > 199 hab/km²) comme l'illustre les fig. 20 et 21.
Ces zones qui sont les plus peuplées sont constituées par les collines suivantes : Nyabisiga, Rubamvye, Masango, Kariba, Kirika, Kanka, Buhabwa, Gitaramuka et Kivoga (T13 et 14).

D'après les différentes informations recueillies auprès des populations de ces différentes collines et de l'Etat civil de la commune Bisoro, le peuplement relativement élevé dans la zone d'étude s'expliquerait par le fait suivant :
Sur ces collines, la majorité de la population n'est pas instruite. Même ceux qui fréquent l'école, terminent seulement l'école primaire, raison pour laquelle, les gens de cette partie de la zone d'étude se marient précocement c'est-à-dire après l'école primaire.

b.Les zones les moins peuplées

D'après les données du (T_{13} et T_{14}) et l'observation des figures (20, 21), les collines les moins peuplées se situent sur le plateau de Kigabiro-Masha, la zone escarpée de Munanira ainsi que la partie Sud et Sud-Est de la région. Dans ce secteur, certaines superficies ont des pentes fortes (fig. 8) qui ne sont pas favorables aux aménagements (constructions des maisons, agriculture, ...).

Les collines de la zone Rorero, à part Kirika et Kivoga (région traditionnelle du Mugamba) et de la zone Bisoro à part la colline de Gitaramuka (région traditionnelle du Bututsi) ont des densités moyennes inférieures à la densité moyenne de toute la commune (d<199 hab/km²) (fig. 20, 21).
Ces deux zones les moins peuplées (Rorero, et Bisoro) sont constituées par les collines de Munanira, Mashunzi, Mabaya, Musumba, Buburu et Kiganda.

Ces faibles densités de ces deux zones s'expliqueraient par le niveau d'instruction qui est élevé dans cette partie de la zone d'étude. La plupart de la jeunesse fréquente l'école, d'autres exercent l'une ou l'autre fonction de l'Etat. Raison pour laquelle, les gens qui habitent ces zones se marient tardivement ou fondent leur foyer en dehors de leur commune.

D'une façon générale, malgré cette inégale répartition de la population illustrée par les fig. (20, 21) et les données des tableaux (15, 17), bien qu'elles soient enregistrées durant les treize ans seulement, nous permettent d'affirmer qu'il y a eu une augmentation de la population de 5.435 habitants. Soit une densité générale de 42 hab/km^2. Cette évolution démographique est observable sur toutes les collines de la zone d'étudiée. Ce qui fait que les activités de l'homme ont également augmenté leur intensité pour satisfaire leurs besoins.
Le deuxième partie du présent travail fera l'objet de l'analyse du rôle joué par les facteurs naturels et les activités de l'homme sur l'environnement.

En conclusion, l'étude globale des caractéristiques physiques et humaines dans la zone d'étude met en évidence l'influence de la géologie. Cela confère au paysage de la région les diverses formes du relief.
Le relief contrasté de la zone est à la base de l'alternance des affleurements de quartzites plus résistants à l'érosion, des schistes et granites susceptibles à l'altération.
En effet, le paysage dans la région est marqué par une nette opposition du plateau de Kiabiro-Masha, de l'escarpement de Munanira et du plateau de Bisoro.

En plus de cette structure lithologique, l'irrégularité des pluies, la sécheresse prolongée, l'augmentation rapide de la population créent dans la région des changements de paysage.
L'augmentation rapide de la population est un obstacle pour la mise en valeur des terres dans la région car on y observe un fort émiettement des terres exploitables.
Donc, les caractéristiques physiques et humaines sont à l'origine des phénomènes d'érosion, d'une dégradation désastreuse du sol et de l'environnement.

II^{ème} PARTIE

LE MISE EN VALEUR ET SON IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT.

IIème ARTIE : LA MISE EN VALEUR ET SON IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

O.Introduction

Après la description des caractéristiques physiques et humaines, l'analyse des rapports, relation existant entre la mise en valeur des terres et l'environnement dominera cette partie ? Il s'agira de vérifier dans quelle mesure les ressources naturelles sont touchées par les activités de mise en valeur (agriculture, élevage, les infrastructures de développement, ...) et la dégradation de l'environnement qui en résultera.

-Les notions de base

01. Environnement

Le terme environnement a été défini par beaucoup d'autres dans plusieurs domaines. Nous n'allons par revenir sur toutes les définitions données par ces auteurs, nous donnons seulement celles que nous nous servirons dans le présent travail.

Ainsi, Pierre Merlin et François Choay définissent le mot environnement comme « un ensemble des éléments physiques, chimiques, biologiques et sociaux qui caractérisent un espace et influencent la vie d'un groupe humain.
L'environnement est un système, c'est-à-dire un ensemble cohérent d'éléments qui agissent et réagissent les uns sur les autres. Tout environnement définissable comme une entité est « ouvert » : il reçoit des impulsions externes et peut en transmettre à son tour. Un groupe humain agit sur son environnement et chacune de ses actions entraîne des effets en chaîne, parfois amplifiés par des rétroactions. Ces effets peuvent être positifs (par exemple l'amélioration massive des conditions sanitaires qui ont permis d'allongement de la vie humaine). D'autres sont négatifs et donc dommageables : dégradation de l'environnement (pollution, transformation du climat, construction en rupture avec le paysage, etc) »[6].

P.GEORGE et Fernand VERGER définissent l'environnement comme « Le terme banal qui servait à désigner les marges d'une installation humaine, résidentielles ou productives, emprunté à l'écologie où il qualifie le substrat de l'existence d'espèces végétales ou animales, est entré dans le vocabulaire de la politique et de l'évaluation des qualités ou des nocivités de l'espace géographique. Il est appliqué aujourd'hui à l'observation des effets des activités humaines de tout ordre sur leur entourage par un renversement de l'application du terme, qui dans les sciences de la nature procède de l'étude de l'action du milieu.

---

[6] Pierre Merlin et François Choay, Dictionnaire de l'urbanisme et de l'Aménagement. PUF, 1996, 863 p

Les études d'environnement rassemblent les bilans de tous les dommages provoqués par les activités humaines, dans des domaines aussi variés que la population de l'air, des eaux, la gêne apportée par le bruit, le rejet et l'accumulation des déchets de toutes natures, y compris les déchets toxiques. Elles prennent place dans la politique de gestion et d'aménagement du territoire (protection de l'environnement) »[7]

De ces définitions, l'environnement peut être considéré comme un ensemble de facteurs d'influence (milieu naturel et socio-économique) qui agissent sur l'individu à tous les instants de la vie quotidienne et déterminent en grande partie son comportement dans toutes les dimensions de l'être.

De ce fait, la gestion judicieuse de cet ensemble exige que soient comprises les relations complexes existant entre les éléments qui le composent : roches, sols et eaux, terres en couvertures végétales, ressources animales, ressources naturelles et densité humaine.
Cette gestion ne peut être assurée qu'au prix d'une planification permettant d'établir un équilibre entre les besoins de l'homme et les moyens de les satisfaire.

02. L'impact

Selon le Dictionnaire de la langue Française. Le Robert pour tous, le mot Impact peut être défini comme « L'effet produit, action exercée ».[8]
A ce propos, l'impact peut être considéré comme toutes actions qu'un groupe humain ou un élément naturel peut exercer sur son environnement et que chacune de ces actions entraîne des effets positifs ou négatifs.
Les actions positives sont par exemple celles qui montrent l'amélioration des conditions de vie tandis que les effets négatifs sont ceux qui sont dommageables (dégradation des ressources naturelles, abattages non durable d'arbres, construction en rupture avec le paysage,....)

---

7 P.GEORGE et Fernand GERGER, Dictionnaire de la Géographie, PUF, 1996.500p
8 Daniel, MORVAN, Dictionnaire de la langue Française
Le Robert pour tous, Paris, mai, 1995.1277p

CHAPITRE I : LA MISE EN VALEUR

L'homme essaie de gérer les ressources naturelles selon ses besoins croissants de tous les jours pour survivre. Cela explique la mise en valeur anarchique qui est observable dans tout le pays en général et dans la zone d'étude en particulier.
En effet, l'augmentation de la population qui existe dans la zone d'étude a entraîné le morcellement des terres arables.
L'exploitation familiale dans la région a diminué de taille au fil des années et cela suite à la croissance démographique (fig. 20, 21).

I.1.L'AGRICULTURE

Comme partout dans le pays, la population de la commune Bisoro vit de l'agriculture et de l'élevage.
L'expansion de l'agriculture entraîne impérativement des réductions du couvert végétal naturel et de la biodiversité.
La réduction du couvert végétal dans notre zone d'étude peut intensifier l'érosion entraînant ainsi une diminution de la fertilité des sols. La disparition progressive de cette dernière pose de plus en plus des problèmes à la population en accroissement qui voit ses terres se dégrader et les rendements diminuer.

I.1.a.Les techniques culturales

a.1°.L'outillage agricole

Dans notre zone d'étude, l'outillage agricole est très rudimentaire. Il se compose de la houe, de la hache, de la machette et de la serpette.
La houe est la plus utilisée dans presque tous les travaux : défrichement, le labour, le sarclage, le binage,...
La hache est utilisée pour l'abattage des arbres. La machette et la serpette sont utilisées pour couper les herbes et les arbustes, petits arbres mais aussi sont utilisées lors de la récolte du maïs, du sorgho et de la banane.

a.2°.Les exploitations agricoles familiales

- **La taille des exploitations**

Au cours de notre enquête en novembre – décembre 2004 et d'après le estimations des personnes enquêtées, nous constatons que les dimensions de la plupa des parcelles de la zone Kanka varient en moyenne de 0,20 ha à 0,70 ha sur un étendue de 39,43 km² ; celle de la zone Bisoro varie de 0,50 ha à 1,2 ha sur un étendue de 41,13 km² et enfin celle de la zone Rorero varie de 0,70 ha à 2 ha sur un étendue de 46,66 km².

La superficie des exploitations va donc en diminuant suivant les zones et elle va continuer à baisser au rythme de l'augmentation de la population car dans la commune Bisoro, les moyens d'acquisition des terres sont la transmission du père aux héritiers.
Selon NKURUNZIZA, F., : « La taille de l'exploitation agricole par ménage qui était de 1,2 ha en 1971 est passé de 0,84 ha en 1987, à 0,70 ha en 1989 et probablement de 0,33 ha l'an 2000 »[9].
En raison de l'augmentation de la population dans la zone d'étude, la plupart des terres disponibles sont déjà occupées.
En effet, suite à cette augmentation rapide et au système de succession, les exploitations agricoles sont fortement morcelées au point que la taille moyenne dans la zone d'étude diminue d'une année à l'autre.

Donc, cette augmentation de la population a un impact direct qui se traduit par la consommation croissante des ressources naturelles. La recherche des terres se fait au détriment de la végétation naturelle et de la faune sauvage.

- **La structure**

L'organisation d'exploitation agricole diffère de l'escarpement de Munanira, du plateau de Bisoro et du plateau de Kigabiro-Masha.
Dans l'escarpement, les différentes cultures sont pratiquées suivant le sens de la plus grande pente. A Munanira par exemple, les cultures de haricots, de petit pois, du maïs et du bananier occupent les alentours immédiats de l'enclos où les pentes sont relativement faibles et sont en association. Plus loin, le caféier, le manioc et le théier sont cultivés sur des pentes fortes.

Sur le plateau de Bisoro, les cultures sont généralement associées pour faire face aux problèmes d'exiguïté des terres.
En effet, sur cette zone du plateau de Bisoro, dans la partie Nord et Nord-Est où les parcelles sont très morcelées, l'organisation des exploitations est un problème pour les propriétaires. On essaie de cultiver tout sur n'importe quelle partie de la parcelle. A Nyabisiga, Buhabwa et Rubamvye par exemple, les cultures vivrières sont en association avec la bananier, le manioc, ma patate douce qui sont omniprésent sur presque toutes les parcelles faisant partie de toutes associations culturales.

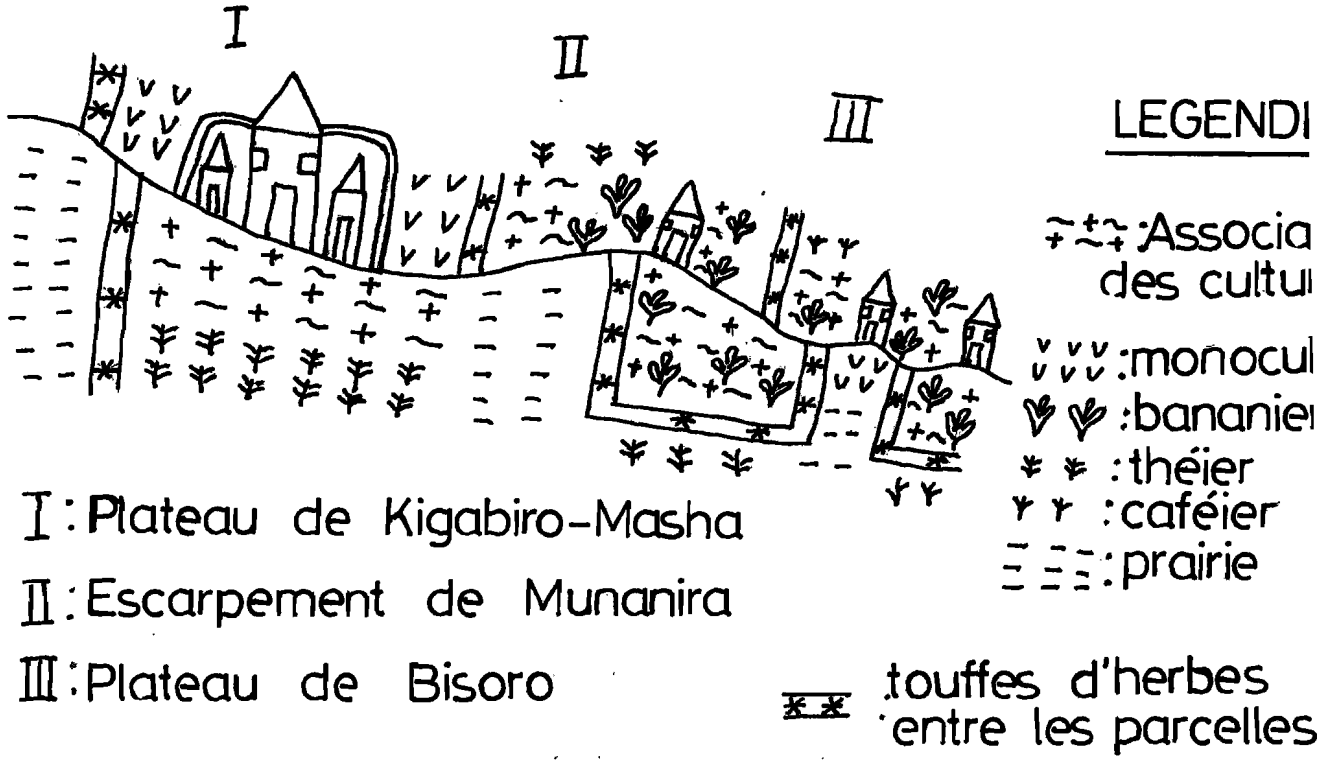
Sur le plateau de Kigabiro-Masha où les parcelles sont encore disponibles, on pratique de la monoculture pour certaines cultures comme le blé, la pomme de terre, le petit pois et la patate douce. Mais, pour d'autres les cultures sont associées.
C'est le cas par exemple des parcelles de maïs + haricot, haricot + petit pois, patate douce + maïs,...

[9] NKURUNZIZA, F., Population-Agriculture-Environnement, communication présentée lors du Séminaire National sur la population et Développement au Burundi, p22

Sur toute la zone d'étude, les parcelles cultivées appartenant a des différents propriétaires sont séparées les unes des autres par des touffes d'herbes. Mais d'après les résultats de l'enquête menée en novembre – décembre 2004, quand les champs appartiennent à un seul ménage, les herbes qui séparent les parcelles n'ont pas de raison d'être.

En effet, son but premier n'est pas anti-érosif mais marque les limites entre deux parcelles appartenant à des différents propriétaires pour éviter le conflit de ces propriétés.

Fig. 22 : Organisation d'une exploitation familiale sur le plateau de Kigabiro-Masha, l'escarpement et le plateau de Bisoro (Nov-Déc 2004)



En définitive, notre zone d'étude est caractérisée par des cultures qui se pratiquent sur les terroirs de collines et d'autres sur les terroirs des fonds de vallées aménageables. Ces derniers se localisent le long des cours d'eau. Mais partout, l'organisation d'exploitation agricole familiale est la même sur les collines qu'au fond des vallées.

La structure des exploitations de colline varie selon que ces dernières sont situées sur des pentes raides, modérées ou faibles (fig. 22). Celle des fonds de vallée sont influencées par leurs tailles et leur façon de drainage.

I.1.b.Le calendrier agricole

Le calendrier agricole de la population de la région d'étude montre un emploi de temps généralement très chargé. En effet, le souci d'augmenter la production pour nourrir une population qui augmente de plus en plus, fait que les agriculteurs adoptent un système de culture de deux saisons sur le terroir de colline « AGATASI » de septembre-février et « IMPESHI » de mars-juin et pour les cultures de fonds de vallée pendant la saison sèche c'est-à-dire une seule saison culturale.

LE CALENDRIER AGRICOLE

IMPESHI **AGATASI**

Types de cultures	J	F		M	A	M	J	Jt	Ao		S	O	N	D
Maïs				VV					XX		--		++	**
Haricot	VV	--		--	++	++	VV	VV			--	++		
Pomme de terre	VV							--	++		**	--	++	**
Manioc	--	--							VV		--			++
Colocase		**				**		VV	--				++	
Patate douce	--	--		VV	--	--			**		**	--		++
Arachide				--	--									
Bananier	--	--		--	--						--	--	--	--
Caféier	--													--
Théier	--													--

LEGENDE
XXX : Préparation du terrain
---- : Semis ou plantation
++++ : Sarclage (Kubagara)
*** : Buttage (Gufurira)
VVV : Récolte

Le calendrier agricole débute avec les premières pluies. Toutefois, comme le témoignent les personnes enquêtées, certaines plantes comme le bananier, le manioc, le colocase, la patate douce sont cultivées durant toute la période pluvieuse. D'autres encore comme le caféier, le théier qui nécessitent le paillage après le sarclage attendent les périodes les plus pluvieuses. La récolte se fait selon las cultures en janvier et mars et de juin à août.

I.1.c.Les principales cultures et leurs associations

D'après LEBEAU, R ; « Les associations des plantes choisies par une société rurale pour tirer partie de ses terres, l'assolement et les techniques qui sont liées à la culture de ses plantes »[10].

Dans notre zone d'étude, les systèmes culturaux ne sont pas semblables. En effet, chacune des unités topographiques possède l'un ou l'autre élément propre à elle, que ce soit dans les cultures, dans les associations des cultures ou sur le calendriers agricole.

[10] LEBEAU, R., Les grands types de structures agraires dans le monde. Paris, 3è Ed. Masson 1979, p10

c.1°) Les principales cultures du terroir de colline

Dans la zone escarpée, les principales cultures pratiques sont : maïs, haricot, petit pois, pomme de terre, manioc, colocase, patate douce et bananier. A ces cultures vivrières s'ajoutent le théier et le caféier arabica.

Sur le plateau de Bisoro, partie Nord et Nord-Est, le haricot, le manioc, la patate douce, les colocases et le bananier sont des cultures très prépondérantes et occupent des importantes superficies.
L'arachide existe aussi sur certaines parcelles de ce plateau, la seule culture pérenne reste le caféier.
Les cultures fertilisées à l'engrais chimique sont essentiellement le caféier arabica et le haricot. On utilise également le compost et du fumier d'étables de ferme.

Sur le plateau de Bisoro, partie Sud et Sud-Est, le maïs et la pomme de terre sont également les principales cultures de première saison. Elles bénéficient des mêmes soins que dans les secteurs précédents. Il en est de même pour la 2nde saison où le haricot, le petit pois et le blé occupent une place de choix. La patate douce, le manioc, le sorgho, la colocase et éleusine se rencontrent aussi dans les mêmes conditions dans ce secteur. Le bananier s'y cultive aussi et un peu de céféier arabica.

Sur le plateau de Kigabiro-Masha et le plateau de Bisoro, partie Sud et Sud-Est, les principales cultures vivrières sont pour la première saison : le maïs et le pomme de terre et pour la deuxième saison : le petit pois, le haricot, la pomme de terre et le blé. La pomme de terre est aussi cultivée dans les marais pendant la saison sèche. Toutes ces cultures sont généralement fumées au fumier de ferme ou au compost complété par des engrais chimiques appropriés.

En effet, l'utilisation des engrais chimiques pour enrichir le sol en commune Bisoro est encore faible. Les raisons avancées par les personnes enquêtées en novembre-décembre 2004 sont variées : certaines disaient que les engrais chimiques ne sont pas disponibles au moment où ils en ont besoin et s'ils les trouvaient, c'est trop chers ; d'autres manquaient de moyens financiers pour acheter ces engrais. Ces obstacles risquent d'avoir des conséquences néfastes sur les rendements agricoles surtout que l'exiguïté des terres ne permet pas une mise en jachère de celles-ci, ce qui entraîne une dégradation rapide des sols cultivables. Les principales cultures pérennes restent le théier sur le plateau de Kigabiro-Masha, le caféier arabica sur le plateau de Bisoro et sur l'escarpement de Munanira.

***Quelques cultures pérennes**

- Le caféier arabica

La zone d'extension du caféier arabica est toute la région du plateau de Bisoro (région traditionnelle de Kirimiro et Bututsi) ou zone Kanka et Bisoro, et la zone escarpée.
L'encadrement est assuré par le SOGESTAL et la D.P.A.E. Chaque commune étant encadrée directement par un ou deux agronomes. La superficie caféicole de toute la commune est estimée à 220,1 ha et sa production était de 244,6 tonnes sur 758,671 plants en 1999. Comme perspective d'évolution, les terres disponibles sont rares et le caféier connaît une forte concurrence des autres cultures.

En effet, cette rareté des terres dans ces deux zones est due à l'augmentation de la population. Cette dernière veut satisfaire les besoins alimentaires en remplaçant les cultures pérennes qui durent longtemps par les cultures saisonnières. Pour ne pas supprimer cette culture, l'accent doit être orienté dans le renouvellement des caféiers vieux.

- Le théier

La production du thé est localisée uniquement dans le plateau de Kigabiro-Masha. L'implantation des usines à thé de Tora et de Jenda et l'augmentation des prix d'achat de la feuille verte ont permis d'accroître les superficies exploitées et conséquemment la production. C'est l'usine de Tora qui encadre le secteur Gisozi/Bisoro.

La production totale du théier est faite en parcelle villageoise c'est-à-dire qu'il n'y a pas de blocs industriels dans la zone d'étude. La superficie théicole de toute la commune est estimée à 33,63 ha et sa production était de 109144 kg de feuilles vertes en 1999[11].
Comme perspective d'évolution, les possibilités d'extension sont assez importantes car il existe des terres libres sur le plateau de Kigabiro-Masha.

c.2°.La mise en valeur des fonds des vallées et des marais

Les marais et fonds de vallées de la Mushwabure, Waga, Kinyika, Nyagatika, Rorero, Sambwe, Gishanga jouent des rôles multiples (régulation des crues, conservation de la biodiversité, production de la tourbe et de matériaux de construction : briques, tuiles, ...) et constituent surtout la principale réserve de terre fertiles dans la région parce qu'ils ont retenu les matières fertilisantes provenant des hauteurs environnantes.

[11] Monographie de la province Mwaro, mai 2000, p18

En outre, ils présentent l'avantage de permettre une culture complémentaire à celle de colline pendant la saison sèche.
Cependant, ce sont des écosystèmes fragiles au sein desquels la durabilité de la production agricole elle-même risque d'être compromise.

En effet, les marais et fonds des vallées identifiés dans toute la colline Bisoro occupent une superficie de 271 ha, soit 2,13% de la superficie totale. La superficie des marais et fonds des vallées cultivées était estimée à 213 ha en 2000, soit 79% sont sous cultures. Cette exiguïté des terres dans la zone d'étude est généralement liée à la densité croissante de la population qui engendra ainsi la pression sur les terres surtout dans la zone Kanka qui est très peuplée.
Mais l'utilisation de ces marais et fonds des vallées doit se faire en sachant que le micro-climat qui le constitue est une composante importante de l'environnement qu'il faut alors aménager avec délicatesse. La seule utilisation des marais en période sèche peut supporter une subvention des fonds de vallées mais l'utilisation complète et annuelle nécessite un traitement conséquent de drainage.

Pour la mise en valeur de ces différentes zones, il est à constater que malheureusement, celui-ci se fait sans étude préalable et sans directive. Le système des fossés de drainage est établi au hasard et les cours d'eau qui forment le drain central pour l'ensemble des parcelles des marais ou des fonds de vallées sont rarement aménagés.
On constate que les marais de la zone d'étude constitue un milieu fragile et utile qu'il ne faut pas perdre, mais dont il faut tirer profit avec prudence. Outre ces contraintes, il faut aussi signaler dans la région les glissements de terres observables le long des principaux cours d'eau comme la Mushwabure et la Waga au moment des crues et la perte de la fertilité de ces fonds de vallées.

I.2. L'ELEVAGE

Dans la région d'étude, l'élevage le plus pratiqué est un élevage traditionnel de type extensif. Les éleveurs utilisent les pratiques pastorales traditionnelles et les feux de pâturage. Ces méthodes utilisées contribuent à la destruction plus ou moins rapide du tapis végétal et conduisent à une érosion accélérée dans ces zones de pâturages. L'élevage des bovins est plus pratiqué dans les zones où la pression démographique est faible c'est-à-dire la zone Rorero et quelques collines de la zone Bisoro ou la densité est inférieure à la densité de toute la commune (d<199 hab/km²). Ailleurs, en zone Kanka on compte peu d'effectifs c'est-à-dire 902 bovins (T.17).

En plus de ces bovins, le petit ruminant est aussi inégalement réparti dans toutes les trois zones qui composent la commune Bisoro (T.17). Le petit ruminant prend essentiellement la forme de pastoralisme dans les grandes zones d'élevage où ils sont conduits avec les troupeaux bovins. Intégrées dans l'exploitation agricole, les chèvres sont attachées au piquet pour éviter les divagations et la destruction des cultures vivrières. Cela est plus observable dans les zones ou sur les colline où la pression démographique sur les terres est forte (zone Kanka ou au sud du plateau de Bisoro et

dans la partie Nord – Nord Est). Les gens pratiquent une grande partie l'élevage du petit ruminant pour avoir du fumier et des revenus.

Selon NKURUNZIZA, F ; « Le sous secteur élevage occupe au Burundi une position privilégié non en raison de son poids économique mais du fait d'une forte tradition d'élevage où le bovin était dans le passé plus un prestige social qu'un bien qu'il fallait exploiter et rentabiliser »[12]. Longtemps sauvegardée la valeur de l'activité pastorale tend à diminuer de son importance. Actuellement, les éleveurs se heurtent à de graves difficultés dues parfois aux perturbations climatiques, à la raréfaction des pâturages suite à l'extension des cultures due elle-même à l'augmentation de la population.
Avant la crise de 1993, la diminution du couvert heurbeux poussait les éleveurs à pratiquer la transhumance. Mais actuellement suite à l'insécurité qui touche notre pays, cette pratique est quasi inexistante. Suite à ce problème d'épuisement de pâturages et de l'érosion du sol due à la réduction du couvert végétal, la population de la commune Bisoro a adopté la plantation des cultures fourragères dans leurs exploitations et le long des fossés.

I.2.a. Effectif et leur répartition

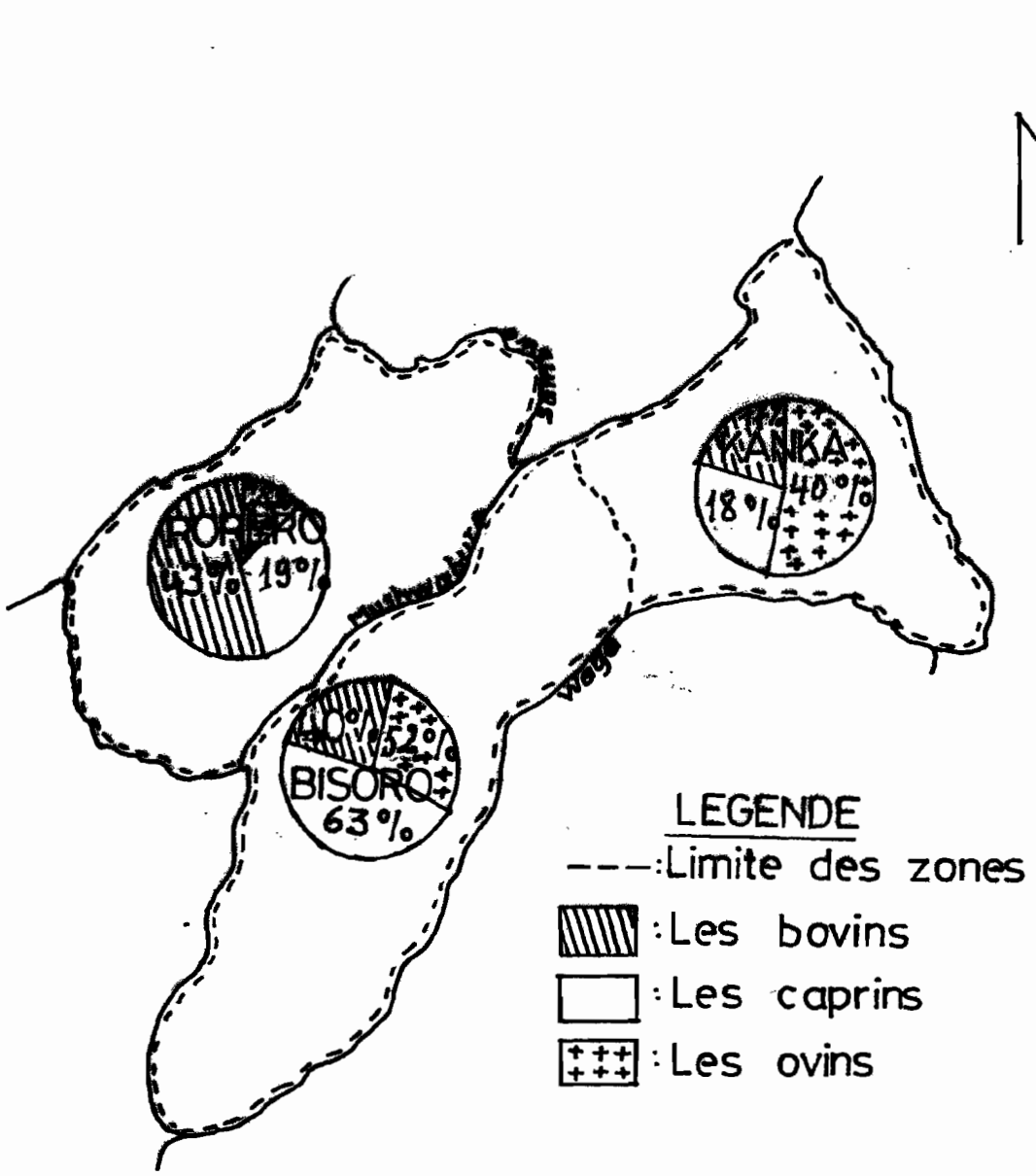
T_{16} : Les effectifs du bétail et leur répartition par zone (en 2003)

Zone d'élevage	Superficie en km²	Bovins	%	caprins	%	Ovins	%
BISORO (Région traditionnelle du Bututsi)	41,13	2175	40	5000	63	3461	52
KANKA (région traditionnelle du Kirimiro)	39,43	902	17	1412	18	2621	40
RORERO (Région traditionnelle du Mugamba)	46,66	2321	43	1527	19	527	8
TOTAL	127,22	5398	100	7939	100	6599	100

Source : Rapport Communal 2003

[12] NKURUNZIZA, F., STRATEGIE NATIONALE POUR L'ENVIRONNEMENT. Dégradation des terres agricoles et surexploitation des pâturages : Bujumbura, mars 1992,p25

Fig 23 : LES EFFECTIFS DU BETAIL ET LEURS REPARTITIONS PAR ZONE (EN 2003)



SOURCE : Données du tableau nº 17

Echelle 0 1 2 3km

Pour les effectifs des bovins, on doit ajouter 135 bovins recensés dans la ferme de Ruyange (géré par le projet Mugamba-Nord) en zone Rorero. On aura alors 5533 bovins comme effectif total de toute la commune Bisoro.

I.2.b. Les zones de parcours

Dans sa quasi-totalité, la commune Bisoro connaît un élevage traditionnel. Et comme l'a bien souligné NKURUNZIZA F., dans son article : Dégradation des terres agricoles et surexploitation des pâturages. « La végétation naturelle constitue pour l'élevage extensif qui prévaut au Burundi, la seule source d'alimentation du bétail. Au niveau des prairies encore disponibles, cette végétation est soumise à une exploitation traditionnelle où les herbivores domestiques se rencontrent, chacun ayant ses préférences spécifiques »[13]. Dans notre zone d'étude, l'extension des cultures sur des nouvelles terres pour subvenir aux besoins alimentaires se fait aux dépens des réserves des pâturages.
Cette régression des étendues de parcours pour le bétail a comme conséquence de fragiliser davantage un élevage encore traditionnel. La diminution d'élevage dans l'une ou l'autre zone de la commune Bisoro montre que l'agriculture souffre du manque de fumier.

Le plateau de Bisoro, partie Sud et Sud-Est et le plateau de Kigabiro-Masha par exemple sont des zones où on rencontre beaucoup d'éleveurs. Elles sont caractérisées par une savane herbeuse essentiellement à éragrostis. Dans ces régions il y a eu une forte dégradation des pâturages qui a entraîné la disparition du couvert végétal.

Le plateau de Bisoro, partie Nord et Nord-Est qui connaît une densité de population très élevée se caractérise par la diminution des étendues de pâturages. Par exemple sur les collines de Nyabisiga, Buhabwa, Rubamvye, ...les terres de pâturage se limitent en grande partie aux interstices le long des routes, des chemins, des sentiers et sur les pourtours des boisements ; c'est-à-dire sur des terres marginales. En dehors de ses endroits, ce sont des zones d'exploitations agricoles.

Cette réduction rapide des surfaces pâturées donne leçon aux éleveurs de la Commune Bisoro. Ces derniers peuvent recourir actuellement aux plantes fourragères plantées dans leur champs ou le long des fossés pour l'alimentation de leur bétail pendant la saison sèche.

[13] NKURUNZIZA, F., Op-Cit, p31

I.2.c. Les cultures fourragères

T_{17} : Etendue des parcelles fourragères/zone en 2003

Zones agricoles	Tripsacum		Pennisetum/sétaria		Légumineuse	
	Superficie (ares) et longueur (m)	Nbre d'exploi-tations	Superficie (ares) et longueur (m)	Nbre d'exploi-tations	Nbre de plants	Nbre d'exploi-Tations
BISORO	1922,1 ares 19240 m	1291	11880 m	657	-	-
KANKA	824,82 ares 6173 m	876	13750 m	287	260 plants	4
RORERO	4930,2 ares	1974	200 ares 22645 m	1075	-	-
TOTAL	7777,12 ares 25413 m	4141	200 ares 48275 m	2019	260 plants	4

Source : Rapport Communal 2003

L'analyse du T17 et l'observation faite en août – septembre 2004 nous permet de constater qu'il y a dans les champs des trois zones de la commune Bisoro des cultures fourragères (pennisetum ou sétaria, tripsacum et quelques légumineuses dans la zone Kanka). Il y a des plantations sur les fossés et d'autres en surface. Ces cultures fourragères sont utilisées pour nourrir leur bétail pendant la saison sèche.

D'après les résultats obtenus auprès des personnes enquêtées et l'observation personnelle en novembre – décembre 2004, les pâturages des différentes zones de la commune Bisoro montrent que la dégradation des parcours naturels est une réalité inquiétante. Cet état de chose est dû essentiellement à l'extension des cultures, aux pratiques pastorales qui restent traditionnelle et à l'augmentation de la population. Cette dernière occasionne le morcellement des terres en petites propriétés.

I.3. LES INFRASTRUCTURES

Les principales infrastructures de développement qu'on rencontre en commune Bisoro sont :
-L'habitat rural
-Les voies de circulation
-Les marchés, les écoles, centres de santé

I.3.a. L'habitat rural et son organisation

Comme partout ailleurs au Burundi, les paysages de la commune Bisoro se caractérisent par des maisons qui sont dispersées et la préparation d'un chantier de construction exigera au préalable le défrichement de la végétation.

L'habitat dispersé du plateau de Bisoro est souvent entouré par des bananeraies ; et les habitations ne sont pas éloignées les unes des autres suite à l'augmentation de la population dans cette zone c'est-à-dire que la densité moyenne est supérieure à la densité moyenne de toute la commune (d>199 hab/km²). Sur le plateau de Kigabiro-Masha et sur l'escarpement, les rugo sont très dispersés car la densité est inferieure à celle de toute la commune (d<199 hab/km²). Le choix des sites habités est souvent guidé par des conditions physiques du milieu.

a.1°. Les sites habités et les habitations

Dans notre région, le choix des sites d'installation humaine tient compte de la topographie, de la nature du sol...

Les maisons sont généralement fixées à mi-pente sur le plateau de Bisoro et sur l'escarpement de Munanira et s'entourent par la bananeraie. Les habitats occupent aussi les sommets des collines sur le plateau de Kigabiro-Masha. Mais aussi partout dans la commune Bisoro, les habitats s'alignent près des voies de circulation. C'est le cas du tronçon Bisoro-Ryansoro, Bisoro-Nyarusange, Bisoro-Rwuya, ...

a.2°. Les matériaux de constructions

Dans la commune Bisoro, l'aménagement d'habitat rural tend à s'améliorer. Le chaume et la paille disparaissent progressivement au profit des toitures en tôles et en tuiles. Les blocs quartzitiques, qui constituent la contrainte à l'aménagement agricole et routier sont plutôt appréciés dans la construction des habitats récents.

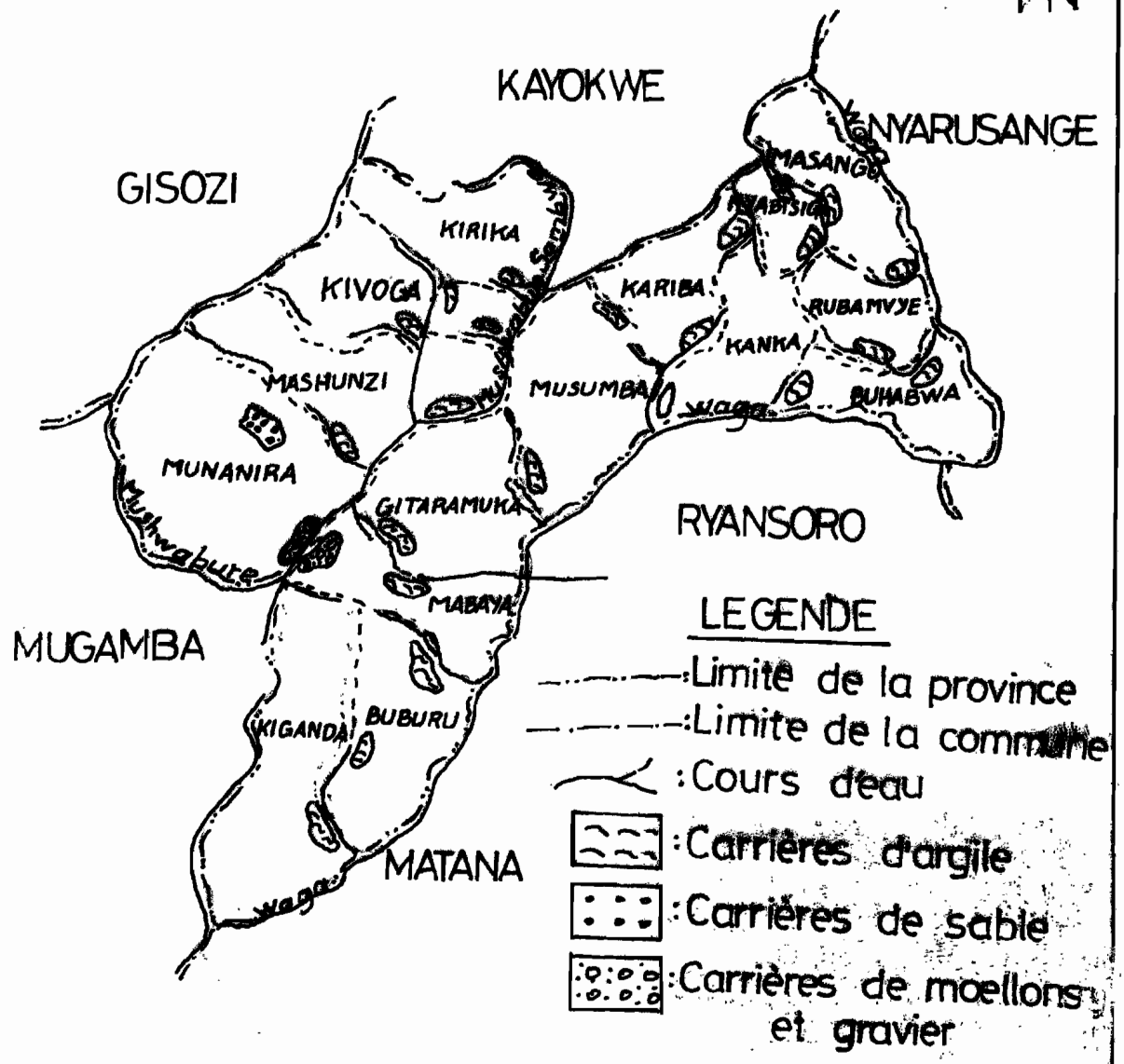
-Les sablières, les moellons et les graviers

La construction des infrastructures scolaires, sanitaires, les habitations privées, les routes, ...exige l'exploitation des carrières et du sable sur la colline Munanira à Zingati par exemple, du gravier et des moellons dans la rivière Mushwabure.
Ces ressources locales de construction sont à bon marché et sont utilisées par les habitants locaux mais également ceux des autres communes peuvent venir les acheter.
Cependant, leur exploitation est parfois peu rationnelle et très dommageable à l'environnement.
Par exemple, en analysant l'exploitation de ces moellons et graviers dans la rivière Mushwabure, nous trouvons que le cours d'eau a dévié c'est-à-dire qu'il a aujourd'hui deux ou trois passages au même endroit. Donc les rives n'existent plus, les talus sont instables, tantôt sont édifiés ; tantôt sont détruits, des glissements de terrain y sont fréquents et cela met en danger les vallées environnantes. Comme dans tout le pays, les rivières doivent être protégés sinon la viabilisation de celles-ci sera difficile.

-L'extraction de l'argile pour les briques et les tuiles

L'argile est une ressource naturelle dont l'exploitation commence à faire sentir un intérêt. Elle n'est plus utilisée seulement dans la fabrication des objets d'art, mais actuellement, l'argile est surtout utilisée dans la fabrication des tuiles, des briques et des carreaux.
Ainsi, dans notre zone d'étude, chaque colline de recensement ou sous colline qui a accès à la vallée a au moins un four de briques ou de tuiles. Malheureusement, après l'extraction de ces matériaux, les fosses sont laissées ouvertes. Et à la prochaine saison on creuse de nouvelles fosses. Lors de notre enquête, les personnes interrogées avancent la raison selon laquelle les fosses sont très grandes et qu'elles ne peuvent pas avoir une quantité de boue pour les remplir. Les gens pensent qu'avec le temps, ces fosses se remplissent d'elles-mêmes. Ces fosses laissées ouvertes deviennent des lieux de capture de toutes les eaux environnantes et par conséquent le milieu environnant est très asséché.

Fig 24: CARTE D'EXPLOITATION DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION



Source : Réalisation personnelle

I.3.b. Les voies de circulation

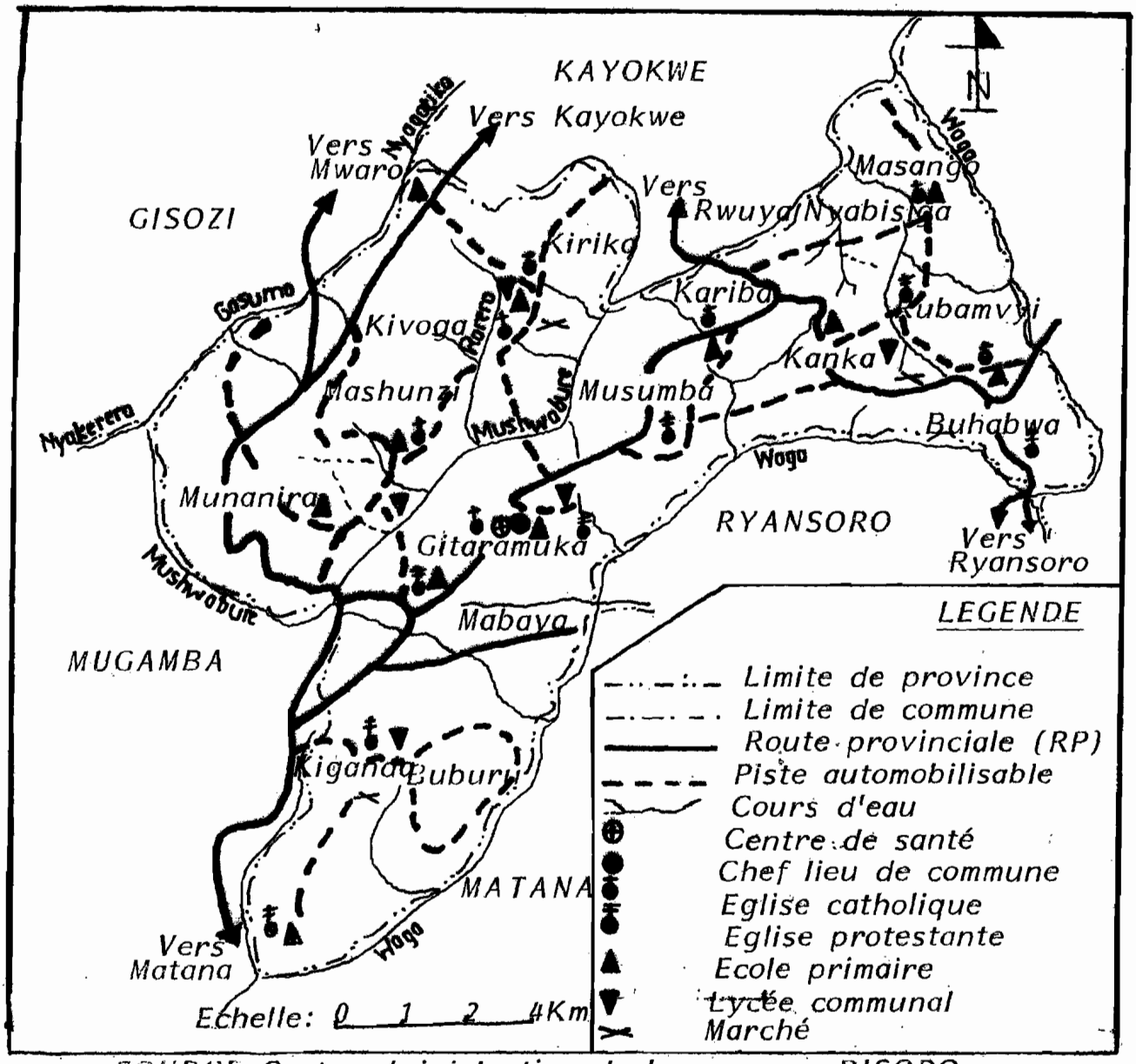
La province de Mwaro étant enclavée et nouvellement créée, c'est l'une des provinces du pays qui ne dispose pas jusqu'aujourd'hui d'une route asphaltée. L'absence d'une route moderne constitue un obstacle à toute forme d'échange en produits de première nécessité de cette région.
Les échanges intra-communaux sont assurés grâce à l'aménagement des routes et les pistes. Celles-ci assurent la communication locale et régionale.

Malgré l'absence d'une route moderne dans la région, les infrastructures routières sont généralement suffisantes sauf que certaines routes sont peu praticables à cause des ravinements et du mauvais traçage.

Les pistes de pénétration sont nombreuses, chaque colline de recensement dispose d'au moins deux. Toutefois, certaines d'entre elles sont impraticables ou le sont moins car leur entretien n'est plus. C'est le cas par exemple des pistes tracées par le projet Mugamba-Nord lors du reboisement du paddocking.
Enfin, nous pouvons affirmer que ces différentes voies de communication sont l'œuvre des collectivités locales et de l'administration.

En somme, la population de Bisoro augmente sans cesse. Cette augmentation de la population exige une demande accrue des ressources de toute nature : nourriture, eau, air, ressources minérales, matériaux de construction et espace à divers usages.
La satisfaction de tous ces éléments et les méthodes utilisées pour y arriver conduisent à court ou à long terme à la dégradation de l'environnement.
Et comme nous allons le voir dans le chapitre qui va suivre, les pratiques culturales et pastorales inadéquates ainsi que le déboisement et le climat, entraînent indubitablement l'érosion, la diminution de la fertilité du sol, bref conduisent à la dégradation du sol.

Figure 25 : INFRASTRUCTURES SOCIO-ECONOMIQUES DE LA COMMUNE BISORO



SOURCE: Carte administrative de la commune BISORO février 1997

I.3.c. Les marchés, les écoles, les centres de santé et les églises

3. c.1°.Les places de marchés

La commune Bisoro ne dispose pas de marchés importants.
En effet, les principaux marchés y rencontrés sont celui de Wimpfizi de Gitwa sur la colline de Kivoga et de Kiyambu sur la colline de Kiganda. Aucun de ces marchés n'est de type moderne et aucun marché sur le chef lieu de la commune.

En dehors de ces marchés situés dans la commune Bisoro, les principaux échanges se font avec les marchés régionaux trouvés dans les communes limitrophes. Les échanges se font par exemple à Mwaro, à Matan, à Rweza, ...En plus de ces marchés qui assurent les échanges, il y a aussi des boutiques qu'on rencontre sur les différentes collines le long des routes qui favorisent également les échanges.

3. c.2°. Les écoles et les églises

En observant la figure n°25, nous trouvons que les écoles et les églises sont souvent côte à côte. En outre, elles sont nombreuses et sont dispersées dans toute la commune. Certaines écoles ont été construites par les missionnaires car le but principal étant d'évangéliser une très grande masse de la population.
C'est le cas par exemple de l'école primaire de Bisoro construite par l'église catholique et celle de Mutumba construite par l'église protestante. D'autres écoles ont été construites par l'administration en collaboration avec la population et avec un financement des organismes comme TWITEZIMBERE, PREBU, ...C'est le cas par exemple de l'école primaire de Munanira, du collège communal de Nyakabingo et du collège communal de Buburu.

3. c.3°.Les centres de santé

La mise en place des infrastructures sanitaires qui s'occupent de la vie de l'homme n'est qu'une priorité de l'administration. La commun Bisoro dispose de trois centres de santé pour une population de 30.692 habitants en 2003.
Il s'agit du centre de santé de Rushanga en zone Bisoro, du centre de santé de Kanka en zone Kanka et du centre de santé de Rorero en zone Rorero. Aucun hôpital qui existe en comme Bisoro.

CHAPITRE II : L'ETAT DE DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT

La « dégradation de l'environnement » consiste en l'élimination ou la transformation progressive des ressources naturelles qui peut aboutir à la disparition du couvert végétal et à l'érosion si des mesures appropriées ne sont pas prises.

II.1. LES PRINCIPAUX FACTEURS DE DEGRADATION DE LA VEGETATION ET DU SOL

Les facteurs naturels qui sont généralement la lithologie, la topographie, le climat, la nature du sol, l'eau et le vent peuvent avoir une part importante dans la détérioration du milieu.
A ces éléments naturels, il convient d'ajouter l'intervention de l'homme par ses pratiques culturales et pastorales, par le déboisement, par l'exploitation anarchique des ressources végétales et minérales.

II.1.a. Les facteurs naturels

1. a.1°. La topographie

Le profil topographique (fig.9) montre que le paysage de la commune Bisoro est constitué par deux plateaux, celui de Kigabiro-Masha à l'Ouest et celui de Bisoro à l'Est et une zone escarpée qui sépare les deux plateaux. Ce profil met en évidence la morphologie des versants qui sont observables dans la zone d'étude. Nous remarquons alors que les versants de l'escarpement de Munanira ont une forte pente (20 à 55%). Les observations faites en novembre-décembre 2004 sur les collines de Nyaruhombo, Nyarubanda, Gashiha, Rwahare, Zingati et Gitwa montrent que les versants à forte pente ne sont pas cultivés car la roche en place affleure directement. Cette partie de la zone d'étude sert donc aux boisements ou au zone de parcours pour les éleveurs.

L'observation de fig. 8 et 9 montrent les versants de ces plateaux, ceux-ci présentent des replats qui sont remarquables sur le plateau de Bisoro dans la partie du Nord-Est et du Sud-Ouest notamment à Masango, Buhabwa, Nyabisiga, Namba et Kirehe sur le plateau de Kigabiro-Masha. Leur pente varie entre 0 à 9%. Cette partie n'est pas fortement érosive. Mais à Kirehe, la quantité d'eau qui ruisselle en provenance de Nyaruhombo et de Munanira constitue un grand danger, surtout que beaucoup de champs ne possèdent pas de courbes de niveau pour réduire la vitesse de l'eau et favoriser son infiltration. Pour le reste de la zone d'étude, de larges ondulations souvent allongées sont observables dans la zone d'étude. Le profil topographique (fig. 9) montre que ces ondulations ont des pentes douces et de faibles dénivellations $\pm$ 50 m). Elles présentent des sommets plats et de courts versants ayant en général une pente qui est modérée (9 à 20%), cette pente atteint parfois 20 à 40% à Buburu, 22% à Mabaya, 27% à Mutumba et 41% à Bigogo –fig. 8 ce qui fait que la zone de plateau connaît aussi une érosion des sols surtout qu'elle est intensément mise en valeur.

1. a.2°. La nature du sol

Les sols réagissent différemment aux phénomènes de l'érosion. Dans notre zone d'étude, un sol argileux observable au pied et sur les versants Est de l'escarpement de Munanira n'évolue donc pas de la même façon qu'un sol sablo-argileux et argilo-sableux situé sur le plateau de Bisoro. Ceci est dû aux caractéristiques de chaque type de sol qui sont entre autres ; la granulométrie, la texture, la perméabilité des différents horizons,...

La granulométrie est la mesure des dimensions et la détermination de la forme des particules minérales du sol. La sensibilité de chaque type de sol à l'érosion en dépend. Les sols sablo-argileux présentent par exemple une plus grande susceptibilité à l'érosion que les sols argileux, mieux structurés et résistants à l'action de l'eau.

La texture est l'agencement des particules constituant le sol. C'est par conséquent la texture du sol qui détermine la capacité de rétention de l'eau dans les différents secteurs de la zone d'étude. Celle-ci exerce ainsi une influence sur la quantité d'eau qui peut ruisseler au cours des pluies violentes et l'enlèvement de la terre qui en est la conséquence. Cela est plus observable dans la région su l'escarpement de Munanira et le plateau de Kigabiro-Masha (sols caillouteux et argileux). Ailleurs, le sable est aussi facilement enlevé et entraîné au loin lorsque le ruissellement est très violent.

La perméabilité d'un sol se mesure par la capacité d'infiltration de l'eau. Elle est fonction surtout de la porosité du sol, de sa teneur en éléments fins et de l'intensité des précipitations. D'une façon générale, tous les sols qui présentent un horizon superficiel graveleux par exemple sont moins sensibles que les autres à l'érosion. Les sols qui sont donc très perméables (sol argileux) favorisent une infiltration intense, limitent le ruissellement et par conséquent l'érosion pluviale. Toutefois, il pourra dans ce cas y avoir un autre type d'érosion à savoir l'érosion chimique résultat de l'infiltration à l'intérieur des agrégats.

En général, les plateaux de Kigabiro-Masha et l'escarpement de Munanira sont couverts par de lithosols qui sont des sols squelettiques et caillouteux très faiblement productifs. Dans cette partie de la zone d'étude, même la prairie d'éragrostis qui les couvre est dégradée. Seuls les arbres (callitris) à enracinement profond s'y adaptent. Pour le reste de la zone d'étude, le sol nécessite un apport de fertilisants pour avoir un meilleur rendement agricole.

1. a.3°. Les irrégularités climatiques

L'irrégularité des pluies constitue une des causes du déficit alimentaire dans la zone d'étude. En effet, la saison pluvieuse survient des fois avec un grand retard. Les années 1993 et 1999 par exemple illustrent bien cette arrivée tardive des pluies pour la station de la Ruvyironza. Cette station a connu dans ces deux années des précipitations inférieures à 50 mm d'eau en octobre. En 1993, elle a enregistré 22,5 mm et 1999 : 27,5 mm d'eau. Pour la station de Gisozi, ce retard s'est fait remarquer en octobre dans les années 1977 (24,1 mm d'eau), en 1996 (49,1 mm). Pour la station de Kibumbu, ce sont les années 1970 et 1987 ; on a enregistré en octobre 1970 (24,8 mm d'eau), en 1987, cette même station a enregistré 39,1 mm d'eau.

En commune Bisoro, ce retard de précipitations pose des problèmes de soudure à la fin de la saison sèche parce que le retour de la pluie ne se fait jamais à la même période d'une année à l'autre.

En plus de l'arrivée tardive des pluies, il arrive que la saison sèche soit précoce. C'est ainsi qu'en 1978, 1984, 1988,1996, 1999 et en 2000 ; au mois de mai, ces stations ont enregistré des précipitations inférieures à 50 mm d'eau. Pour la station de la Ruvyironza a enregistré en 1978 (40 mm), en 1984 '20,3 mm), en 1988 (29,6 mm), en 1996 (25,9 mm), en 1999 (32,8 mm) et en 2000 (3,5 mm). Pour la station de Gisozi on a enregistré en 1978 (37,4 mm d'eau), en 1988 (29,8 mm), en 1996 (46,5 mm) et en 2000 (15,7 mm). Pour la station de Kibumbu on a enregistré en 1983 (29,6 mm), 1984 (37,6 mm), 1984 (40,6 mm), 1988 (8,1 mm), 1999 (37,4 mm) et en 2002 (48,5 mm).

A part ces pluies, des intempéries se manifestent aussi en commune. C'est le cas par exemple des précipitations qui surgissent sous forme de grêle et l'érosion éolienne. Si la grêle tombe en grande quantité, la production agricole diminue, c'est le cas par exemple des grêles qui ont tombé en zone Rorero en 2002[14].

II.1.b. Les facteurs humains

1. b.1°. Les pratiques culturales

Les pratiques culturales contribuent à la détérioration de la structure du sol tout autant qu'à son amélioration. Mais cela dépend de leur nature et de leur exécution.

Les pratiques culturales visent la création d'un milieu favorable à l'enracinement et au développement rapide de la plante. Leur point de départ est le travail du sol qui consiste à retourner la couche superficielle du sol en vue de favoriser la vitesse d'infiltration de l'eau, ce qui réduit le ruissellement pendant un laps de temps. En effet, ce travail rend le sol moins cohérent et l'expose à l'effritement en cas de pluie.

[14]Rapport communal, 2002

-La préparation du terrain

Les travaux de préparation du sol visent la création d'un milieu favorable au développement rapide et optimal de la plante. Ils commencent par le bas et finissent le labour par le haut. Ils tirent la terre vers eux en la faisant descendre et en dispersant les grosses mottes pour mieux aérer le sol avec divers instruments. Le cultivateur doit aussi éliminer les « mauvaises herbes » et enlever les cailloux là où ils existent.

Les herbes enlevées sont utilisées, soit comme paillis de certaines cultures, comme le théier sur le plateau de Kigabiro-Masha et dans l'escarpement de Munanira, comme le caféier sur le plateau de Bisoro, soit comme litière dans les étables, soit enfuies ou brûlées pour servir d'engrais naturel.

Cette pratique offre l'avantage de n'exister aucun transport ; mais par contre, elle présente des inconvénients lorsqu'il s'agit des tiges dures dont l'enfouissement est difficile et la transformation en humus est naturellement lente. Toutefois, c'est pendant ce moment du labour que le fumier ou le compost disponibles sont enfouis dans le sol. Comme il faut cultiver plusieurs bandes parallèles, il se crée entre deux bandes une trace à travers laquelle passe les eaux de ruissellement. C'est à travers ces couloirs que les eaux de ruissellement creusent de véritables rigoles dans les champs labourés surtout pendant les premières averses de la saison des pluies qui surviennent en septembre-octobre.

Pourtant ; le cultivateur transforme le sol en un sol susceptible de recevoir les semences. Le sol se trouve ainsi momentanément dénudé et exposé à l'érosion car sans protection contre les eaux de ruissellement. Les grosses gouttes des premières averses tombent sur un sol plus ou moins meubles, arrachent les particules et les projettent de plus en plus loin de leurs exploitations. Même les semences comme les grains de maïs, de haricots, de petit pois et d'éleusines peuvent être déterrées et emportées.

-Le semis ou la plantation

Le semis ou la plantation consiste à une introduction de graine ou de jeunes plants dans un sol préalablement labouré. Avant le semis ou la plantation, les déchets du labour non décomposables sont enlevés dans les parcelles et disposés autour du champ ou sont brûlés dans les mêmes champs (les mêmes parcelles) « Ibiyigira ». Seuls ceux qui se trouvent en haut et en bas du champ peuvent jouer un rôle anti-érosif.

La période de semis ou de plantation prend une importance particulière du fait que les pluies les plus érosives se placent fréquemment au début des deux saisons culturales (septembre-octobre et mars-avril). C'est pour cette raison que les gens trouvent l'avantage s'ils sèment ou plantent le plus tôt possible.

Mais, l'état du sol ne permet pas de faire des semis précoces et les obligent souvent à attendre les premières pluies.

Après le semis, le sol présente à la surface des micro buttes s'alternant avec des micro-cuvettes.

La rugosité du sol réapparaît et on peut s'attendre à une érosion plus forte pour le semis en lignes puisque l'écartement est plus grand et dans le champ on observe à la fois des lignes parallèles et des lignes perpendiculaires à la pente. Par contre lorsque le semis en ligne est fait dans le sens des courbes de niveau, il peut limiter beaucoup plus l'érosion que le semis à la volée qui est l'une des pratiques traditionnelles où le semis est désordonné et l'écartement plus petit.

-Le sarclage

C'est une pratique très courante dans la région. Elle est exécutée trois semaines à deux mois après le semis ou la plantation, suivant les cultures.
Il s'agit d'enlever les « mauvaises herbes » et de remuer un peu le sol. C'est un travail superficiel qui met de nouveau le sol à nu et le rend plus meuble.
Le sarclage a des conséquences néfastes sur le sol surtout qu'il se fait pendant le mois le plus pluvieux (novembre – décembre et mars-avril). Cela concerne surtout le maïs, le haricot, le petit pois, l'arachide, les colocases.
En laissant les herbes sarclées sur place, on essaie d'atténuer plus ou moins les effets de l'érosion sur le champ. C'est le cas qui est observable sur le plateau de Kigabiro-Masha et dans la zone escarpée que nous avons visité. C'est l'une des façons de lutte anti-érosive qu'on peut y trouver.
Mais ailleurs sur le plateau de Bisoro, on enlève les herbes sarclées et on les met à l'extérieur des champs et cela augmente les effets de l'érosion.

En général, les méthodes culturales jouent un rôle dans le développement de l'érosion. Toutefois, elles n'auraient pas de graves conséquences sur le sol que si la zone d'étude n'avait pas des pentes fortes. La perte de sol par ruissellement se fait lorsque le sol est à nu. Elle est d'autant plus importante quand la pente est forte, le sol est labouré et l'intensité des pluies est élevée.

-Le calendrier agricole

Le calendrier agricole sur le terroir de colline de la commune Bisoro se subdivise en deux principales périodes :
La première s'étend d'août à septembre et la seconde de février à mars. La récolte se fait selon les cultures : de janvier à mars et juin à août. Les premières averses (septembre-octobre) ont un pouvoir érosif considérable car elles tombent sur un sol ameubli par le labour et qui est nu. Après ces premières averses, beaucoup de griffes d'érosion s'observent sur le terrain cultivé, signe qu'une quantité non négligeable de terre a été emporté. Ces phénomènes d'érosion sont observés aussi bien sur les versants de l'escarpement (observations faites en octobre-novembre 2004 à Munanira,

à Gashiha et Nyaruhombo) que sur les versants du plateau de Kigabiro-Masha (à Remera, Masha, Kigabiro) et du plateau de Bisoro (à Gitaramuka, Kiganda, Mabaya et Musumba). Sur ces derniers, ce sont surtout les champs des piémonts qui sont plus touchés, leurs versants étant convexes et en forte pente.

1. b.2°. Les pratiques pastorales

L'impact des pratiques pastorales sur l'environnement se manifeste quand le bétail piétine, broute et même arrache les herbes. En effet, le bétail détruit le couvert végétal et surtout le petit bétail. Celui-ci broute les très petites herbes qui poussent et qui protègent beaucoup le sol. Parfois, il arrive même qu'il prenne l'herbe en même temps que les racines. Ce qui accélère beaucoup la destruction de la végétation parce que le sol devient de plus en plus nu surtout quand les petits ruminants augmentent en nombre (T_{17}). Ce tableau montre l'importance en effectifs de ces petits ruminants.

Le piétinement répété par les bovins sur le sol provoque son tassement. Celui-ci diminue l'infiltration et favorise le ruissellement. Son piétinement ravine également la surface du sol. C'est le cas des trailles (imihora) qui sont observables sur l'escarpement de Munanira où on rencontre souvent des rigoles[15] causées par le passage du bétail.
Donc, les pratiques pastorales traditionnelles et les feux des prairies y relatifs contribuent à la destruction plus ou moins rapide du tapis végétal et conduisent à une érosion accélérée.

-Les feux des prairies

Actuellement, l'élevage se heurte à de graves problèmes dus parfois aux perturbations climatiques et à l'amenuisement des pâturages au profit des surfaces agricoles, compte tenu de l'augmentation de la population. Ce problème de pâturage pousse les éleveurs de la zone d'étude à pratiquer les feux des prairies dans les secteurs où existent encore des pâturages (plateau de Kigabiro-Masha et plateau de Bisoro) pendant la saison sèche. Ils brûlent la végétation naturelle pour obtenir de meilleurs pâturages à l'arrivée des premières pluies.

Les feux de prairies jouent un rôle important dans la dégradation de l'environnement dans la région de Bisoro. En effet, les incendies appauvrissent la faune et la flore. Ils minéralisent brutalement les matières végetales produites,

[15]Observation personnelle sur les collines de Munanira, Mashunzi, Nyarubanda, ...Décembre 2004

dénudent le sol et augmentent les risques d'érosion car le sol n'est pas couvert. Lors des précipitations brutales, le ruissellement n'étant plus freiné par le couvert végétal. Toutes sortes de végétation (plantation des cultures, d'arbres, les champs cultivés ou non, les pâturages,....) ainsi que certaines habitations sont toutes victimes de ces feux de prairies. Ces derniers sont alors un outil de destruction de la végétation. D'après nos observations sur terrain et les renseignements des personnes enquêtées en 2004, chaque année, presque toutes les prairies sont incendiées par les éleveurs dans le but d'avoir des jeunes repousses d'herbes pour leur bétail.

Malgré l'interdiction par les pouvoirs publics de brûler les zones de pâturages sans leur accord, les feux de prairies sont fréquents dans la région. Les gens ont affirmé que personne n'a été puni car aucune n'a été attrapée. On peut alors affirmer que les auteurs de ces incendies ne sont pas dénoncés par ces voisins car les zones de pâturage sont souvent communes. Et cela montre qu'il existe sur chaque colline une certaine complicité de tout le monde dans cette destruction de l'environnement.

Il est alors difficile de combattre les feux des prairies d'autant plus qu'ils font partie des traditions. Sans doute, les remèdes se trouvent dans la réduction et la responsabilité de tous les usagers de la terre.

1. b.3°. Le déboisement

La demande croissante de bois de chauffage et la recherche toujours plus importante des terres cultivables ont entraîné un déboisement massif et presque généralisé dans la région. Selon le document de la FAO « Si les terres se dégradent, si même les micro-climat sont perturbés, c'est parce que l'homme a rompu le délicat équilibre écologique de la nature en attaquant et en brûlant sans discernement les forêts (...) »[16]

Suite à la réduction de la taille de l'exploitation combinée avec la détérioration des sols, le défrichement s'étend sur les espaces initialement occupés par les boisements et les pâturages. Dans notre zone d'étude, nous avons remarqué que les gens peuvent recourir au bois pour la construction de leurs maisons sous forme de perches, de troncs de planches et de madriers. Ils les utilisent aussi quotidiennement pour la cuisson des aliments. Mais aussi des bûcherons se sont généralement installés aux voisinages de ces boisements en vue de préparer du charbon de bois qui sera vendu dans les différentes villes du pays.
Tous ces éléments montrent que les boisements tant anciens que récents dans la région sont condamnés à disparaître rapidement devant une population qui augmente de plus en plus. Cette disparition des boisements a déjà commencé sur le plateau de Bisoro où les espaces boisés ont laissé place aux cultures, à la construction des infrastructures

[16]FAO et PNUE, Directive pour la lutte contre la dégradation des sols, VIA DELLE terme dicaracalla, à 100 Rome, Italie, 1983, p5

Sociales et à l'abattage sauvage des arbres pour des besoins domestiques sur toute la zone d'étude.

Les feux de brousse constituent un autre mode de dégradation des prairies.
Pendant la saison sèche, des fumées s'élevant dans le paysage surtout sur le plateau de Kigabiro-Masha, la zone escarpée de Munanira et sur le plateau de Bisoro, partie Sud et Sud-Est où l'élevage des bovins existe encore.

Cette pratique répétitive sur les mêmes terrains empêche toute possibilité de régénération de la couverture végétale en détruisant les essences.
En plus, le bétail détruit les jeunes pousses juste au début de la saison des pluies. Les feux des prairies sont alors allumés volontairement par l'homme pendant les deux saisons (saison sèche en grande partie par les éleveurs et en saison des pluies pour les agriculteurs) pour améliorer les pâturages et défricher de nouvelles terres, là où elles existent encore, surtout sur le plateau de Kigabiro-Masha, l'escarpement de Munaira et sur le plateau de Bisoro partie Sud et Sud-Est.
La disparition du couvert végétal pose donc des problèmes, étant donné le rôle que celui-ci jouait, par exemple la protection du sol contre l'érosion pluviale.
Cette dégradation du sol qui est observable dans notre zone d'étude est accentuée par l'abandon de la jachère. Celle-ci jouait aussi un grand rôle dans le maintien de la fertilité du sol.
Donc, les pratiques pastorales traditionnelles, les feux de prairies y relatifs et le déboisement contribuent à la destruction plus ou moins rapide du tapis végétal et conduisent à une érosion accélérée.

Le déboisement est l'une des formes de défrichement, une des pratiques nuisibles à l'expansion forestière et le déboisement volontaire est le plus fréquent dans notre secteur d'étude.
La population profite des différents usages pour produire du bois (bois d'œuvre, de construction, d'artisanat, de feux et le charbon de bois).
De plus, les feux de brousse sont aussi de puissants agents de dégradation des ressources naturelles et sont à l'origine d'une grave détérioration de la nature.

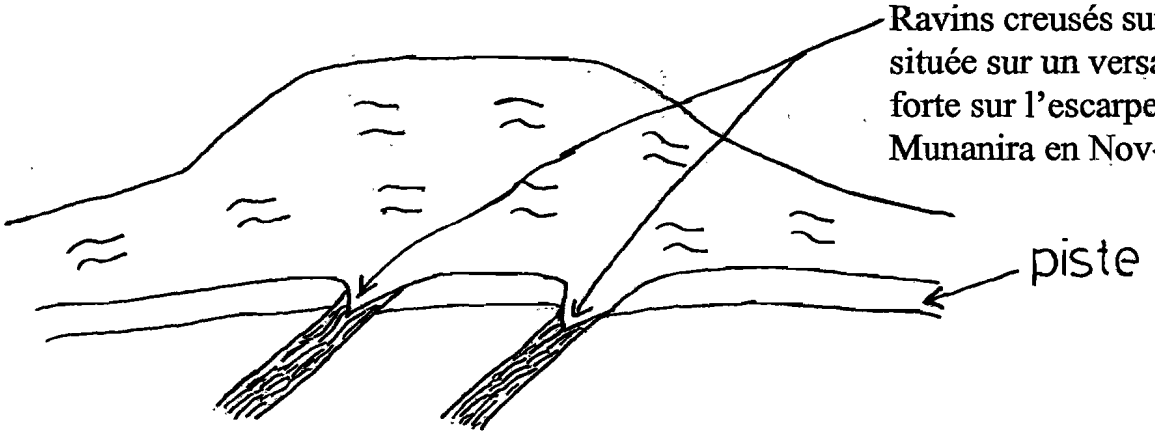
1. b.4°. Les réseaux de communication

Tout espace mis à nu, en particulier les voies de communication est sujet à l'érosion. Mais l'intensité de l'érosion est proportionnelle non seulement à la surface dénudée mais aussi à la pente sur laquelle est tracée le réseau de circulation. De surcroît, comme toute construction, les travaux de mise en place d'une voie de communication passent par la modification de la surface du sol et cela favorise l'érosion hydrique.

-L'inadaptation des techniques de traçage des routes

Le choix du tracé des voies de circulation requiert toute l'expérience d'un agent ou des spécialistes. Malheureusement, ils ne sont pas souvent consultés dans ce travail, car les règles fondamentales de construire une route ne sont pas toujours respectées.
En effet, les récentes pistes et sentiers de la circulation joignant les différentes collines de la zone d'étude ont été tracées suivant le sens de la pente. La plupart des pistes et sentiers de la zone escarpée de Munanira, au lieu d'assurer la communication interne de la commune sont devenus au contraire de véritables conducteurs de ruissellement des eaux pluviales vers le bas des fonds.

Ex. ravinement déclenché sur les pistes situées sur l'escarpement de Munanira



Ravins creusés sur une piste située sur un versant à pente forte sur l'escarpement de Munanira en Nov-Déc 2004

Les sentiers produisent les mêmes effets que les pistes surtout qu'ils sont plus répandus que ces dernières. Leurs influences sur l'érosion sont certaines sur l'escarpement. Les rigoles issues de cette zone atteignent même le bas plateau mais leur profondeur diminue au fur et à mesure que la pente diminue.

-La dégradation des voies de communication

Les routes de la région sont régulièrement menacées par les formes d'érosions d'origine culturales et pastorales. En effet, les cultures pratiquées le long des bordures routières ainsi que les piétinements par les sabots de vaches fragilisent les routes. En cas de pluies intenses, on observe des glissements des terres vers les canaux d'évacuation accélérés par le ruissellement des eaux des pluies. Ce ruissellement affecte les routes soit par leur ravinement, soit par le dépôt des débris arrachés ailleurs. Ils bouchent les ponts et les canaux latéraux.
C'est pour cette raison qu'il faut prendre des mesures pour éviter les cultures aux bordures des routes afin d'éviter l'accélération des phénomènes d'érosion.
Aussi, les talus des routes nécessitent une stabilisation par des arbres plantés tout au long. En général, pour diminuer les conséquences d'érosion des routes, les services compétents doivent surveiller et guider les travaux de construction des routes pour éviter que celles-ci soient tracées suivant les courbes de niveau.

1.b.5°. Les matériaux de construction

La construction des maisons en milieu rural est d'ordinaire dépendant de l'environnement immédiat pour les matériaux de construction. La plupart des maisons de la zone d'étude sont construites à partir des matériaux locaux. Chaque étape de 1* construction (par exemple depuis le terrassement jusqu'à la toiture) demande l'intervention de la nature. Le terrassement d'une maison sur les pentes fortes de l'escarpement de Munanira par exemple exige une grande emprunte sur le relief et un défrichement préalable de la végétation. Ceci provoque alors une rupture de pente et un déséquilibre quant à l'écoulement des eaux.
Ensuite, les murs, les toitures, les pavements de ces maisons font appel aux matériaux locaux qui constituent le paysage : il s'agit du bois, des herbes, des feuilles de bananier, de l'argile, des briques, des pierres, des graviers, des moellons, du sable, de l'eau,... Ces matériaux extraits ne sont pas remplacés laissant ainsi le sol à nu, des trous vastes et profonds sont observables dans ces endroits d'extraction. Dans ces derniers, quand il pleut, ces trous sont remplis d'eau et causent d'énormes dégâts sur l'environnement. Des herbes poussent le long de ces trous et les couvrent.
En effet, les troupeaux qui broutent le long de ses zones d'extraction peuvent tomber dans ces trous et y périssent.

En général, la construction des maisons en milieu rural est aussi un facteur de dégradation de l'environnement compte tenu des trous vastes et profonds laissés à ciel ouvert et à l'imperméabilisation du terrain bâti.

1. b.6°. Les infrastructures et les voies de communication en milieu rural

La multiplication des habitations et des voies de communication constitue dans la zone d'étude, une cause d'érosion et de dégradation de l'environnement.
En effet, l'augmentation de la population qui est observable dans la zone d'étude fait qu'il y ait augmentation des terrains bâtis. Ces derniers entraînent une extension des espaces dénudés car chacune des constructions a généralement des terrains nus ou des cours. Ce sont alors ces espaces dénudés qui sont sujet d'érosion par ruissellement. Le terrassement du site de la maison sur une pente exige une grande emprunte sur le milieu environnant. Ceci provoque une rupture de pente et par conséquent l'érosion.

Enfin, comme tout autre espace mis à nu, les voies de communication sont vulnérables à l'érosion par ruissellement. Son intensité est d'autant plus importante que la voie est étendue et en pente. L'érosion est alors liée aux travaux de mise en place d'une route qui exigent les retouches du sol. Elle est due aussi à la mauvaise canalisation des eaux. Ces dernières tracent des passages à travers la piste, ce qui crée de petites rigoles qui évoluent avec le temps en ravines et handicape la circulation.
C'est le cas par exemple de la route de Munaira-Gisozi surtout à Nyaruhombo et à Remera.

II.2. LES TYPES D'EROSION OBSERVES

Comme le précise HUGUES DUPRIEZ Philippe de leener, dans son ouvrage les chemins de l'eau : ruissellement, irrigation et drainage : « L'érosion est le déplacement des composantes du sol à la surface de la terre sous l'action de l'eau ou de l'air en mouvement »[17]. Les phénomènes d'érosion apparaissent comme un danger qui menace l'environnement. L'ampleur de son action sur la nature prend une allure inquiétante. En effet, l'augmentation de la population est considérée comme un agent facilitateur de son action car l'homme en cherchant à satisfaire ses besoins détruit d'abord la nature et facilite ainsi l'érosion. Celle-ci peut donc se manifester sous deux formes : - érosion hydrique et érosion éolienne.

II.2.a. Les formes d'érosion

2. a.1°. L'érosion hydrique

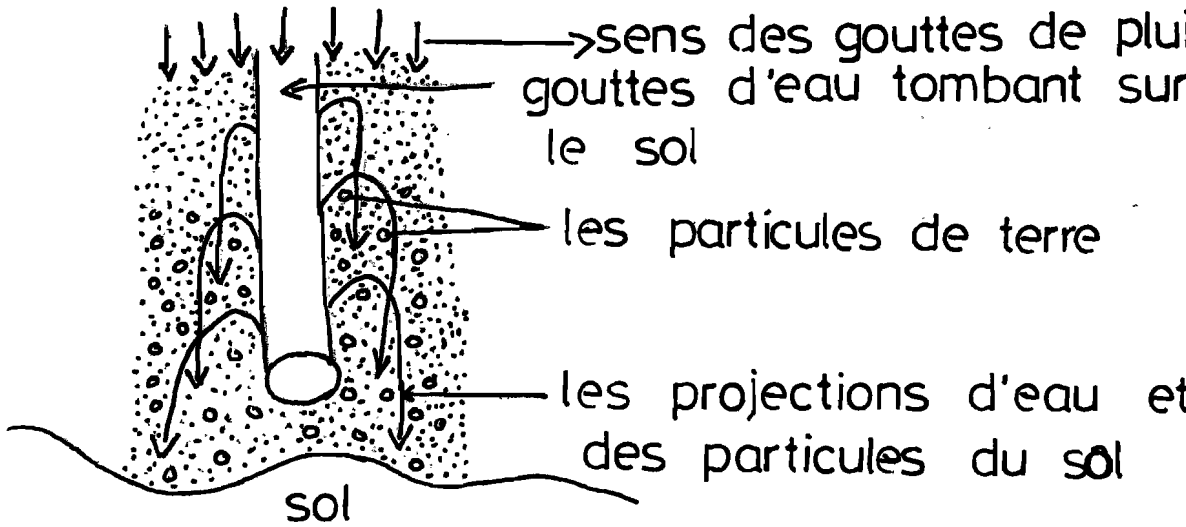
L'érosion hydrique résulte des mouvements de l'eau à la surface du sol. Ici, nous n'en retiendrons que quelques mouvements essentiels qui sont observables dans notre zone d'étude. Il s'agit du splash qui est le choc des gouttes de pluie sur le sol et du ruissellement qui est le déplacement de l'eau à la surface du sol.

-Le splash

D'après les informations recueillies auprès des personnes enquêtées en novembre-décembre 2004 dans les trois zones de la commune Bisoro et à nos observations personnelles sur le terrain, le splash cause de l'érosion dans les champs cultivés.
Après la pluie par exemple, on observe que dans les champs cultivés de haricot, de pomme de terre, de patate douce,... de n'importe quel secteur de la zone d'étude de petits bourrelets de terres sont dressés sur les tiges ou sur les feuilles de ces plantes.
On observe également dans les champs cultivés de la zone d'étude qu'après les pluies violentes, les racines des plantes sont exposées à la surface du sol. A la longue, ces plantes peuvent être déracinées. Ce départ des éléments fertilisants sous des terres par l'éjection des particules ou par leur décapage s'accompagne d'une diminution des rendements agricoles.

[17]HUGUES DUPRIEZ Philippe de leener, les chemins de l'eau : Ruissellement, irrigation et drainage, page 142

Exemple de l'effet du splash dans un champ cultivé sur le plateau de Kigabiro-Masha en 2004 : Quand le sol subit le choc des gouttes de pluie



Sur base de l'exemple ci-haut, les gouttes de pluies arrachent les particules du sol et la force des gouttes pluviales désagrège le sol. Plus les gouttes sont grosses, plus leurs chutes sont rapides, plus les dégâts causés sur la structure du sol sont importants. Ce splash constitue une menace pour les cultures. La pluie dérange donc le sol, d'autant plus que les gouttes sont grosses et nombreuses.

-Le ruissellement en nappe

L'observation faite sur certaines collines du plateau de Bisoro (Buburu, Musumba, Kiganda et Buhabwa) et sur le plateau de Kigabiro-Masha (Kivoga, Munaira) en octobre-novembre 2004 montre que sur les terres en pente faible de la commune Bisoro, l'eau ruisselle lentement en large nappe. Cela est plus fins (argile et limon) qu'elle a pris en suspension au moment du splash et les plus légers (petits déchets organiques et humus). Comme ce ruissellement emporte la couche la plus superficielle, à la longue (environs 10 ans), il apparaîtra des grosses pierres de latérites surtout sur le plateau de Kigabiro-Masha.

-Le ruissellement concentré

Sur base de nos observations sur le terrain, l'érosion concentrée s'aggrave plus sur les versants cultivés que sur les zones couvertes de la végétation. Daniel HILLEL, le précise bien dans son ouvrage, l'eau et le sol « Dans le sol de culture, le ruissellement en général n'est pas souhaitable car il conduit à une perte d'eau et érode le sol. La quantité de sol érodé augmente avec le régime et la vitesse du ruissellement »[18]. En commune Bisoro, ce phénomène s'étend avec l'extension des défrichements et des pratiques agricoles. Le ruissellement concentré est plus

[18]Daniel HILLET, L'eau et le sol, page 165

Spectaculaire sur les versants de l'escarpement de Munaira et des plateaux dont la végétation a été complètement dégradée quelque soit le degré de la pente. Sur les versants dénudés de la région étudiée, le ruissellement en nappe se rassemble et devient une érosion destructrice. Sous l'effet des fortes pentes et sans protection sur le couvert végétal, le ruissellement concentré en commune Bisoro tend à diviser le terrain de culture de patate douce ou de haricot en plusieurs ravines ou en rigoles.

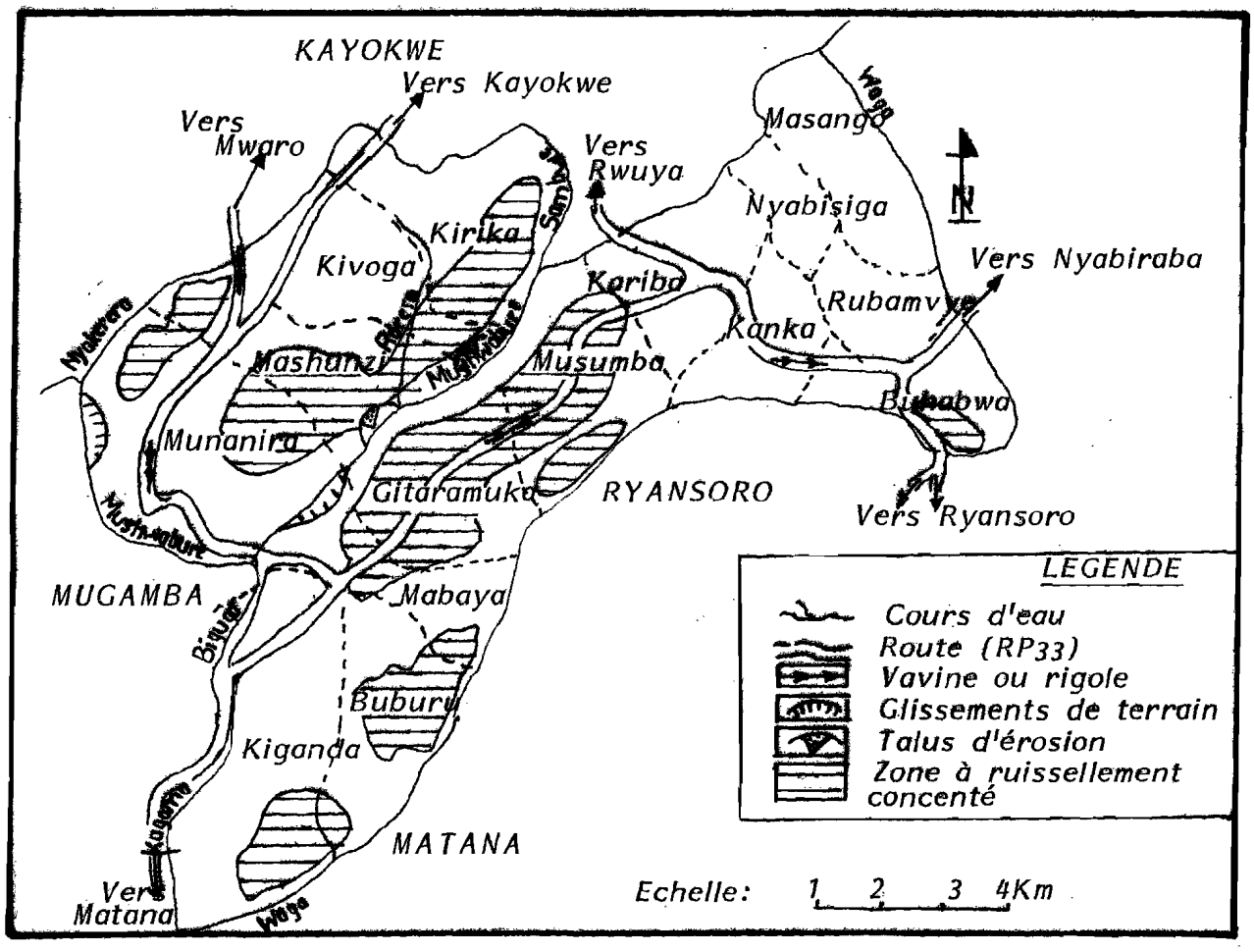
Le ravinement résulte donc du départ des terres labourées et l'arrachement des terres reste en relation avec la pente, la vitesse de ruissellement et la charge solide,.... Lorsque la pente s'accentue, la vitesse de l'eau augmente et peut alors créer des ravins ou des rigoles. C'est le cas qui est observable en zone Rorero, surtout sur l'escarpement de Munanira où nous observons en novembre 2004, des traces de rigoles et l'érosion superficielle en haut des champs mais également des dépôts des tubercules, des tiges, des mottes de terres, des pierres,...à l'amont des prairies.

En effet, l'eau qui ruisselle entraîne avec elle sa charge des sels minéraux, d'argile et des matières organiques qui sont les éléments les plus fertiles de la terre. Au cas où le ruissellement succède à l'application d'une fumure minérale ou organique, celle-ci est entraînée vers les ravines, ce qui constitue une perte importante de fertilité.

L'accentuation du ruissellement sur les pentes entraîne des effets destructeurs dans les vallées, tant pour les champs que pour les infrastructures.
Nombreuses sont aujourd'hui les catastrophes qui touchent les bas fonds et les vallées parce que le ruissellement s'est installé sur les bassins versants alimentant ces vallées.
Les signes les plus spectaculaires de dégradation sur les collines et dans les vallées de la zone d'étude sont la mise en évidence des talus entre un champ et un autre (observation faite en Nyambuye sur la colline de Gitaramuka et Bwayi sur la colline de Munanira).
Outre les pertes dues à la disparition des minéraux, d'argiles et de matières organiques, il y a les pertes de surface cultivable parfois très importantes. L'exemple s'observe dans les fonds des vallées de la Mushwabure, dans la partie Nord-Ouest.
L'érosion des terroirs de colline a un impact néfaste sur la mise en valeur des marrais ou des bas-fonds.

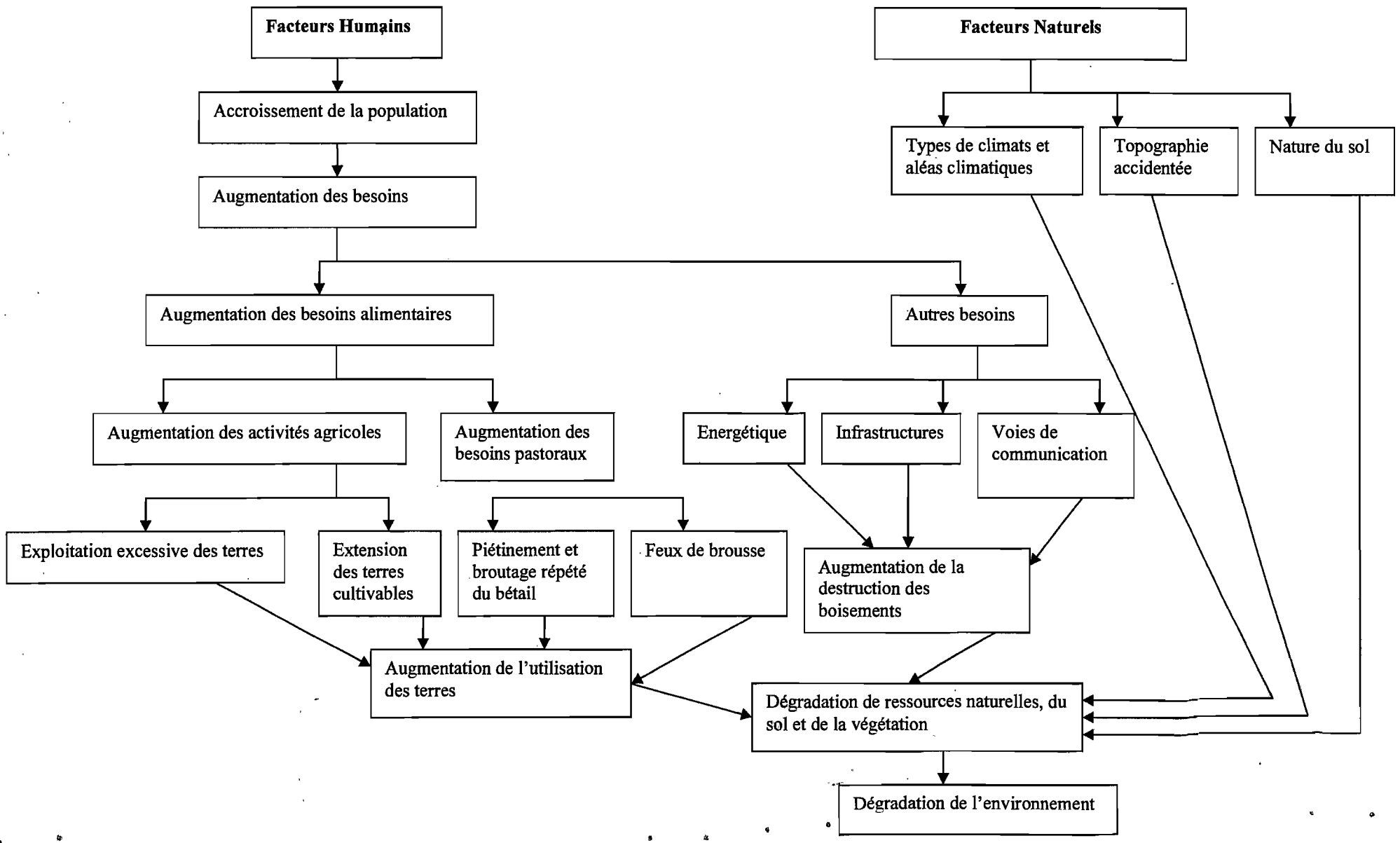
Enfin, le schéma simplifié de la dégradation de l'environnement présente des menaces d'une dégradation générale des ressources naturelles et du sol dans la région. Cette dégradation est liée à une série de phénomènes physiques et naturels : croissance démographique, travail sans repos de la terre, le piétinement et broutage répété du bétail, le déboisement, les aléas climatiques, la topographie accidentée, la nature du sol ainsi qu'à l'homme et à son comportement.

Figure 26 : LES FORMES D'EROSION HYDRIQUE



SOURCE: Réalisation personnelle

SCHEMA SIMPLIFIE DE LA DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT



III^{ème} PARTIE

QUELQUES STRATEGIES DE PROTECTION DES RESSOURCES NATURELLES ET DU SOL

III^{ème} PARTIE : QUELQUES STRATEGIES DE PROTECTIONS DES RESSOURCES NATURELLES ET DU SOL

Compte tenu des principaux facteurs de dégradations de l'environnement identifiés et localisés dans la 2ème partie; la 3ème partie propose quelques stratégies et actions à mettre en ouvre pour une meilleure protection des ressources naturelles.

CHAPITRE I : LES STRATEGIES DE PROTECTION ET DE CONSERVATION DES RESSOURCES NATURELLES ET DU SOL

I.1. LES STRATEGIES DE PROTECTION DES SOLS CULTIVES

I.1.a. Etat des lieux en matière de protection et ses effets

Lors de nos enquêtes de terrain, les cultivateurs des trois zones de la commune nous ont exposé les principaux problèmes rencontrés lors de la mise en valeur de leurs terres. Il s'agit du manque de fumier, des semences, de main d'œuvre, des vulgarisateurs agricoles suffisants, de terrains suffisants pour la mise en jachère et de l'érosion.

1. a.1°. La lutte contre l'érosion

-Comment les cultivateurs la perçoivent ?

La protection de la terre contre l'érosion hydrique consiste à réduire la vitesse du ruissellement. A la question de lutte contre l'érosion plus de 98 de la population interrogée évoquent l'utilisation des haies vives et le creusement des fossés. Cependant, les observations faites dans les trois zones de la commune Bisoro sur les collines de Munanira, Kirika, Buburu, Gitaramuka, Nyabisiga, Rubamvye et Musumba montrent qu'il existe des champs sans courbes de niveau et d'autres qui portent des courbes de niveau qui sont très espacés, servant le plus souvent la limite entre les parcelles des différents propriétaires. D'autres cultivateurs orientent l'écoulement de l'eau par de petits sillons obliques tracés dans leurs champs. Ces derniers ne favorisent pas le plus souvent l'infiltration. Par contre, l'eau déborde et trace de petits chemins à travers les champs.

-Les résultats sur terrain

.Les haies vives

La technique de haie anti-érosive consiste à planter une végétation pérenne (sétaria, tripsacum, pennisetum) en bandes isohypses de faible largeur (25 à 30 cm) de façon à freiner et étaler les eaux de ruissellement.

Comme le témoigne les personnes enquêtées, la bande végétalisée favorise le colluvionnement en son amont et participe aussi à la formation progressive de terrasse et de talus penchés.

Cette technique de bande en herbes ne nécessite pas un grand savoir faire ni beaucoup de travail. Les haies vives n'entraînent pas aussi de perte de superficies cultivables mais assurent une diversification de la production (fourrages, paillages,...). Cette méthode contribue non seulement à protéger le sol en freinant le ruissellement et en favorisant l'infiltration sur une plus grande surface, mais aussi à restaurer progressivement la fertilité des terres.

Ce système de protection peut être adopté sur la grande partie de la zone d'étude où la pente varie entre 0 à 30% (fig. 8. Là où la pente est supérieure à 30%, la meilleure protection de ces terres est le reboisement comme s'est déjà fait à Remera et à Bwayi sur la colline de Munanira, à Nyarubanda sur la colline de Mashunzi.

.Les fossés

Il existe deux types de fossés ; fossés aveugles et fossé de diversion. Pour le fossé de diversion, ils ont un objectif d'intercepter et d'évacuer les eaux de ruissellement hors des champs cultivés vers une voie de drainage très importante, avant que se développe l'énergie du ravinement. Ils se distinguent des fossés aveugles par l'existence d'exécutoires aménagés entraînant la diversion des eaux de ruissellement et non pas l'absorption totale.

Cette technique est exigeante en main d'œuvre, à l'installation et à l'entretien. Elle est également très coûteuse car elle nécessite un très bon levé topographique.

Dans la zone d'étude, avant la préoccupation des autorités, il n'y en avait que des fossés creusés par les paysans sans dispositif anti-érosifs et sans continuité dans l'espace.

Un vaste programme de fossé anti-érosif a vu le jour dès la création du projet Mugamba-Nord(1977) et son but était à ce moment d'assurer une absorption totale d'eau qui ruisselle normalement. Le débit de ruissellement sera ainsi réduit et l'infiltration facilitée. Actuellement, on a introduit du setaria et du tripsacum laxum sur ces fossés. Ces cultures servent à soutenir le sol et à arrêter la terre. Le ruissellement n'est pas arrêté mais la vitesse des eaux est freinée dans la zone.

L'association fossé cultures fourragères est très efficace si elle est réalisée correctement. En outre, pour les agriculteurs-éleveurs de la zone d'étude, les cultures fourragères sont très menacées. Cette technique est observable dans la zone surtout sur l'escarpement de Munanira où des sentiers perpendiculaires aux courbes de niveau se creusent et se multiplient dans les champs. Ceux-ci ouvrent, des voies de pénétration aux ravins lors de grosses pluies.

En effet, les fossés ne contribuent nullement à réduire l'érosion à l'intérieur de la parcelle. On observe également des phénomènes d'accumulation de la terre en aval de la parcelle et d'ablation en amont.

Ce système est coûteux et nécessite un effort considérable en travail de la part de l'agriculteur. En effet, les fossés anti-érosifs exigent un travail pénible et ils peuvent être remplacés par des haies vives.

En outre, comme s'est fait dans certaines zones de la région, il est souhaitable de diviser les champs en bandes de cultures par des haies anti-érosives composées de cultures fourragères qui aideront en plus pour l'alimentation du bétail surtout pendant la saison sèche.

1. a.2°. La fertilisation des terres

La fertilisation du sol favorise le développement des cultures et l'augmentation des rendements agricoles. Pour fertiliser le sol, les agriculteurs de la commune Bisoro utilisent la fumure organique et d'engrais chimiques.

-La fumure organique et l'engrais chimique

La fumure organique provient des déchets des animaux, des compostières et des ordures ménagères. En plus des fumures organiques, les agriculteurs de la zone d'étude ont fait recourir à l'engrais chimique pour améliorer la productivité du sol. Plus de 80% des personnes enquêtées utilisent les deux fertilisants et le reste utilise la fumure seulement. Lors de notre enquête, le manque d'engrais chimique et du fumier était un impact primordial de la mise en valeur des terres évoqué par les personnes enquêtées. Les raisons avancées par les cultivateurs étaient la non disponibilité de ses engrais chimiques au moment voulu, et leur accessibilité financière c'est-à-dire qu'ils trouvent que les engrais sont trop chers (800 à 1000 Frs /kg). La fumure organique utilisée n'est pas aussi en quantité suffisante, étant donné que tous les ménages n'ayant pas d'animaux domestiques et ceux qui en ont, manquent de litières à cause de la dégradation du couvert végétal.

1. a.3°. La mise en jachère et le manque de main d'œuvre

Selon les personnes enquêtées, la courte période des jachères (une saison ou une année) résulte de l'augmentation de la population sur la terre cultivable (espace agricole). Pour certains (76% des personnes enquêtées), les raisons principales qui les poussent à mettre en jachère leurs champs est surtout le manque de fumier et de main d'œuvre. Si non toutes les parcelles seraient mises en valeur. Le reste (20%) ne pratique pas la jachère à cause du manque d'espace et de 10% ne voient pas l'utilité de la mise en jachère.

A notre avis, pour les agriculteurs qui ont des grandes propriétés, la jachère peut être recommandée parce qu'elle augmente la fertilité du sol, rétablit la teneur en matière organique et sa résistance à l'érosion est améliorée. La durée de la mise en jachère doit être allongée c'est-à-dire minimum 2 à 3 ans. Il faut aussi que les vulgarisateurs agricoles enseignent la population l'utilité et les effets bénéfiques de la mise en jachère de leurs terres.

I.2. LA CONSERVATION ET LA PROTECTION DU SOL EN ZONES NON AGRICOLES

I.2.a. Les pâturages

Les pâturages servent en premier lieu à l'alimentation du bétail. Cela est réalisé au moment où certaines conditions sont remplies; une bonne couverture végétale pour lutter contre l'érosion du sol; un bon enracinement et un bon tallage des graminées qui retardent le ruissellement superficiel.

En effet, les pâturages de la zone d'étude ont une faible densité de couverture végétale. Celle-ci est due à une dégradation du sol provoquée par des pratiques pastorales traditionnelles qui sont : le piétinement et broutage répété du bétail, les feux de brousses répétés sur le même endroit,...

Des efforts d'amélioration doivent être réalisés dans ce domaine. Pour remédier la situation de réduction des pâturages dans notre zone d'étude, il faut nécessairement vulgariser les plantes fourragères et surtout pratiquer un élevage moderne qui exige l'alimentation dans leurs étables et qui sont plus productif : C'est la stabulation.

I.2.b. Le paddockage

Cette méthode consiste à diviser les pâturages par des boisements de trois rangées. Ces boisements délimitent ainsi des zones de parcours pour les troupeaux et chaque rangée est tracée dans le sens de la pente et d'autres sont installées suivant les courbes de niveau.

Le paddockage utilise donc des haies isohypses et des haies perpendiculaires aux précédents, faisant un système de bocage. La plantation des arbres le long des

Paddocks a été l'une des principales activités du projet Mugamba-Nord dans l'aménagement des pâturages. Les paddocks ont un double but :

- ses haies assurent une disponibilité du bois de chauffage et de construction
- la subdivision des parcours permet de bien contrôler la régularisation de la charge en essayant d'adopter l'effectif du troupeau à la richesse de la parcelle et de diminuer le piétinement par le bétail grâce aux traçages des pistes d'accès.

Le paddockage améliore ainsi les conditions de vie du bétail sur les parcours. Les normes du paddockage ne sont pas du tout constantes. En effet, la superficie d'un paddock est fonction du nombre de têtes du bétail de la colline, du nombre de groupements traditionnels d'éleveurs, de la superficie totale pâturable et de la forme de la colline.

Avant 1984, on plantait des arbres dans le sens de la pente (sur des lignes verticales et hirizontales distance entre un arbre et un autre était d'environ 40 cm). Mais après cette année, les autorités du projet Mugamba-Nord ont remarqué que les lignes verticales ne jouent aucun rôle anti-érosif et celles-ci seront supprimées et les haies horizontales qui étaient très éloignées furent rapprochées. Cela est observable sur les collines de Munanira, Mashunzi, Gitaramuka et Musumba.

Aujourd'hui, ce système de paddockage existe dans la zone d'étude mais n'est pas bien entretenu. Sur les colline de Buburu, Kiganda, Nyabisiga, Buhabwa, les gens abattent les arbres des paddocks pour leurs usages ou bien pour agrandir les exploitations agricoles. La réglementation de rotation des paddocks, que ce soit pour les pâturage ou les feux n'est pas toujours respectée.

I.2.c. Les fossés anti-érosifs

Le paddockage est mené conjointement avec la lutte anti-érosive. Des fossés avec talus en amont sont creusés suivant les courbes de niveau. Le projet Mugamba-Nord a associé les deux techniques dans le but de supprimer les fossés sur les courbes de niveau pratiqués auparavant et en augmentant des plantations d'arbres sur les courbes de niveau même.

L'écartement entre les fossés dépendra de la pente. Si la pente est très forte dans l'escarpement par exemple les fossés seront plus rapprochés, dans le cas contraire éloignés. Cela tient au fait que lorsque la pente est trop forte, la force du ruissellement est importante et il faut diminuer cette force par des obstacles tels que les arbres le long des talus.

L'efficacité des fossés anti-érosifs est très relative. Lorsqu'elles sont mal tracées (ce qui arrive le plus souvent dans la région), l'eau s'accumule et peut provoquer une forte érosion. Des fois, il peut y avoir des fossés qui ne sont pas

régulièrement creusés et comme ils ne sont pas à mesure de retenir l'eau de ruissellement peut provoquer un dommage érosif.

Les mesures de conservations de protection des ressources naturelles déjà faites dans la zone d'étude pourraient porter des fruits si la population était consciente de leur importance et q'elle travaillait pour le bien de tout un chacun.
En effet, les projets ont déjà fait de grands efforts pour leur création mais l'entretien de celles-ci laisse à désirer. L'absence d'entretien de ces mesures de protection et de conservation des ressources naturelles a conduit ces projets à peu de succès.

I.2.d. Les feux dans les paddocks

Les pratiques des feux de brousse conduisent certes à la dégradation du sol. Après l'aménagement des paddocks les feux des pâturages sont bien réglementés : Rotation des paddocks durant les deux ans. La réglementation des feux revêt néanmoins un caractère important vis-à-vis des éleveurs. Un système d'amende est instauré en cas de désobéissance (15 jours de prison plus une certaine somme à payer à la commune).
Pour ceux qui ne suivent pas le règlement, ils se lamentent en disant que les autorités ne leur permettent pas de brûler telle ou telle autre parcelle non prévue dans le système de rotation. Mais cela montre qu'ils ne sont pas conscients de l'importance de ce nouveau système.

En outre, un broutage précoce est sanctionné. Les sanctions étant fonction de l'effectif du bétail en possession.

2. d.1°. Le but des feux

Les feux mal conduits dans les pâturages sont aussi un facteur de dégradation du sol et des éléments environnants. Les éleveurs considèrent les feux comme un moyen de nettoyage et de rajeunissement du couvert végétal.
Cependant, dans notre zone d'étude, seuls les feux en pleine saison sèche sont normalement appliqués. Ces feux ont un danger qui s'échelonne sur une longue période. Lorsque ce feu n'est pas bien contrôlé, il est violent et peut brûler tout sur son passage. En outre, nous savons que le couvert végétal qui reste dans la région est dominé par l'éragrostis. Ce dernier ne résiste pas aux feux et notre sol s'appauvrit davantage à cause de cette pratique habituelle et répétitive.

2. d.2°. La rotation des feux

Pour éviter l'ancienne pratique abusive, les feux de pâturage doivent être allumés dans un paddock une fois les deux ans. Cela dans le but d'éviter la dégradation du sol. En effet, lorsqu'ils sont allumés toutes les années, ils exercent une influence destructrice et dommageable sur la végétation. Cette pratique conduit alors à la disparition totale de la végétation naturelle. Ils sont donc à l'origine de l'érosion tant hydrique qu'éolienne.
Au lieu de brûler les paddocks entre les mois de juin et novembre, ils sont brûlés au début de la saison humide (octobre-novembre) pour que les feux soient contrôlables. L'humidité du sol favorise la reprise des touffes d'herbes. Donc, il faut un couvert végétal abondant et une humidité suffisante pour ne pas brûler la faune du sol et les bourgeons.

I.3. RECOMMANDATIONS

I.3.a. Les mesures de conservation et de protection du sol

Protéger un sol consiste à le défendre contre l'érosion en réalisant à la fois la conservation physique, chimique et biologique. En effet, la conservation physique du sol se réalise à l'aide des techniques capables de s'opposer à l'entraînement de ses éléments par l'eau et le vent. Quant à la conservation chimique et biologique du sol, elle utilise des techniques capables de maintenir à un haut niveau les équilibres de minéralisation et l'apport organique.
Le contexte humain et son milieu physique doivent être tenus en considération pour pouvoir adopter des stratégies de mise en valeur(agriculture, élevage, construction,...).

Tous les aménagements projetés sont inutiles s'ils ne sont pas acceptés par la population. Il est même indispensable de procéder à des enquêtes permettant de connaître la réceptivité de la population par rapport à l'aménagement prévu.
Pour cela, la vulgarisation dans le cadre de la lutte anti-érosive organisée par l'Etat doit s'appuyer sur un certain nombre de points tels que : la connaissance du milieu et de l'homme; la sensibilisation et démonstration en milieu paysan; une politique claire et déterminée en matière anti-érosive; la restauration de la fertilité du sol, en enfuissant les résidus de cultures après la récolte.
Le développement de l'élevage est également nécessaire pour la mise en valeur rationnelle des terres en pentes car les haies anti-érosives fourragère, et la prairie artificielle intensive et productive sont les moyens efficaces de protection du sol.

Cependant, de multiples exemples ont montré qu'il est préférable de pratiquer une agriculture conservatrice et intensive sur de petites surfaces aménagées durablement, tant au point de vue de la protection des ressources naturelles que de niveau de vie du producteur. Pour cela, il est recommandé de ne jamais laisser les parcelles cultivées sans couverture végétale pendant une longue période ; de bien aménager les pâturages pour diminuer l'érosion pluviale et éolienne; d'adopter les méthodes culturales actuelles (sélection des semences, rotation des cultures,...) ; d'augmenter les boisements de protection sur l'escarpement de Munanira et le plateau de Kigabiro-Masha aux sols pauvres et souvent minces (sols marginaux).

I.3.b. Politique et législation en matière d'environnement à l'échelle nationale

Il est aujourd'hui certain que les pouvoirs publics sont convaincus de l nécessité de la protection de l'environnement. C'est ainsi qu'un certain nombre d mesures ont été depuis quelques années décidées pour sauvegarder l'environnemen Ces mesures sont : la lutte anti-érosive ; la protection du patrimoine forestier politique de reboisement ; l'élaboration d'un code forestier (mis à jour en 1985) l'assistance aux planteurs privés ; la diffusion de l'information et formation d techniciens et cadre forestier ; l'introduction de nouvelles essences ; l'élaboratic d'une stratégie nationale pour l'environnement.

En général, toutes les stratégies préconisées doivent privilégier une approche globale plutôt que des actions isolées afin d'atteindre un environnement durable. Pour cela, dans le cadre de ce travail, les objectifs doivent être axés sur une forte sensibilisation.

CONCLUSION GENERALE

L'étude que nous venons de mener nous a conduit à l'objectif fixé qui est l'analyse de l'impact de la mise en valeur des terres sur l'environnement.
Comme vu précédemment, notre région d'étude est confrontée à de multiples contraintes surtout dans le domaine de la conservation des terres agricoles, des pâturages naturels et des boisements. Ces contraintes sont liées soit aux facteurs humains liés à l'action de l'homme entre autre la croissance démographique, les pratiques culturales et pastorales, soit aux facteurs naturels dont le climat, la topographie ainsi que la nature du sol.

En effet, la croissance démographique a eu comme conséquence l'occupation des espaces libres, notamment les espaces boisés, pâturables et les terres moins fertiles ou à haut risque de dégradation. L'extension des surfaces cultivables s'est réalisée aux dépens des boisements et des pâturages d'où les conflits entre les agriculteurs-projets de reboisement et éleveurs.
Ainsi, l'intensification agricole a provoqué, dans certaines exploitations, l'épuisement des sols et la dégradation des milieux.
Les phénomènes d'érosion augmentent en peu partout et le rendement diminue, de plus en plus. Cela est plus observable dans notre zone d'étude où le couvert végétal qui protégeait le sol et qui devrait constituer la fumure organique a fortement diminué et le nombre de bovins par ménage a également été réduit. Les vallées sont aussi dégradées à cause des caractéristiques du milieu et des activités anthropiques. C'est sur les versants où le couvert végétal s'est dégradé en premier lieu. Les végétaux qu'on y rencontre aujourd'hui sont de tailles courtes et beaucoup d'espèces ont déjà disparu. Donc, les sols ont perdu leur fertilité.
La réduction de la taille de l'exploitation agricole a vite progressé par rapport à l'adoption des techniques d'intensification agricole et de protection du sol par l'homme.
Dans certaines parties de la zone Kanka et Bisoro, l'acquisition des propriétés n'est plus nécessairement héréditaire. Les gens doivent soit acheter ou louer un champ pour pouvoir survivre. Et ces champs sont occupés par les cultures toute l'année. Dans toute la région donc, on privilégie la polyculture.

Au point de vu climatique, nous avons déjà enregistré dans les différents tableaux, un volume pluviométrique suffisant. Les températures sont aussi modérées et ne sont pas nuisibles à la vie des êtres vivants.
Cependant, des irrégularités et des variations des précipitations et des températures ont été observées au cours de ces dernières années. Cela a des conséquences néfastes sur le rendement agricole dans la région.

Dans la zone d'étude, nous avons constaté que les caractéristiques physiques sont favorables à l'homme et par conséquent à sa mise en valeur. La lithologie varie

Suivant les différents paysages et les accidents dus à la tectonique sont peu ou quasi inexistants dans certaines zones de la région.

A part certains sols du plateau de Kigabiro-Masha et de l'escarpement de Munanira ou les phénomènes d'érosion sont plus remarquables. Ailleurs, la topographie et la nature du sol favorisent l'implantation humaine.

Les caractéristiques physiques et humaines nous ont permis de constater que dans notre région, il y a une inégale répartition de la population.
En étudiant l'impact de la mise en valeur sur l'environnement, nous avons constaté que l'intensification des terres agricoles à outrance est le principal élément de la dégradation de l'environnement.
En somme, nous constatons que dans notre région, la dégradation est liée à la morphologie, au climat et surtout à l'action de l'homme.

Enfin, l'étude que nous avons menée dans la commune de Bisoro nous a fait remarquer que les facteurs naturels jouent un rôle important dans la dégradation de l'environnement mais que leurs faits dépendent des activités « techniques » de l'homme. Notre travail nous a révélé aussi que derrière les facteurs de dégradation dits naturels et ceux que l'on a évoqué dans le cadre de « techniques », les causes profondes, celles qui déterminent ou au moins contraignent les populations à adopter ces comportements destructeurs sont démographiques et sociales.

Au terme de ce travail, nous avons émis quelques stratégies pour pouvoir remédier les endroits dégradés et protéger les milieux qui sont encore en bon état.
Cependant, nous ne comptons pas avoir épuisé tout le sujet.
Toutefois, nous espérons que ce modeste travail servira d'outil aux autres chercheurs pour approfondir encore ce sujet.

BIBLIOGRAPHIE

I.Ouvrages Généraux

1. ASSOCIATION POUR L'ATLAS DU BURUNDI, Ministère de la coopération, Bordeaux III 1995, 30 planches commentés
2. BIDOU, (J.E) et alii, Géographie du Burundi, Paris, Hatier, 1991, 228p
3. GEORGE, P., et GERGER, F., Dictionnaire de la Géographie, PUF, 1996, 500p
4. Daniel HILLEL, l'eau et le sol (principes et processus physiques)
5. HUGUES DUPPRIEZ Philipe de leener, les chemins de l'eau : ruissellement, irrigation et drainage
6. LEBEAU, R., Les grands types de structures agraires dans le monde : Paris 3ème éd, Masson 1979
7. MORVAN, Daniel., Dictionnaire de la langue Française : Le Robert pour tous, Paris, Mai, 1995
8. PIERRE, M., et FRANCOIS, C., Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement, PUF, 1996, 863p
9. Bernard RIERA et Daniel Yves ALEXANDRE, In Comprendre l'écologie et son histoire, publiée en 1820 et cité par matagne, La diversité Biologique et forêt, SILVA et RIAT, sept 2004, 151p

II.Thèses et Mémoires

1. MASABARAKIZA, T., Etude Géographique d'une ville secondaire et ses environs, U B, F L S H/Géo : cas de Mwaro, 2001, 136p
2. NDORERAHO, J.M., L'amélioration de l'élevage bovin en milieu rural : projet Mugamba-Nord en commune Gisozi. Bujumbura, U B, F L S H, Déc 1999, 141p
3. NIYONZIMA, Irénée., Impact du milieu naturel et de sa mise en valeur agricole sur l'environnement dans le bassin versant de la NYAMUSWAGA, Mars 2002, 125p
4. NSABIMANA, S., Climat et sol au Burundi, Toposéquence Bugarama-Muzinda, Thèse de 3ème cycle, université de Paris, VII, 1974, 214p

III. Rapports, revues, séminaire et Articles

1. BERGEN (W.D) contribution à la connaissance des régions naturelles du Burundi, données de superficies et de la population par colline de recensement, ISABU, 1992, public n° 161, 144p
2. FAO et PNUE, Directive pour lutter contre la dégradation des sols, Via DELLE, terme dicaracalla, 0100, Rome, Italie 1983, 40p
3. NKURUNZIZA, F., STRATEGIE NATIONALE POUR L'ENVIRONNEMENT AU BURUNDI. Dégradation des terres agricoles et surexploitation des pâturages : Bujumbura, Mars 1992, 99p
4. NKURUNZIZA, F., population agriculture Environnement au Burundi, 1991, 42p
5. MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ELEVAGE, Carte des sols du Burundi échelle 1/25000ème, Notice explicative, AGCD, Public n° 9
6. MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT, Burundi-Environnement, Bujumbura n°1, 5 juin 1999, 29p
7. REPUBLIQUE DU BURUNDI, MINISTERE DE L'INTERIEUR, DEPARTEMENT DE LA POPULATION ; recensement Général de la population et de l'habitation de 1979 et 1990
8. REPUBLIQUE DU BURUNDI, MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT, boisements domaniaux et communaux : estimation des superficies au 31/12/1992, 12p
9. REPUBLIQUE DU BURUNDI, MINISTERE DE LA PRESIDENCE CHARGE DU PLAN, Monographie de la province Mwaro, mai 2000, 62p

L'IMPACT DE LA MISE EN VALEUR DES TERRES SUR L'ENVIRONNEMENT : CAS DE LA COMMUNE BISORO

QUESTIONNAIRE D'ENQUETE

Personnes enquêtées: 1.Cultivateurs
2. Cultivateurs-Eleveurs
3. Fermiers

I. IDENTIFICATION DE LA FAMILLE

Nom	Prénoms	sexe	Date de naissance	Age	Etat civil	Activités principales	Colline

II .LA MISE EN VALEUR DES TERRES

A .Origine de l'exploitation.

1. Etes-vous originaire de cette colline ?

.....

2. Comment avez-vous acquis vos terres?

par achat ☐ par don ☐
Par location ☐

Par héritage ☐

B.POPULATION

1. Pouvez-vous me dire votre composition familiale ?

.....

2. où habitent les fils mariés ?
-sur votre exploitation ☐
-ailleurs ☐

C .Agriculture

1. quel type d'exploitation possédez-vous?
- De colline ☐
- De fond de vallée ☐

- Le deux à la fois ☐

2. Pouvez –vous estimer la superficie (en ares, ha) de votre exploitation ?
.....
.....
3. Quelles sont les principales cultures de votre exploitation ?
.....
.....

4. Vos cultures ont –elles gardé les mêmes parcelles depuis le défrichement jusqu'aujourd'hui ?
Pourquoi ?.....
.....
5. Quelles sont les pratiques culturales de votre exploitation ?
Jachère ☐ Association ☐ Rotation ☐

6. Pendant combien d'Année,ou de mois laissez en Jachère votre exploitation ?
.....
.....
7. Quelle est la destination de votre récolte ?
.....
.....
8. Etes –vous satisfaites de vos rendements agricoles (récoltes)

Oui ☐ Non ☐
Si non, quelles sont les techniques utilisées pour accroître vos rendements ?
.....
.....
9. Est -ce que vous exploitez vos terres avec main d'œuvre salariée ou familiale ?
.....
.....

10. Les terres sont –elles fertiles ?
Oui ☐ Non ☐

Si non, connaissez-vous les raisons ? Lesquelles ?

.....

.....

11. Quelles sont les solutions envisagées ?

.....

.....

12. Comment les avez-vous acquises ?

13. pratiquez-vous des cultures sur les pâturages collectifs ?

.....

.....

14. Avez-vous déjà abandonnées des terres cultivées (superficie) ?Pourquoi ?

.....

.....

15. Quelles sont les techniques que vous utilisez pour lutter contre l'érosion ?

.....

.....

16. Quelles sont les problèmes rencontrés au niveau de l'agriculture ?

D. Elevage

1. Pratiquez-vous l'élevage ? Depuis quand ?

.....

.....

.....

2. Combien de bétail avez-vous ?

Types de bétail	Effectif
Bovins	
Ovins	
Caprins	
Porcins	
Volaille	

3. Les pâturages sont-ils suffisants ?

Oui ☐ Non ☐

4. Quelles sont les problèmes que connaît l'élevage ?

.....

.....

5. Quelles sont les relations entre les agriculteurs et les éleveurs ?

.....

.....

6. Quelles sont les relations entre le projet de reboisement et les éleveurs ?

.....

.....

E. Sylviculture

Existe-il de reboisements familiaux ou communaux dans votre zone ?

.....

.....

Si oui, pouvez-vous estimer la superficie et la répartition ?

.....

2. Vos boisements sont-ils suffisants pour satisfaire vos besoins ?

.....

.....

3. Existe –t-il des arbres dans vos champs ?

.....

.....

4. Quelles sont les relations entre les projets de reboisements et les agriculteurs, les éleveurs ?

.....

.....