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

Glissements de terrain dans le bassin versant de la rivière Gikoma : des processus aux effets

Sindayihebura, Jean François Régis; Sous la direction de : René Manirakiza

2015-09
UB, FLSH
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/2204

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

UNIVERSITÉ DU BURUNDI

FACULTÉ DES LETTRES ET SCIENCES HUMAINES

DÉPARTEMENT DE GÉOGRAPHIE

GLISSEMENTS DE TERRAIN DANS LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE GIKOMA : DES PROCESSUS AUX EFFETS



Par SINDAYIHEBURA Jean François Régis

Sous la direction de :

René MANIRAKIZA,

Docteur en Géographie

Mémoire présenté et défendu publiquement en vue de l'obtention du grade de licencié en Géographie

Option: **Enseignement et Recherche**

BUJUMBURA, Septembre 2015

DÉDICACE

A nos parents,

A notre grand-père KIGAWA Jean,

A nos frères et sœurs,

A tous ceux qui nous sont chers,

Nous dédions ce mémoire.

SINDAYIHEBURA Jean François Régis

REMERCIEMENTS

Au terme de ce mémoire, il serait ingrat de ne pas dire merci à certaines personnalités. Nos remerciements s'adressent en premier lieu au Professeur René MANIRAKIZA pour avoir accepté de guider nos premiers pas de chercheur. Sa disponibilité pour nous malgré ses multiples obligations, ses remarques combien scientifiques nous ont été d'un apport irremplaçable.

Nous adressons en second lieu nos remerciements à tous ceux qui ont contribué à notre formation tant morale qu'intellectuelle. Nous pensons d'abord aux professeurs de l'Université du Burundi, surtout ceux du Département de Géographie à la Faculté des Lettres et Sciences Humaines. à qui nous devons le murissement de l'attitude géographique qui bouillonnait en nous depuis l'école primaire. Ensuite, nous disons merci à tous les éducateurs de l'école primaire et secondaire qui ont contribué à notre formation. A Mme Joséphine BAVAKURE, nous reconnaissons les premières lettres de l'alphabet, à Mme MAWAZO Marcelline, les premières notions de la grammaire française et à Mme Thérèse NGENDAKUMANA, les premiers pas d'étude du milieu. Messieurs Jean Berchmans MBAZUMUTIMA et KINGINDA KIMBALU Vincent de Paul nous ont préparé à poursuivre la discipline par le cours de Géographie, respectivement au Lycée Communal Urbain de Gitega et au Petit Séminaire de Mugera.

A côté de la formation intellectuelle, d'autres personnalités nous ont assuré le confort moral et matériel. Papa et maman n'ont rien ménagé de leur mieux pour nous mettre sur le chemin de l'école, nous accompagner sur ce chemin en nous assurant le nécessaire durant notre formation. Aussi, l'Abbé Luc Balthazar HAKIZIMANA nous a soutenu considérablement : ses interventions matérielles et morales inlassables, ses encouragements sont inoubliables.

La sollicitude des Sœurs Ouvrières de la Sainte Maison de Nazareth (communautés de Musinzira et Mugutu,) envers notre famille a favorisé notre épanouissement. Nous en sommes reconnaissants.

A tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la formation de notre être, nous disons merci !

SINDAYIHEBURA Jean François Régis

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Précipitations et températures moyennes à la station Bujumbura-Aéroport (1980 à 2013) 20

Tableau 2 : Précipitations moyennes à la station de Rushubi (1986-1997) 21

Tableau 3 : Répartition spatiale de la population du B.V. de la Gikoma 33

Tableau 4 : Evolution de la population du B.V. de la Gikoma 36

Tableau 5 : Mobilité de la population dans le B.V. de la Gikoma 39

Tableau 6 : Composition par grands groupes d'âges de la population du B.V. de la Gikoma44

Tableau 7 : Population active et composition socio-professionnelle 46

Tableau 8 : Distribution de la population du B.V. de la Gikoma dans les secteurs d'activité48

Tableau 9 : Matériaux de construction par types de maison 55

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : B.V. de la Gikoma dans la région de Bujumbura 7

Figure 2 : Localisation et extension du B.V. de la Gikoma 8

Figure 3 : Zone de travail 9

Figure 4 : Profil topographique du B.V. de la Gikoma de la confluence avec Muzazi à Rushubi 14

Figure 5 : Carte hypsométrique du B.V. de la Gikoma 15

Figure 6 : Géologie du B.V. de la Gikoma 19

Tableau I : Précipitations et températures moyennes à la station Bujumbura-Aéroport (1980 à 2013) 20

Figure 7 : Diagramme ombrothermique à la station de Bujumbura-Aéroport 20

Figure 8 : Diagramme pluviométrique à Rushubi 21

Figure 9 : Profil en long de la Gikoma de la confluence avec Muzazi à la source de la Kigezi (Rutegama) 28

Figure 10 : Hydrographie du B.V. de la Gikoma 30

Figure 11 : Densités de population par collines de recensement dans le B.V. de la Gikoma 34

Figure 12 : Densités de population dans le B.V. de la Gikoma 35

Figure 13 : Evolution de la population du B.V. de la Gikoma 37

Figure 14 : Pyramide des âges de la population du B.V. de la Gikoma 41

Figure 15 : Population du B.V. de la Gikoma par grands groupes d'âges 44

Figure 16 : Population active et distribution dans les différents secteurs d'activités 47

Figure 17 : Répartition de la population active dans les différentes activités 51

Figure 18 : Types de matériaux des fondations de maisons dans le B.V. de la Gikoma 56

Figure 19 : Types de matériaux des murs de maisons dans le B.V. de la Gikoma 56

Figure 20 : Types de matériaux des toits de maisons dans le B.V. de la Gikoma 56

Figure 21 : Rapport de forces pour les conditions de glissement 62

Figure 22 : Différentes phases de l'activité d'un glissement de terrain 68

Figure 23 : Bloc diagramme d'un glissement de terrain idéal 70

Figure 24 : Description des éléments morphométriques et morphologiques composant un glissement terrain 72

Figure 25 : Types de glissements de terrain 73

Figure 26 : Coulée de boues 74

Figure 27 : Types d'écroulements et chutes de blocs 75

Figure 28 : Mouvement complexe de type glissement-coulé 76

Figure 29 : Répartition mondiale du nombre de morts dus aux glissements de terrain pour l'année 2007 78

Figure 30: Localisation des glissements de terrain dans la zone d'étude 84

Figure 31 : Processus de glissement du mouvement de Mbirira 89

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Bambouseraie, relique de la forêt le long de Nkirifuni 26

Photo 2 : Profonde gorge dans laquelle coule la Gikoma 29

Photo 3 : Installation pour la production artisanale de l'huile de palme à Mbirira 50

Photo 4 : Habitat dispersé sur les versants du B.V. de la Gikoma (Kwigere) 54

Photo 5 : Maison de cuisine en toit de visqueen et de paille à Kwigere 57

Photo 6 : Inclinaison des bananiers vers le bas dans un glissement translationnel à Nyaruhongoka (Rumonge) 77

Photo 7 : Lycée Vugizo aujourd'hui abandonné suite aux mouvements du ravin de Rubanza (Sororezo) 79

Photo 8 : Glissement de terrain en 4 phases à Mbirira 81

Photo 9 : Glissement au contact de la Gikoma à Buhayira 82

Photo 10 : Glissement au bord de la RN1 à Muberure 82

Photo 11 : Glissement sur les pentes d'un versant à Buhayira 83

Photo 12 : Glissement abandonné à Muberure 88

Photo 13 : Glissement complexe à Mbirira 89

Photo 14 : Champ de bananiers emporté par un glissement à Buhayira 92

Photo 15 : Glissement qui a détruit un ménage à Buhayira 93

Photo 16 : Destruction partielle du pont de la RN1 sur Gikoma suite aux glissements 94

Photo 17 : Gros moyens mobilisés pour la construction de murs de soutènement de la RN1 à Mbirira 95

Photo 18 : Grave inondation du 09 Février 2014 de la Gikoma 96

Photo 19 : Ménage menacé par un glissement de terrain à Buhayira 98

Photo 20 : Transport d'un paysan de Mumirwa, enjeu potentiel 100

TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACE i
REMERCIEMENTS ii
SIGLES ET ABRÉVIATIONS iii
LISTE DES TABLEAUX iv
LISTE DES FIGURES v
LISTE DES PHOTOS vii
RÉSUMÉ viii
TABLE DES MATIÈRES ix
INTRODUCTION GÉNÉRALE 1
1. Motivations et choix du sujet 1
2. Intérêt du sujet 2
3. Hypothèses 3
4. Démarche poursuivie 3
5. Difficultés rencontrées 5
6. Zone de travail 6
1ère Partie : PRÉSENTATION DU BASSIN VERSANT DE LA GIKOMA 10
CHAPITRE I. CADRE PHYSIQUE 10
I.1. Géomorphologie 10
I.1.1. Genèse et évolution du relief 10
I.1.1.1. Genèse 10
I.1.1.2. Evolution du relief 11
I.1.2. Reliefs actuels 12
I.1.2.1. Escarpements des Mirwa 12
I.1.2.2. Plaine 13
I.1.2.3. Relief des piémonts 13
I.2. Géologie et lithologie 16

I.3. Climat 18
I.4. Végétation 25
I.5. Hydrologie 26
CHAPITRE II. CONTEXTE HUMAIN 32
II.1. Répartition spatiale de la population 32
II.2. Dynamique de la population 36
II.2.1. Bilan naturel 37
II.2.2. Solde migratoire 38
II.3. Structure de la population 40
II.3.1. Structure par âge et par sexe 40
II.3.2. Population active et composition socio- professionnelle 45
II.3.3. Activités économiques 49
II.3.3.1. Secteur primaire 49
II.3.3.2. Secteur secondaire 49
II.3.3.3. Secteur tertiaire 50
II.4. Occupation de l'espace 51
II.4.1. Système d'exploitation agricole 52
II.4.1.1. Agriculture calquée sur le climat 52
II.4.1.2. Types de cultures 52
II.4.1.3. Protection des sols 53
II.4.2. Habitat 53
II.4.3. Equipements publics 58
IIème Partie : GLISSEMENTS DE TERRAIN DANS LE BASSIN VERSANT DE LA GIKOMA 60
CHAPITRE I. CADRE THÉORIQUE ET CONCEPTUEL 60
I.1. Définition 60
I.2. Mécanismes de glissement des terrains 61

I.6. Manifestations des glissements de terrain 76
I.7. Effets engendrés par les glissements de terrain 77
CHAPITRE II : GLISSEMENTS DE TERRAINS DANS LE B.V. DE LA GIKOMA 80
II.1. Historique des glissements dans le B.V. de Gikoma 80
II.2. Localisation des glissements de terrain dans le B.V. de Gikoma 81
II.2.1. Au contact avec la rivière 82
II.2.2. Au bord de la route 82
II.2.3. Sur les pentes raides 83
II.3. Facteurs qui entrent en jeu 83
II.3.1. Facteurs décisifs 83
II.3.1.1. Topographie et système de pente 83
II.3.1.2. Organisation du drainage 85
II.3.1.3. Pluies 85
II.3.2. Facteurs secondaires 85
II.3.2.1. Litho-pédologie 86
II.3.2.2. Climat 86
II.3.2.3. Absence de la végétation 86
II.3.2.4. Activités humaines 87
II.4. Types de glissements dans le B.V. de la Gikoma 87
II.5. Processus de glissement de terrains dans le B.V. de la Gikoma 87
CHAP. III. ÉVALUATION DE L'IMPACT DES GLISSEMENTS DE TERRAINS EN FACE DE L'HOMME DU BASSIN VERSANT DE LA GIKOMA 91
III.1. Pertes 91
III.1.1. Pertes directes 92
III.1.1.1. Pertes en terres 92
III.1.1.2. Destructions 93
III.1.2. Pertes indirectes 94

III.1.2.1. Facture de réparation 94
III.1.2.2. Aggravation des inondations 95
III.2. Risque 96
III.2.1. Aléa 97
III.2.2. Vulnérabilité 97
III.2.3. Enjeux 99
CONCLUSION GÉNÉRALE 102
SOURCES CONSULTÉES 105
ANNEXES 108

INTRODUCTION GÉNÉRALE

1. Motivations et choix du sujet

La terre est une machine en action. Sous l'impulsion des forces internes (roches internes en fusion, comblement des vides en profondeur, ...) ou externes (pluies violentes, sécheresses intenses, froids, ...), ses roches se retrouvent dans un cycle de vie : elles naissent, vieillissent et meurent, puis renaissent. Cela résulte de divers phénomènes tels que l'érosion, les éruptions volcaniques, les tremblements de terre, les glissements de terrains, pour ne citer que ceux-ci. D'autres phénomènes naturels comme les ouragans, les cyclones tropicaux, les tsunamis, ..., résultent de (ou tout simplement cohabitent avec) ces derniers et font de la terre un théâtre de bouleversements sans précédent.

Tous ces phénomènes, particulièrement intéressants quand ils font avancer les âges géologiques, sont cependant inquiétants et dangereux quand ils sont suivis à l'échelle humaine, interférant avec les activités de l'homme et faisant des milliers de victimes. On citera les cas de la catastrophes nucléaire de Fukushima en Mars 2011 suite au tremblement de terre qui a déclenché le tsunami qui s'est abattu sur les côtes pacifiques du Japon, des glissements de terrain et inondations catastrophiques de la Josefina en Équateur en 1993, inondations de la nuit du 09 Février 2014 au Nord de la ville de Bujumbura, glissement de terrain au Pakistan en Avril 2014, ...

Des hommes de science, chercheurs de divers horizons et de diverses formations s'intéressent à eux depuis longtemps et ont su établir, dans bien des cas, les relations de causes à effets pour la plupart de ces phénomènes. A l'échelle mondiale, les régions des volcans, des risques sismiques, des glissements de terrains ou autres dangers naturels sont connues. Cependant, la connaissance régionale de ces derniers reste limitée et, dans la plupart des pays en voie de développement, ils passent presque inaperçus des leaders locaux bien qu'ils ne cessent de causer des ennuis.

Actuellement, le Burundi ne connait ni volcans, ni tremblements de terre destructeurs, ni vents violents comme les ouragans, les tornades, ... Cependant, il n'est pas épargné d'une érosion différentielle, des pluies torrentielles ou des glissements de terrains, qui sont en quelques sortes liés au climat arrosé et à la nature géologique du substrat, un fait présent sur place.

Concernant les glissements de terrains, la partie occidentale du Burundi constitue une preuve tangible de la vulnérabilité du pays face aux phénomènes naturels. A l'Université, les professeurs nous en ont parlé et, à l'occasion des sorties ou voyages d'étude, nous les ont montrés et expliqués. De plus en plus, nous avons pris conscience du phénomène qui devient ces derniers jours le sujet d'actualité et d'une ampleur montante. Pour s'en rendre compte, il suffit de parcourir les Mirwa cernant la plaine dans laquelle loge la capitale du Burundi. C'est ainsi qu'à l'occasion des travaux de terrain pour ***l'inventaire et la cartographie des mouvements gravitaires***, menés conjointement par le club GeoRisCA de l'Université du Burundi et le Musée Royal pour l'Afrique Centrale, nous avons accueilli, non sans avec intérêt, la proposition qui nous était faite par notre directeur de mémoire d'y participer et d'y extraire notre travail de fin d'études universitaires. Nous avons alors dû choisir un sujet se rapportant aux glissements, devant être traité sous l'angle géographique. En effet, la Géographie décrit la planète Terre et met au centre de son intérêt l'homme qui l'habite, et qui est toujours en interaction avec la nature. Maintenant que la nature doit nous intéresser par les glissements de terrains, nous avons jugé meilleur de choisir pour notre travail de mémoire le sujet suivant :

« GLISSEMENTS DE TERRAIN DANS LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE GIKOMA : DES PROCESSUS AUX EFFETS. »

2. Intérêt du sujet

Depuis que l'homme est apparu sur Terre, il a commencé à la mettre en valeur à son gré. Au fur du temps, il a mis en place progressivement des formes plus ou moins améliorées d'exploitation de cette ressource à sa disposition qu'est la terre. Cependant, des phénomènes naturels, tels que les tremblements de terre, le volcanisme, les vents violents, les pluies torrentielles, les glissements de terrain, ..., se produisant indépendamment de sa volonté, lui contrecarrent souvent ses actions et même le menacent, la mort n'étant pas exclue.

Dans les escarpements des Mirwa, dans lesquels prend partie le B.V. de Gikoma, il est surtout le cas des glissements de terrain, bien que d'autres mouvements naturels n'y manquent pas. On dort la nuit, et le matin on trouve le flanc de la montagne en dessous de sa demeure écroulé. On se rend en ville le matin, et l'on est surpris de trouver le soir que, avec un glissement, la pluie qui s'est abattu sur les montagnes l'après-midi a emporté une partie ou toute sa cabane de cuisine.

Dans bien de cas, les paysans, sans chercher ni causes ni explications, acceptent cela comme si c'était leur destinée et des fois attribuent tous ces faits aux esprits malfaisants ou à des féticheurs. Mais, faut-il croire à cela, ou chercher des explications scientifiques ?
C'est à cette question que veut répondre notre travail. Nous essayerons d'expliquer le phénomène de glissement de terrain et analyserons ses impacts dans notre zone d'étude.

3. Hypothèses

- Le B.V. de la Gikoma s'inscrit pour une grande partie dans le cadre général des contre-forts des Mirwa, un des 5 principales régions naturelles du Burundi qui trouve son origine dans la tectonique du Tertiaire qui a haché la partie orientale de l'Afrique, faisant d'elle la région des rifts
- Taillés dans des roches facilement altérables sous le climat de la région, les Mirwa ont été dès lors le théâtre de transformations diverses, allant du simple ravinement à la formation de grandes vallées à pentes raides
- Les morphologies qui ont résulté de ces transformations ont réalisé un drainage et une hydrologie particuliers
- Mêlés au climat qui n'est pas du tout défavorable, tous ces éléments (morphologie, géologie, hydrologie) ont fait par la suite de la région des contre-forts la région des glissements
- La nature, n'ayant pas prévu une végétation pouvant les freiner, et l'homme du B.V. de la Gikoma ne pouvant rien faire pour la prévention, encore moins pour la lutte, à la limite de ses moyens, nous assistons à la vulnérabilité de plus en plus accrue vis-à-vis du phénomène

4. Démarche poursuivie

Les phénomènes naturels dans l'ensemble desquels s'inscrivent les glissements de terrain se passent souvent sans l'intervention de l'homme. Ainsi, vouloir les saisir suppose la maîtrise du milieu physique auquel on s'intéresse. De là, nous nous sommes proposés d'étudier en premier lieu le contexte physique dans lequel se déclenche les glissements de terrain dans le B.V. de la rivière Gikoma. Loin d'être exhaustif, nous avons passé en revue la géomorphologie, la géologie, le climat et la végétation, ainsi que l'hydrologie de la zone concernée.

Étant sûr que l'occupation humaine peut aggraver quelques fois les processus de dégradation physique du milieu, nous avons songé au contexte humain. Là aussi, sans jamais prétendre parler tout sur l'homme du B.V. de la Gikoma, nous avons pris en considération quelques points qui devaient nous mener au vif du sujet. A ce propos, nous avons estimé que la connaissance de l'évolution de la population, sa composition par âge et par sexe, sa composition socio- professionnelle, les activités économiques, l'habitat, les infrastructures, ..., pouvait contribuer à l'affinement de ce travail.

Après la présentation générale de la zone d'étude, il nous fallait passer au but du sujet : les glissements de terrain dans le B.V. de la Gikoma. Sur cet aspect, nous avons commencé par une description préliminaire du phénomène " glissement de terrain " afin d'être imprégné des éléments importants pouvant nous conduire à une analyse approfondie des glissements de terrain et aux bons résultats.

Après avoir saisi les glissements de terrains dans la B.V. de la Gikoma, dans leurs mécanismes et dans leurs manifestations, nous avons passé à l'évaluation de l'impact de ces glissements qui interfèrent avec l'homme qui aménage pour sa survie.
Atteindre de tels résultats supposait disposer d'une gamme de données ainsi que de la maîtrise du terrain sur lequel nous travaillions. Nous avons profité des travaux de terrain pour le compte de GeoRisCA pour la maîtrise du terrain, l'observation et l'analyse de la nature des glissements de terrain de la zone d'étude. Aussi, nous avons dû organiser des visites personnelles pour l'enquête qui devait nous fournir des informations supplémentaires (surtout pour le cadre humain) ainsi que pour les prises de vue.

D'autres informations ne pouvaient pas s'observer nulle part sur terrain. Nous nous sommes alors appuyés sur la littérature existante et sur d'autres documents (cartes topographiques, carte géologique, ...) qui pouvaient nous informer sur la zone de travail. En outre, nous nous sommes rendus dans les organismes spécialisés pour la collecte des données à l'IGEBU, à l'ISABU et au BCR.

5. Difficultés rencontrées

La plupart des difficultés éprouvées se trouvent exprimées dans les paragraphes introductifs au fil et à mesure de l'évolution de notre travail. Il s'agit notamment du problème qu'il y a si l'on veut utiliser des données de recensement, collectées suivant les subdivisions administratives, pour une zone qui n'obéit pas aux limites administratives comme un bassin versant. L'autre difficulté était liée à la population même de la zone de travail : les gens ont caché ce qu'ils savaient sur les glissements, pour des motifs plus ou moins décelables ; nous l'avons tenté dans ce travail. En outre, le personnel de l'IGEBU ne nous a pas été favorable pour des données météorologiques, en affirmant que les relevés météorologiques à Rushubi sont les même qu'à la station de Bujumbura-Aéroport.

A côté de ces difficultés qui se trouvent d'une manière ou d'une autre exprimées dans le travail, d'autres difficultés doivent être mentionnées pour n'être pas apparues nulle part, alors qu'elles ont failli entraver notre travail ou l'ont rendu de longue haleine. Il s'agit principalement de la topographie accidentée. En effet, au moment où nous devions nous approcher des zones de glissements pour prendre des points au GPS, il était à risque de descendre sur les pentes avoisinant 70%. En outre, les rares arbustes qu'on trouvait le long de la Gikoma étaient à épineux, et nous nous retrouvions souvent avec nos chaussettes percées. Les herbes à piquants appelées en kirundi *« urwaga »* faisaient mal sous le soleil de midi du mois de mai qui annonce la saison sèche.

Malgré les contraintes liées au milieu, nous avons pu mener notre travail jusqu'au bout, avec le principe un peu amusant suivant :

« Un géographe est un homme de terrain, avec un chapeau sur la tête ; il parcourt plaines et monts, vallées et collines, à la recherche des causes de la morphologie des paysages et de l'occupation de l'espace. »

Ainsi, les travaux de terrain terminés, nous avons commencé la rédaction de notre travail tout en essayant de trouver des solutions pour diverses difficultés qui se posaient lors de la rédaction et du traitement de données

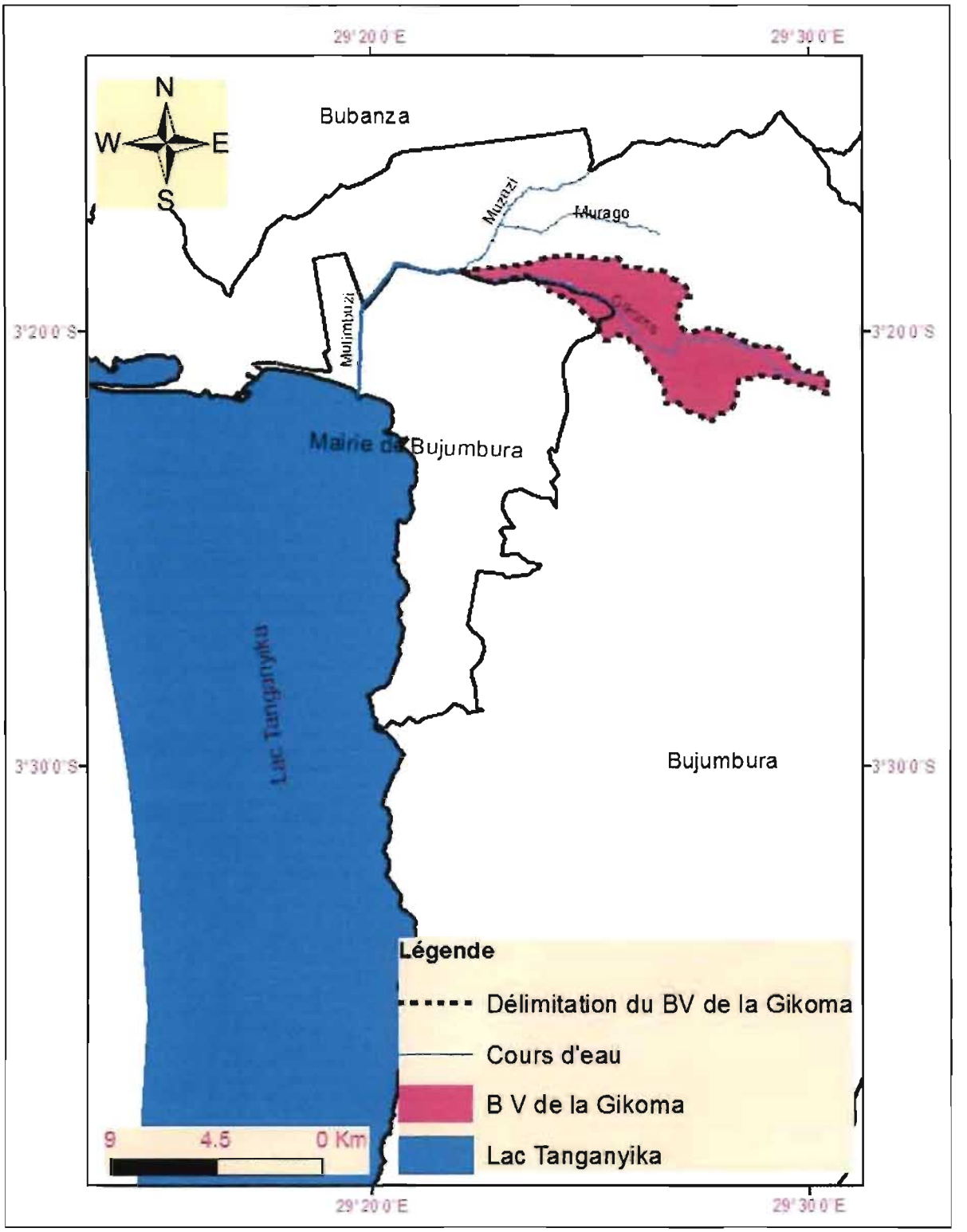
6. Zone de travail

La définition de la zone de travail a été délicate. En effet, la zone de parcourt pour l'inventaire des mouvements gravitaires était la partie occidentale du B.V. de la Gikoma, limitée à l'Est par la RN1. Étant donné que les glissements se déclenchent dans les milieux accidentés, la zone de travail devait s'arrêter à moins d'un km à l'Ouest, aux environs de la courbe 900 m d'altitude (Figure 3).

Cependant, vu que les glissements de terrains se déclenchent dans un contexte physique qui ne saurait être saisi pour un espace si moins étendu, il a fallu étendre la zone de travail sur tout le B.V. afin de comprendre ledit contexte. Ainsi, les traits physiques ont été décrits dans le contexte général du B.V. de la Gikoma. Quant au cadre humain. certaines informations (densités, évolution) ont été étudiées pour l'ensemble du B.V., mais l'enquête a été portée à la zone concernée par les glissements dans la partie occidentale ; ceci pour éviter la récolte des informations qui ne seront pas utilisées.

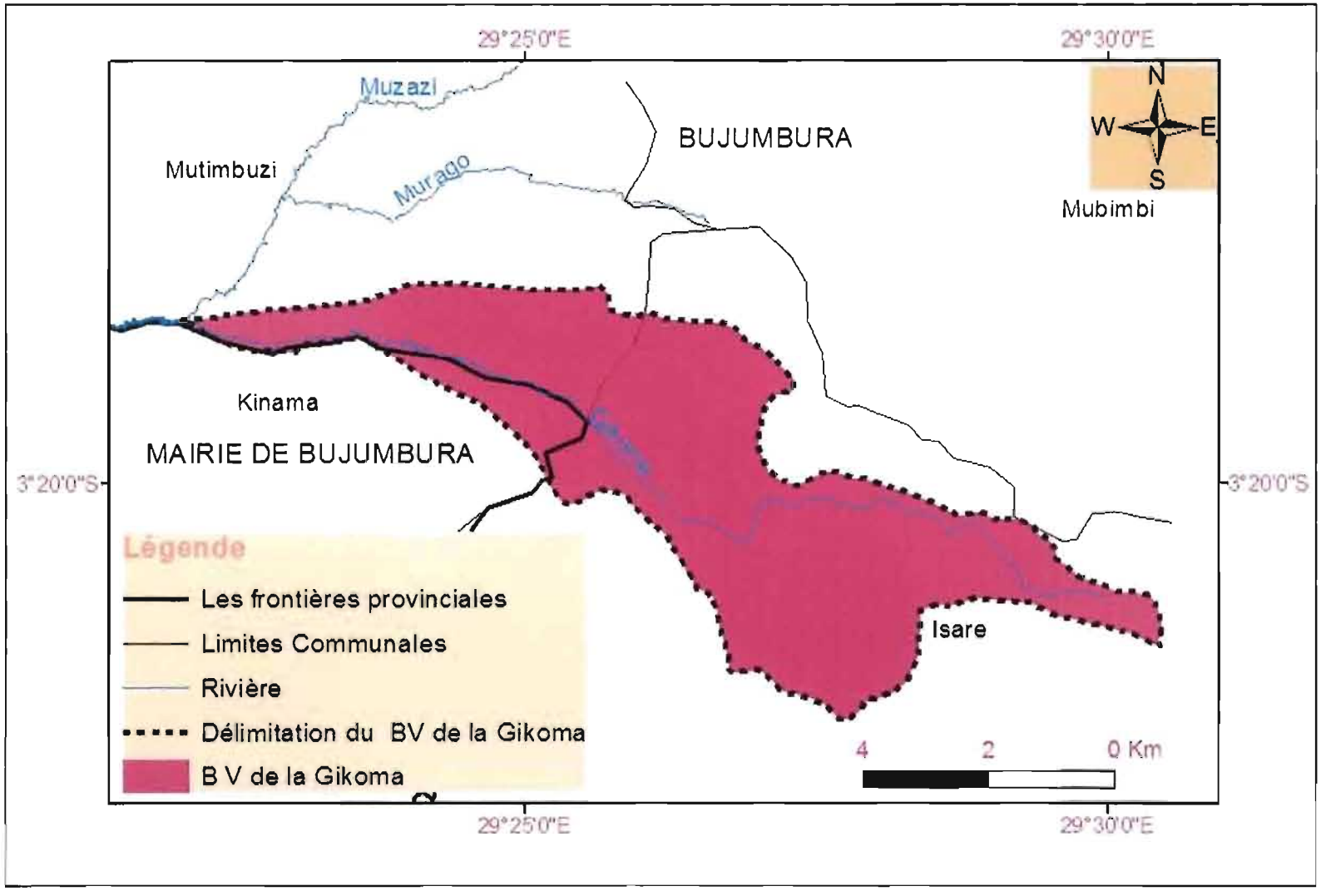
En bref, la zone de travail est le B.V. de la Gikoma, située à l'Ouest du Burundi dans le B.V. de la Mutimbuzi. Il est par conséquent la partie du B.V. du lac Tanganyika, et partant du fleuve Congo par le biais du lac Tanganyika.

Figure 1 : B.V. de la Gikoma dans la région de Bujumbura



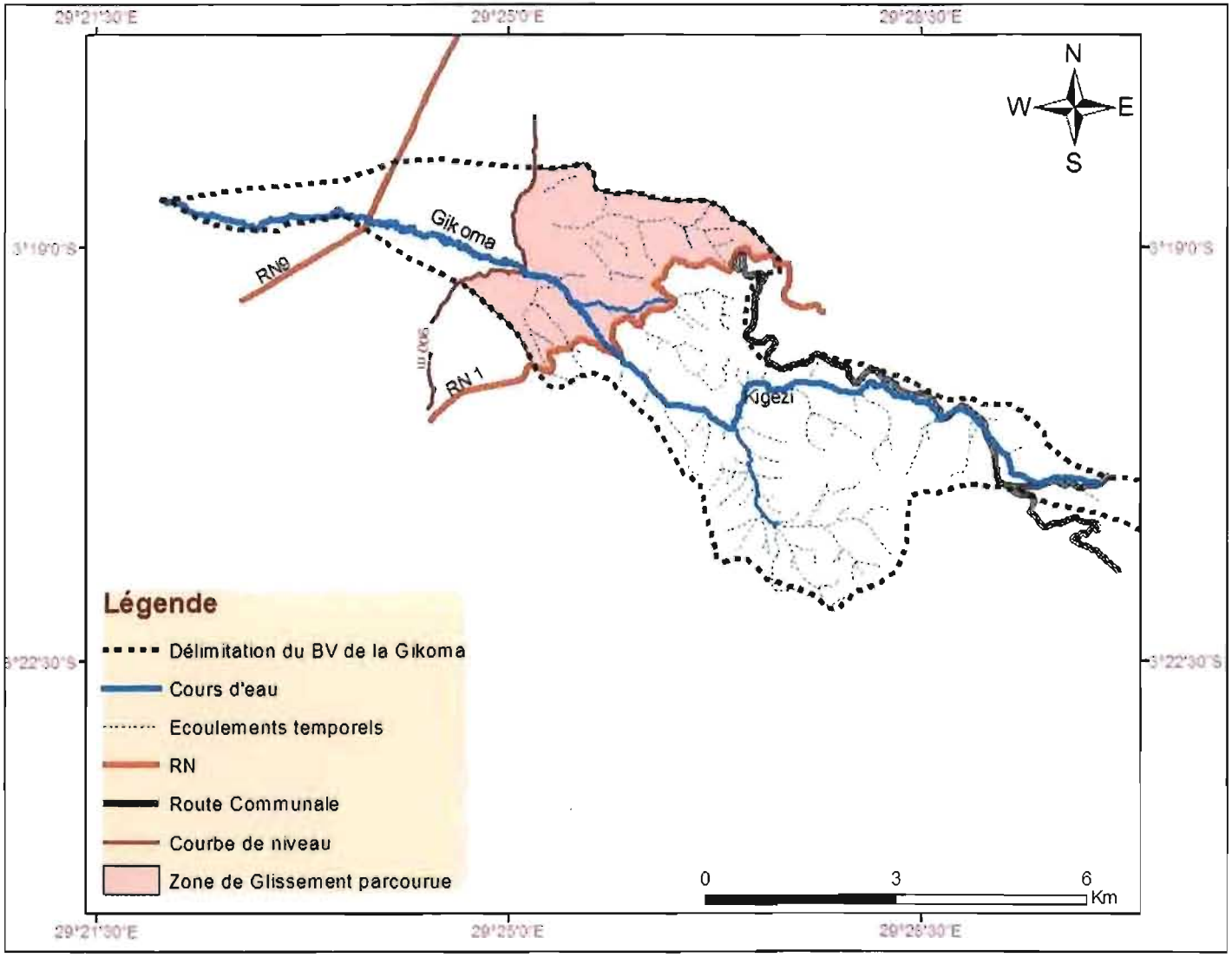
Source : Auteur, à partir de la carte topographique, feuilles Bujumbura et Muramvya

Figure 2 : Localisation et extension du B.V. de la Gikoma



Source : A partir de la carte topographique, feuilles Bujumbura et Muramvya

Figure 3 : Zone de travail



Source : auteur, à partir de la carte topographique, feuilles Bujumbura et Muramvya

I[ère] Partie : PRÉSENTATION DU BASSIN VERSANT DE LA GIKOMA

CHAPITRE I. CADRE PHYSIQUE

Les glissements de terrain font parties des phénomènes naturels qui se produisent sans une influente intervention humaine, bien que leurs retombées lui soient nuisibles. Maintenant que nous voulons les saisir dans leur processus d'occurrence, il convient pour nous de faire une description physique de la zone concernée.

I.1. Géomorphologie

Définie comme étant *une partie de la géographie physique qui a pour objet la description et l'explication du relief terrestre actuel, permises par l'étude de son évolution*[1] ou *le relief lui-même*[2], la « Géomorphologie », par ce point se veut descriptif et explicatif des reliefs que nous rencontrons dans le B.V. de la Gikoma et sur lesquels s'opèrent ces desquamations (détachements des couches rocheuses de la surface) de la terre que sont les glissements.

Il ne s'agit pas de dérouler tout ce que la science géomorphologique nous propose pour son étude, mais d'un essai d'analyse pour la compréhension des formes du relief actuel sur lequel se produisent les glissements de terrains dans le B.V. de la Gikoma.
Nous tenons passer en revue la genèse et l'évolution qui ont donné le relief du B.V. de la Gikoma, avant d'en faire une description en quelques points jugés pertinents pour le sujet.

I.1.1. Genèse et évolution du relief

I.1.1.1. Genèse

Partagé entre la plaine de l'Imbo et les contre-forts des Mirwa, le B.V. de la Gikoma a vu commencer la mise en place de ses formes actuels du relief depuis l'orogenèse kibarienne datée de 1,3 à 1,1 milliards d'années comme l'ont écrit BIDOU J.E. et alii :
« Les failles qui ont donné naissance au bassin du lac Tanganyika correspondent à de vieux accidents. Ils existaient déjà dans la chaine kibarienne et ont probablement rejoué à maintes reprises, sans doute même au début du Secondaire. »[3]

---

[1] LUCAS G., MOREAU C., LABOURAIT C. (dir. généraux). *Petit Larousse illustré. Dictionnaire encyclopédique pour tous. Librairie Larousse*. Paris-VI[e] (revue et corrigée). 1984. p454
[2] Bernard CERQUIGLINI, Jean-Michel OLLÉ (dir.). *Dictionnaire Universel*. Hachette/Edicef. V[e] (revue, corrigée et mise à jour). 2008. p551
[3] BIDOU (J.-E.) et alii, *Géographie du Burundi*, Hatier. 1991, p62

Cependant, c'est au Mio-Pliocène que les mouvements tectoniques se sont amplifiés et ont atteint leur paroxysme. C'est à ce moment que le socle s'est effondré, se mettant en place le fossé qu'occupera le lac Tanganyika plus tard. Tandis que la surface fondamentale était soulevée par les failles, le bloc affaissé s'était enfoncé pour faire avec cette dernière une dénivellation de 5 000 m.

Ainsi venait d'être mis en place le substrat (escarpement de faille originel) à partir duquel se développeront les reliefs actuels de la crête Congo-Nil, des contre-forts et de la plaine de l'Imbo, dans une évolution longue et complexe.

I.1.1.2. Evolution du relief

Après l'effondrement et le soulèvement, le fossé d'effondrement fut occupé par un lac (le lac Tanganyika). Postérieurement, dans une évolution longue et complexe, le fossé fut comblé de sédiments pour donner place à la plaine comme le précisent BIDOU J.-E. et alii : *« La plaine de l'Imbo correspond à une partie du fossé du lac Tanganyika autrefois sous les eaux.*[4]*»*

L'essentiel du comblement est constitué de sédiments lacustres accumulés au fur du temps dans une succession de transgressions et de régressions du lac. Mais il ne faut pas oublier le rôle des dépôts fluviatiles, ces formations de piémont qui surmontent la plaine. Ce sont des cônes de déjection qu'a édifiés le réseau hydrographique au sortir des Mirwa.

Alors que le bloc affaissé se retrouvait remblayé par les sédiments et les dépôts fluviatiles, le rejet de faille duquel résultent les Mirwa subissait aussi cette évolution complexe. La tectonique ayant fragilisé la zone, les variations climatiques du Quaternaire ainsi que les manifestations hydrographiques subséquentes ont assuré le rôle primordial.

En effet, durant le Quaternaire, des climats secs et frais, et des climats plus chauds et surtout plus humides se sont succédés. Ils ont laissé des traces témoignant de leur passage. Les climats secs ont été manifestement érosifs, avec de fréquents torrents qui ont édifié de puissants cônes de déjection. Les phases plus arides ont été caractérisées par des processus d'érosion semblables à ceux qui se trouvent à l'heure actuelle sur les franges des déserts, et ont élaboré des glacis sur les altérites ou les accumulations détritiques. Les phases humides

[4] Idem, p64

quant à elles ont été celles d'une l'altération chimique des roches ainsi qu'une puissante pédogenèse.

Ainsi, le fossé du lac remblayé et l'escarpement de faille originel raboté au fur du temps, il était né des formes assez proches du relief actuel que l'on a sur l'ensemble du territoire dont la phase décisive de formation est la tectonique du Tertiaire.

I .1.2. Reliefs actuels

Après avoir maîtrisé les évolutions anciennes, il est alors aisé de décrire les formes du relief actuel, toujours en mutations et dans un dynamisme qui les entraine au glissement. La description se veut alors préparatoire à la compréhension des mécanismes de glissement de terrain ultérieurement.

S'étendant sur la plaine de l'Imbo et les Mirwa, le B.V. de la Gikoma comprend deux grandes unités topographiques auxquelles s'ajoute le relief de piémont qui en fait contact. Il s'agit d'une partie des escarpements des Mirwa et d'une partie de la vaste plaine de la Rusizi.

1.1.2.1. Escarpements des Mirwa

Comme le terme "escarpement" l'indique, c'est la partie du B.V. de la Gikoma la plus accidentée. Les pentes y sont raides avec des versants abrupts et des vallées très encaissées.

En effet, ceci est d'autant plus vrai quand on sait que ces escarpements correspondent au rejet de faille de la partie orientale du fossé du lac Tanganyika. Sous un climat agressif, le rejet de faille, ayant été fragilisé par de failles secondaires transversales (la faille principale s'étend, de manière discontinue, du lac Malawi à la mer Rouge dans le système du rift de l'Afrique orientale) a été entaillé par l'érosion. Il en est résulté la mise en place des profondes vallées et les pentes raides dans les matériaux tendres, au moment où les roches résistantes formaient les croupes arrondis qui parsèment les Mirwa.

On citera ici le cas de Bona qui s'élève en deux points à 2046 m et 2049 m d'altitude entre les collines de Caranka, Kwigere et Rushubi, constituant la faîtière dudit B.V. Les autres croupes parsèment le B.V., mais sont de faibles dimensions.

I.1.2.2. Plaine

Dans le B.V. de la Gikoma, la plaine correspond à une partie de la vaste plaine de la Rusizi à Carama, Maramvya, Gasenyi et Tenga. A la différence des Mirwa, les pentes y sont très faibles. Elles sont comprises entre 795 m à la confluence de la Gikoma avec la Muzazi et 900 m d'altitude au pied des Mirwa.

I.1.2.3. Relief des piémonts

Il apparaît comme le prolongement et/ou l'atténuation de la pente des Mirwa avant leur retombée sur la plaine de l'Imbo. Mais en réalité, " ..., *le piémont, en glacis, correspond à une coalescence de cônes de déjections déposés par des torrents venant des Mirwa, aplanis postérieurement, réentaillés par les rivières en vallées et aux versants abrupts*"[5].

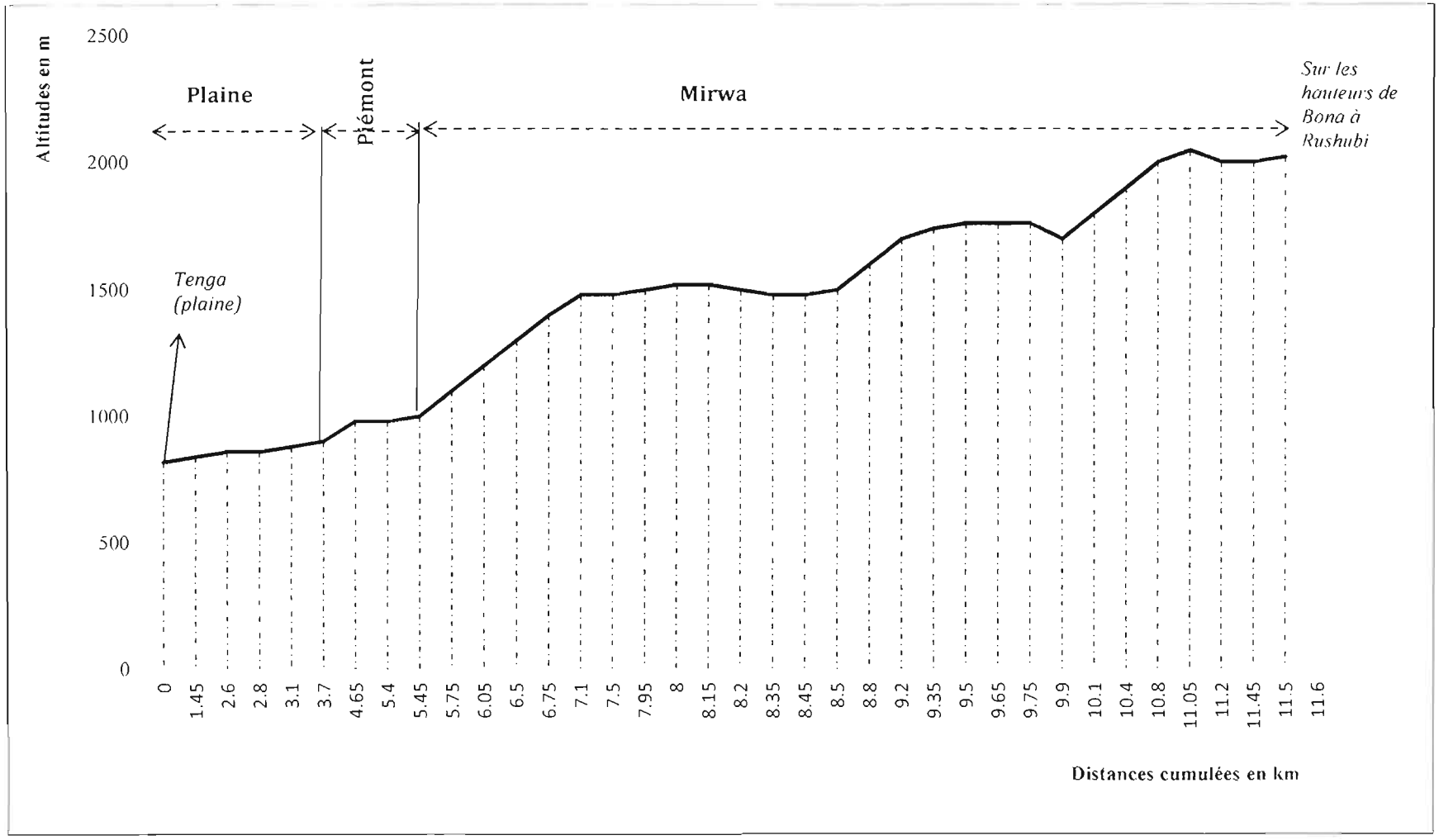
Dans le B.V. qui nous concerne, le relief de piémont est remarquable à Kwigere, Karunga et Benga dans les localités de Buhayira, Mbirira et Muberure. L'altitude est comprise entre 900 m et les environs de 1000 m, à partir desquels les pentes se redressent brusquement sur les contre-forts.

En résumé, la géomorphologie du B.V. de la Gikoma est essentiellement d'origine tectonique. Les bouleversements tectoniques, qui ont atteint leur paroxysme au Tertiaire ainsi que les variations climatiques du Quaternaire se sont relayés pour donner à la zone d'étude un relief escarpé au-dessus d'une plaine par l'intermédiaire des piémonts.

Le profil topographique suivant nous laisse voir les trois formes du relief :

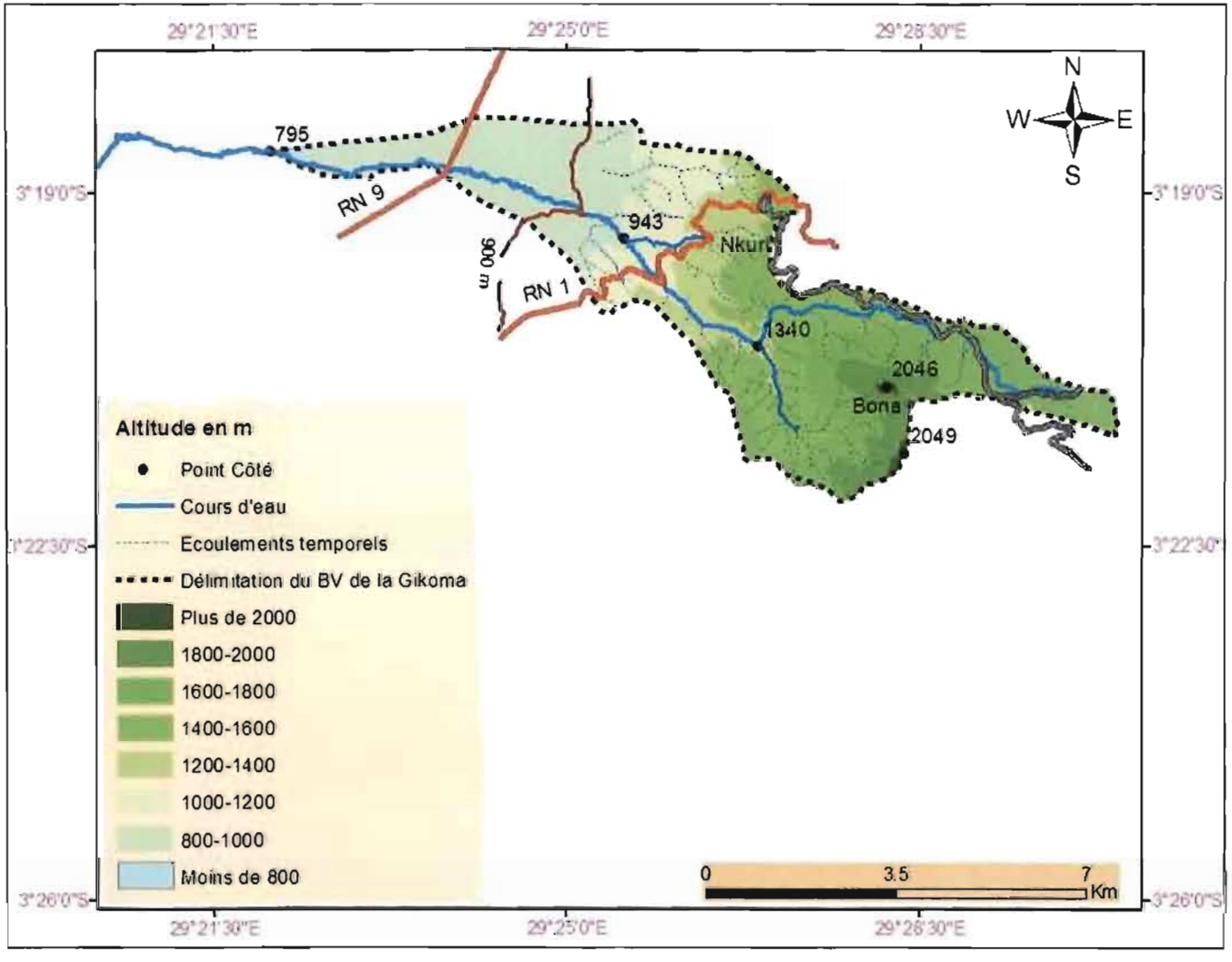
[5] CASENAVE-PIARROT F., *Morphologie et Structure*, in Atlas du Burundi, planche 4, Bordeaux, 1979, 30 planches

Figure 4 : Profil topographique du B.V. de la Gikoma de la confluence avec Muzazi à Rushubi



Source : Auteur, à partir de la carte topographique du Burundi, feuilles Bujumbura et Muramvya

Figure 5 : Carte hypsométrique du B.V. de la Gikoma



Source : Auteur, à partir de la carte topographique, feuilles Bujumbura et Muramvya

I.2. Géologie et lithologie

Toujours avec le même esprit de comprendre le terrain sur lequel se déclenchent les glissements dans le B.V. de la Gikoma, il est important de passer en revue la géologie et la lithologie de la zone d'étude. Ce point est manifestement notre intérêt à donner et expliquer, dans leur nature pétrographique, les terrains sur lesquels se produisent les glissements du B.V. de la Gikoma.

En effet, la carte géologique du Burundi[6] montre l'amont du B.V. de la Gikoma construit dans les terrains du Protérozoïque Moyen (Précambrien). Ce sont des ensembles sédimentaires généralement peu conservés parmi les ensembles métamorphiques et les nombreuses intrusions granitiques et basiques (Figure 6). Il s'agit :

- De la **Formation de Rushubi-Muyebe**

  Elle est constituée essentiellement de sédiments pélitiques de couleur verte, grise et localement noire (graphiteuse) ; des phyllites, et par endroit, des micaschistes à chloritoïde, grenat, staurotide et biotite sont observés. La texture est parfois amygdaloïdale.

  Dans le B.V. de la Gikoma, il apparait sur la colline de Rushubi et se prolonge sur les collines de Bibare et Rutegama.

- De la **Formation de Rugazi**

  Elle est constituée de quartzites avec minces intercalations de phyllites et micaschistes riches en quartz. En général, la granulométrie est de grains fins à moyens, avec une nette stratification et une texture foliée, et cataclase suivant le litage.

  Le quartz, la muscovite et localement le grenat et la biotite sont des constituants principaux, tandis que le kaolin « interstitiel » est attribué à l'altération des feldspaths.

  Dans le B.V., il se localise sur les collines de Karunga et Rushubi, orientée selon la direction Nord-Ouest – Sud-Est.

---

[6] République du Burundi. Ministère de l'énergie et des mines. Carte géologique du Burundi. Feuille Bujumbura. S4/29 N.W. Institut Géographie National de Belgique. 1989

- Du **complexe de Buhonga**

  Il s'agit d'un ensemble d'origine sédimentaire préservé épisodiquement et de manière variable du magmatisme granitique. En général, il est altéré et ne se distingue de son encaissant plus magmatique que par un fin litage ou rubanement (plus phyllithe et plus quartzitique) d'origine sédimentaire (ou/et tectono-métamorphique). Les quartzites qui représentent pratiquement la totalité du complexe (alors identifiable comme métasédiment) ont des caractéristiques semblables à ceux de la formation de Rugazi. On trouve aussi des amphibolites souvent concordantes à la structure.

  Cette formation semble prendre en écharpe l'amont du B.V. de Benga à Kwigere, passant par Karunga. Seuls les granites s'y mêlent sur les hauteurs de Bona à Kwigere.

A côté de ces formations précambriennes des **granites intrusifs**, de la famille des granitoïdes de la Mugere, s'étendent sur les collines de Karunga et Kwigere. Il s'agit des granites à texture orientée d'origine magmatique concordante à la structure dominante d'origine tectonique (granite syncinématique). On observe aussi les feldspaths (phénocristaux et clastes), le quartz, la biotite et la muscovite, et parfois le grenat. Des enclaves très fréquentes de métasédiments (souvent peu contrastants avec la partie magmatique), de nombreux corps de gabbros amphibolitiques foliés parallèlement aux séquences granitiques et de niveaux concordants de trondjhémites sont remarquables dans cette formation.

Durant tous les jours de terrain à Buhayira, Mbirira et Muberure respectivement sur les collines de Kwigere, Karunga et Benga nous avons constaté que toutes ces composantes rocheuses citées dans ces différentes formations étaient présentes. Dominantes y sont essentiellement des composantes gneissiques et granito-gneissiques, avec des entremêlements de quartzites, des intrusions pegmatitiques et des micas blancs éparpillés qui se laissent observés.

Dans la plaine, il s'agit des cônes alluviaux et des formations fluvio-lacustres du Pléistocène ainsi que des alluvions et basses terrasses de l'Holocène étendus à Gasenyi, Rubirizi et Tenga.

Selon LAMBEAUX J.-C.[7], elles peuvent atteindre 1 500 à 2 000 m d'épaisseur. L'histoire de leur mise en place date des premiers effondrements et est enrichie par les retraits et gonflements du lac qui occupa le fossé, le lac Tanganyika.

I.3. Climat

Nous avons déjà vu le rôle qu'ont joué les paléoclimats dans le façonnement évolutif des paysages de l'Ouest du Burundi en général, et partant du B.V. de la Gikoma jusqu'alors. Maintenant que les reliefs se retrouvent dans une dynamique dans lequel s'inscrivent les glissements, il importe pour ce travail d'étudier cette composante du milieu naturel qu'est le climat.

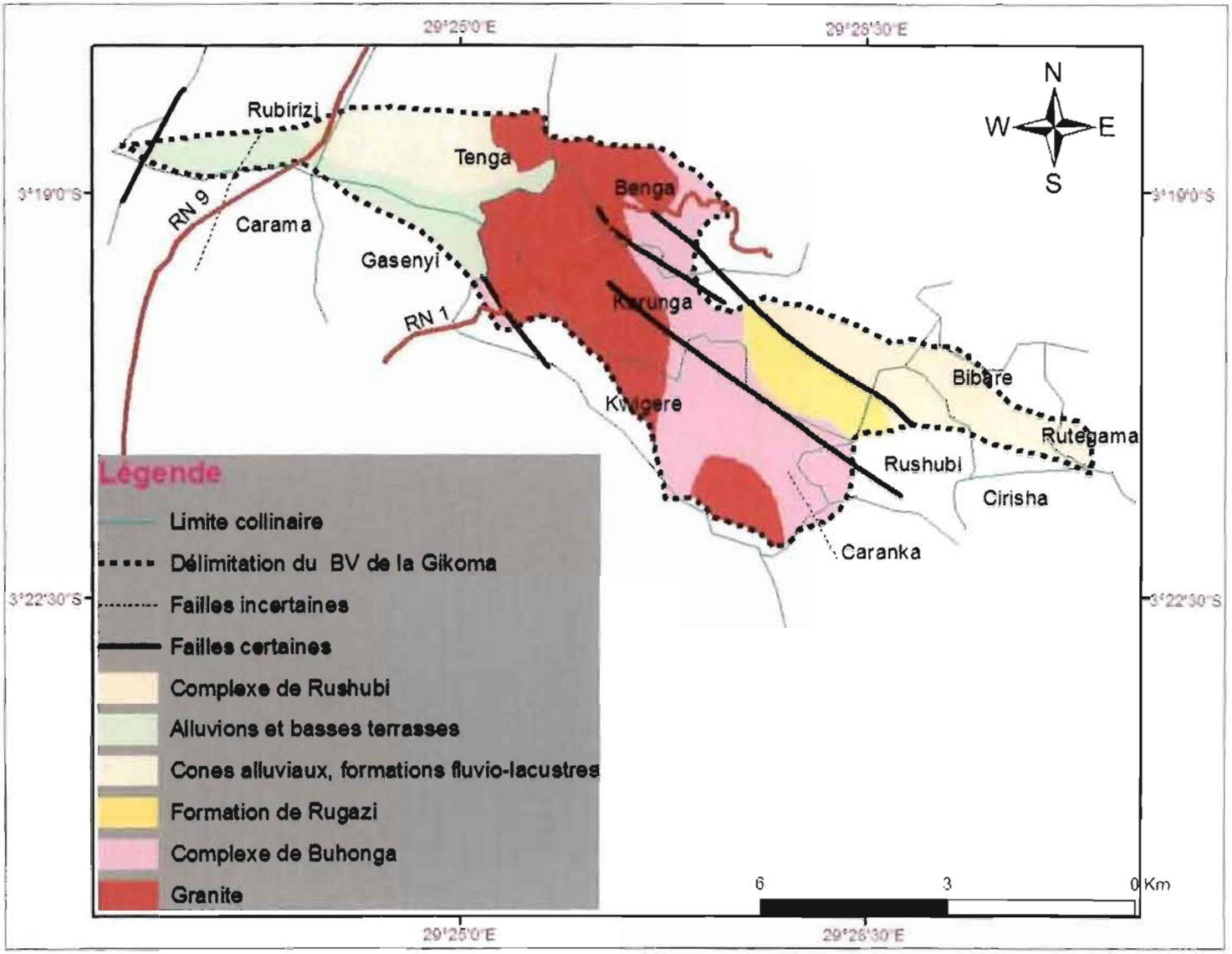
En effet, le climat est l'ensemble des manifestations atmosphériques dans leur succession habituelle. Il se caractérise par plusieurs éléments (précipitations, températures, pressions, vents, ...) ; mais nous nous limitons pour ce cas sur les deux premiers éléments. La connaissance de ces éléments nécessite un enregistrement permanent de relevés pour de longues périodes ; cet enregistrement se faisant dans la plupart des cas par des organismes spécialisés.

C'est dans cette optique que nous nous sommes rendus à l'IGEBU pour collecter des données météorologiques pouvant nous éclairer sur le climat dans le B.V. de Gikoma. Le dit B.V. étant compris entre deux régions naturelles distinctes, la plaine de la Rusizi et les Mirwa, nous comptions trouver des données pouvant nous mener à deux types de climats différents. Cependant, la réalité a été tout autre à l'IGEBU : le personnel du service de la météorologie nous a informé que la station de Rushubi en commune a dû être supprimée, l'expérience ayant montré que cette partie du B.V. de Gikoma n'avait rien de différent par rapport à la station de Bujumbura du point de vue des précipitations, les seules données que la dite station enregistrait.

---

[7] Jean-Claude LAMBEAUX. *Lithologie et Géologie*. in Atlas du Burundi, planche 3, Bordeaux, 1979. 30 planches

Figure 6 : Géologie du B.V. de la Gikoma



Les arguments nous ont parus peu convaincants pour les raisons suivantes : entre 1986 et 1997, les Pmm moyennes annuelles ont été de 1571 mm à la station de Rushubi, alors qu'à la station de Bujumbura, elles étaient de 723 mm ; les maxima avaient été de 1823 mm et 1108 mm et les minima de 1367 mm et 272 mm respectivement à Rushubi et à Bujumbura. Les différences sont si énormes pour pouvoir se confondre. D'ailleurs, tous les auteurs s'accordent à définir les Mirwa et la plaine en deux zones éco-climatiques différentes.

Ainsi, nous nous sommes contentés des données trouvées sur la station de Bujumbura-Aéroport, mais aussi de celles trouvées sur la période de 1986 à 1997 pour la station de Rushubi.

Par les précipitations et températures, nous décrivons le climat.

Tableau 1 : Précipitations et températures moyennes à la station Bujumbura-Aéroport (1980 à 2013)

Longitude : 29°52´13" ; Latitude : 03°05´01" ; Altitude : 783 m

Mois	J	F	M	A	M	J	J'	A	S	O	N	D	Total
Pmm	96,9	93,6	107,5	104,7	59,1	18,3	2,8	9,5	31,5	62,5	87,4	109,6	780,2
T°C	24,8	25,0	24,2	24,7	24,5	23,5	23,0	23,6	24,8	25 ,1	24,6	24,7	24,4

Source : Auteur, à partir des données météorologiques de l'IGEBU

Figure 7 : Diagramme ombrothermique à la station de Bujumbura-Aéroport

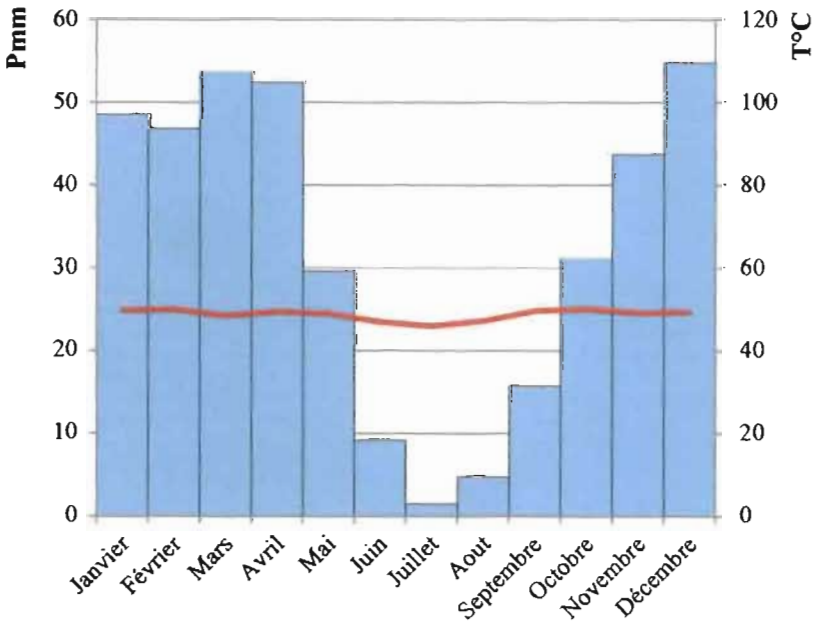
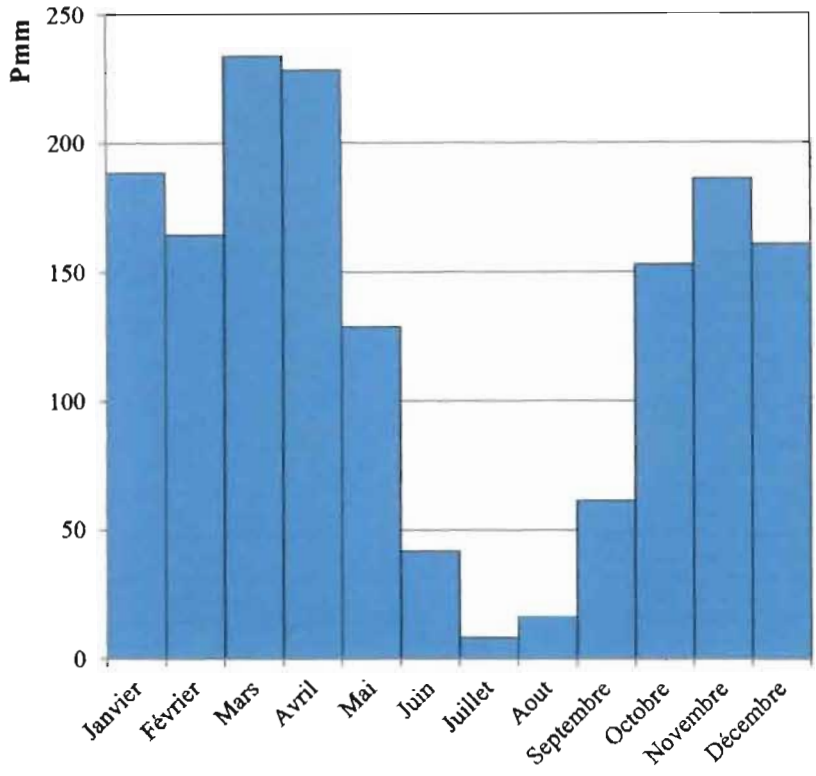


Tableau 2 : Précipitations moyennes à la station de Rushubi (1986-1997)

Mois	J	F	M	A	M	J	J'	A	S	O	N	D	Total
Pmm	188,5	164,6	233,7	228,0	128,6	41,9	8,2	16,5	61,6	153,1	186,1	160,7	1571,3

Source : Auteur, à partir des données météorologiques de l'IGEBU

Figure 8 : Diagramme pluviométrique à Rushubi



Dans tous les cas, il faut toujours croire en un climat à deux saisons : la saison des pluies et la saison sèche (Figure 7 et 8). La saison sèche commence au mois de Juin pour se terminer au mois de Septembre quand s'annonce la saison des pluies. Ceci est d'autant plus vrai quand on sait que le Burundi est compris dans la zone intertropicale où le climat est déterminé par le balancement saisonnier de la convergence entre les deux tropiques.

En effet, situé tout près de l'Équateur (entre 2°20' et 4°27') dans la zone intertropicale, le Burundi connait le passage de la CIT deux fois chaque année. Déterminé par le mouvement apparent du soleil, ce passage de la CIT au Burundi a lieu aux mois d'Octobre à Décembre et de Février à Mai.

Le mouvement apparent du soleil est cette impression que l'on peut avoir que le soleil effectue le balancement saisonnier entre les tropiques des deux hémisphères, en conséquence du mouvement de révolution que la terre effectue autour du Soleil.

Dans ce balancement saisonnier du soleil, les rayons solaires tombent perpendiculairement de façon progressive sur chacune des points compris entre les tropiques. En cet endroit où les rayons solaires font l'angle droit avec la verticale et dans les milieux environnant s'installent les basses pressions et y a lieu la convergence frontale qui a été suivie d'une ascendance forcée de l'air, souvent génératrice d'une masse nuageuse importante, donc de pluies. En fait, sous l'effet de la température, l'air devient léger et attire les Alizés émis depuis les centres d'émission (hautes pressions) tropicaux.

Au Solstice d'Été de l'Hémisphère Sud (le 21 Décembre), le soleil passe au zénith du Tropique du Capricorne : la CIT s'y est installé et le Burundi connait une période de calme pluviométrique suite à l'éloignement de celle-ci. Après le 21 Décembre, le soleil entame sa course vers le Nord. Il sera sensible aux latitudes du Burundi vers Février et son influence finira au mois de Mai. C'est durant ce moment qu'a lieu l'Équinoxe d'Automne le 21 Mars. Le 21 Juin, le soleil a atteint le Tropique du Cancer. L'Hémisphère Sud connait alors l'Hiver. A ce moment le Burundi, situé aux latitudes subéquatoriales, endure avec la saison sèche.
Après le 21 Juin, le soleil quitte le Tropique du Cancer vers l'Hémisphère Sud. Il passera au zénith à l'Équateur le 21 Septembre avant de continuer sa course vers le Tropique du Capricorne et recommencer le cycle. C'est depuis ce Septembre que s'annonce la saison des pluies au Burundi qui bât son plein jusque vers le mois de Décembre lorsque le soleil se sera éloigné pour atteindre le Tropique Sud.

Situé entre les tropiques, le Burundi ignore la saison de froid intense comme l'Hiver des pays tempérés, ou le gel des régions polaires. En fait, le soleil n'est jamais vu à l'horizon comme à Stockholm et il n y a pas de période obscure comme l'Hiver de Groenland. A midi, le soleil est toujours au-dessus de la zone intertropicale ; les températures y restent élevées et c'est pour cela que la zone intertropicale est dite « chaude ».
Ainsi se trouve déterminé le climat du Burundi, et partant du B.V. de la Gikoma, dans le contexte de circulation atmosphérique générale de la zone intertropicale.

Cependant, le climat au Burundi n'est pas le fruit du seul fait de balancement de la CIT. Les facteurs locaux, dans de cadres plus restreints que l'appartenance dans la zone chaude, entrent en jeu. On citera ici l'appartenance du Burundi dans l'ensemble des hautes terres d'Afrique orientale où l'altitude provoque les mêmes effets que la latitude, la situation à l'abri des alizés humides de l'Océan Indien des Mirwa et de la plaine de l'Imbo ainsi que la situation de cette dernière dans le fossé d'effondrement.

1°) L'appartenance du Burundi dans les hautes terres d'Afrique orientale

En Afrique orientale, les grands ensembles montagneux reçoivent des précipitations sur leurs « versants aux vents ». Pendant l'Hiver austral, l'Alizé venu de l'Océan Indien se heurte aux barrières montagneuses et ainsi, est contraint à l'ascendance pour donner d'importantes pluies. Au Burundi, *« ceci est particulièrement déterminant dans le cas de la crête Congo-Nil. Les masses d'air poussé par l'Alizé qui borde la montagne sont contraintes à s'élever : l'air se détend, se refroidit et atteint assez rapidement son point de condensation. Si la masse nuageuse ainsi formée est assez volumineuse, il pleut. Sur le versant orientale de la crête, les précipitations augmentent ainsi jusqu'au sommet »*[8].

En conséquence, le « versant sous-vent » des Mirwa devait subir la carence pluviométrique, traversé par le foehn subsident (suite à sa situation à l'abri des vents humides de l'Océan Indien). Heureusement, ce foehn s'oppose aux brises thermiques qui remontent l'escarpement et il a eu lieu une convergence locale. Cette dernière crée, dans l'air déjà instable, de puissantes ascendances qui génèrent des pluies abondantes.

En ce qui concerne les températures, elles varient selon l'altitude en Afrique orientale. Alors qu'en général celles-ci diminuent de l'Équateur vers les hautes latitudes, au Burundi tout comme ailleurs en Afrique orientale, elles diminuent avec l'élévation en altitude.
On sait que plus on monte de 100 m en hauteur, plus la température diminue de 0,6°C.
C'est ainsi qu'en moyenne, il fait 23°C à Bujumbura alors qu'il fait 16°C à Gitega et 12°C à Gisozi. On comprendra donc les différences de température qui doivent s'observer dans le B.V. de Gikoma, de l'aval à l'amont. A Bujumbura-Aéroport, la température moyenne annuelle est de 24,4°C et les moyennes mensuelles oscillent autour de 23°C. L'amplitude

[8] BIDOU (J.-E.) et alii, *Géographie du Burundi*, Hatier, 1991, p83

thermique diurne reste faible, soit une moyenne de 10,3°C entre 2008 et 2013. Les maxima oscillent autour de 30° et les minima autour de 19,5°C.

Bien que les données de température n'aient jamais été enregistrées à la station de Rushubi, il faut écarter toute idée d'homogénéité entre la plaine et la partie des Mirwa située dans le B.V. de la Gikoma sous la simple idée de la petite distance. Il faut toujours considérer le fait que l'altitude est un facteur déterminant de la variation des températures dans les régions de montagnes, où l'altitude remplace la latitude. Les courbes de niveau s'enserrent brusquement à la transition entre la plaine et les contreforts, de façon que l'on doive croire en une diminution des températures en amont du B.V.

2°) La situation dans le fossé d'effondrement

La situation dans le graben du rift occidental de l'Afrique oriental fait que la plaine de l'Imbo soit privée de s'insérer dans le contexte de la circulation atmosphérique générale. En fait, le foehn subsident venu de l'Océan Indien est bloqué dans la convergence avec les brises thermiques sur les escarpements des Mirwa. Ainsi, le seul mécanisme qui engendre les pluies dans la plaine est celui des brises.

Les brises sont liées aux contrastes journaliers de la pression atmosphérique entre le lac et la terre. Pendant la journée, il s'installe des basses pressions sur la surface du sol suite à son réchauffement plus rapide que la surface des eaux du lac sur laquelle règne les hautes pressions par conséquent. L'air part donc du lac vers la montagne. C'est la brise du lac.
La nuit, les sommets se refroidissent rapidement, alors que les eaux du lac gardent la chaleur accumulée. Le système de pressions atmosphériques est alors inversé. L'air froid et donc dense descend par les sommets et les vallées vers la plaine. C'est la brise de montagne.
De brises similaires se produisent de l'autre côté du graben sur les Monts Mitumba et la convergence dans la plaine a lieu la nuit. C'est ainsi que Bujumbura, et de façon générale les rives du la Tanganyika reçoivent des précipitations nocturnes beaucoup fréquentes que dans les autres contrées du pays.

Les moyennes calculées sur de longues périodes (pour ce travail 34 ans à Bujumbura-Aéroport et 12 ans à Rushubi) ne doivent pas faire oublier les irrégularités que présentent les événements météorologiques : retard de la saison des pluies et prolongation de la saison

sèche. A ceci s'ajoutent les précipitations exceptionnelles auxquelles nous assistons ces derniers jours et qui s'insèrent selon certains auteurs dans le cadre des changements climatiques qui caractérisent notre ère.

Dans son troisième rapport (2001), le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) a montré que les conséquences du réchauffement planétaire actuel sont énormes. En 2009, parmi les conséquences qu'il estimait comme probables, voire certaines comptaient l'augmentation en fréquences et en intensité des événements climatiques hors normes tels que les cyclones, les sécheresses, les fortes précipitations, les vagues de chaleur, les crues et inondations, les répercussions sociales et sanitaires risquant d'être dramatiques avec nombres de réfugiés climatiques.
La première communication nationale de la Convention Cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques (2001) quant à elle avait estimé pour le Burundi une hausse constante de la température moyenne de l'air d'environ 0,4°C tous les dix ans et un accroissement de la température de 1,9°C à l'horizon 2050.

De ce qui précède, il n'est pas question de répéter ce à quoi NKUNZIMANA A. a consacré 15% de son travail[9], mais de signaler que, à côté des irrégularités climatiques acceptables, les événements météorologiques exceptionnels que nous observons ces derniers temps à Bujumbura et ailleurs dans le pays relèvent aussi du dérèglement climatique et que d'ores et déjà l'homme devrait s'attendre à des situations peut-être beaucoup plus dramatiques.

I.4. Végétation

Sur un lieu quelconque, la végétation joue plusieurs rôles, y compris la stabilisation des versants contre diverses intempéries. Au moment où nous décrivons le cadre physique dans lequel se déroulent les glissements de terrain du B.V. de la Gikoma, il est intéressant donc de prendre connaissance de l'état de couverture végétale du milieu.

En effet, il est presque abusif d'utiliser ce vocable « végétation », souvent compris comme allant dans le sens de couvert forestier. Sur toute l'étendue du B.V. de la Gikoma, il

[9] NKUNZIMANA A., Étude de l'influence des changements climatiques sur la torrentialité des rivières des montagnes de l'Ouest du Burundi et leur impact sur l'aménagement du territoire : cas des B.V. de la Nyabage, Mugoyi et Mutimbuzi, Mémoire, Bujumbura : UB, FLSH, Département de Géographie, 2012, pp 30-73

n'existe plus de couvert végétal naturel. L'exception remarquable est faite de rares arbustes qui ont échappé à la recherche de bois de chauffage et aux défrichements que l'on retrouve le long des cours d'eau.

La végétation y est essentiellement d'origine anthropique. En amont, ce sont de boisements communaux composés d'eucalyptus sur les sommets de Bona et ses environs alors que sur les versants on doit réserver cette appellation aux herbes, quelques arbres fruitiers et agro-forestiers (manguiers, avocatiers, goyaviers, orangers, grevillea, ...), des cultures dont la densité est pour la plupart saisonnière.

Le long de la rivière, le paysan a planté la bambouseraie pour protéger son sol contre les éboulements des berges à côté des rares arbustes à épineux. Ceci est particulièrement observable le long de Nkirifuni.

Photo 1 : Bambouseraie, relique de la forêt le long de Nkirifuni



Source : Auteur, prise de vue de Mars 2014

I.5. Hydrologie

D'un écoulement exoréique, le B.V. de la Gikoma fait partie intégrante du grand B.V. du Congo, dont les eaux sont drainées vers le lac Tanganyika par les rivières Mutimbuzi dont Gikoma est l'affluent. Ainsi, le cours d'eau principal est la Gikoma. Rivière de montagnes, elle ne parcourt qu'environ 14 km pour une dénivellation de plus de 1254 m, soit une pente moyenne de 9%. En amont, elle collecte les eaux de petites sources, souvent temporaires

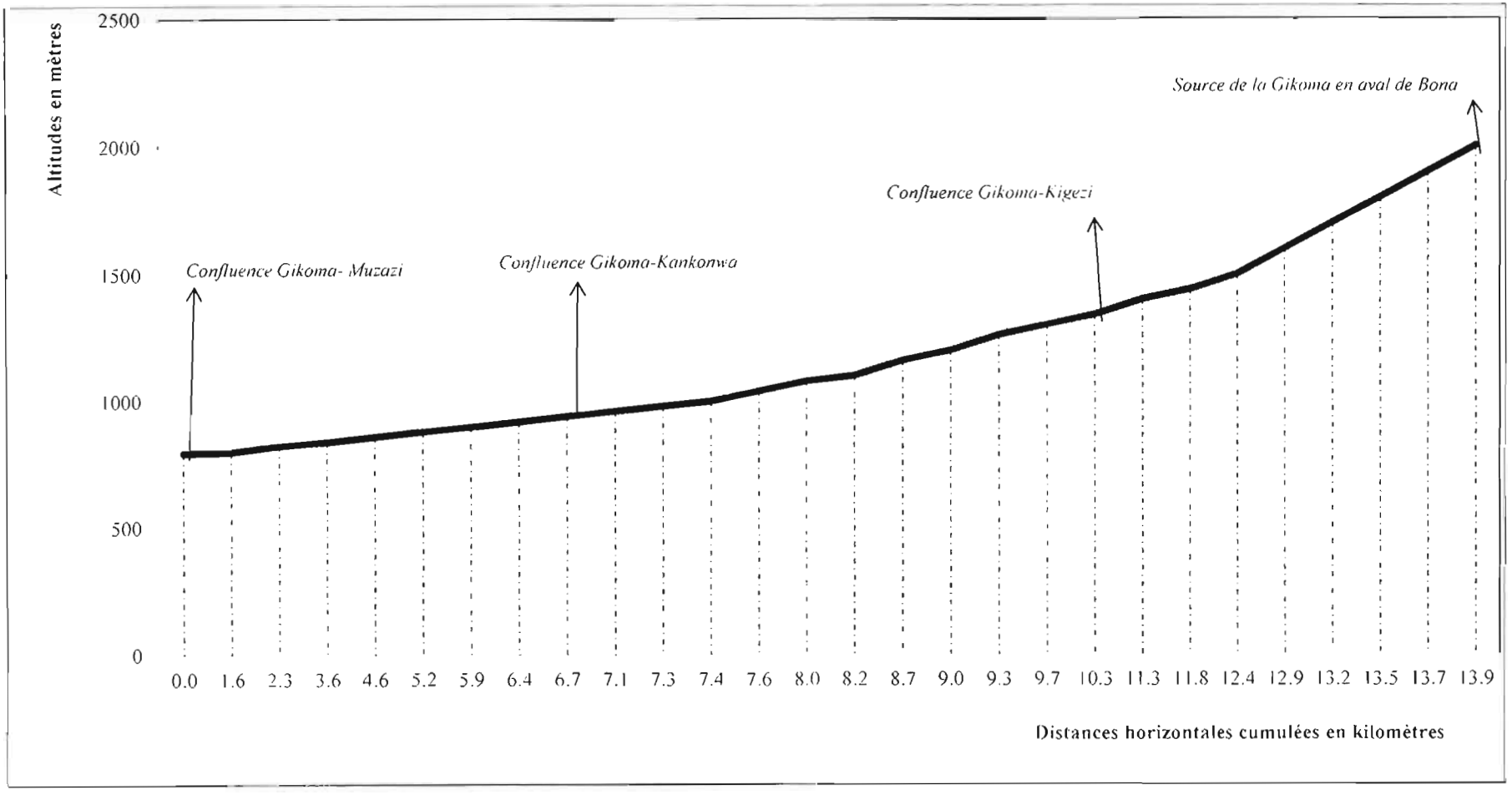
pendant la saison sèche, mais y possède un affluent important, la rivière Kigezi. A la sortie des Mirwa, elle trouve un autre affluent, la Kankonwa ainsi que deux petits cours d'eau temporaires qui convergent avant de l'atteindre, Nkirifuni et Nyabihuna (Figure 10).

D'un drainage moins dense, les rivières du B.V. de Gikoma, dans l'ensemble des rivières des contre-forts, se comportent pourtant comme les grands fleuves, longs et denses et semblent faire figure d'exception.
En effet, la densité du drainage exprime le rapport entre la longueur totale de tout l'écoulement permanent et la superficie de son B.V. Plus l'écoulement permanent est long, plus la densité s'élève et le risque de crues augmente en raison de la faculté avec laquelle les eaux se concentrent.
Or, Gikoma et ses affluents ne font pas une longueur qui peut donner une grande densité, donc des hautes eaux ou des crues. Pourtant, elles constituent des rivières torrentielles par excellence.

La structure géologique ainsi que la nature topographique influencent ce régime des cours d'eau. En fait, en pleine saison des pluies, les sols se regorgent d'eau et laissent les eaux de pluies ruisseler. Sur les pentes raides en amont, les eaux de ruissellement sont vite collectées et drainées vers l'aval. Les cours d'eau n'ont pas donc besoin d'être denses pour connaitre des crues, le profil s'étant chargé de tout (Figure 9).

Puisqu'elles ne sont pas denses, ces cours d'eau ne connaissent pas de situations intermédiaires pour leurs débits. En effet, les grands fleuves denses, connaissent les hautes et basses eaux respectivement pour les périodes pluvieuses et sèches pour connaître les crues et les étiages dans les cas extrêmes.
Ces rivières par contre, quand elles ne sont pas en crues (torrents), connaissent des étiages (Gikoma, Kigezi, Kankonwa) ou tarissent (cours d'eau à écoulement temporaire comme Nyabihuna, Nkirifuni).

Figure 9 : Profil en long de la Gikoma de la confluence avec Muzazi à la source de la Kigezi (Rutegama)



Source : Auteur, à partir de la carte topographique, feuilles Bujumbura et Muramvya

Taillés dans les anciennes failles transverses, les lits des rivières ignorent les dimensions majeures. Ce sont de profondes gorges que les cours d'eau sapent et réentaillent régulièrement pour chercher leurs profils d'équilibre (Photo 2). Même dans la plaine où généralement les rivières décrivent des méandres, la Gikoma continue à surcreuser dans les sédiments et dépôts anciens et fait souvent des ravages avec le matériel transporté lors des crues.

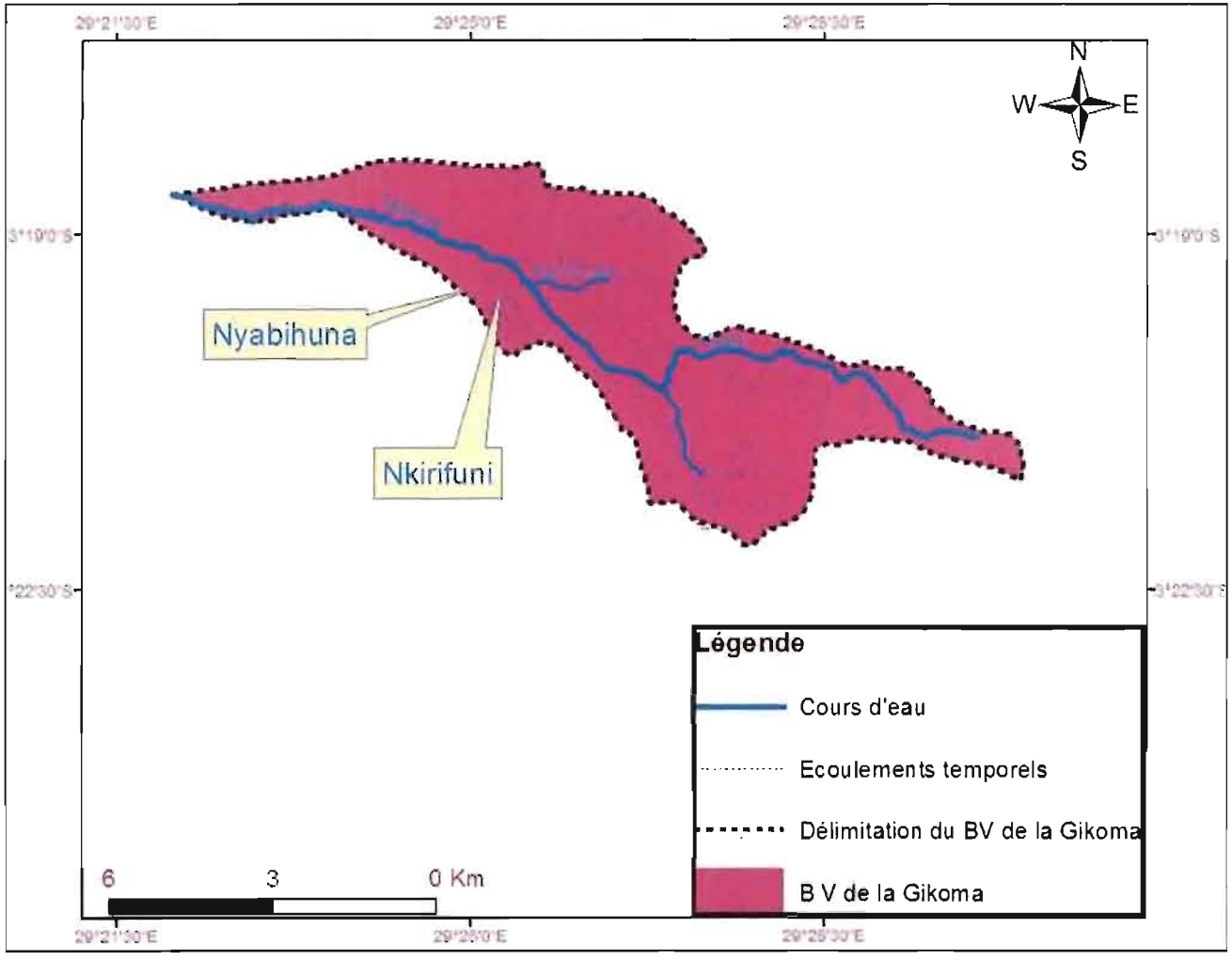
Photo 2 : Profonde gorge dans laquelle coule la Gikoma



Source : Auteur, prise de vue du 26/7/2014

Les versants des Mirwa, et partant du B.V. de la Gikoma possèdent de traits granulométriques particuliers : les sols qui se sont formés dans les roches gneissiques sont aux horizons moins profonds avec une texture argileuse en profondeur et argilo-sableuse en surface. Les intrusions de quartzites, de granites, de pegmatites et parfois de mica blancs, font des sols de la zone d'une structure très hétérogène. Ces propriétés texturales et structurales commandent une porosité et une perméabilité considérables, et la circulation de l'eau, de l'air et des gaz est importante.

Figure 10 : Hydrographie du B.V. de la Gikoma



Source : Auteur, à partir de la carte topographique, feuilles Bujumbura et Muramvya

D'origine tectonique, le relief du B.V. de la Gikoma comporte deux grandes unités topographiques, les contre-forts des Mirwa et la plaine, reliée par des piémonts qui se sont formés durant les variations climatiques du Quaternaire.

Les structures géologiques en place sont les formations sédimentaires généralement peu conservés. Ce sont des terrains essentiellement gneissiques et granito-gneissiques auxquelles s'associent des quartzites, des schistes, des pegmatites et des traces abondantes des muscovites. biotites. grenat, ... D'une granulométrie de grains fins à moyens, avec une texture foliée et amygdaloïdale, ils sont facilement altérables par les précipitations.

Le climat comporte deux saisons ; la saison humide et la saison sèche. Il influe sur les débits de la Gikoma, tout comme ceux des autres rivières de montagnes de la partie occidentale du Burundi. La saison des pluies occasionne les torrents qui inondent souvent la plaine, tandis que pendant la saison sèche, certains cours d'eau sont en étiage alors que d'autres tarissent complètement. A part le climat, ce caractère torrentiel tient à la topographie qui est accidentée en amont ; les eaux sont vite collectées et charrient des masses importantes durant peu de temps, ce qui fait une exception de ces rivières de montagnes qui ne doivent pas être dense pour connaitre les hautes eaux.

La couverture végétale est presque inexistante. La végétation naturelle a complètement disparu. Il subsiste les rares arbres à épineux et les bambouseraies le long des cours d'eau. Ils ne sont pas de nature à couvrir le sol. La période des cultures est la seule à voir le sol couvert, mais cette couverture disparait avec les récoltes.

CHAPITRE II. CONTEXTE HUMAIN

Après avoir passé en revue le cadre physique dans lequel se déclenchent les glissements de terrains du B.V. de la Gikoma, il convient de faire une présentation du cadre humain de la même zone. L'homme est un élément central du milieu, toujours en interaction avec ce dernier. Comme nous l'avons déjà indiqué, il peut participer légèrement au déclenchement des phénomènes physiques et souffrir de leurs retombées. Le présent chapitre présente les aspects humains de notre zone d'étude.

II.1. Répartition spatiale de la population

La répartition spatiale de la population, étudiée à l'aide de la densité, renseigne sur la pression mise sur les terres, surtout pour un monde qui y tire le gros de ses ressources. Pour ce travail, il est d'un grand intérêt d'en prendre connaissance, afin de montrer la part de l'homme dans les relations de causes à effets des glissements de terrains.

Les données chiffrées que nous utilisons ici relèvent du RGPH de 2008. Or, le B.V. de la Gikoma, comme tout autre bassin versant ignore les limites administratives, alors que les dénombrements systématiques de population se conforment à ces dernières. Ainsi les données des recensements utilisées ne coïncident pas avec les limites exactes du B.V. Cependant, par ces dernières, nous comptons saisir la réalité des densités démographiques de notre zone d'étude. Les collines concernées par notre B.V. sont Benga, Bibare, Caranka, Cirisha, Karunga, Kwigere, Rushubi et Rutegama de la commune Isare ; Gasenyi, Tenga et Rubirizi de la commune Mutimbuzi et la partie septentrionale de la commune urbaine de Kinama (Carama et Gasenyi) en Mairie de Bujumbura.

Tableau 3 : Répartition spatiale de la population du B.V. de la Gikoma

Collines de recensement	Superficies (en km²)[10]	Population en 2008 (en nombres d'habitants)	Densité en 2008 (en hab/km²)
Benga	5,15	6571	1275,92
Bibare	3,55	2619	737,75
Caranka	5,52	3735	676,63
Cirisha	3,11	1880	604,50
Karunga	12,55	4434	353,31
Kwigere	11,85	5427	457,97
Rushubi	2,25	4977	2212,00
Rutegama	6,70	4554	679,70
Gasenyi	8,68	7487	862,56
Rubirizi	7,89	2905	368,19
Tenga	14,03	1460	104,06
Total/Moyenne	**81,28**	**46049**	**566,55**

Source : Auteur, à partir des résultats du RGPH de 2008

A force de comparer ces densités à la densité moyenne de population burundaise (310 hab/km² par rapport à la superficie des terres émergées[11]), il est fort de constater les fortes densités de notre zone d'étude.

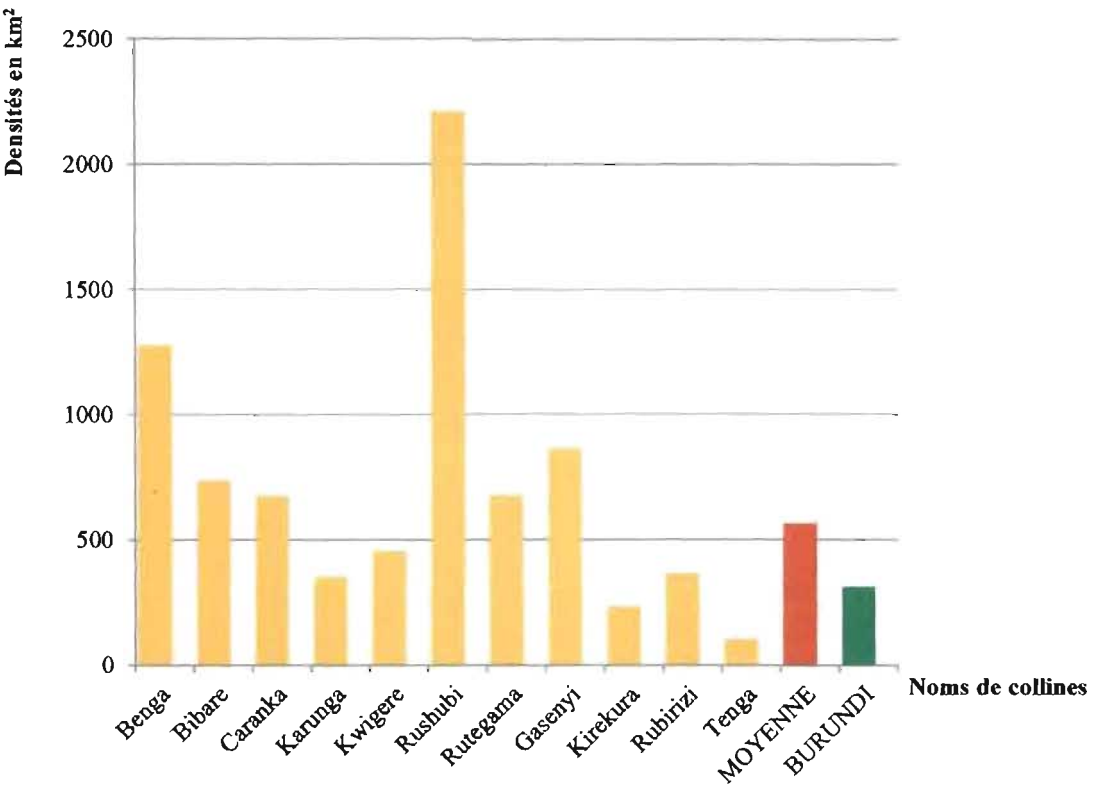
La densité moyenne du B.V. dépasse la moyenne nationale de plus de 150 hab/km². Si le Burundi compte parmi les territoires les plus peuplés d'Afrique avec ses 310 hab/km², qu'en est-il de ces 566,55 hab/km² sur les minuscules terres accidentées déversant leurs ruissellements dans la Gikoma ?

La seule entité à avoir une densité faible (inférieure à la moyenne nationale) est Tenga (104 hab/km²). Ici, il faut penser aux vastes superficies consacrées à la riziculture, eux - mêmes fortement partagées pour faire preuves d'une pression sur les terres.

[10] Dirk W. BERGEN. *Contribution à la connaissance des régions naturelles du Burundi : données de superficies et de population par colline de recensement*. ISABU, Département des Études du Milieu et des Systèmes de Production. Programme de Socio-Économie Rurale. Publication N°161, juillet 1992

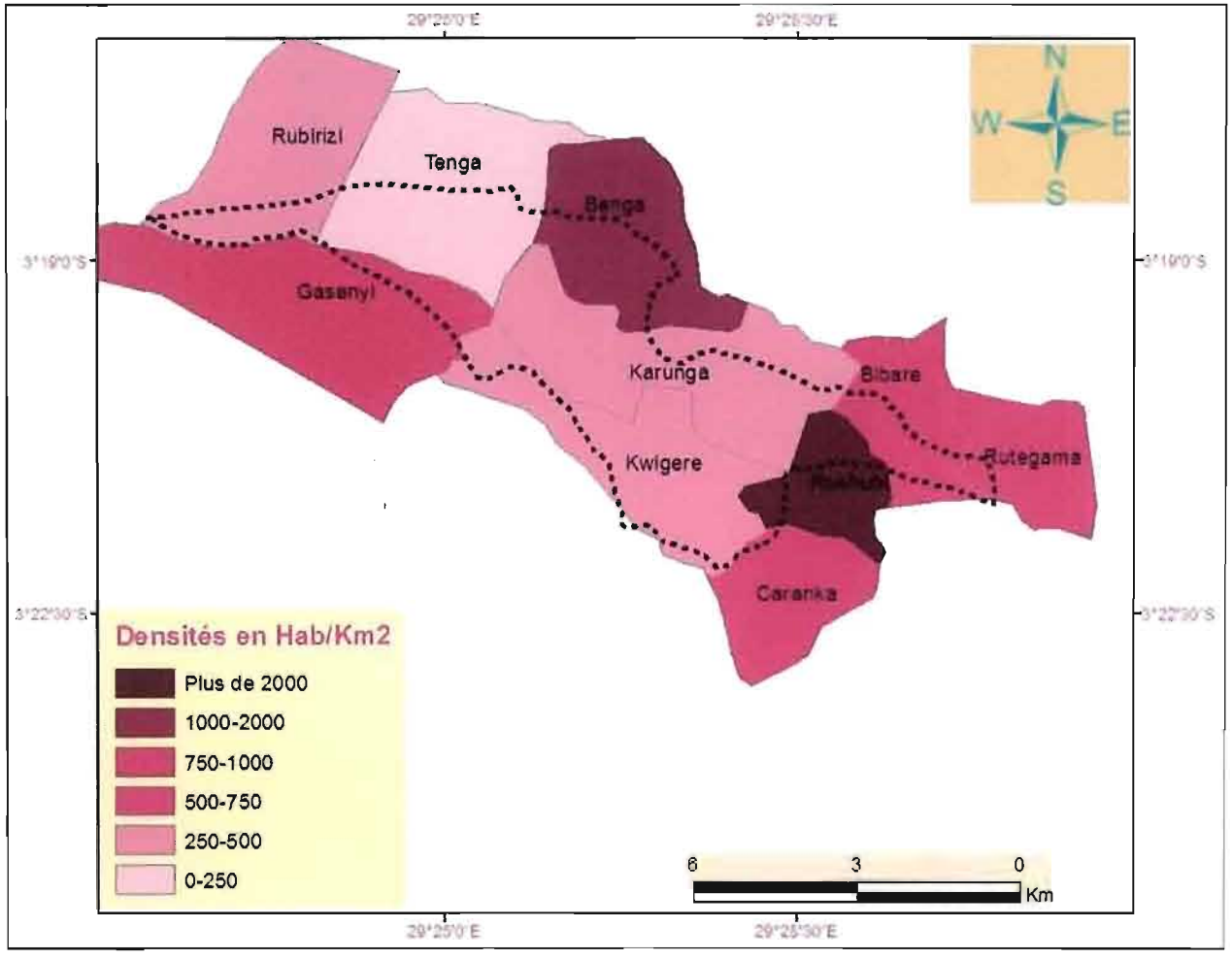
[11] République du Burundi, Ministère de l'intérieur, Atlas du Burundi, Juillet 2012, p28

Figure 11 : Densités de population par collines de recensement dans le B.V. de la Gikoma



Source : Auteur, à partir des résultats du RGPH 2008

Figure 12 : Densités de population dans le B.V. de la Gikoma



Source : Auteur, à partir des résultats du RGPH 2008

II.2. Dynamique de la population

Il importe pour ce travail de passer en revue l'évolution de la population du B.V. de la Gikoma, car celle-ci nous sera utile dans l'évaluation de l'impact des glissements de terrain. Nous comptons le faire à partir des résultats des recensements généraux de la population déjà entrepris sur le territoire burundais jusqu'à nos jours.

Tableau 4 : Evolution de la population du B.V. de la Gikoma

Collines de recensement	Population résidente en 1979	Population résidente en 1990	Population en 2008
Benga	3437	4212	6571
Bibare	1140	1741	2619
Caranka	2011	2713	3735
Cirisha	1008	1194	1880
Karunga	2397	4180	4434
Kwigere	2543	3907	5427
Rushubi	1672	1975	4977
Rutegama	2963	3563	4554
Gasenyi	2129	3045	7487
Rubirizi	2456	3149	2905
Tenga	3010	3656	1460
Total	**24766**	**33335**	**46049**

Source : Auteur, à partir des résultats des recensements de 1979, 1990 et 2008

D'une simple vue des données, il saute aux yeux une augmentation de la population à toutes les dates de dénombrement (Figure 13), soient les taux d'accroissement annuel de 3,1% entre 1979 et 1990 et de 2,1% entre 1990 et 2008. Le graphique suivant montre bien la croissance de cette population du B.V. de la Gikoma.

Figure 13 : Evolution de la population du B.V. de la Gikoma



Source : Auteur, à partir des résultats des recensements de 1979, 1990 et 2008

L'évolution croissante d'une population s'explique par deux paramètres essentiels : un bilan naturel positif auquel peut s'ajouter le solde migratoire excédentaire.

II.2.1. Bilan naturel

Le bilan naturel d'une population, exprimée par le taux d'accroissement naturel, renseigne sur l'état de la natalité et de la mortalité de cette population.

Entre 1979 et 1990, le taux d'accroissement annuel de la population burundaise était de 2,5% alors qu'entre 1990 et 2008, il était de 2,4%. Un tel taux d'accroissement annuel montre une population qui peut doubler tous les 29 ans.

Cette tendance évolutive nationale ne change pas dans le B.V. de la Gikoma. Si l'on considère les effectifs déjà admis pour notre travail aux différentes dates de recensement, nous trouvons un taux d'accroissement annuel de 3,1% entre 1979 et 1990 et celui de 2,1% entre 1990 et 2008.

Cet accroissement résulte d'une natalité élevée et d'une mortalité évoluant à la baisse. Ceci est d'autant plus vrai si l'on reconnait pour le Burundi un ISF de 6,4 enfants par femme alors que la mortalité est en baisse : selon l'EDSB 2010, le taux de mortalité infantile et juvénile ont été réduits à moitié de leur niveau de 2005[12].

En 1991, BIDOU J.-E. et alii parlaient d'un ISF de 6,8 enfants par femmes, le TN et le TM ayant évolué dans des sens contraires. Le TN était de 42‰ en 1971 ; ayant monté jusqu'à 47 ‰ en 1979, il n'avait pas baissé jusqu'au recensement de 1990 ; en 2008, le TBN était de 39,2 ‰. Le TM quant à lui était de 20,4 ‰ en 1971, mais avait atteint un niveau inférieur à 20 ‰ en 1990[13].

Tous ces indicateurs permettent un bilan naturel excédentaire. La natalité étant allé augmentant tandis que la mortalité diminuait, il est normal de trouver pour le Burundi une population dont la courbe de d'évolution est montante. En fait, alors que les gouvernements s'efforçaient à lutter contre la mortalité, surtout la mortalité infantile, l'âme du Murundi est resté nataliste.

II.2.2. Solde migratoire

Le phénomène migratoire semble être de moindre importance au Burundi. Depuis la fin de la guerre civile qui a endeuillé le pays, les seuls cas de migrations enregistrés ont été le retour massif des réfugiés burundais. Les migrations internes quant à eux sont de moindres importances : d'après le recensement de 2008, seulement 11% de la population burundaise vivent hors de leurs provinces natales[14]. Lié au fait que 93% de la population occupée exerce un emploi dans l'agriculture[15], cette faible mobilité de la population burundaise affecte aussi la population du B.V. de la Gikoma.

Nous avons tenté de saisir la réalité sur la mobilité des gens sur les collines d'enquête. Sur 50 ménages, un seul était d'une origine lointaine (depuis 1980, le grand-père s'était installé sur la colline Kwigere) de la province Mwaro. D'autres cas (14) de mobilité étaient inter/intra-communales, comme le montre le tableau ci-dessous :

---

[12]République du Burundi, Ministère de l'intérieur. Atlas du Burundi, Bujumbura. Juillet 2012. pp 36-38

[13]BIDOU J.-E. et alii. Géographie du Burundi, Hatier. 1991. pp 33-34

[14] Ibidem, p46

[15] République du Burundi. Ministère de l'Intérieur. BCR. RGPH 2008. Volume 1. Tableaux statistiques. Bujumbura. Décembre, 2011, pp 7-8

Tableau 5 : Mobilité de la population dans le B.V. de la Gikoma

Lieu de résidence	Date d'arrivée	Premier occupant	Lieu d'origine	Événement	Partir/Non
1. Kwigere	1980	Grand-père	Mwaro	-	Non
2. Kwigere	2012	Père	Gasenyi	Construction de la présidence	Non
3. Kwigere	1964	Père	Rushubi	-	Non
4. Kwigere	1980	Père	"	-	Non
5. Karunga	1995	Père	Kanyosha, puis Rushubi	-	Non
6. Karunga	1995	Père	"	-	Non
7. Karunga	Depuis la mort de Rwagasore	Grand-père	"	-	Non
8. Benga	2000	Père	Bugarama	-	Non
9. Benga	Depuis la mort de Rwagasore	Père	Rushubi	-	Non
10. Gasenyi	2012	Père	Gatunguru	Construction de la présidence	Non
11. Kwigere	2009	Travailleur	Rushubi	-	Partir
12. "	2010	"	Tenga	-	"
13. "	2014	"	Tenga	-	"
14. "	2012	Père	Gasenyi	Construction de la présidence	Non
15. "	1973	Père	Rushubi	-	Non

Source : Auteur, à partir de l'enquête personnelle (Mai 2014)

De ce tableau, remarquons une mobilité essentiellement intra-communale. C'est une mobilité de faible fréquence : ceux qui se déplacent se fixent sans souci de déménager (lors de l'enquête, comptaient partir les seuls travailleurs-gardiens de vaches). Effectuée pour des motifs personnels et aux moments très différents, cette mobilité n'est pas de nature à faire croître les effectifs de la population.

Pour l'ensemble du B.V., on se réservera de nier la part de l'exode rural qui toucherait la partie urbaine de Carama. Mais, on conviendra que les mouvements les plus fréquents sont les migrations saisonnières pour le travail rizicole dans la vaste plaine de la Rusizi ainsi que les mouvements pendulaires qu'effectuent les travailleurs journaliers et les vendeurs de produits vivriers depuis leurs lieux de résidences vers la ville de Bujumbura. Aussi, ces derniers ne sont pas porteurs d'effet sur l'évolution de la population.

En résumé, constatons une dynamique croissante de la population dans le B.V. de la rivière Gikoma dépendant quasiment du mouvement naturel. Les mouvements migratoires y sont, mais restent typiques pour la recherche de la survie, mais non de nature à modifier la tendance qu'a déterminée la natalité qui prime sur la mortalité. Cette dynamique n'est prête à s'arrêter dans le court terme si on analyse la structure de la population. L'extrême jeunesse de celle-ci la prédispose à une croissance encore soutenue dans les prochaines années.

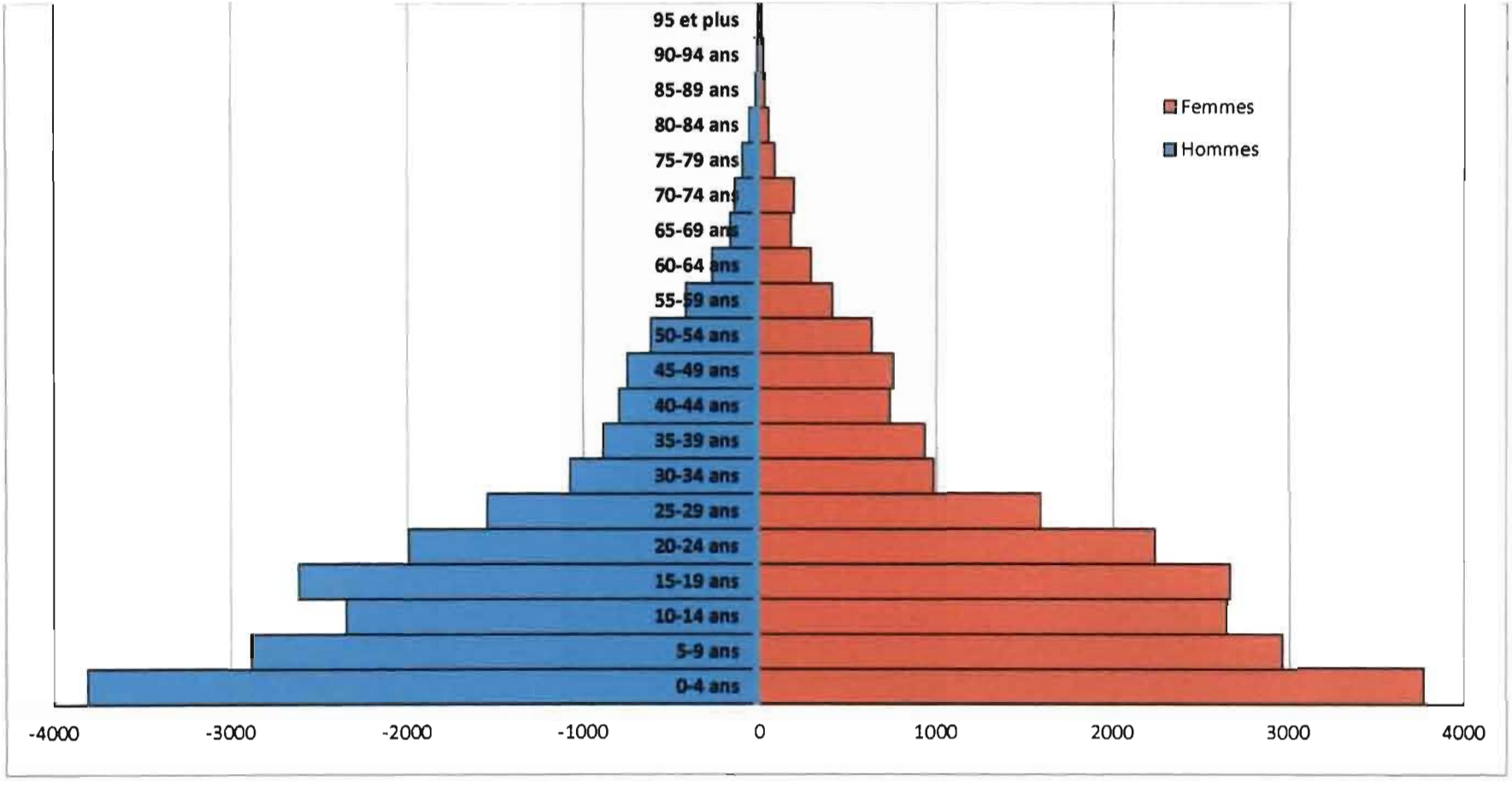
II.3. Structure de la population

La structure de la population est une donnée qui peut rendre compte de la dynamique démographique qui elle-même peut conduire à l'aggravation des vulnérabilités vis-à-vis des phénomènes naturels tels que les glissements de terrains si les modes de vie ne changent. Pour ce travail nous nous bornons sur la structure par âge et par sexe, ainsi que la composition socio-professionnelle.

II.3.1. Structure par âge et par sexe

Les résultats du RGPH 2008 nous ont permis de construire pour la B.V. de la Gikoma la pyramide des âges suivante :

Figure 14 : Pyramide des âges de la population du B.V. de la Gikoma



Source : Auteur, à partir des résultats du RGPH 2008

D'une base très large, la pyramide des âges montre une population très jeune. À la classe de 10 à 14 ans pour les hommes, il s'observe un creux. Cela montre un surnombre des hommes de la classe supérieure (15 à 19 ans) par rapport à celle-ci. Ceci parait en contradiction avec la règle générale selon laquelle ceux du bas âge doivent dépasser en effectif ceux de la classe supérieure. Cela tient au fait que les masculins de 15 à 19 ans sont les plus concernés par l'exode rural, et s'entassent dans ces zones périphériques de la ville où ils s'emploient comme tacherons. La structure ne doit pas tenir seulement aux mouvements naturels.

Si l'on regarde la composition par grands groupe d'âges, le constat qui se dégage est que plus de la moitié de la population a moins de 20 ans tandis que les vieux de 65 ans et plus ne représentent que moins de 3%. Cette composition n'est pas loin de celle trouvée pour notre enquête où les jeunes constituent 61 ,5% de la population, les adultes 36,5% et les vieillards 2% seulement.

D'une base très large, la pyramide des âges montre une population très jeune. À la classe de 10 à 14 ans pour les hommes, il s'observe un creux. Cela montre un surnombre des hommes de la classe supérieure (15 à 19 ans) par rapport à celle-ci. Ceci parait en contradiction avec la règle générale selon laquelle ceux du bas âge doivent dépasser en effectif ceux de la classe supérieure. Cela tient au fait que les masculins de 15 à 19 ans sont les plus concernés par l'exode rural, et s'entassent dans ces zones périphériques de la ville où ils s'emploient comme tacherons. La structure ne doit pas tenir seulement aux mouvements naturels.

Si l'on regarde la composition par grands groupe d'âges, le constat qui se dégage est que plus de la moitié de la population a moins de 20 ans tandis que les vieux de 65 ans et plus ne représentent que moins de 3%. Cette composition n'est pas loin de celle trouvée pour notre enquête où les jeunes constituent 61 ,5% de la population, les adultes 36,5% et les vieillards 2% seulement.

D'une base très large, la pyramide des âges montre une population très jeune. À la classe de 10 à 14 ans pour les hommes, il s'observe un creux. Cela montre un surnombre des hommes de la classe supérieure (15 à 19 ans) par rapport à celle-ci. Ceci parait en contradiction avec la règle générale selon laquelle ceux du bas âge doivent dépasser en

les plus concernés par l'exode rural, et s'entassent dans ces zones périphériques de la ville où ils s'emploient comme tacherons. La structure ne doit pas tenir seulement aux mouvements naturels.

Si l'on regarde la composition par grands groupe d'âges, le constat qui se dégage est que plus de la moitié de la population a moins de 20 ans tandis que les vieux de 65 ans et plus ne représentent que moins de 3%. Cette composition n'est pas loin de celle trouvée pour notre enquête où les jeunes constituent 61 ,5% de la population, les adultes 36,5% et les vieillards 2% seulement.

D'une base très large, la pyramide des âges montre une population très jeune. À la classe de 10 à 14 ans pour les hommes, il s'observe un creux. Cela montre un surnombre des hommes de la classe supérieure (15 à 19 ans) par rapport à celle-ci. Ceci parait en contradiction avec la règle générale selon laquelle ceux du bas âge doivent dépasser en effectif ceux de la classe supérieure. Cela tient au fait que les masculins de 15 à 19 ans sont les plus concernés par l'exode rural, et s'entassent dans ces zones périphériques de la ville où ils s'emploient comme tacherons. La structure ne doit pas tenir seulement aux mouvements naturels.

Si l'on regarde la composition par grands groupe d'âges, le constat qui se dégage est que plus de la moitié de la population a moins de 20 ans tandis que les vieux de 65 ans et plus ne représentent que moins de 3%. Cette composition n'est pas loin de celle trouvée pour notre enquête où les jeunes constituent 61 ,5% de la population, les adultes 36,5% et les vieillards 2% seulement.

La composition par sexe quant à elle donne un excédent du nombre de femmes sur les hommes en général, sauf pour les vieillards où on a une répartition équitable. Le taux de masculinité y est de 97,2%. Ceci est d'autant plus vrai si l'on sait que pour l'ensemble du RGPH 2008, ce dernier était de 97%

D'une base très large, la pyramide des âges montre une population très jeune. À la classe de 10 à 14 ans pour les hommes, il s'observe un creux. Cela montre un surnombre des hommes de la classe supérieure (15 à 19 ans) par rapport à celle-ci. Ceci parait en contradiction avec la règle générale selon laquelle ceux du bas âge doivent dépasser en effectif ceux de la classe supérieure. Cela tient au fait que les masculins de 15 à 19 ans sont les plus concernés par l'exode rural, et s'entassent dans ces zones périphériques de la ville où ils s'emploient comme tacherons. La structure ne doit pas tenir seulement aux mouvements naturels.

Si l'on regarde la composition par grands groupe d'âges, le constat qui se dégage est que plus de la moitié de la population a moins de 20 ans tandis que les vieux de 65 ans et plus ne représentent que moins de 3%. Cette composition n'est pas loin de celle trouvée pour notre enquête où les jeunes constituent 61 ,5% de la population, les adultes 36,5% et les vieillards 2% seulement.

Tableau 6 : Composition par grands groupes d'âges de la population du B.V. de la Gikoma

Grands groupes d'âges	Masculins		Féminins		Total	
	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%
0 à 19 ans	11663	56,7	12037	56,9	23700	56,8
20 à 64 ans	8370	40,7	8566	40,5	16936	40,6
65 et plus	529	2,6	550	2,6	1079	2,6
Total	20562	100,0	21153	100,0	41715	100,0

Source : Auteur, à partir des résultats du RGPH 2008

Figure 15 : Population du B.V. de la Gikoma par grands groupes d'âges



Source : Auteur, à partir des résultats du RGPH 2008

Cette structure est réelle et typique pour une population dont la fécondité reste élevée alors que l'espérance de vie à la naissance est faible.

La composition par sexe quant à elle donne un excédent du nombre de femmes sur les hommes en général, sauf pour les vieillards où on a une répartition équitable. Le taux de masculinité y est de 97,2%. Ceci est d'autant plus vrai si l'on sait que pour l'ensemble du RGPH 2008, ce dernier était de 97%[16].

II.3.2. Population active et composition socio- professionnelle

La population active se définit comme l'ensemble des personnes en âge de travailler qui sont disponibles sur le marché du travail, qu'elles aient un emploi (population active occupée), ou qu'elles soient au chômage (population active inoccupée) à l'exclusion de celles ne cherchant pas d'emploi, comme les personnes au foyer, étudiants, personnes en incapacité de travailler, rentiers.[17]

La détermination de la part de la population active suit par convention les grands groupes d'âges ; mais nous nous réservons pour ce travail des limites rigoureuses car nombres de raisons nous l'empêche quasiment. Certains jeunes ont abandonné l'école précocement et se sont glissé dans la classe active pour l'agriculture ou d'autres activités, surtout informelles. Certains jeunes ont atteint l'âge actif, mais leurs études les maintiennent dans la classe non-active. La limite supérieure d'activité devait s'arrêter à 60 ans, mais le vieux de 80 ans à Kwigere a toujours sa serpette pour élaguer sa bananeraie. C'est cette raison qui a amené le RGPH 2008 à considérer comme personne active toute personne de 10 ans et plus occupée, en chômage ou à la recherche du premier emploi.

Ainsi, les données publiées pour le RGPH 2008 (synthèses et analytiques au niveau national) n'ayant pas fourni les détails nécessaires pour notre zone de travail, notre enquête nous a permis de dresser un tableau selon l'activité ou non de la population ainsi que la distribution de celle-ci dans les différents secteurs d'activité.

---

[16] République du Burundi, Ministre de l'intérieur, Op. Cit, p33

[17] *https://fr.wikipédia/wiki/population_active*, consulté le 30 Juillet 2015

Tableau 7 : Population active et composition socio-professionnelle

Population Active	Secteurs d'activité	P	S	T	P/S	P/T	S/T	Total	%
	Effectifs	68	0	20	0	30	0	118	39,2
	%	57,6	0,0	16,9	0,0	25,4	0,0		
Population Non-Active	183							183	60,8
Total								301	100

Source : Auteur, à partir des résultats de l'enquête (Mai 2014)

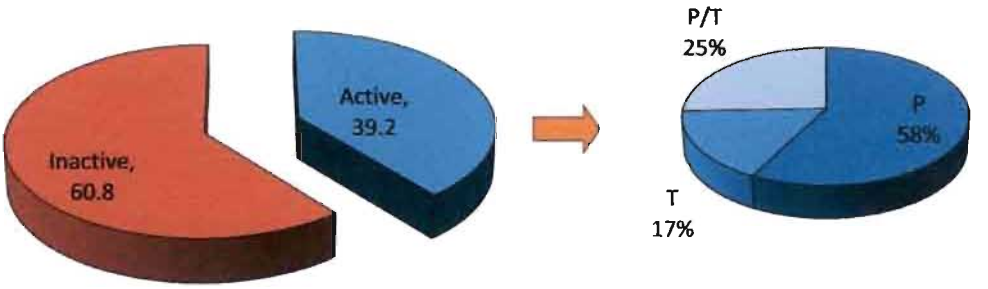
La population active représente seulement 39,2% de la population selon notre enquête. Une telle composition montre une très grande partie de la population (ici 60,8%) qui doit vivre aux dépens des autres.

Distribuée dans les différents secteurs d'activité, la majeure partie de la population (57,6%) se concentre dans le secteur primaire, alors que d'autres (25,4%) l'attache au tertiaire. Le tertiaire seule existe sous une moindre importance (16,9%), alors que le secondaire est inexistant. Ceci est d'autant plus vrai si l'on sait qu'en 2008, le secteur primaire absorbait l'essentiel des actifs occupés (90%) contre 8,0 % pour le secteur tertiaire et seulement 2% pour le secteur secondaire[18]. Le secteur primaire reste donc le principal pourvoyeur d'emplois au Burundi.

S'agissant de la nature de ces secteurs, nous en ferons le point après dans les activités économiques.

[18] République du Burundi, Ministère de l'intérieur, BCR, RGPH, Volume 3, Tome 14, p10

Figure 16 : Population active et distribution dans les différents secteurs d'activités



Source : Auteur, à partir des résultats de l'enquête personnelle (Mai 2014)

L'enquête que nous avons menée nous a permis d'analyser aussi la relation entre le sexe et le type de secteurs d'activité embrassé (Tableau 8). En fait, les hommes et les femmes ne s'orientent pas de la même façon dans les secteurs d'activité. Les femmes s'orientent plus dans le secteur primaire, tandis que les hommes n'y retournent que quand le tertiaire ne promet pas. C'est ce que signifient les 53 féminins contre 15 masculins dans le primaire. La description de ces secteurs ci-après nous permettra de comprendre le phénomène.

Tableau 8 : Distribution de la population du B.V. de la Gikoma dans les secteurs d'activité

S.A. / Sexe	Primaire (P)		Secteur (S)		Tertiaire (T)		P/S		P/T		S/T		TOTAL	
	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%
Masculin	15	12,7	0	0	20	16,9	0	0	23	19,5	0	0	58	49,2
Féminin	53	44,9	0	0	0	0	0	0	7	5,9	0	0	60	50,8
TOTAL	68	57,6	0	0	20	16,9	0	0	30	25,4	0	0	118	100

Source : Auteur. à partir des résultats de l'enquête (Mai 2014)

II.3.3. Activités économiques

Après avoir vu la composition socio-professionnelle, il convient de décrire, comme nous l'avons promis, la nature des activités auxquelles se livrent 39,2% de la population pour supporter le reste.

Nous décrivons ces activités classées dans les trois catégories de secteurs de production. En effet, nous avons constaté la prépondérance du secteur primaire. La maîtrise de la nature des activités de ces secteurs contribuerait à la mise en évidence de la vulnérabilité des gens qui s'en occupent.

II.3.3.1. Secteur primaire

Si nous admettons que ce secteur comprend les activités dont les productions sont tirées directement de la nature, nous classons dans ce secteur les activités comme l'agriculture, l'extraction des moellons et des carrières. L'agriculture se taille la part du lion avec 50,8% des actifs. Cela semble cadrer avec l'examen de la structure de la main-d'œuvre lors de l'analyse des résultats du RGPH 2008 qui a révélé que 9 personnes sur 10 de la population active occupée du Burundi travaillent dans l'agriculture[19].

La diversification de l'emploi dans le cas du B.V. de la Gikoma n'est faite que par les travaux d'extraction. Ils sont de faible envergure et n'occupent que des gens qui les associent à l'agriculture ou à d'autres métiers.

II.3.3.2. Secteur secondaire

C'est un secteur qui a été absent de notre enquête si l'on le considère comme regroupant les activités de transformations des produits livrés par le secteur primaire. Mais, nous devons admettre que la transformation artisanale de palmiers à huile que nous avons rencontrée à Karunga, la transformation du manioc en patte communément appelée "uburobe" et de la banane en bière, "kugana" relèvent de ce secteur. Simplement, les ménages les considèrent moins comme activités de par leur rôle secondaire dans le revenu familial. Nous n'avons pas rencontré des personnes exerçant uniquement ce type d'activité. Il est toujours associé à d'autres activités.

---

[19] République du Burundi. Ministère de l'Intérieur. BCR. RGPH 2008. Volume 3 : *Analyse*. Tome 14. *Caractéristiques économiques de la population du Burundi*. Bujumbura. Avril 2011. p48

Photo 3 : Installation pour la production artisanale de l'huile de palme à Mbirira



Source : Auteur, prise de vue du 27/7/2014

II.3.3.3. Secteur tertiaire

D'après BIDOU J.-E. et alii, le secteur tertiaire rassemble toutes les activités autres que celles des secteurs primaire et secondaire : commerce, transport, services publics et privés.

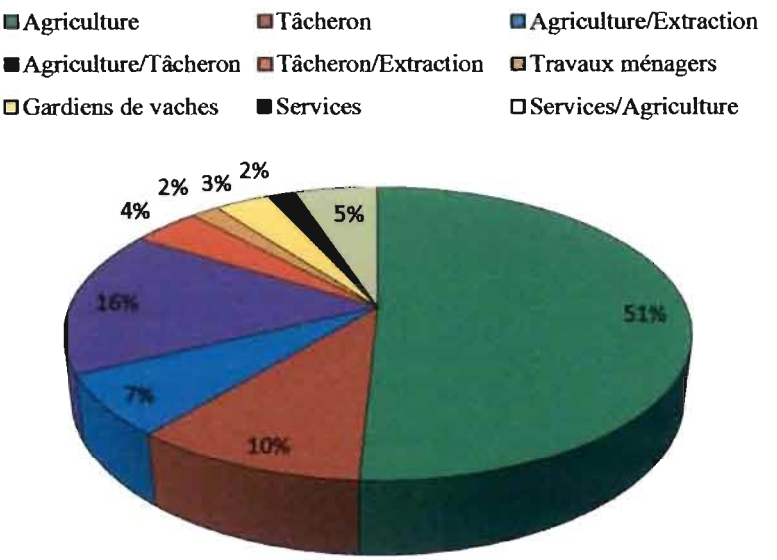
En général, les activités de ce secteur dans le B.V. de la Gikoma frappent par leur caractère informel, caractère justifié parce qu'elles sont exécutées par des gens qui n'ont aucune qualification. Ces sont les activités du tertiaire qui échappent à toute règlementation, se présentant comme refuge du paysan sans niveau de formation et sans emploi qualifié, avec des revenus qui ne sont pas mesurables. Il s'agit des métiers occupés par les travailleurs journaliers qu'on regroupe sous l'appellation de tacherons (maçons, charpentiers, ferrailleurs, ...). Nous avons trouvé aussi ceux qui s'occupent des services (chauffeur, taxi-moto) et du petit commerce.

Toujours dans l'informel, nous avons constaté que, sauf dans l'agriculture, c'est rare qu'une famille se qualifie pour une seule activité. Les hommes sont caractérisés par des choix variés entre divers métiers, le retour à la terre n'étant que le dernier recours.
En fait, dans ce monde densément peuplé, la terre ne suffit plus pour la survie des familles, et le chef de ménage, dans son aptitude limitée, doit se tailler en pièce pour se procurer du nécessaire pour son ménage.

Mais, ce n'est pas tout : bien que dans une proportion encore minime, les femmes aussi marient les travaux de champs à de travaux comme le petit commerce, et il y en a qui descendent dans la ville pour travailler dans les chantiers comme aides-maçons.

Le graphique suivant montre la répartition de la population active dans les différentes activités.

Figure 17 : Répartition de la population active dans les différentes activités



Source : Auteur, à partir des résultats de l'enquête (Mai 2014)

II.4. Occupation de l'espace

Les éléments de l'occupation de l'espace sont indispensables pour l'étude des phénomènes physiques comme les glissements de terrains. Certains de ces éléments même peuvent entrer dans les facteurs favorisant ou limitant les glissements. Dans l'évaluation de l'impact (pertes subis et des risques encourus) des glissements de terrains, des éléments de l'occupation de l'espace sont plus que nécessaires. Pour pouvoir mener à bien cette opération, il faut une connaissance fine de la nature des constructions et des équipements, de l'habitat en place. Et encore, ce qui est important pour ce travail est le système d'exploitation agricole dans cette zone où l'essentiel des habitants vit du travail de la terre.

II.4.1. Système d'exploitation agricole

La composition socio-professionnelle que nous avons faite à partir de l'enquête a révélé que l'activité agricole concerne une grande part de la population active, à l'exception de 21% qui s'engagent dans diverses occupations comme tacherons, chauffeurs, gardiens de vaches, ... Mais s'agit-il de quel type d'agriculture ?

II.4.1.1. Agriculture calquée sur le climat

Dans son *Expérience de développement agricole en Afrique Tropicale, Tome : Synthèse*, DEWILDE J.-C. précise : " *[...], la durée de la saison des pluies, la répartition, de même que le volume total des précipitations peuvent avoir pour effet de limiter strictement les pâturages, les cultures et les saisons agricoles* "[20].

Pour le cas de notre travail en fait, cette probabilité dont DEWILDE a parlé est une réalité. En fait, le Burundi ne s'est pas encore doté de techniques d'irrigation pour vaincre l'emprise du climat qui dicte le rythme cultural.

Les saisons culturales sont organisées en fonction des précipitations. La première saison culturale commence dès que sont annoncées les premières gouttes, c'est-à-dire au passage de la CIT en Septembre. Après le calme pluviométrique de Décembre, la seconde saison des cultures bat son plein aux mois de Février vers Mars à l'équinoxe d'Automne de l'Hémisphère Sud. La saison sèche a lieu au Solstice d'Hiver de notre hémisphère, et les seules cultures observables sont les cultures de marais là où elles sont possibles.

II.4.1.2. Types de cultures

Les types de cultures sont celles qui s'adaptent, ou bien celles que le paysan adapte au climat. Nous distinguons ici les cultures saisonnières et les cultures pérennes. Les premières sont représentées par les cultures vivrières telles que le haricot, le maïs, le manioc, la patate douce, la colocase, arachides, ... et quelques fruits et légumes.

Les cultures pérennes, étant celles qui durent plusieurs années en résistant aux variations climatiques saisonnières, sont représentées principalement par les palmiers et les bananiers.

---

[20]DEWILDE, J-C. *Expérience de développement agricole en Afrique Tropicale, Tome 4 : Synthèse*. Maison-Neuve et Larose, 1967, p41 cité par RUNYAGU V., in « *La culture du tabac et ses effets induits en commune Rugombo*. Bujumbura : UB, FLSH, Géographie, 1991, p6 »

On ajoute les arbres fruitiers (avocatiers, manguiers, pamplemoussiers, goyaviers, orangers, mandariniers, ...) si l'on veut compter sur leur densité.

Si l'on tient toujours sur la densité ou le taux de couverture du sol, ce sont les cultures saisonnières qui couvrent la grande partie. Leur caractère saisonnier fait que la surface du sol reste nue toute la saison sèche dans ce monde où la végétation naturelle a disparue au gré de l'agriculture de subsistance.

II.4.1.3. Protection des sols

La protection des sols semble inexistante dans notre zone d'étude. En effet, sur 49 ménages agricoles enquêtés, 36,7% seulement reconnaissaient avoir utilisé au moins sur l'un de leurs champs une méthode de protection de sol. Si cette protection concerne une moindre proportion des personnes enquêtées, on constate davantage de faibles pratiques sur terrain. En effet, un seul ménage connait les courbes de niveau, et les haies antiérosives ne sont que quelques alignements de roseaux éparpillées dans le paysage selon la préférence individuelle.

Nous ne devons pas nous attarder sur la qualité idéale de la protection des sols pour la comparer avec celle trouvée sur terrain et enfin juger la qualité de cette dernière. La vulnérabilité aux intempéries observée sur les versants de la zone témoigne de la médiocrité, sinon de l'absence de cette pseudo-protection.

II.4.2. Habitat

Selon le RGPH 2008, l'habitat est dispersé avec la prédomine de la maison isolée (63,4% des ménages) suivie du rugo (28,8% des ménages), situation valable au niveau de toutes les provinces à l'exception des milieux urbains où l'habitat est regroupé. Dans le B.V. de la Gikoma, la situation ne change pas. L'habitat, essentiellement rural, reste dispersé sur les versants.

Photo 4 : Habitat dispersé sur les versants du B.V. de la Gikoma (Kwigere)



Source : Auteur, prise de vue du 27/7/2014

Dans le B.V. de la Gikoma, les quelques formes de regroupements se rencontrent à Carama, partie déjà atteint par l'extension de la ville, à Rushubi qui héberge le chef-lieu de la commune Isare et le centre urbain de Muberure à Benga.
Mais ces derniers se situent loin des lieux de glissements qui nous intéressent. Par contre, intéressons-nous à la nature de l'habitat en face des zones glissantes.

Par la nature, il faut entendre le type de matériaux qui font les maisons et qui conditionnent la durabilité de ces dernières. Il faut aussi considérer le caractère de rapprochement des maisons.
Commençant par la nature des matériaux, le tableau suivant nous récapitule les résultats de notre enquête :

Tableau 9 : Matériaux de construction par types de maison[21]

Types de maison / Matériaux		Maison principale		Cuisine		Total	
		Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%
Fondations	Pierres	48	98	36	92,3	84	95,5
	Briques cuites	0	0	0	0	0	0
	Briques adobes	0	0	0	0	0	0
	BA+Pierres	0	0	3	7,7	3	3,4
	Sans	1	2	0	0	1	1,1
TOTAL		49	100	39	100	88	100
Murs	Pierres	0	0	0	0	0	0
	Briques cuites	12	24,5	6	15,4	18	20,5
	Briques adobes	35	71,4	33	84,6	68	77,3
	Pierres+BA	1	2	0	0	1	1,1
	Bois+Terre+Roseau	1	2	0	0	1	1,1
TOTAL		49	100	39	100	88	100
Toitures	Tôles	45	91,8	23	59	68	77,3
	Pailles	0	0	2	5,1	2	2,3
	Tuiles	0	0	1	2,6	1	1,1
	Shitting+Paille	0	0	2	5,1	2	2,3
	Visqueen+Paille	0	0	6	15,4	6	6,8
	Visqueen+Tôles	0	0	5	12,8	5	5,7
	Tôles+Visqueen+Paille	3	6,1	0	0	3	3,4
	Tôles+Tuiles	1	2	0	0	1	1,1
TOTAL		49	100	39	100	88	100

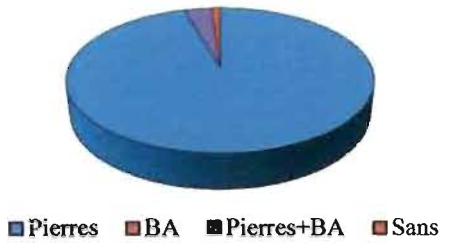
Source : Auteur, à partir des résultats de l'enquête (Mai 2014)

D'une simple vue, nous constatons une certaine amélioration de l'habitat si l'on considère les formes traditionnelles qui subsistent encore (sans fondations, murs en Bois+Terre+Roseau et toits en paille). La majorité de la population a essayé de construire sa maison en dure avec des couvertures plus ou moins améliorées (tôles à 77,3%). La maison sans fondation subsiste à peine (1,1%), tandis que les murs sont à 97,8% en briques (20,5% pour les briques cuites et 77,3% pour les briques adobes).

Les graphiques suivants montrent la nature des matériaux utilisés pour la construction de chaque partie de la maison, et témoignent de certaines améliorations.

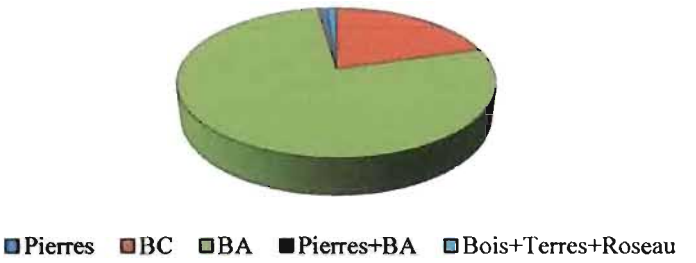
[21] L'enquête ayant été portée sur 50 ménages, le tableau totalise 49. Une ménage n'avait pas de maison, la sienne ayant succombée des pluies diluviennes de Février 2014 ;
Dix ménages n'avaient pas de maison dédiée à la cuisine : 9 cuisinaient à l'intérieur des maisons principales, tandis que les bergers de Kwigere faisaient leur cuisine à l'extérieure de la maison en dure de leur patron. Ainsi, nous avons 39 maisons de cuisine.

Figure 18 : Types de matériaux des fondations de maisons dans le B.V. de la Gikoma



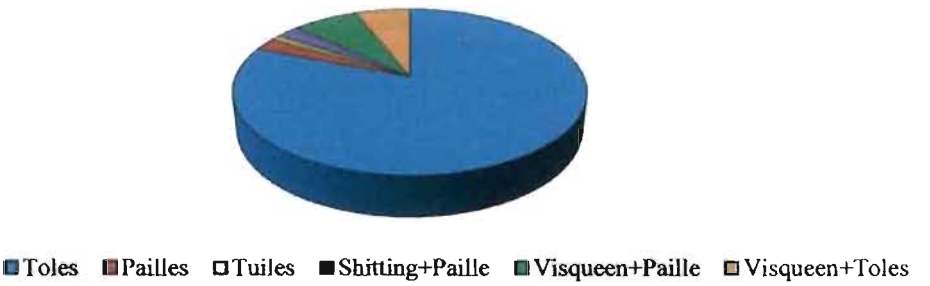
Source : Auteur, à partir des résultats de l'enquête réalisée en Mai 2014

Figure 19 : Types de matériaux des murs de maisons dans le B.V. de la Gikoma



Source : Auteur, à partir des résultats de l'enquête réalisée en Mai 2014

Figure 20 : Types de matériaux des toits de maisons dans le B.V. de la Gikoma



Source : Auteur, à partir des résultats de l'enquête réalisée en Mai 2014

Les graphiques nous montrent la prédominance des pierres (95,5%) pour la fondation, des briques adobes (77,3%) et des briques cuites (20,5%) pour les murs ainsi que des tôles (77,3%) pour la toiture.

Pour l'ensemble du pays les briques adobes dominent (59,5%) dans la construction des murs, suivies par le bois/pisé non cimenté (24,0%) et les briques cuites (8,2%).
Pour le toit, c'est la paille qui vient en premier lieu avec 35,8%, suivie de la tôle avec 33,1% et la tuile locale avec 25,6%.[22]

De ce qui précède, le B.V. de la Gikoma se classe donc mieux en ce qui concerne l'amélioration de l'habitat avec des niveaux dépassant la moyenne nationale. Cela s'explique par le fait que la zone est proche des milieux urbains d'où viennent le désir et les moyens d'améliorer son habitat à l'image des citadins.
Cependant, pour l'ensemble des maisons, la cuisine a été négligée : sa toiture est faite de vieilles tôles mêlées des fois au visqueen[23], tuiles ou paille.

Photo 5 : Maison de cuisine en toit de visqueen et de paille à Kwigere



Source : Auteur, prise de vue du 27/7/2014

Toutefois, les améliorations remarquables de l'habitat chez l'homme rural du B.V. de la Gikoma ne doivent pas faire oublier les lacunes que présente ce dernier et qui, le moment venu, peuvent être les points de départ pour la vulnérabilité face aux phénomènes naturels tels que les glissements. En effet, les pierres utilisées ne sont que pour la plupart des roches

[22] République du Burundi, Ministère de l'intérieur, BCR, RGPH, Volume 3, Tome 7, pp 46-47
[23] « **Visqueen** » semble être un **sachet rigide**, souvent de couleur noir ; il est utilisé en construction lors des pavements. Il est vendu sous forme de rouleau comme des shittings. Les gens du B.V. de la Gikoma le trouvent sur les chantiers de construction où ils travaillent comme journaliers.

gneissiques et granitiques trouvées sur place. Leur nature granulométrique fine et texture foliée ne leurs confèrent pas la qualité d'un tel usage. Elles sont facilement altérables.
Les briques adobes résistent moins aux intempéries comme les fortes pluies. Et même ceux qui construisent aux briques cuites semblent ne pas être mieux indiquées pour le choix des sites qui doivent supporter leurs maisons durablement.

II.4.3. Equipements publics

Les équipements publics dans le B.V. qui nous concernent sont constitués principalement par les routes : la RN1 (Bujumbura-Bugarama), la RN9 (Bujumbura-Bubanza) et la route surnommée « Astrida » pour avoir relié à l'époque coloniale le Rwanda et le Burundi depuis Bujumbura au Groupe Scolaire d'Astrida (actuelle Butare).
Nous ne devons pas oublier l'existence d'autres infrastructures (écoles, églises, canaux d'irrigations, ...), mais portons plus d'intérêt à la RN1 qui se trouve au milieu du site des glissements qui font l'objet de notre travail.

En effet, la Route Nationale n°1 compte parmi les routes les plus importantes du Burundi. Elle relie la capitale du pays au Nord, au Centre et à l'Est du pays, et partant à la Communauté Est-Africaine. Elle donne passage à plus de 700 véhicules par jour depuis les années 1990[24], un nombre qui doit avoir considérablement augmenté, vu la période écoulée.

Passant dans les zones montagneuses des Mirwa, elle est menacée par les éboulements de ses bords très accidentés ou des glissements des flancs qui lui tiennent le dessous. Les pluies diluviennes qui gonflent les débits des rivières qu'elle traverse la menacent aussi de destruction. Les rivières, empruntant de profondes gorges des montagnes, sapent fortement les berges jusqu'à détruire toute forme de protection mises en place pour elle.

Le contexte humain du B.V. de la Gikoma ressemble en bien de cas à celui de tous les milieux ruraux du Burundi. Une forte fécondité là où la mortalité a décliné caractérise le Burundi et lui confère une évolution toujours croissante plus que les migrations qui sont presque absentes si on tient aux mobilités susceptibles de modifier les effectifs de la population.

---

[24]BIDOU J.-E. et alii. Géographie du Burundi. Hatier. 1991. p257

La population du B.V. de la Gikoma, comme celle du Burundi en général, s'emploie dans le secteur primaire piloté par l'agriculture de subsistance, dépendant fortement de l'emprise climatique du milieu. Cette agriculture occupe nonobstant 40,6% des actifs qui doivent supporter le reste (jeunes et vieillards qui sont inactifs). Les autres secteurs d'activités sont de moindre importance. Le secteur secondaire seul n'existe pas, et le secteur tertiaire se limite aux activités informelles qui occupent les hommes ainsi que quelques femmes à la recherche du revenu complémentaire aux ressources insuffisantes que l'agriculture de subsistance procure.

L'homme du B.V. de la Gikoma, en occupant les pentes fortes a dispersé son habitat, une attitude qui n'est pas étrange au Burundi où dominent la maison isolé et le rugo. Il améliore petit à petit son habitat ; mais son développement se trouve remise en cause par le site qu'il occupe. C'est cette remise en cause qui guette encore la RN1 qui traverse ledit B.V. et qui, menaçant la population en place et tout ce qui la concerne, distingue le cadre humain d'ici et celui d'ailleurs.

La présentation générale du B.V. ainsi faite, le branle est donné pour l'étude des glissements de terrains, en tant que phénomènes naturels qui ont des processus décelables dans le temps pour causer les dégâts et constituer des menaces.

II^{ème} Partie : GLISSEMENTS DE TERRAIN DANS LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE GIKOMA

Étant au courant des conditions physiques et humaines de la zone d'étude sur les glissements, il faut passer alors au vif du sujet : comprendre les processus de glissement de terrains et en évaluer l'impact. Cependant, avant de parler du phénomène « glissement dans le B.V. de la Gikoma », il convient pour ce travail de faire un aperçu de ce phénomène en général. Cela nous permettra d'établir des comparaisons et déterminer la nature des glissements de la zone d'étude. En outre, ce travail est le premier à s'intéresser aux glissements de terrains au Département de Géographie et ; il convient alors d'en donner l'optimum des informations nécessaires à la compréhension du phénomène en général et dans le B.V. de la Gikoma en particulier.

CHAPITRE I. CADRE THÉORIQUE ET CONCEPTUEL

Quand des phénomènes naturels se déclenchent, certains paysans, souvent à la grande surprise, étonnés, désolés ou délogés, laissent leurs esprits, dans leurs tentatives ignorantes et naïves de trouver les explications des faits, croire au drame tout court. Nous l'avons vue lors de notre enquête ; la plupart de nos enquêtés ne trouvaient de réponses claires sur ce qu'ils penseraient à l'origine des glissements de terrain. Pourtant, les phénomènes localisés à la surface du globe ne sont pas sans causes. Ils ont des facteurs qui permettent leurs genèses et leurs déclenchements, et ces déclenchements suivent des mécanismes précis. Ainsi, nous nous permettons de faire un chapitre pour la connaissance générale des glissements de terrain afin d'éviter de coller aux glissements de Gikoma le caractère de cause incomprise de tant de dégâts.

I.1. Définition

Nombres d'auteurs s'évertuent à définir les glissements de terrains, et dans bien des cas les confondent à l'ensemble des mouvements de terrain comme il est exprimé dans la définition suivante :

« *Un glissement de terrain est un phénomène géologique regroupant un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol sur un plan de glissement incliné.*

Ils résultent le plus souvent d'une rupture par cisaillement à la limite inférieure de la masse en mouvement. Les volumes en jeux sont compris entre quelques mètres cubes et

quelques millions de mètres cubes. L'origine, le déroulement et les effets des mouvements de terrain sont extrêmement hétérogènes.[25] »

Mais GEORGE P. et VERGER F.[26] singularisent en affirmant que le langage « glissement de terrain » implique une descente en masse de matériaux meubles sur un versant sans dérangement considérable de leur agencement dans la partie déplacée.

Pour notre travail, nous préférons la définition donnée par wikipédia selon laquelle *« un glissement de terrain est un phénomène géologique où une masse de terre descend sur une pente, autrement-dit un plan de glissement plus ou moins continu, plus ou moins plan ou incliné ou incurvé. Après la prise en mouvement, la masse conserve globalement sa consistance et sa physionomie. Elle est donc toujours reconnaissable, ce qui permet de différencier les glissements de terrain des coulées de boues qui n'ont pas de forme propre.*[27] »

De cette définition, les glissements de terrain ne sont qu'un type de mouvement gravitaire (ou mouvement de masse) ; pourtant, par analogie avec certains auteurs anglophones (landslides en anglais), on utilise parfois improprement le terme « glissement de terrain » pour désigner tous les mouvements gravitaires.

I.2. Mécanismes de glissement des terrains

Se déclenchant souvent sur des terrains en pentes plus ou moins fortes (entre 10 et 40° en moyenne), les glissements de terrains se produisent sous l'effet des trois forces :

- **Gravité** : force exercée par le centre de la Terre et qui entraîne la matière vers lui. Elle constitue une force motrice qui meut l'écorce terrestre et tous les corps localisés à la surface, les entrainant vers le centre de la Terre.

- **Force de frottement** : force qui freine une couche de terrains meubles ou de roches par frottement contre la couche sous-jacente.

---

[25] *http://www.environment.gov.ma/PDF/Rapport-Risques-Glissements.pdf*, consulté le 31 Mars 2014

[26] GEORGES P. et VERGER F. (Sous la direction de), *Dictionnaire de Géographie*, P.U.F., Paris-VI[e] (mise à jour), 1996, p223

[27] *fr.wikipédia.org/wiki/Glissement_de_terrain*, consulté le 14/07/2014

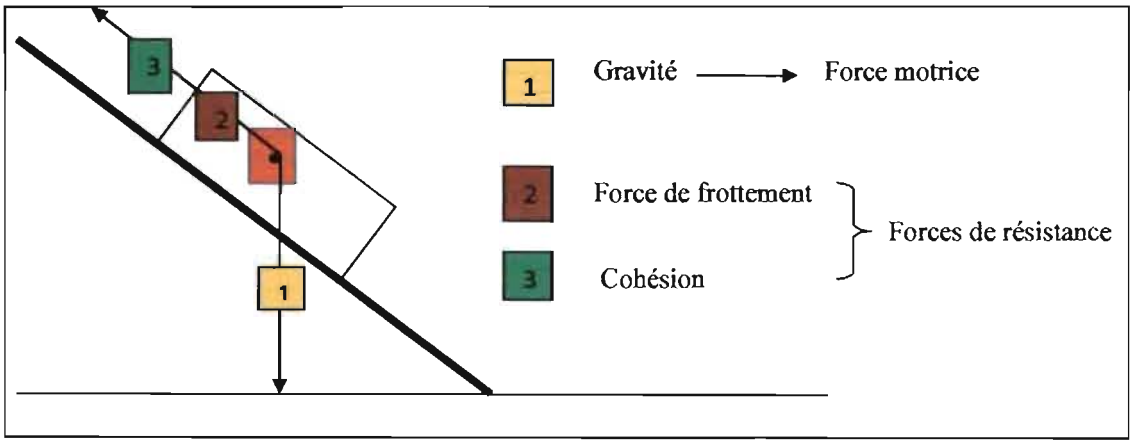
- **Force de cohésion** : force qui repose sur l'attraction des particules du sol entre elles et de l'attraction entre ces particules et l'eau stockée dans le sol.

Les deux dernières forces constituent les forces de résistance et agissent en interaction contre la gravité qui les entraine vers le bas.

Dans les conditions où les forces de résistance (force de frottement et cohésion) sont plus fortes que la force motrice (gravité), la stabilité du versant est garantie. Par contre, si l'équilibre des forces change et la force motrice devient plus importante que les forces de résistance, un glissement de terrain se déclenche.

Plus la gravité (pente) est forte et plus la force de frottement et la cohésion sont faibles, plus le versant est instable et menacée constamment par les glissements.

Figure 21 : Rapport de forces pour les conditions de glissement



Source : Auteur, *www.bafu.admin.ch/naturgefahren/01917/index.html?lang=fr*, consulté le 18/07/2014

Le rapport de force se prononçant ainsi en faveur du glissement, il se produit alors une rupture entre deux couches de roche ou de sol et une masse se met à glisser plus ou moins rapidement vers l'aval. Il peut arriver que celle-ci se décompose et finisse sa course sous forme de coulée de boue.

I.3. Facteurs/causes des glissements de terrain

Les facteurs de glissement de terrain sont de natures multivariées et leur classification varie selon les auteurs. Nous donnons ces facteurs selon la classification de DEWITTE[28] (Olivier) qui, suivant la dimension spatiale et temporelle d'occurrence des glissements de terrain, regroupe les facteurs de glissements de terrain en trois catégories : les facteurs de prédisposition, les facteurs préparatoires et les facteurs déclencheurs.

I.3.1. Facteurs de prédisposition

Liés à la nature même, ils sont appelés aussi des facteurs statiques. Sans aucune action agressive qui préparerait les mouvements de masse, leur présence rend les terrains susceptibles de glissement.

Ce sont les facteurs comme la topographie, la lithologie, la pédologie, l'hydrologie.

I.3.1.1. Topographie

C'est essentiellement la pente qui compte, mais on peut lui ajouter l'altitude quelques fois. En effet, la pente détermine les cibles potentielles des glissements de terrain, ces derniers pouvant se produire sur des pentes modérées à raides, d'une déclivité de 10 à 40 degrés généralement.

En fait, pour qu'une rupture puisse se produire sur un versant et qu'il y ait glissement, il faut qu'il y ait l'intervention de la gravité accompagnée d'un appel au vide. Ce phénomène ne pouvant pas prendre naissance sur des terrains plats, la prise en compte du degré de pente des versants est d'une importance capitale.

L'altitude quant à elle augmente dans bien des cas le risque d'occurrence des mouvements de terrain. Ceci a lieu dans les reliefs accidentés où l'élévation en altitude se poursuit avec l'aggravation de la pente.

I.3.1.2. Litho-pédologie

Le type des matériaux en place ainsi que leur structure déterminent la force de résistance. En effet, si le sol est par exemple composé exclusivement du matériel granulaire, la cohésion entre les différentes particules du sol est minime, voire nulle. Dans ce cas, seule la force de frottement peut s'opposer à un éventuel glissement de terrain.

---

[28] DEWITTE O., Exposé sur les mouvements gravitaires, document inédit, Bujumbura, UB, Mars 2014

Si la force de frottement est faible à son tour, la probabilité de voir une couche glisser sur l'autre vers l'aval est très élevée. La force de flottement est faible si par exemple les terrains sont meubles ou si les roches comportent des discontinuités remplies de particules fines.

I.3.1.3. Hydrologie

La composition des matériaux qui constituent le versant détermine la grandeur de la résistance qu'un terrain opposera au glissement de terrain. En fait, la résistance dépend de la sensibilité du versant à l'eau. Les mouvements de masse se produisent lorsqu'un important volume d'eau pénètre dans le sol sur une période plus ou moins longue.
En montagnes, cela arrive lorsque les températures sont supérieures à 0°C. En cas contraire, les précipitations sont stockées sous forme de neige ou de glace.

Les conditions d'écoulement et l'organisation du drainage dans un B.V. prédisposent aussi les terrains à des glissements. L'écoulement à régime torrentielle est de nature à déclencher les mouvements de terrain au cas échéant. La topographie (pente) et la densité des cours d'eau quant à elles déterminent la nature de l'écoulement (torrentialité ou pas en cas des hautes eaux).

I.3.1.4. Végétation

Par son rôle protecteur et stabilisateur des versants, la nature du couvert végétal prend part dans la décision des mouvements de terrain. En effet, les racines des arbres et des arbustes contribuent à améliorer la cohésion du sol. En cas d'absence ou de disparition de la végétation, la pente en subit la déstabilisation.

I.3.2. Facteurs préparatoires

Ils sont appelés « facteurs dynamiques » ; appellation tenant au fait qu'ils sont les moteurs de l'évolution temporelle menant vers le déclenchement des mouvements de versants. On inclura dans cet ensemble l'altération, les changements climatiques, les mouvements tectoniques, l'érosion.

I.3.2.1. Altération des roches

La dégradation progressive des structures en place peut être le départ des glissements de terrain dans un milieu où les rapports de forces sont favorables. L'installation des fentes par dessiccation, la fissuration des terrains, ... favoriseraient le détachement des compartiments à l'endroit du futur escarpement principal du glissement. L'eau profite de ces zones d'ouverture pour diminuer la cohésion des terrains.

I.3.2.2. Changements climatiques

Les changements climatiques se manifestent par l'augmentation de plus en plus accrue des événements météorologiques extrêmes parmi lesquels on recense les fortes précipitations, les précipitations hivernales plus fréquentes combinées à une limite des chutes de neige en hausse (davantage de précipitations sous forme de pluie que de neige), le recul des glaciers et la fonte du pergélisol, l'augmentation de la température, ...

L'augmentation en fréquence de ces scénarios menace la stabilité des versants ; et à long terme, on doit s'attendre à des mouvements de terrains plus fréquents et plus importants.

I.3.2.3. Mouvements tectoniques

L'activité tectonique récente ou actuelle peut constituer la condition ou le déclenchement d'un mouvement de masse au niveau de la zone de broyage des failles. En fait, la tectonique y a fragilisé les matériaux, et sa reprise ou à l'occasion d'un autre élément déclencheur, un mouvement de masse s'amorce. Les zones à proximité des résurgences (réveil, réapparition) sont généralement les cibles de l'occurrence accentuée des mouvements de masse.

I.3.2.4. Érosion

L'altération des sols tend à faire disparaître la couche superficielle de ceux-ci et dénuder les couches sous-jacentes. L'infiltration s'en trouve alors renforcée et la teneur en eau des horizons profonds augmente. De tels phénomènes sont de nature à réduire la force de flottement et la cohésion et ainsi permettre la gravité à prendre le devant pour entraîner les masses de terres vers le bas.

I.3.2.5. Activités humaines

Les activités humaines peuvent avoir une influence plus ou moins forte sur la stabilité d'une pente. En voici quelques exemples :

- La construction d'infrastructures ou de bâtiments augmente le poids qui repose sur la pente et, partant, la force de gravité. La stabilité peut également être fortement réduite si des constructions sont érigées au bas du versant avec une excavation dans le pied du glissement (suppression de butée) ;
- L'arrosage et l'irrigation modifient la teneur en eau du sol ;
- Le défrichement entraîne le dépérissement des racines des arbres, qui ne peuvent plus jouer leur rôle stabilisateur ;
- Les conditions d'écoulement dans une pente peuvent être modifiées notamment par le compactage ou l'imperméabilisation du sol. Les canalisations présentes dans le terrain constituent alors des chemins d'écoulement préférentiel avec concentration locale des eaux, pouvant mener à l'engorgement qui s'en suit des mouvements de masse ;
- Les conditions de stabilité peuvent être fortement altérées si la structure interne d'une pente est modifiée. Les pentes artificielles présentent souvent des caractéristiques moins favorables du point de vue de leur stabilité que les pentes naturelles (compactage, cohésion, drainage des eaux, etc.).

I.3.3. Facteurs déclencheurs

Ce sont les facteurs qui viennent valider les prédispositions en déclenchant le mécanisme nécessaire pour qu'une masse se mette en mouvement. On citera entre autres :

I.3.3.1. Précipitations

Les précipitations jouent un rôle direct dans le déclenchement des mouvements de masse. Lorsqu'une quantité importante d'eau s'infiltre dans le sol, la force de cohésion et celle de frottement diminuent en raison de la poussée verticale et les terrains glissent.

En outre, lorsque la quantité d'eau qui pénètre dans la pente est supérieure à la quantité d'eau qui s'écoule, une pression entre les interstices se forme et déclenche subitement le glissement.

En fait, les terrains gorgés d'eau sont plus plastiques, et il en résulte le déplacement de la masse sous son propre poids.

I.3.3.2. Fonte nivale

La fonte de la neige augmente les apports en eau au sol. Lorsqu'elle se produit sur des terrains déjà gorgés d'eau ou si elle s'ajoute aux fortes précipitations, elle augmente la teneur en eau et par conséquent la plasticité qui peut conduire au glissement si les rapports de force le permettent.

I.3.3.3. Sismicité

Les ébranlements naturels de la terre (tremblements de terre, éruptions volcaniques) peuvent menacer l'équilibre des forces sur la pente en raison d'un certain degré de magnitude.

I.3.3.4. Cours d'eau et les résurgences

Les écoulements des cours d'eau ainsi que les remontées en surface d'eaux courantes souterraines d'infiltration que sont les résurgences sont souvent responsables dans le déclenchement des mouvements de masse. En effet, leur action érosive (ravinement, sapement des berges, ...) engendre une déstabilisation des versants.

L'action de l'eau peut être aussi de nature chimique : l'eau entraine une altération des matériaux sous différents actions telles que l'oxydo-réduction, l'hydrolyse, l'hydratation, la dissolution, ...

I.4. Processus de glissement des terrains

Quand la nature se prononce pour un mouvement, elle permet un ensemble de conditions nécessaires pour son accomplissent, et détermine en plus les processus qui lui mèneront au bout. Il en est de la sorte pour les glissements de terrain.

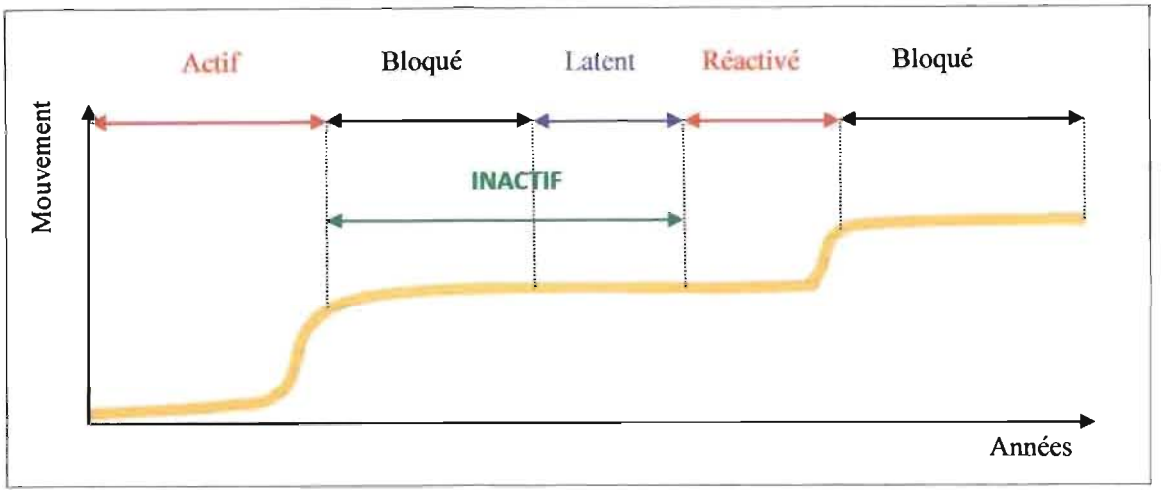
Nous connaissons déjà les facteurs qui en décident le déclenchement. Mais, par quels processus se déroulent-ils pour marquer leur trace dans le paysage ?

C'est en cherchant la réponse à cette question que nous voulons partir du schéma qui a été donné par la Division de Prévention des dangers de l'Office Fédéral de l'Environnement suisse en Septembre 2009[29] visualisant les différentes phases d'activité d'un glissement de terrain.

---

[29] *www.bafu.admin.ch/naturgefahren/01917/index.html?lang=fr*, consulté le 18/07/2014

Figure 22 : Différentes phases de l'activité d'un glissement de terrain



Source : *www.bafu.admin.ch/naturgefahren/01917/index.html?lang=fr*, consulté le 18/07/2014

Selon ce schéma, un glissement de terrain apparait avec une activité plus ou moins grande selon les facteurs qui lui sont à l'origine. Après un moment d'activité, il peut arriver que son mouvement soit bloqué ou latent pendant un moment pour se réactiver plus tard.

Un glissement est actif quand son mouvement peut être constaté (voir figure 22). Les glissements actifs peuvent se présenter avec des vitesses plus ou moins constantes à long terme, tout comme avec des phases successives d'accélération. Les déplacements ne doivent pas être toujours sensibles, et les déformations de quelques millimètres sont difficilement détectables.

Un glissement est inactif quand il est resté immobile pendant plusieurs années. C'est le cas d'un glissement dont la masse s'est déplacée au cours d'une année, mais qui ne progresse plus (**glissement bloqué**) ou dont la masse est immobile, mais susceptible de connaitre d'autres mouvements (**glissement latent**). Un glissement est aussi inactif quand il est **abandonné** (aucun mouvement n'est à prévoir prochainement puisque la masse n'est plus influencée par les facteurs qui l'ont déclenchée) et quand il est **stabilisé** (les facteurs déclenchant ont été enrayés grâce à des mesures d'assainissement).
Un glissement est dit réactivé quand il quitte la phase de latence, c'est-à-dire qu'après avoir été active, il a passé un moment à la phase inactive tout en étant susceptible de glisser, et voilà qu'il est actif de nouveau.

Finalement, la dynamique de glissement de terrains est fonction de la vitesse de celui-ci. Or, cette vitesse de glissement n'est pas uniforme pour tous les mouvements de terrain qui sont d'ailleurs classés distinctement en ce point de vue (on en recense certains qui sont permanents et d'autres qui sont dits spontanés). Ainsi, il n'est pas aisé de donner un tracé évolutif valable pour tous les mouvements de masse, ou même pour tous les glissements.

Les glissements spontanés, se déclenchant rapidement, restent à la première phase d'activité, n'ayant pas pu se réactiver. En fait, ils passent pour des mouvements abandonnés après leur activité car les glissements ultérieurs ont joué sur une nouvelle surface de glissement.
Les glissements permanents quant à eux, de par la réactivation sur une surface de glissement existante, peuvent terminer ce tracé temporel car, même en cas de blocage, la reprise les réactivera.

Les glissements étant alors distincts dans leurs processus, les dangers qu'ils présentent ne sont pas donc identiques ; nous en ferons le point plus tard.

I.5. Caractéristiques et types des glissements de terrain

La définition des glissements de terrain que nous avons donnée distingue ce phénomène « glissement » des autres mouvements de masse. Il convient alors pour plus de détails et de compréhension d'essayer de caractériser ce phénomène pourtant cher pour notre travail. Enfin, nous essaierons d'en donner la typologie.

I.5.1. Caractéristiques des glissements de terrain

Nous préférons les caractéristiques des glissements de terrain trouvés dans l' « *Étude pour la réalisation d'une cartographie et d'un système d'information géographique sur les risques majeurs au Maroc* » consultée en ligne[30] qui s'inspire des travaux de Varnes pour l'UNESCO en 1978 et de la commission internationale sur les glissements de terrain.

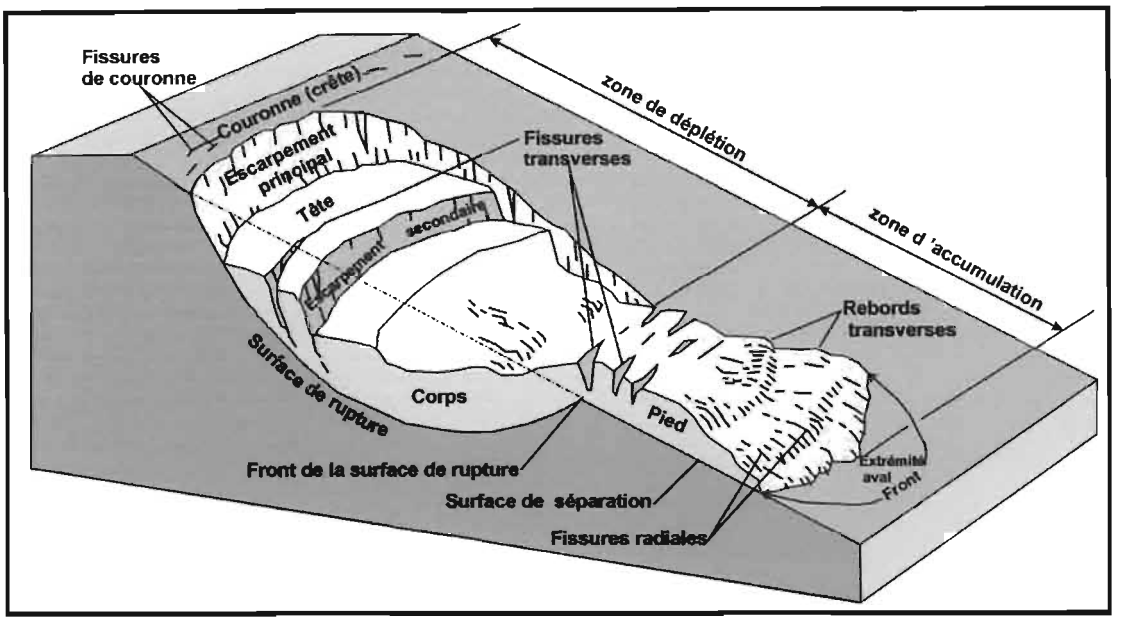
En effet, Varnes a élaboré un bloc diagramme idéal qui montre les caractéristiques d'un glissement complexe. Il montre très nettement les différents éléments d'un glissement qui doivent nous libérer de toute sa confusion avec les autres mouvements de masse.

---

[30] *http://www.environment.gov.ma/PDF/Rapport-Risques-Glissements.pdf*, consulté le 31 Mars 2014

On observe une surface de rupture très nette le long de laquelle les matériaux impliqués dans le glissement de terrain se déplacent au-dessus de matériaux que le phénomène n'affecte pas. Le diagramme montre aussi que la surface de rupture s'étend sur une profondeur considérable de sorte qu'un glissement de terrain ne saurait être considéré comme un phénomène superficiel.

Figure 23 : Bloc diagramme d'un glissement de terrain idéal



Source : *http://www.environment.gov.ma/PDF/Rapport-Risques-Glissements.pdf*, consulté le 31 Mars 2014

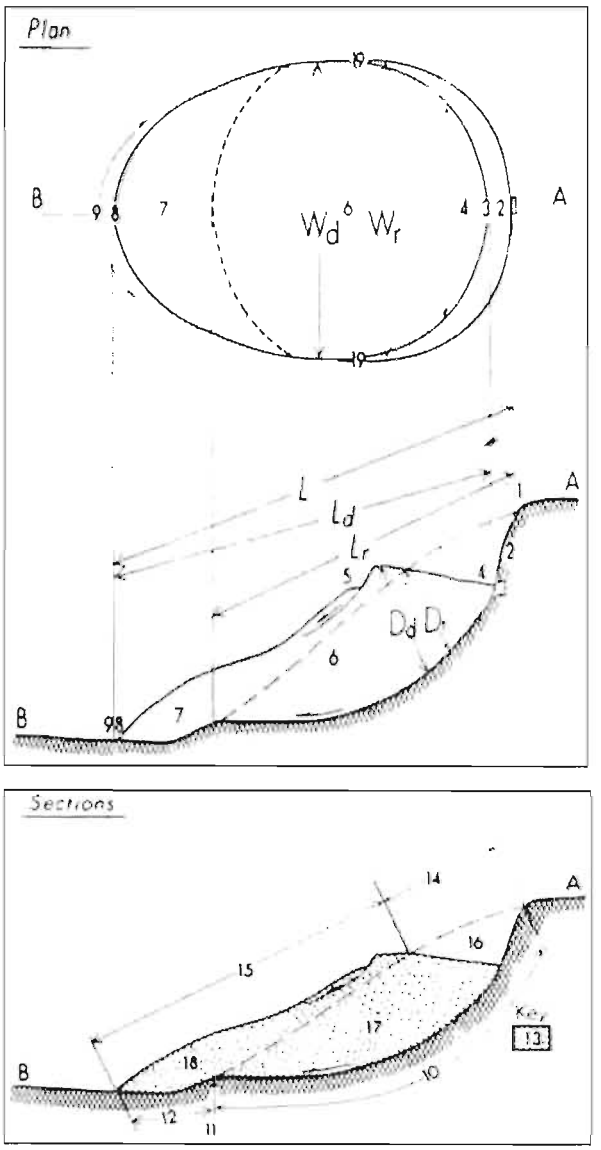
La commission internationale sur les glissements de terrain quant à elle a défini l'ensemble des éléments morphométriques et morphologiques composant un glissement de terrain type comme suit :

- **Couronne** : Zone située au-dessus de l'escarpement principal (2), souvent peu affectée par les désordres. Seules quelques fissures ou crevasses témoignent de la mise en traction des terrains dans cette zone.
- **Escarpement principal** : Surface inclinée ou verticale souvent concave, limitant le glissement à son extrémité supérieure.
- **Sommet** : Limite amont du glissement, point le plus élevé où le matériau glissé (13) se trouve en contact avec l'escarpement principal (2).
- **Tête** : Partie amont de la masse glissée sur l'escarpement principal (2).

- **Escarpement secondaire** : Cicatrice semblable à l'escarpement principal (2) mais visible dans la masse glissée.
- **Corps** : Partie du matériau glissée (13) au-dessus de la surface de glissement (10) en amont du pied de la surface de glissement (11).
- **Pied** : Partie de la masse glissée (13) en aval du pied de la surface de glissement (11).
- **Extrémité aval** : Extrémité aval du matériau glissé (13).
- **Front** : Partie la plus aval du matériau glissé (13), en général de forme convexe.
- **Surface de glissement** : Prolongation en profondeur de l'escarpement principal (2) au-dessous de la masse glissée (13).
- **Pied de la surface de glissement** : L'intersection aval de la surface topographique initiale et la surface de glissement (10)
- **Surface de séparation** : Surface séparant la masse glissée (13) des terrains en place, partie de la surface de glissement (10).
- **Matériau glissé** : Matériau qui a glissé, partie d'un glissement de terrain.
- **Zone d'affaissement** : Zone d'un glissement de terrain où la masse glissée (13) est au-dessous de la surface topographique originale.
- **Zone d'accumulation** : Zone d'un glissement de terrain où la masse glissée (13) est au-dessus de la surface topographique originale.
- **Niche d'arrachement** : Volume situé au-dessus de l'escarpement principal et la masse affaissée (17) et au-dessous de la surface topographique originale.
- **Masse affaissée** : Partie de la masse glissée (13) recouvrant la surface de glissement (11), qui est située au-dessous de la surface topographique originale.
- **Accumulation** : Partie de la masse glissée (13) qui est située au-dessus de la surface topographique originale.
- **Flanc** : Limite latérale du glissement prolongeant l'escarpement principal (2). Le flanc droit est à droite quand les flancs sont vus de la couronne.
- **Longueur de la surface de rupture** (Lr) : distance entre le front de la surface de rupture et la couronne.
- **Longueur de la masse glissée** (Ld) : distance entre le sommet et l'extrémité aval.
- **Longueur totale** (L) : distance entre la couronne et le front de la masse glissée.
- **Largeur de la surface de glissement** (Wr) : distance maximum entre les flancs.
- **Largeur de la masse glissée** (Wd) : largeur maximum de la masse glissée dans une direction perpendiculaire à la longueur Ld.

- **Profondeur de la surface de rupture** (Dr) : distance entre la surface de rupture et la surface topographique originale.
- **Profondeur de la masse glissée** (Dd) : profondeur de la masse glissée dans une direction

Figure 24 : Description des éléments morphométriques et morphologiques composant un glissement terrain



1 : crête, couronne
2 : escarpement principal
3 : sommet : partie la plus haute du glissement
4 : tête : partie la plus haute en glissement
5 : escarpement mineur
6 : corps principal
7 : pied du glissement
8 : extrémité du glissement
9 : front du glissement
10 : surface de rupture
11 : front de la surface de rupture
12 : surface de séparation
13 : matériau déplacé
14 : zone d'arrachement
15 : zone d'accumulation
16 : surface arrachée
17 : masse arrachée
18 : masse accumulée

(Lr) : Longueur de la surface de rupture
(Ld) : Longueur de la masse glissée
(L) : Longueur totale
(Wr) : Largeur de la surface de glissement
(Wd) : Largeur de la masse glissée
(Dr) : Profondeur de la surface de rupture
(Dd) : Profondeur de la masse glissée

Source : *http://www.environment.gov.ma/PDF/Rapport-Risques-Glissements.pdf*, consulté le 31 Mars 2014

I.5.2. Types des glissements de terrain

Comme pour les définitions, nombres de sources donnent des classifications diversifiées pour les mouvements de masse et les confondent aux glissements de terrain qui en sont pourtant une composante. En effet, si l'on tient au sens rigoureux de l'appellation, on distingue, selon la surface de rupture rencontrée, deux types de glissements de terrains :

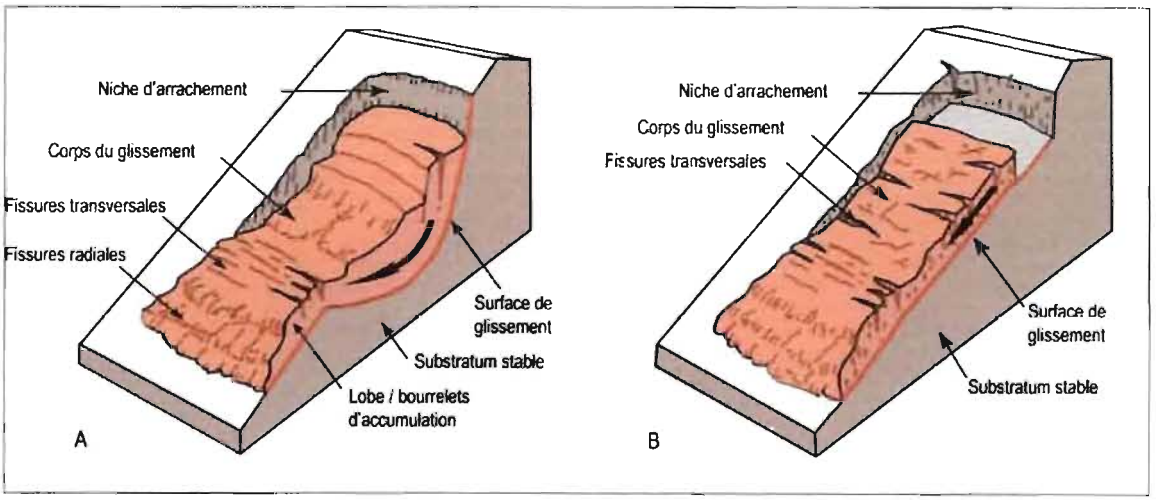
I.5.2.1. Glissements rotationnels

Dans un glissement rotationnel, la masse en glissement se déplace le long d'une surface de rupture circulaire, avec une concavité orientée vers le haut. Sa coupe schématique rappelle une cuillère.

I.5.2.2. Glissements translationnels

Il s'agit d'un mouvement évoluant le long d'un plan de faible résistance mécanique. Pendant le glissement, les horizons plus ou moins profonds de sols se déplacent selon une surface de rupture plus ou moins plane.

Figure 25 : Types de glissements de terrain



Source : *www.bafu.admin.ch/naturgefahren/01917/index.html?lang=fr*, consulté le 17/7/2014

Il arrive qu'un mouvement de terrain soit complexe et présente les deux types à la fois. Dans ce cas, on parle d'un **glissement quelconque** ou **composite**.

Les deux types de glissements distingués, il convient en outre d'inclure pour ce travail quelques formes de mouvements de terrains. Ils ne remplissent pas les caractéristiques de glissement de terrain, mais leur rejoignent dans biens d'aspects.

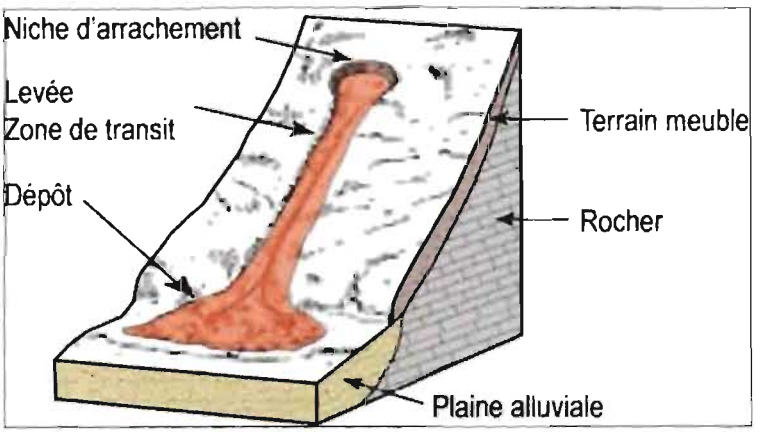
Pour ce travail, on peut citer des formes observées au moment de notre parcours dans la zone de travail qui se combinent parfois aux glissements pour faire des mouvements de masse plus ou moins complexes.

Il s'agit entre autre des coulées boueuses, des écroulements ou chutes de blocs ainsi que des formes complexes.

I.5.2.3. Coulées de boues

Après leur détachement au niveau de la niche d'arrachement, la matière mise en contribution perd sa consistance et se désagrège en boues. En fait, la coulée boueuse a eu lieu dans les terrains meubles, et la teneur en eau au moment du déclenchement était supérieure à celle des glissements. La matière est moins compacte et peu épaisse. La coulée de boues s'avance plus rapidement vers l'aval et ses conséquences peuvent être dévastatrices.

Figure 26 : Coulée de boues



Source : *www.bafu.admin.ch/naturgefahren/01917/index.html?lang=fr*, consulté le 17/7/2014

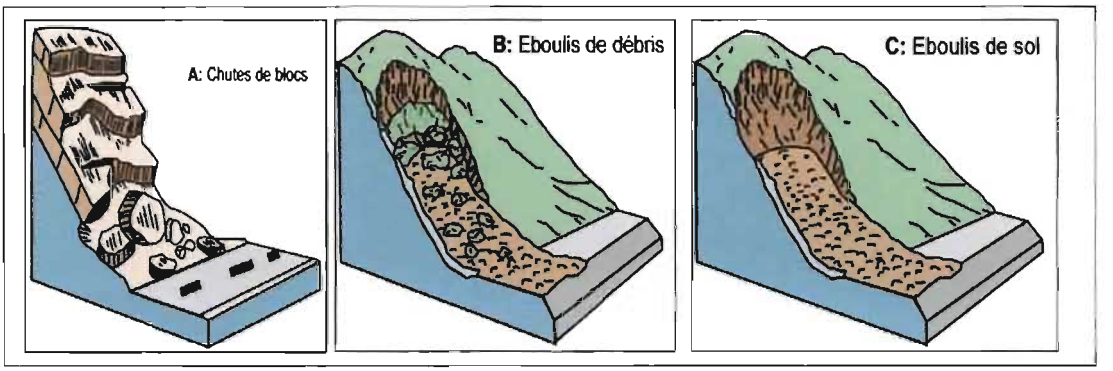
I.5.2.4. Écroulements et chutes de blocs

Contrairement aux glissements de terrains, les écroulements et chutes de blocs sont des phénomènes rapides et brutaux. Ils affectent les formations rigides et fracturées sur des pentes escarpées ou falaises. Ils ont commencé il y a longtemps par l'altération des joints de stratification, l'endommagement progressif des roches, la fracturation, etc.

A la venue d'un facteur déclencheur, leur activité est si brusque et souvent violente qu'il surprend beaucoup et occasionne des pertes énormes.

Suivant le type de matériaux constituant le versant sur lequel ces mouvements se déclenchent, on différencie : les chutes de blocs, la masse se détachant du socle, les éboulis de débris composés par des fragments détritiques grossiers et les éboulis de sol composés de fragments détritiques fins.

Figure 27 : Types d'écroulements et chutes de blocs



Source : *http://www.environment.gov.ma/PDF/Rapport-Risques-Glissements.pdf*, consulté le 31 mars 2014

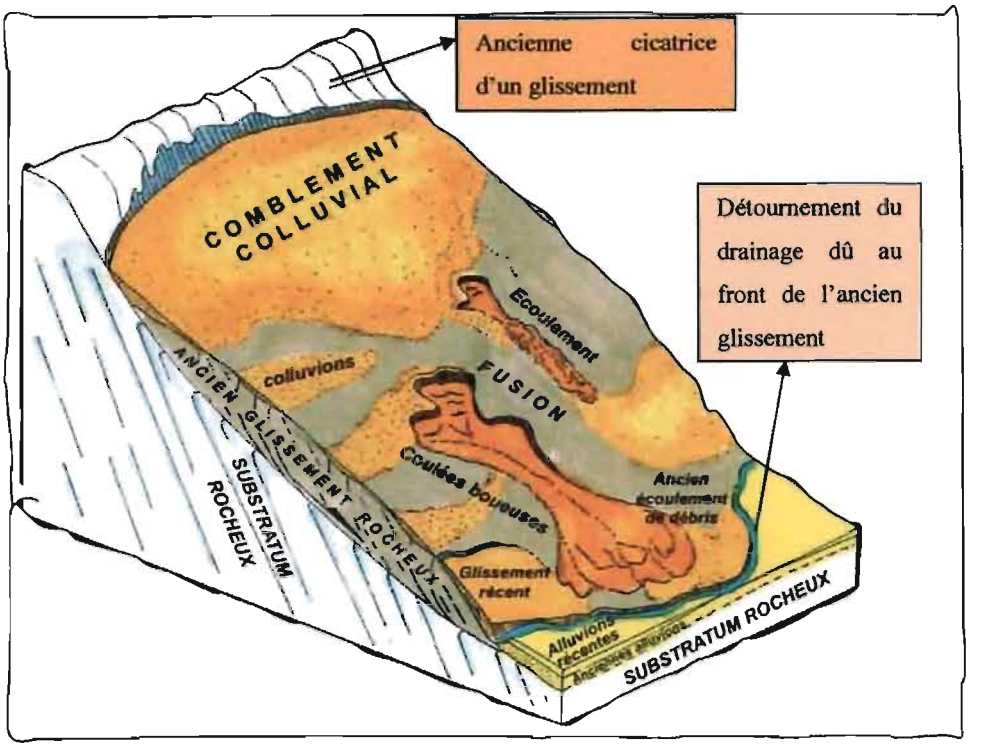
I.5.2.5. Écoulements ou coulées de masse

Les écoulements ou coulées de masse résultent de l'évolution des glissements de terrain et trouvent la place dans leur partie aval. A la différence des coulées boueuses, les matériaux affectés sont variés. La consistance ou non de ces matériaux, réunis avec la pente et la teneur en eau décident de ce type de mouvement. Le déplacement est rapide et le tracé de leur trajet dans la nature ressemble à un fluide visqueux.

I.5.2.5. Mouvements complexes

De tous les cas de mouvements de terrain, les glissements de terrains y compris, il peut arriver que deux types, voire plus, peuvent jouer en même temps et former en ce sens de mouvements complexes. Ce sont les formes les plus répandues dans la nature, la matière mise en contribution étant toujours en perpetuel remaniement par des agents divers.
Le bloc-diagramme suivant donne l'exemple d'un mouvement complexe :

Figure 28 : Mouvement complexe de type glissement-coulé



Source : *http://www.environment.gov.ma/PDF/Rapport-Risques-Glissements.pdf*, consulté le 31 Mars 2014

Dans un ancien glissement cicatrisé a lieu un comblement colluvial duquel a pris naissance les mouvements de coulée de boues. En aval, le lit de la rivière qui avait été détournée par le glissement continue à méandrer suite aux coulées et des réactivations de glissement (glissement récent en aval à gauche).

I.6. Manifestations des glissements de terrain

Des signes extérieurs apparaissent dans la nature pour témoigner de l'existence d'un mouvement de terrains. Les glissements de terrains se manifestent de plusieures manières selon leurs formes, leur extension, leur profondeur ou leur durée. Certains signes sont visibles à l'œil nu tandis que d'autres restent difficiles à détecter (cas des glissements profonds).

En effet, si l'on tient sur les signes visibles, les fissures peuvent témoigner d'une évolution lente d'un glissement de terrain. L'orientation (inclinaison) des éléments ponctuels dans la nature (arbres, poteaux électriques, ...) renseigne sur le type de glissement dont on est en

face. Dans un mouvement rotationnel, ils sont inclinés vers l'amont, tandis qu'ils sont basculés vers l'aval pour les glissements translationnels (Photo 6).

Photo 6 : Inclinaison des bananiers vers le bas dans un glissement translationnel à Nyaruhongoka (Rumomge)



Source : DEWITTE O., prise de vue Mars 2014

Ces signes peuvent servir de précurseurs dans le cas de mouvements lents. Les mouvements spontanés se manifestent brusquement, et sont à peine perceptibles à l'œil nu. Ils sont dangéreux, et sont parfois auteurs de pertes énormes.

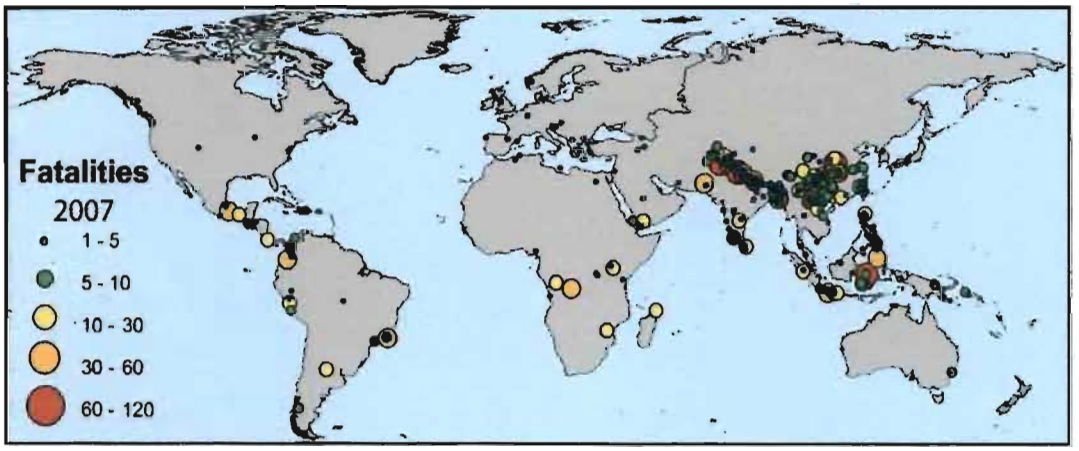
Les manifestations invisibles quant à elles nécessitent des études de reconnaissance. Délicates et onéreuses, ces dernières sont pourtant nécessaires pour la prévention des risques, arrêter un mouvement de terrain après déclenchement restant toujours difficile.

I.7. Effets engendrés par les glissements de terrain

Généralement ponctuels, les glissements de terrains restent à effets limités, comparés aux autres colères de la terre comme les séismes, volcans, vents violents, … . Cependant, ils ne vont pas sans causer des ennuis ; ils sont responsables de pertes en vies humaines (Figure 29) et économiques recensées à l'échelle du globe.

D'une évolution souvent peu rapide, les pertes en vies humaines dues aux mouvements de terrains sont peu nombreuses. Les régions les plus exposées en termes de pertes en vies humaines suite à de tels mouvements se situent principalement, selon les statistiques mondiales des glissements de terrain étudiés par le Professeur D. P. Wilson de l'Université de Durham en Angleterre, en Asie du sud, en Amérique centrale et quelque peu en Afrique. L'Amérique du nord, l'Europe et le Moyen Orient n'en enregistrent que des évènements de faible ampleur. La figure ci-après montre la répartition des fatalités dues aux mouvements de terrains en 2007 à l'échelle du globe.

Figure 29 : Répartition mondiale du nombre de morts dus aux glissements de terrain pour l'année 2007



Source : *http://www.environment.gov.ma/PDF/Rapport-Risques-Glissements.pdf*, consulté le 31 Mars 2014

Nonopstant, si moindres seraient les pertes en vies, les retombées socio-économiques sont énormes, et peuvent se réveler parfois irréversibles. En effet, si des infrastructures peuvent résister à de petits déplacements de terrains, les désordres peuvent être rapides de telle manière que la sécurité des occupants ne peut plus être garantie et que l'abandon reste la seule solution (Photo 7).

Les pertes matérielles dues aux mouvements de masses sont de deux ordres : certains sont directes, impliquant les coûts de réparation, de remplacement ou d'entretien de propriétés et d'installations endommagées, alors que d'autres sont indirectes incluant la baisse de productivité, la réduction de la valeur de l'immobilier, la perte de recettes fiscales et d'autres effets économiques produits indirectement par les glissements.

Photo 7 : Lycée Vugizo aujourd'hui abandonné suite aux mouvements du ravin de Rubanza (Sororezo)



Source : DEWITTE O., prise de vue de Mars 2014

Plus que les effets directs ou indirects, il peut être le cas des phénomènes aggravants résultant de ces mouvements de masse. C'est le cas par exemple de formation d'embâcles sur les cours d'eau, de laves torrentielles suite à l'apport de matériaux dans les cours d'eau, des coulées de boues à partir des bourrelets de pieds formés de matériaux remaniés, … .
Dans le temps, l'un de ces phénomènes fut en Équateur où un gigantesque glissement de terrain, d'un volume estimé à environ 20 millions de m^3, barra le passage au rio Paute le 29/3/1993. Il se forma un lac qui noya une zone fertile et habitée de près de 1000 hectares, et provoqua la destruction de routes, de voies de chemins de fer et de la centrale électrique régionale. L'armée a dû intervenir pour la rupture du barrage et l'écoulement qui en est résulté enfin a balayé tout sur son passage. Il y eut un nombre de morts estimé à plus d'une centaine[31].

[31] *http://www.ifeanet.org/publicaciones/boletines/25(3)/421.pdf*, consulté le 31 Mars 2014

CHAPITRE II : GLISSEMENTS DE TERRAINS DANS LE B.V. DE LA GIKOMA

Ayant parlé des glissements de terrains en général, et ayant vue d'ensemble de la zone d'étude par la présentation faite, il convient de progresser vers le but ultime du sujet ; les glissements de terrain dans la partie occidentale du B.V. de la Gikoma.

II.1. Historique des glissements dans le B.V. de Gikoma

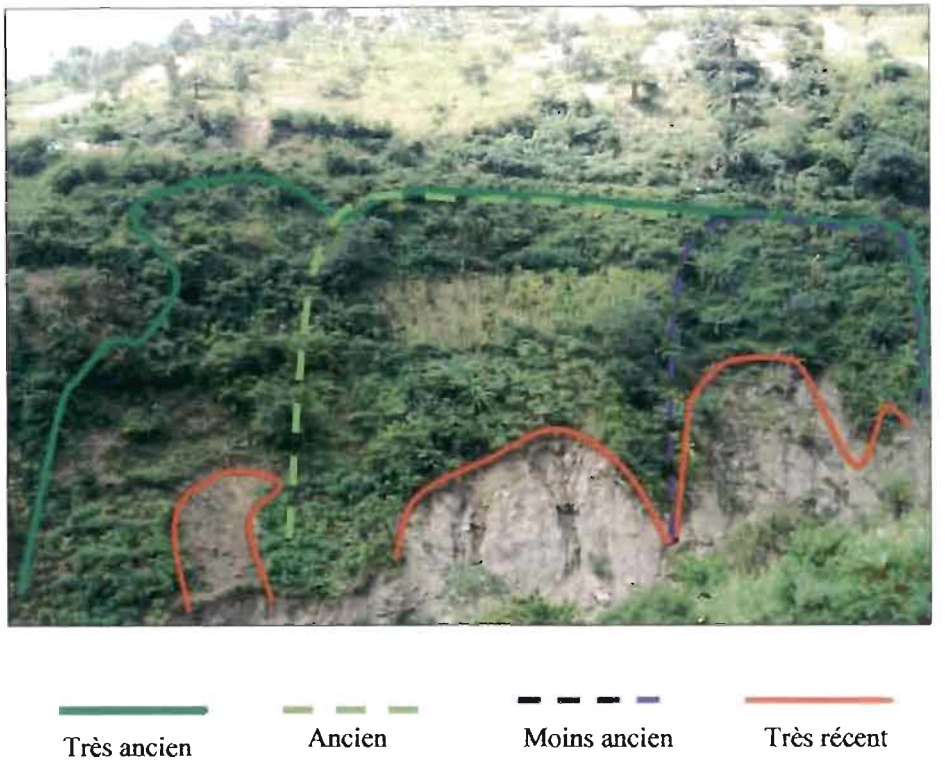
Lors de nos travaux de terrain pour le compte de GeoRisCA, et aux moments des visites de terrain et d'enquête pour ce travail, la majorité des individus trouvés sur place affirmaient avoir vu les glissements de terrain en Février 2014. Rappelons que c'est ce mois durant qu'avait eu lieu la nuit inoubliable du 09, où une pluie torrentielle s'était abattue sur la partie Nord-Est de la plaine et la partie Ouest des Mirwa. Quoiqu'ils en soient les raisons, ça ne devait pas être vrai. Nous avons alors essayé d'analyser les propos recueillis et d'y réfléchir profondément, et enfin nous avons tiré les conclusions suivantes :

- Les gens trouvés sur place nous prenaient pour des envoyés ou tout simplement des bienfaiteurs venus pour faire la liste de ceux qui vont être secourus. De la sorte, ils allaient jusqu'à nier tout fait de glissement antérieur pour donner un caractère dramatique aux événements de Février et ainsi se retrouver sur la liste ;
- D'autres distinguaient mal « *ibihomoka* » (terme adopté pour désigner les glissements de terrain en Kirundi lors de l'enquête) et les éboulements des berges, les inondations, ... qui avaient lieu en Février ;
- L'homme du B.V. de Gikoma reste indifférent à des phénomènes naturels comme la fissuration, la dessiccation, ... surtout quand ils se passent hors de ses champs. Un homme de Kwigere pouvait ne pas être au courant de la lente évolution d'un glissement sur un champ de Karunga. Seule une pluie diluvienne venue pour l'accélérer la lui rendrait visible.
- D'autres étaient des jeunes générations pour savoir les événements passés ; mais ce facteur d'âge semble jouer peu dans la mesure où même les personnes âgées ne donnaient pas de réponses précises.

Ne pouvant pas trouver de documents écrits sur les glissements dans la zone d'étude, l'historique était presque raté. Heureusement, des traces d'anciens glissements que nous avons d'ailleurs inventoriés, étaient encore visibles.

On peut ainsi observer et déceler les différentes phases d'activité.

Photo 8 : Glissement de terrain en 4 phases à Mbirira



Source : Auteur, prise de vue de Mai 2014

De cette photo, constatons que les glissements de terrain ne constituent pas un phénomène récent comme les propos de certains locaux le feraient croire. Ils sont de longue date et suivent une évolution complexe, caractérisée par des phases d'activité, de repos et de réactivation. Nous en éluciderons la dynamique dans les pages qui vont suivre.

II.2. Localisation des glissements de terrain dans le B.V. de Gikoma

Comprendre les processus naturels tels que les glissements de terrain suppose les mettre en relation avec le site sur lequel ils se déclenchent. Ainsi, nous devons passer en revue les différents sites de glissement dans le B.V. de la Gikoma, pour pouvoir par après en expliquer le processus.

Suivant les observations faites sur terrain, les glissements de terrains se localisent sur trois types de sites :

II.2.1. Au contact avec la rivière

Sur 37 glissements répertoriés, 22 étaient en contact avec les cours d'eau. Le cas est observable sur tous les cours d'eau de la zone : plus fréquent sur Gikoma et Nkirifuni, présent sur Nyabihuna, mais rare sur Kankonwa. En fait, les sapements lors des hautes eaux font que les berges s'effondrent, et les terres qui sont en contact se mettent à glisser. Elles perdent leur cohésion, les berges qui les soutiennent étant parties.

Photo 9 : Glissement au contact de la Gikoma à Buhayira



Source : Auteur, prise de vue de Mai 2014

II.2.2. Au bord de la route

D'autres endroits où les terrains perdent leur résistance facilement pour glisser sous l'effet d'un élément déclencheur sont les bords de la route. En cas de forte humidité, les sols gorgés d'eau glissent sur le substrat argileux.

Photo 10 : Glissement au bord de la RN1 à Muberure



Source : Auteur, prise de vue 27/7/2014

II.2.3. Sur les pentes raides

Sans aucun contact avec la route ou un cours d'eau, il arrive que les conditions de stabilité sur un versant agissent en sortes qu'il y ait des mouvements de masse. C'est surtout le cas des pentes fortes qui sont naturellement prédisposées au glissement. Sur les versants de la profonde gorge de la Gikoma, les pentes vont jusqu'à plus de 60%.

Photo 11 : Glissement sur les pentes d'un versant à Buhayira



Source : Auteur, prise de vue de Mai 2014

II.3. Facteurs qui entrent en jeu

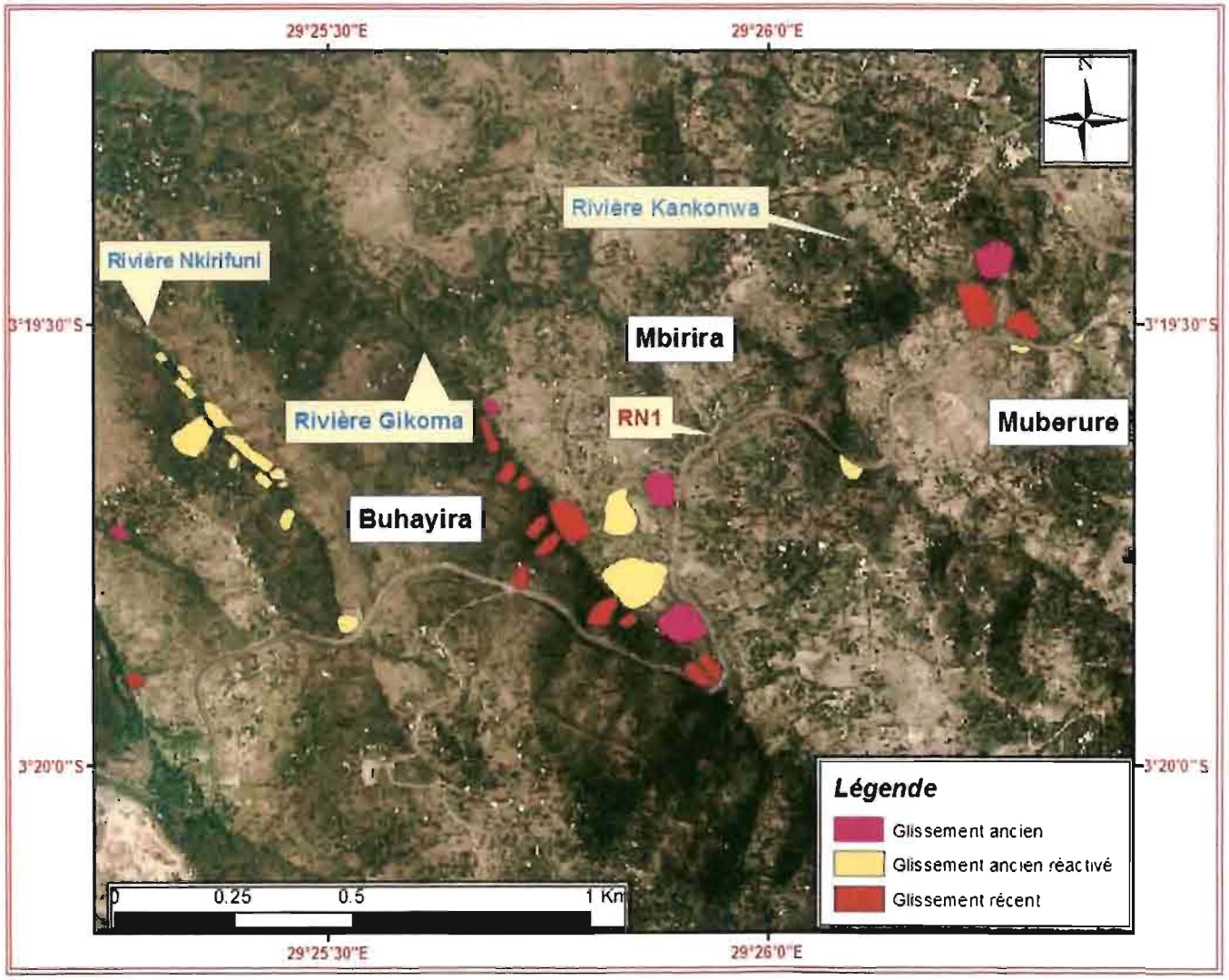
Avec ces différentes localisations des glissements dans le B.V. de la Gikoma, on conclut que les facteurs qui sont entrés en jeu sont surtout la topographie (système de pente), l'organisation du drainage, les pluies. D'autres éléments contribuent mais avec un rôle secondaire.

II.3.1. Facteurs décisifs

II.3.1.1. Topographie et système de pente

De toutes les trois localisations de glissements, le système de pente est toujours déterminant. En fait, la rupture qui doit laisser la masse glisser vers l'aval en cas de faible résistance et de déclenchement est conditionnée par la forte pente. Or, le système de pente est toujours raide. La Gikoma coule dans une gorge profonde avec des versants où les pentes atteignent plus de 60%. En admettant que les pentes moyennes sont comprises entre 10 à 40%, nulle part la pente est faible sur les lieux de glissements.

Figure 30: Localisation des glissements de terrain dans la zone d'étude



Source : Auteur, à partir des relevées de terrain (Mai 2014)

II.3.1.2. Organisation du drainage

Pour les glissements qui se déclenchent au contact des cours d'eau, les conditions de drainage comptent au premier plan. Dans le B.V. de la Gikoma où l'écoulement est torrentiel, les hautes eaux font des chocs aux berges par sapements. Des fois, ces berges s'écroulent dans les lits des rivières et la stabilité des versants se retrouve menacée.

En fait, ces eaux qui charrient des matériaux de tailles diverses avec grondements effrayants surcreusent les fonds des lits des rivières. Les terrains en bordure des cours d'eau perdent alors leurs supports et perdent la cohésion pour glisser sous l'action de la gravité. Le fait a lieu aux mois de Février-Avril durant le deuxième maximum pluviométrique de la saison pluvieuse.

II.3.1.3. Pluies

Les pluies sont l'élément déclencheur en tous les cas. Après une certaine période de pluies, tous les sols sont saturés en eau. Les chutes de précipitations à maintes reprises augmentent la plasticité de ces derniers, les eaux ayant pénétré dans les pores, les interstices ou les fissures préexistantes.

Or, le climat du Burundi, tout comme partout ailleurs dans la zone intertropicale, est caractérisé par l'alternance de deux saisons ; la saison sèche et la saison humide. La saison sèche (de Juin à Août) a laissé les interstices dans les gneiss qui dominent les contre-forts des Mirwa (dont le B.V. de la Gikoma fait partie). Dès que s'est annoncé la saison des pluies au mois de Septembre, les pluies ont profité des interstices pour saturer les horizons profonds des terres. Après le calme pluviométrique au solstice d'hiver de l'hémisphère Sud, la reprise des précipitations (Février-Avril) trouve les terres saturées. Les roches acquièrent alors une plasticité accrue et perdent alors la cohésion qui cède la force au profit de la gravité. Dès lors, ils se mettent à glisser vers le bas.

II.3.2. Facteurs secondaires

Les facteurs secondaires sont aussi indispensables au glissement, mais leur rôle vient après les premiers (ils prédisposent les terrains au phénomène de glissement sans toutefois en déterminer le déclenchement).

II.3.2.1. Litho-pédologie

Le caractère hétérogène de la lithologie, et par conséquent de la pédologie permet à la zone des Mirwa une grande perméabilité. Les sols accumulent rapidement de l'eau au début de la saison des pluies. En pleine saison, ils sont saturés et deviennent plus malléables et susceptibles de glisser en cas de déclenchement.

Les terrains gneissiques sont aussi sensibles à la chaleur. Pendant la saison sèche, la perte de l'eau par dessiccation s'accompagne de l'installation des fentes et fissures qui seront mises à profit par les eaux de pluies au début de la saison humide. Ce fait rend davantage vulnérables les versants des Mirwa.

II.3.2.2. Climat

A part les précipitations qui comptent pour des facteurs décisifs, le climat, par la température, contribue encore à la préparation des glissements. En effet, l'alternance des séquences humides et des séquences sèches au cours de l'année exploite la faiblesse des structures gneissiques comme il est déjà indiqué ci-haut.

L'ère de changement dans lequel est entré le climat mondial menace aussi la stabilité des versants par les fortes pluies. Ceci est d'autant plus vrai si l'on a vu que tous les récents mouvements de terrain de la zone étaient étroitement liés à l'exceptionnelle pluie de Février 2014.

II.3.2.3. Absence de la végétation

La végétation joue un rôle stabilisateur des versants. Elle protège contre les gros abats de précipitations et fortes chaleurs de la saison sèche, et augmente la cohésion des sols par ses racines. Or, dans l'ensemble du B.V. de la Gikoma, et d'ailleurs dans toute la région des contre-forts, l'espoir de couverture reste basé sur les cultures et rares herbes et arbustes, ces reliques d'une végétation qui a disparu à cause du défrichement effréné. Ainsi, les versants abrupts des Mirwa sont condamnés à subir de plein fouet les abats des pluies, l'homme dudit B.V. n'ayant pas mis en place les modes de protection des sols efficaces ou n y a pas songé.

II.3.2.4. Activités humaines

L'homme de Karunga ou Kwigere, comme partout ailleurs dans les Mirwa exploite ses terres à la traditionnelle. Labours à la houe et polyculture dominent. Dans un contexte de pression démographique, il tend à intensifier ses cultures jusqu'aux zones accidentées ou nécessitant une grande attention et réservation (bord de la route, les bords d'un cours d'eau, pentes fortes). N'utilisant pas assez de méthodes de protection de sols, il entre parmi les éléments qui menacent la stabilité du versant qui pourtant le supporte.

II.4. Types de glissements dans le B.V. de la Gikoma

Se développant sur des sols aux horizons humifères moins profonds, les glissements de la zone sont pour la plupart translationnels. D'une très grande vitesse, surtout ceux de Février 2014, ils rappellent les éboulements, les masses mises en contribution s'étant démantelées lors du parcourt sur les versants abrupts.

Les glissements rotationnels ne sont pas nombreux mais existent en de rares endroits où les sols sont profonds.

De tous les autres mouvements de masse, nous devons signaler en passant les éboulements des berges qui sont d'ailleurs le facteur pesant des glissements le long des cours d'eau.

II.5. Processus de glissement de terrains dans le B.V. de la Gikoma

Le processus de glissement de terrains dans la partie occidentale du B.V. de la Gikoma comme partout ailleurs est parfois simple, mais généralement complexe. Suivant l'ampleur du facteur déclencheur, le glissement suit une évolution plus ou moins longue, rapide ou lente ; la dynamique pouvant être ponctuée des temps de repos et de reprises.

En effet, les mouvements simples sont représentés par des glissements anciens inactifs. La photo ci-après prise à Muberure montre un glissement ancien qui n'a plus aucun signe d'activité. Nous ignorons l'ampleur de son déclenchement, mais nous pouvons conclure que le mouvement complètement inactif est abandonné, son évolution s'étant arrêté à la première phase d'activité.

Photo 12 : Glissement abandonné à Muberure



Source : Auteur, prise de vue du 27/7/2014

D'autres cas de mouvements simples sont les glissements récents de Février 2014. Leur déclenchement par une pluie torrentielle a été si subit qu'ils se sont vite manifestés dans le paysage. Encore actifs, nous devons attendre la suite de leur évolution.

Les glissements complexes sont représentés par des glissements qui ont une évolution plus ou moins longue. Ils ont été actifs, puis bloqués pour se réactiver plus tard. Ce qui les rend beaucoup plus complexe, c'est le caractère anarchique de leur réactivation : tantôt, la réactivation a eu lieu en aval, tantôt dans la masse déplacée, tantôt sur l'escarpement principal. Des fois, il arrive même qu'un autre phénomène physique (éboulement, érosion, coulée boueuse, ...) se déclenche dans la masse déplacée dudit glissement.

L'exemple d'un glissement complexe est ce mouvement de Mbirira. Les manifestations actuelles datent de Février 2014. Mais son évolution avait commencé bien avant ; il restait moins perceptible des passagers. NICAYENZI Diomède, un voisin de ce glissement, a indiqué que ce dernier avait commencé par une fissure, puis s'est déplacé par après tout en restant moins effroyable car l'endroit était toujours en cultures. C'est après les fortes pluies de Février 2014 que le mouvement s'est réactivé avec beaucoup plus d'ampleur. Dans la masse déplacée, il y a un escarpement secondaire qui doit être concomitant avec le

premier. Nous pouvons l'observer sur la photo prise en Avril 2014, mais les reprises d'érosions l'on jusqu'alors rendue plus complexe. Toujours actif aujourd'hui, nous nous réservons de prédire ce que sera son avenir.

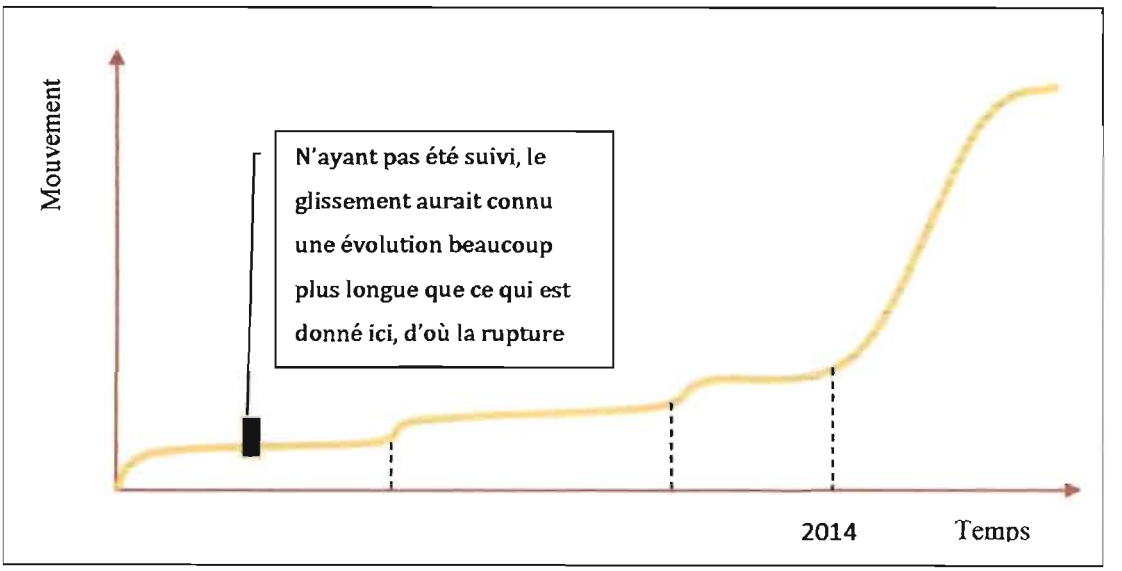
Photo 13 : Glissement complexe à Mbirira



Source : Auteur, prise de vue de Mai 2014

Selon le modèle de Bafu (Figure 22), son tracé évolutif peut être représenté comme suit :

Figure 31 : Processus de glissement du mouvement de Mbirira



Source : Auteur, à partir du modèle de Bafu

Les glissements de terrain dans le B.V. de la Gikoma sont des phénomènes anciens comme le témoignent les traces trouvées dans la nature (Photos 8, 12 et 13). Leur localisation sur des sites accidentés (zones de pentes fortes) montre le rôle majeur que joue la topographie dans les glissements dudit B.V. comme partout ailleurs dans les Mirwa. Les conditions d'écoulement (torrentialité) ainsi que le climat qui offre des séquences sèches et des séquences humides se combinent à la topographie pour rendre la zone très glissante.

Les terrains gneissiques, parfois schisteux voient les horizons profonds très argileux pendant la saison des pluies ; ils constituent par conséquent le substrat sur lequel glisse le reste des horizons supérieurs. La disparition de la végétation ainsi que les activités humaines aggravent les glissements car aucune protection n'a été prévue pour la stabilisation des versants.

Dans un processus d'évolution plus ou moins longue, les glissements de terrain du B.V. de la Gikoma offrent les deux types de glissements de terrains, avec une dominance des glissements translationnels. Les phénomènes d'érosion, d'éboulement, ... se combinent souvent aux glissements pour donner des formes complexes de mouvements de terrains.
Ces glissements se produisant inopinément sur les terrains pourtant densément peuplés et surexploités, il reste à savoir quel est l'impact de ces derniers.

CHAP. III. ÉVALUATION DE L'IMPACT DES GLISSEMENTS DE TERRAINS EN FACE DE L'HOMME DU BASSIN VERSANT DE LA GIKOMA

La vie sur terre dépend des ressources (aliments, eau, oxygène, ...) à la disposition des êtres vivants. Si ces dernières se trouvent menacées, elle est en danger et vouée à la ruine à force de persévérer. C'est ainsi qu'on estime la disparition des dinosaures, ces espèces qui ont régné sur terre pendant plus de 150 millions d'années, et qui auraient succombé du manque de ressources induit par la paralysie de l'effet de serre par un astéroïde ou un volcan[32].

La menace de l'homme et ses ressources provient de ses relations avec les autres êtres vivants (parasitisme, prédation...), mais aussi du milieu qui lui impose des règles de vie (déterminisme). En ce dernier cas, l'homme est appelé à s'adapter pour vaincre l'emprise de la nature (possibilisme). Dans cette évaluation de l'impact induit par les glissements de terrain dans le bassin versant de la Gikoma, nous voulons mesurer la relation qui existe entre l'ampleur du phénomène et la capacité que l'homme en face lui oppose pour survivre.

Nous essayons de décrire les pertes subies et le risque encouru, et en fin de compte conclure sur le degré de la vulnérabilité de l'homme du B.V. de la Gikoma suite aux glissements.

III.1. Pertes

Nous considérons comme « perte » tout dommage subi à cause du phénomène de glissement de terrains. Les pertes induites par les glissements dans le B.V. de la Gikoma sont de deux ordres : les pertes directes et les pertes indirectes.

Les pertes directes sont celles qui sont dues directement au mouvement de glissement, tandis que sont indirectes les pertes dues aux bouleversements postérieurs consécutifs au mouvement.

---

[32] « dinosaures. » Microsoft® Encarta® 2009 [DVD]. Microsoft Corporation, 2008

III.1.1. Pertes directes

Les pertes directes dues aux glissements de terrains dans le B.V. de la Gikoma sont les pertes en terres et les destructions de maisons et infrastructures.

III.1.1.1. Pertes en terres

Les pertes en terres sont toujours présentes à tous les périodes de glissement. Dans les glissements anciens comme dans les récents mouvements de Février, les terres ont été les cibles desquelles les glissements ont tiré les masses qu'ils ont mises en contribution.

L'homme du B.V. de la Gikoma ayant mis en culture toutes les lopins de terres qui lui appartiennent jusqu'aux zones accidentées (sur les berges des cours d'eau, en bordures de la route, en pentes fortes), le mouvement a emporté toutes les cultures sur place. Pire encore, les glissements se produisent en pleine saison des pluies (quand les terrains sont gorgés d'eau et sont devenus plastiques pour glisser) qui est celle des cultures avec toute la verdure possible. Bananiers, haricots, manioc, palmiers, maïs, ... sont toutes emportées.

La photo suivante a été prise à Buhayira. Elle montre un champ de bananiers en bordure de la Gikoma, victime des mouvements de Février qui ont porté à une profondeur à peine accessible, les plants de bananiers en place.

Photo 14 : Champ de bananiers emporté par un glissement à Buhayira



Source : Auteur, prise de vue de Mai 2014

III.1.1.2. Destructions

Les glissements battant le record de fréquences étant ceux qui se déclenchent en bordures de cours d'eau, les destructions ne sont pas énormes. Mais, les récents mouvements ont occasionné des dommages qu'on ne peut pas nier.

En effet, la nuit du 09 Février 2014, un glissement s'est produit en amont de deux ménages à Buhayira (Photo 15). La masse de pierres, de débris et de terres déplacée a complètement détruit l'une des maisons tandis que l'autre a perdu le mur. Il n'y eut pas de morts, mais des blessés (Photo 15).

Photo 15 : Glissement qui a détruit un ménage à Buhayira



Source : Auteur, prise de vue de Mai 2014

Un autre dommage déplorable consécutif aux mouvements du Février 2014 est la destruction partielle des ponts sur la RN1. Les mouvements glissants ont affecté les bords de la route. Dénudés, les ponts ont été partiellement détruits (Photo 16); une destruction qui s'est suivie d'une fissuration de la route ayant perdu de support.

Photo 16 : Destruction partielle du pont de la RN1 sur Gikoma suite aux glissements



Source : Auteur, prise de vue de Mai 2014

III.1.2. Pertes indirectes

Les pertes indirectes sont la lourde facture de réparation, mais aussi les inondations qui ont été aggravées par le transport de matériaux émanant des glissements.

III.1.2.1. Facture de réparation

En effet, les destructions émanant des glissements de terrains ont imposé au ménage de Buhayira une reconstruction après avoir passé plus de deux mois en situation de déplacés. Pour un paysan, les opérations de reconstruction d'une maison, si modeste soit-elle, n'a pas manqué à lui coûter les yeux de la tête.

Plus exorbitants encore pour le pays ont été les frais de réparation de la RN1 endommagée en plusieurs endroits. Le rapport d'évaluation des dommages causés par l'inondation du 9 Février 2014 estimait les pertes à 6,9 milliards de francs burundais dont plus de 60% pour les routes et les ponts[33].

[33] Burundi : analyse des facteurs de risque, évaluation des dommages et propositions pour un relèvement et une reconstruction durables : Évaluation rapide conjointe suite à la catastrophe des 9-10 Février 2014 aux alentours de Bujumbura, Avril 2014, p54

Photo 17 : Gros moyens mobilisés pour la construction de murs de soutènement de la RN1 à Mbirira



Source : Auteur, prise de vue du 27/7/2014

On ne passera pas sans dire en outre que le barrage de passage aux camions poids-lourds constitue une perte qui peut être liée aux glissements de terrains.
Les pertes ont été à cet effet que les relations commerciales entre le Burundi et le reste des pays de l'EAC ont été perturbées.

III.1.2.2. Aggravation des inondations

Les glissements, après avoir déplacé toute une masse de matériaux vers l'aval, alimente le torrent dévastateur des bas-fonds. En Février 2014, les eaux torrentielles de la Gikoma ont charrié des blocs de pierres, des débris, ...fournis par éboulements des berges et glissements de terrains en amont. Elles ont transporté tous ces matériaux vers l'aval où elles les ont déposés. L'inondation fut grave qu'une maison construite tout près de la rivière fut submergée en cette nuit. La famille a perdu ses 4 enfants d'un coup.

La photo suivante montre les matériaux qui dévalèrent les pentes des Mirwa pour inonder les bas-fonds par la Gikoma.

Photo 18 : Grave inondation du 09 Février 2014 de la Gikoma



Source : Auteur, prise de vue de Mai 2014

III.2. Risque

Maintenant que nous évaluons l'impact lié aux glissements de terrain dans le B.V. de la Gikoma, il convient de définir le risque qu'on encourt à cause de ces derniers. En effet, dans la mesure où ils sont reconnus comme des processus qui constituent la source de dommages dans la zone, ils constituent dans le temps le danger potentiel si l'on considère la définition du terme (*Un danger est une source de dommage potentiel [...]*[34])

Or, le risque est défini à partir du danger : « *Le risque est défini comme un objet social que l'on peut définir comme la perception d'un danger par une population ou un individu. Le risque est un danger potentiel, qui lorsqu'il survient, peut provoquer une catastrophe.* »[35]

Ainsi, à partir du danger que représentent les glissements de terrain dans le B.V. de la Gikoma, nous analysons le risque. Nous envisageons ladite analyse, décomposée en ses trois composantes à savoir l'aléa, la vulnérabilité et l'enjeu.

---

[34] *http://www.environment.gov.ma/PDF/Rapport-Risques-Glissements.pdf*, consulté le 31 Mars 2014

[35] VEYRET Y., Géographie des risques naturels en France, De l'aléa à la gestion, Hatier, Paris, 2004, p10

III.2.1. Aléa

L'aléa représente la probabilité qu'il y a pour qu'un danger se produise. De ce qui précède, l'aléa glissement de terrain dans la zone d'étude est la possibilité qu'il y ait pour que les mouvements de glissement se reproduisent. Nous ne disposons de données quantitatives pour déterminer cette probabilité, le processus n'ayant pas été suivi dans le temps. Cependant, nous comptons donner une description théorique à partir des facteurs déjà décrits.

En effet, le B.V. de la Gikoma constitue une zone potentielle de glissement de terrains. La topographie par ses versants abrupts et à pentes raides reste favorable au déclenchement de mouvements gravitaires. En outre, le contexte de changement climatique dans lequel est plongé le climat mondial ne manquerait à occasionner des événements exceptionnels comme les pluies torrentielles analogues à celles de Février 2014, et être à l'origine d'une série de mouvements de masse comme il a été le cas.

Les autres facteurs (écoulement torrentiel en saison de pluies, lithologie et pédologie, hydrologie, ...) étant favorables, la probabilité est certaine pour les glissements de terrain, donc l'aléa glissement de terrain dans le B.V. de la Gikoma est indubitable.

III.2.2. Vulnérabilité

La vulnérabilité traduit le degré de pertes que peut subir un groupe d'individus suite à un phénomène susceptible de causer des dégâts.

Pour notre cas, la vulnérabilité est la façon dont les glissements de terrain peuvent infliger des pertes aux hommes du B.V. de la Gikoma. Si l'aléa existe, comment est-ce que les hommes du B.V. de Gikoma qui restent traditionnels ne sauraient pas être vulnérables ?

En effet, toujours dépendant de l'agriculture de subsistance sur les terres exposées, l'homme de la zone est menacé par le danger de glissement des terrains. Ceci est d'autant plus explicite si l'on sait que 51% des actifs sont occupés par cette agriculture, alors que 28% associent le travail de la terre à d'autres activités (petit commerce, extraction, tâcheron) sans toutefois le quitter. En ce cas où les terres cultivables sont la cible des glissements, l'homme de la zone est une victime potentielle.

La vulnérabilité tient aussi à son habitat et sa professionnalisation. L'habitat dispersé sur les pentes fortes expose l'homme en bordure des zones de glissement. La progression du glissement ou la réactivation d'anciens glissements peuvent emporter toute une maison ou groupes de maisons après avoir dévasté les champs.

La photo suivante montre sa maison qui, à force de progression d'un glissement d'en bas, sera atteinte.

Photo 19 : Ménage menacé par un glissement de terrain à Buhayira



Source : Auteur, prise de vue de Mai 2014

A part la dispersion, la durabilité des maisons de la zone laisse une fuite en faveur de la vulnérabilité. Les maisons à majorité construites en briques adobes ne résisteraient pas à un moindre déplacement de terrain, bien que même les constructions en dure peuvent se retrouver dans des situations irréversibles.

En outre, certains traits de la démographie ne sont pas de nature à réduire la vulnérabilité. En effet, un nombre élevé d'hommes sur les terres qui continuent de s'écrouler (densités élevées) est une source de vulnérabilité parmi tant d'autres. Non seulement le manque de demeures (ces derniers peuvent être détruits) les hante, mais aussi le manque de ressources, le gros étant tiré du travail des terres en danger. Leur croissance rapide aggrave la situation.

Encore, la structure par âge de cette population incarne un autre aspect de la vulnérabilité. En fait, si 36,5% de la population doivent se tailler en pièces pour chercher le revenu sur des terres qui se desquament de temps en temps, la suite ne sera autre que les famines, les malnutritions et décès.

Enfin, nous nous arrêtons par ici, mais les traits qui peuvent révéler la vulnérabilité de l'homme du B.V. de la Gikoma face au danger « glissement de terrains » sont nombreux ; il suffit d'entrer au fond de la condition socio-économique de celui-ci (sachant que celle-ci est typique d'un « moins évolué », le moins instruit, sans règles d'hygiène, ...) et de penser aux retombées indirectes des glissements comme il a été le cas de l'aggravation de l'inondation en Février 2014.

III.2.3. Enjeux

« On nomme enjeux les éléments ou systèmes qui subissent la menace d'un aléa, il peut s'agir de populations, d'éléments analysables en terme économiques ou de composantes environnementales. »[36] En ce sens, nous incorporons dans l'ensemble des enjeux tous ce qui, touchés par l'aléa glissements de terrain, rendraient vulnérables les habitants de la zone de travail.

Viennent en premier lieu les champs cultivés que l'homme du B.V. de la Gikoma a étendus jusqu'aux zones les plus exposées. Ensuite, les habitations, d'une durabilité médiocre, sont les cibles. Nous n'affirmons pas que les maisons en dure ne partent pas, mais que les moins dures ne résistent pas même à de simples mouvements.

Probablement, le déchirement répétitif des ponts de la RN1 suite aux glissements mêlés aux éboulements des berges pourrait conduire à son abandon. La rupture de la circulation ferait une perturbation de l'économie nationale en général, et de la vie du paysan de Mumirwa qui doit emprunter la même route pour acheminer ses produits à Bujumbura à vélo en particulier (Photo 20).

[36] VEYRET Y., Op. Cit. p18

Photo 20 : Transport d'un paysan de Mumirwa, enjeu potentiel



Source : Auteur, prise de vue du 27/7/2014

Les dommages sur la route couteraient beaucoup pour la réparation ; et on ne doit pas s'empêcher de penser qu'à un certain moment, on devra la faire passer sur un autre site comme il a été le cas sur la RN7, ce qui serait plus coûteux davantage.

Parlant ainsi des enjeux indirects liés aux glissements, on peut penser en tant que géographe à une évolution du relief qui pourrait même déloger des gens. En effet, le relief des piémonts qui s'observe aujourd'hui dans la zone a été le fruit d'une altération progressive de l'escarpement des Mirwa sous les climats différents.

Parmi les phénomènes qui sont entrés en jeu figurent sans doute les glissements. Ainsi, ne faudrait-il penser qu'une accumulation progressive de roches, de débris et de terres comme celle de Février 2014 pourrait conduire à un remblaiement de la partie basse à la sortie des pentes fortes et à la formation d'un cône de déjection ?

L'enjeu réside en ce cas à la perte des surfaces cultivables, la destruction des maisons en bas ainsi que des vies qui y seraient au moment des événements.

Avant les événements du Février 2014, les glissements de terrain restaient des phénomènes moins importants de par leurs effets. Ils touchaient seulement des champs sur des zones éloignées des habitations. Le risque restait à peine perceptible par les paysans non avisés du phénomène. Ce sont les mouvements de Février 2014 qui ont porté les glissements de terrain à des effets jamais connus : en plus des champs endommagés, une maison a été détruite et avec des blessés. Les effets ont été à la fois directs et indirects. A côté des effets que les glissements ont portés directement, il y eut des répercussions indirectes qui ont d'ailleurs éveillés des gens plus que les glissements eux-mêmes : les masses charriées par les torrents étaient en partie les blocs de pierres en provenance des glissements. Ces dernières ont détruit une maison des bas-fonds dans laquelle ont péri 4 enfants de ce ménage. Les effets indirects sont allés jusqu'à infliger au pays une facture de réparation de la RN1 à plusieurs endroits suite aux destructions des ponts et des fissurations.

Plus que ces pertes, l'avenir menace d'être dangereux. Les conditions physiques dont dépendent les glissements sont réunis dans le B.V. qui nous occupe, donc l'aléa est sûr. L'homme y restant dans des conditions qui le maintiennent dans une vulnérabilité comme il a été dans les cas précédents, les enjeux risquent d'être énormes et porter plus le malheur au pays.

CONCLUSION GÉNÉRALE

La tectonique du Tertiaire, avec les variations climatiques du Quaternaire. a donné à la partie occidentale du Burundi une topographie accidentée, favorable aux glissements. Les structures essentiellement gneissiques, granito-gneissiques et schisteuses ne s'opposant pas aux glissements sous un climat aux séquences sèches et humides, les glissements sont devenus effectifs dans les Mirwa, et partant dans le B.V. de la Gikoma. Le drainage torrentiel des B.V. de l'Ouest du Burundi, n'a fait qu'amplifier les mouvements de masse, les éboulements des berges et les glissements de terrains. La végétation naturelle ayant disparu sur ces terres au fort peuplement, la nature d'ici n'a donc rien de protection naturelle qui pourrait retenir la masse que la nature a vouée au glissement.

Les hommes sont restés traditionnels. Leurs pratiques d'exploitation du sol sont celles pilotées par une agriculture de subsistance calquée sur le climat, et moins de méthodes de protection ont été envisagées : quelques haies envisagées individuellement et donc sans efficacité réelle. L'homme d'ici n'a donc rien pu/fait pour protéger ses terres. Par contre, il a contribué à l'amplification du mouvement par des exploitations anarchiques jusqu'aux zones accidentées et susceptibles de glissement. Il a contribué lui-même au déclenchement des faits qui l'infligent des pertes : maisons détruites et champs de cultures emportés.

Dans une dynamique démographique caractérisée par une forte croissance avec prédominance des activités agricoles où les cultivateurs recourent à des pratiques traditionnelles dangereuses, l'homme se retrouve dans une vulnérabilité de plus en plus accrue. Ceci est d'autant plus vrai quand on sait que l'aléa glissement est dicté par la nature sans la part décisive de celui-ci. C'est la topographie, l'hydrologie. le climat, la géologie, ... du B.V. qui déterminent s'il y aura glissement ou non sur les terres de l'homme attaché fermement à ces dernières et qui en dépend totalement : 51% vivent seulement du travail de la terre, tandis que d'autres associent leurs activités au travail de la terre.

L'homme d'ici est aussi vulnérable car son occupation de l'espace par l'habitat est dispersé sur les collines jusqu'aux sites accidentés, ce qui peut augmenter le risque d'être affecté, la maison étant resté essentiellement en matériaux moins durables.

La vulnérabilité de l'homme du B.V. de la Gikoma, comme partout ailleurs, constitue un danger imminent en ce moment où l'environnement mondial a plongé dans une ère de réchauffement climatique global. Les récents glissements, plus nombreux et plus violents

que jamais vus ont eu lieu suite à une pluie exceptionnelle (celle du 09 Février 2014), on pourrait s'attendre au pire. Ces pluies exceptionnelles étant liées au réchauffement climatique qui est réel aujourd'hui[37], les glissements de terrains, favorisés par les caractéristiques physiques de la zone (géomorphologie, lithologie, hydrologie), devront être fréquents. Les conséquences seront aussi accrues.

Devant ces situations qui le tyrannisent et le tuent, le paysan du B.V. de la Gikoma ne doit pas pourtant croire en des forces surnaturelles ou prendre les phénomènes comme des réalités toutes faites, comme des causes sans causes de son malheur. Il doit prendre conscience que les glissements sont liés à la nature des terrains qu'il habite et que des fois il contribue à leur activité. Il est sûr qu'à la limite de ses moyens, il ne peut pas lutter contre les glissements. Cependant, il peut limiter sa vulnérabilité en adoptant des pratiques préventives.

C'est par le constat de pertes énormes et d'un risque non négligeable suite aux glissements dans la zone d'étude que prend fin ce travail. Il a le mérite d'avoir confronté les éléments du contexte physique et du contexte humain du milieu et d'avoir mis en évidence l'impact des glissements dans la zone de travail. Cependant, ce travail sur les glissements de terrain dans le B.V. de la Gikoma se présente de manière introductive sur la réalité « glissement de terrain » restée pendant longtemps ignorée, alors qu'effective dans la région des Mirwa. Il n'a pas expliqué les glissements de la zone dans le temps car cette explication suppose des données quantifiées et des relevées de terrain antérieures. Ces derniers n'ayant pas été suivis (peut-être qu'ils n'avaient pas jusqu'alors suscité l'intérêt au monde de recherche), ladite explication quantitative devenait alors impossible.

De ce qui précède, la suivie dans le temps des mouvements gravitaires (dont fait partie les glissements de terrain) dans notre zone d'étude s'impose. C'est ainsi que le branle est donné à tout chercheur qui pourrait mener cette étude évolutive des glissements de terrain de la zone des Mirwa. Elle permettrait de définir quantitativement le risque encouru devant les glissements de terrain qui sont une réalité dans la zone d'étude, et par conséquent participer à la prise des mesures de prévention.

[37] Les rapports du GIEC abordent profondément ce sujet à l'échelle globale, et la Convention Cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques pour le Burundi (2001) a montré que le pays n'est pas épargné.

Nous disons bienvenue à d'autres chercheurs qui pourraient nous compléter ou apporter encore plus de la lumière sur les glissements de terrain ou d'autres mouvements gravitaires de la zone, le savoir ne s'épuisant que pour celui qui ne le cherche pas.

SOURCES CONSULTÉES

Ouvrages généraux

- *Atlas du Burundi*, ouvrage collectif, Bordeaux, 1979, 30 planches
- BIDOU J.-E. et alii, *Géographie du Burundi*, Hatier, 1991, 288p
- CASENAVE-PIARROT A. et alii, *Géographie du Burundi*, Edicef, 1979, 136 p
- CERQUIGLINI B. et OLLÉ J.-M. (dir.), *Dictionnaire Universel*, Hachette/Edicef, V^e^ (revue, corrigée et mise à jour), 2008, 551p
- GEORGES P. et VERGER F. (Sous la direction de), *Dictionnaire de Géographie*, PUF, Paris-VI^e^ (mise à jour), 1996, 500 p
- LUCAS G., MOREAU C., LABOURAIT C. (dir. généraux), *Petit Larousse illustré, Dictionnaire encyclopédique pour tous, Librairie Larousse*, Paris-VI^e^ (revue et corrigée), 1984
- République du Burundi, Ministère de l'intérieur, *Atlas du Burundi*, Juillet 2012, 100p
- VEYRET Y., *Géographie des risques naturels en France. De l'aléa à la gestion*, Hatier, Paris. 2004. 251 p

Documents cartographiques

- République du Burundi, Ministère de l'énergie et des mines, Carte géologique du Burundi, Feuille Bujumbura, S4/29 N.W, Institut Géographique National de Belgique, 1989
- Carte topographique du Burundi, Paris, IGN Paris et IGEBU Bujumbura, 1983
  - Feuille Bujumbura : SA-35-XXIV-1d
  - Feuille Muramvya : SA-35-XXIV-2c
- Ortho photo plan du Burundi (2012)

Cours, mémoires, rapports et autres documents inédits

- ✓ Burundi : analyse des facteurs de risque, évaluation des dommages et propositions pour un relèvement et une reconstruction durables : Évaluation rapide conjointe suite à la catastrophe des 9-10 Février 2014 aux alentours de la ville de Bujumbura, Avril 2014, 104p
- ✓ DEWITTE O., Exposé sur les mouvements gravitaires, document inédit, Bujumbura, Mars 2014

- ✓ Dirk W. BERGEN, *Contribution à la connaissance des régions naturelles du Burundi : données de superficies et de population par colline de recensement*, ISABU, Département des Études du Milieu et des Systèmes de Production, Programme de Socio-Économie Rurale, Publication N°161, juillet 1992, 144p
- ✓ GAKWAYA (Alphonse), *Le B.V. de la Ntahangwa : étude géomorphologique*, Mémoire, Bujumbura, UB, FLSH, 1985, 99f
- ✓ MANIRAKIZA (René), Cours de Géographie de la population et du peuplement, UB, FLSH, 1ère Candidature, 2009-2010, 95p
- ✓ Microsoft® Encarta® 2009 [DVD]. Microsoft Corporation, 2008
- ✓ NKUNZIMANA (Athanase), *Étude de l'influence des changements climatiques sur la torrentialité des rivières des montagnes de l'Ouest du Burundi et leur impact sur l'aménagement du territoire : cas des B.V. de la Nyabage, Mugoyi et Mutimbuzi*, Mémoire, Bujumbura : UB, FLSH, Département de Géographie, 2012, 193f
- ✓ République du Burundi, Ministère de l'Intérieur, BCR, RGPH 2008, *Natalité et Fécondité*, Bujumbura, Avril 2011, 64p
- ✓ République du Burundi, Ministère de l'Intérieur, BCR, RGPH 2008, *Résultats définitifs*. Septembre 2009
- ✓ République du Burundi, Ministère de l'Intérieur, BCR, RGPH 2008, Volume 3 : *Analyse,* Tome 7, *Caractéristiques des ménages et des habitations*, Bujumbura, Avril 2011, 67p
- ✓ République du Burundi, Ministère de l'Intérieur, BCR, RGPH 2008, Volume 3 : *Analyse,* Tome 14, *Caractéristiques économiques de la population du Burundi*, Bujumbura, Avril 2011, 95p
- ✓ République du Burundi, Ministère de l'Intérieur, Département de la population, RGP du 16 au 30/8/1979, Tome II, Volume III, *Résultats définitifs de la province Bujumbura*, Bujumbura, Novembre 1983
- ✓ RUNYAGU Valos, Cours d'Hydrologie marine et continentale, UB, FLSH, GÉO, 2ème Candidature, 2010-2011
- ✓ SABUSHIMIKE Jean-Marie, Cours de Géomorphologie structurale, UB, FLSH, GEO, 1ère Candidature, 2009-2010, 101p

Sites internet

- *http://www.environment.gov.ma/PDF/Rapport-Risques-Glissements.pdf*, consulté le 31 Mars 2014
- *http://www.1-agora21.org/ari/doc2005/rapport%20Deon-Enault.pdf*, consulté le 31 Mars 2014
- *http://www.hauts-de-seine.gouv.fr/content/.../DDRM92_3_mouvements_terrains(1).pdf*, consulté le 31 Mars 2014
- *http://horizon.documentation.ird.fr/exl.doc/pleins_textes/cahiers/PTP/30456.PDF*, consulté le 31 Mars 2014
- *http://www.ifeanet.org/publicaciones/boletines/25(3)/421.pdf*, consulté le 31 Mars 2014
- *http://www.saguenay.ggl.ulaval.ca/geohazard/evaluation/demers.pdf*, consulté le 31 Mars 2014
- *http://geo.unibuco.ro/reviste_geomorfo/volum10/arto5.pdf*, consulté le 31 *Mars 2014*
- *http://www.bme.gouv.ht/risques%20geologiques/Les%20glissements%20de%20terrain.pdf*, consulté le 31 Mars 2014
- *http://www.bafu.admin.ch/naturgefahren/01917/index.html?lang=fr*, consulté le 17/7/2014
- *https://fr.wikipédia/wiki/population_active,* consulté le 30 Juillet 2015

ANNEXES

ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE D'ENQUÊTE

Commune : ..... *Colline :* ..... *Sous-colline (localité) :* .....

1. TAILLE ET STRUCTURE DU MÉNAGE (Population présente)

Membres de la famille(N^{bre})	Statut familial	A.A.R.	Sexe	Niveau d'instruction	Branche d'activité	Nom d'activité
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

MOBILITÉ

2. Depuis quand est-ce que vous êtes / habitez sur les lieux ? .....

   Vous êtes venus d'où ? .....

3. Comptez-vous partir pour d'autres milieux ? OUI ou NON

   Si OUI, vers où ? .....

4. HABITAT

- Matériau de construction :

✓ Fondation :
- ☐ Pierres,
- ☐ Briques cuites,
- ☐ Briques adobes,
- ☐ Sans

✓ Murs :
- ☐ Pierres,
- ☐ Briques cuites,
- ☐ Briques adobes,
- ☐ Maison en paille(ou autre à préciser)

✓ Toiture :

- ☐ Tôle,
- ☐ Tuile,
- ☐ Paille,
- ☐ Autres

- Observation de la cuisine :
  - Situation par rapport à la maison principale
  - Description (faire référence au matériau de construction)
    - Fondation : .....
    - Murs : .....
    - Toiture : .....

SYSTÈME D'EXPLOITATION AGRICOLE

5. Pratiquez-vous des cultures pérennes ? OUI ou NON

   Si OUI, lesquelles ? .....

6. Êtes-vous des agro- forestiens ? OUI ou NON

   Si OUI, quelles essences pratiquées ? .....

7. Quelles sont les méthodes de protection du sol utilisées ?

   - ☐ Courbes de niveau
   - ☐ Haies antiérosives
   - ☐ Autres

GLISSEMENTS DE TERRAIN

8. Avez-vous déjà observé les glissements de terrain ? OUI ou NON

   Si OUI, Depuis quand ? .....

   Combien de fois ? (Préciser les dates) .....

9. Comment est-ce que vous percevez les glissements de terrain, du point de vue socio- culturel ? Considérez-vous qu'ils soient dus à quoi ?

- ☐ L'ordre de la nature ?
- ☐ Malédiction/ Punition de Dieu
- ☐ Fétichisme
- ☐ Esprits mauvais
- ☐ Autres : .....

10. Dans quelles situations se produisent-ils ? (conditions météos/saisons)

☐ Période sèche ☐ Normal ☐ Humide ☐ Pendant la pluie

11. Se sont-ils déjà produits sur vos terres ? OUI ou NON

12. Vous ont-ils causés des pertes ? OUI ou NON. Si OUI, lesquelles ?

- ☐ Maison détruite
- ☐ Maison fissuré
- ☐ Champs emportés
- ☐ Autres : .....

13. Observez-vous des possibilités que les glissements de terrain se reproduisent ? OUI ou NON. Si OUI, comment ?

.....

.....

.....

14. Que risquez-vous de perdre s'ils se reproduisent?

- ☐ Maison
- ☐ Champs
- ☐ Autres : .....

15. Connaissez-vous des gens qui auraient quitté les lieux à cause des glissements ? OUI ou NON ? Si OUI, quand est-ce qu'ont eu lieu les glissements qui les ont fait déménager ?

.....

.....

.....

16. Observez-vous les risques qui vous amèneraient à déménager si les glissements se reproduisent ? OUI ou NON. Si OUI, comment.

.....

.....

.....

ANNEXE 2 : DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

Tableau 1 : Températures moyennes mensuelles à la station Bujumbura-Aéroport (1980 – 2013)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
J	24,7	24,1	24,6	24,4	23,8	24,7	24,4	24,7	25,7	23,6
F	26,0	23,8	25,0	25,1	23,2	24,6	25,1	23,6	25,1	23,8
M	25,2	24,8	25,1	24,9	24,1	24,3	24,2	25,1	26,5	24,1
A	24,6	24,9	25,0	24,7	24,9	24,5	24,9	25,1	24,7	23,9
M	24,8	24,7	24,4	24,8	22,9	24,1	24,0	24,7	24,0	24,1
J	23,1	23,0	22,6	23,2	22,4	23,2	22,3	23,1	23,4	22,4
Jt	22,1	22,4	22,3	23,4	22,3	22,5	20,3	22,7	24,0	22,2
A	22,8	23,9	22,6	24,2	23,1	22,9	23,0	23,9	23,9	23,4
S	24,6	24,5	24,5	24,1	24,2	24,4	23,6	25,6	24,0	24,1
O	24,4	25,7	24,9	25,2	25,6	25,4	25,0	24,6	24,7	24,8
N	24,7	24,9	23,8	23,9	24,1	25,0	22,8	25,5	23,5	24,9
D	23,8	24,3	25,7	23,6	23,8	24,1	24,1	25,2	23,5	24,6
MOYENNES ANNUELLES	**24,2**	**24,2**	**24,2**	**24,3**	**23,7**	**24,1**	**23,6**	**24,5**	**24,4**	**23,8**

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
J	24,1	24,1	24,9	26,1	24,2	24,9	25,4	26,1	26,2	24,3
F	24,6	25,5	24,6	24,7	25,6	26,5	24,8	25,9	25,6	26,0
M	24,6	24,6	25,2	23,6	24,7	25,7	25,2	25,3	26,1	25,2
A	25,9	24,5	25,1	21,7	22,7	24,6	25,0	24,5	25,9	23,8
M	23,8	24,5	24,2	24,4	24,8	24,1	24,2	24,1	24,2	24,0
J	23,8	23,8	23,7	23,6	24,0	23,6	23,4	23,8	23,0	23,3
Jt	22,6	22,0	22,6	22,8	23,1	23,1	23,3	24,2	21,2	23,3
A	23,1	23,5	22,9	23,8	23,6	23,4	23,6	24,8	20,2	24,2
S	24,4	23,7	24,5	24,8	25,6	24,6	24,6	26,1	24,7	24,7
O	25,1	24,4	25,7	26,0	25,2	-	24,7	26,2	25,4	25,0
N	24,7	24,0	24,4	25,0	25,1	-	24,4	-	24,7	25,7
D	25,7	23,8	24,3	24,5	24,5	25,5	24,6	23,9	25,0	24,1
MOYENNES ANNUELLES	**24,3**	**24,0**	**24,3**	**24,2**	**24,4**	**24,6**	**24,4**	**25,0**	**24,3**	**24,4**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
J	24,3	24,6	25,3	23,5	24,5	25,3	25,9	25,9	24,9	25,1
F	24,6	24,9	25,0	24,5	24,3	25,7	25,6	26,0	24,7	24,7
M	23,2	25,4	25,3	-	25,0	25,8	26,0	25,3	24,5	25,3
A	24,4	25,1	25,4	24,8	24,1	25,9	25,1	26,2	25,0	25,0
M	21,8	23,9	24,5	25,8	24,2	25,3	25,3	26,0	25,3	25,4
J	23,0	23,5	24,1	24,8	22,8	23,7	23,5	23,7	23,9	24,5
Jt	23,1	23,0	24,5	22,8	22,1	23,4	23,8	24,5	23,5	23,6
A	24,5	20,7	24,8	24,0	23,9	23,6	23,6	23,8	24,7	24,9
S	26,1	25,5	25,0	24,4	25,1	25,6	24,3	25,5	25,5	25,9
O	22,5	25,2	25,6	25,6	25,4	25,9	26,6	25,4	25,2	25,9
N	25,1	25,8	24,3	24,8	25,0	25,2	24,4	24,7	25,1	25,5
D	25,6	25,2	25,5	24,8	26,0	25,9	25,3	25,8	25,5	25,0
MOYENNES ANNUELLES	**24,0**	**24,4**	**24,9**	**24,5**	**24,4**	**25,1**	**24,9**	**25,2**	**24,8**	**25,1**

	2010	2011	2012	2013	MOYENNES MENSUELLES
J	25,6	24,8	25,2	25,5	**24,8**
F	26,3	24,6	24,6	25,2	**25,0**
M	25,6	24,5	25,1	25,2	**24,2**
A	25,5	24,6	-	25,2	**24,7**
M	25,8	25,1	24,5	24,7	**24,5**
J	24,9	24,6	24,0	23,7	**23,5**
Jt	23,8	23,5	23,4	23,5	**23,0**
A	24,2	24,3	24,0	24,4	**23,6**
S	25,0	24,9	24,8	24,7	**24,8**
O	25,4	24,2	24,9	24,5	**25,1**
N	24,8	23,8	24,2	24,3	**24,6**
D	24,6	24,5	24,2	24,4	**24,7**
MOYENNES ANNUELLES	**25,1**	**24,5**	**24,4**	**24,6**	**24,4**

Tableau 2 : Précipitations mensuelles à la station Bujumbura-Aéroport (1980 - 2013)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
J	113,5	73,5	40,0	78,4	157,8	74,1	119,8	96,5	134,2	147,8
F	25,2	95,1	67,7	72,5	78,8	119,7	90,9	84,6	44,8	151,5
M	70,2	92,9	76,7	147,0	108,5	163,0	139,3	81,4	89,1	162,3
A	84,6	64,1	148,1	157,0	104,2	104,7	231,3	110,3	122,6	130,3
M	105,0	48,9	75,2	16,8	37,1	45,9	27,4	100,5	8,1	147,2
J	2,2	0,0	9,1	2,1	0,0	3,9	35,0	0,3	0,0	10,8
Jt	0,0	0,3	0,0	0,0	6,5	0,0	0,0	0,2	0,1	6,7
A	0,0	62,0	1,4	19,1	1,3	0,0	0,4	0,0	67,4	13,6
S	60,2	35,1	18,1	53,3	9,0	41,4	38,4	106,1	31,1	23,3
O	54,1	50,1	74,3	78,1	58,5	9,8	92,3	34,6	96,2	96,9
N	115,7	62,1	117,9	53,4	109,0	136,5	112,8	123,4	139,9	48,9
D	231,5	117,4	162,9	71,1	165,3	70,5	119,6	22,5	148,7	169,5
TOTAUX ANNUELS	**862,2**	701,5	791,4	**748,8**	**836,0**	**769,5**	**1007,2**	**760,4**	**882,2**	**1108,8**

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
J	68,6	45,6	64,8	83,2	156,8	29,4	116,5	19,4	105,7	65,8
F	167,0	128,0	85,9	134,3	11,5	139,9	42,8	18,6	114,9	13,9
M	74,7	131,7	96,5	116,1	59,2	20,2	178,5	0,0	217,4	147,1
A	119,2	93,9	52,4	64,5	109,1	104,8	81,3	90,5	78,8	92,5
M	70,9	71,6	108,8	59,0	35,8	51,4	7,6	31,6	93,6	25,3
J	0,0	5,5	7,7	0,5	0,6	9,7	20,4	0,0	19,9	0,3
Jt	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	4,5
A	0,4	3,6	0,0	0,0	10,0	0,0	1,2	0,0	2,0	30,3
S	48,1	13,5	15,7	1,2	5,7	6,8	39,1	9,4	27,3	60,1
O	92,0	110,7	33,0	28,7	64,6	66,5	105,0	91,8	41,1	48,2
N	56,9	79,8	84,8	71,1	100,4	55,4	51,6		31,2	128,3
D	42,5	111,0	68,2	56,7	104,4	0,0	77,0	10,8	57,8	159,6
TOTAUX ANNUELS	**740,3**	**802,9**	**617,8**	**615,3**	**658,1**	**484,1**	**721,0**	**272,1**	**793,5**	**775,9**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
J	103,1	113,1	135,4	46,5	38,3	214,7	55,0	116,0	97,9	137,0
F	37,0	77,2	122,1	60,9	103,2	195,2	87,0	142,7	166,7	143,6
M	149,4	99,9	124,4	-	23,1	61,0	121,0	81,7	78,3	178,6
A	42,1	97,9	79,5	100,8	162,8	145,9	111,1	86,5	62,3	133,2
M	0,0	9,3	34,0	68,1	93,7	70,2	111,2	149,9	23,2	86,8
J	0,0	49,8	0,0	25,0	0,7	130,6	88,9	22,2	89,2	1,6
Jt	0,0	7,6	0,0	1,9	0,0	1,1	2,5	10,7	15,1	0,0
A	0,0	0,0	0,0	0,5	1,5	0,0	0,9	52,3	3,6	3,5
S	2,5	62,3	4,8	2,5	1,7	4,8	38,1	6,9	56,4	6,2
O	40,2	67,6	74,9	54,6	73,6	4,2	32,3	29,9	52,4	66,3
N	203,8	82,9	57,1	78,4	37,1	33,5	63,0	112,8	59,3	249,1
D	150,7	74,6	133,3	68,0	45,4	116,1	157,1	94,6	35,6	225,8
TOTAUX ANNUELS	**728,8**	**742,2**	**765,5**	**507,2**	**581,1**	**977,3**	**868,1**	**906,2**	**740,0**	**1231,7**

	2010	2011	2012	2013	MOYENNES MENSUELLES
J	210,4	75,9	68,4	91,6	**96,9**
F	124,0	72,6	96,2	66,0	**93,6**
M	155,8	173,9	43,6	85,9	**107,5**
A	60,1	116,3	104,1	113,5	**104,7**
M	37,4	64,3	54,4	37,8	**59,1**
J	4,4	33,3	46,8	0,0	**18,3**
Jt	3,7	23,6	0,0	0,0	**2,8**
A	0,0	4,6	29,5	13,5	**9,5**
S	41,2	86,1	33,6	79,4	**31,5**
O	50,9	67,5	172,7	12,4	**62,5**
N	90,8	108,9	56,7	59,5	**87,4**
D	94,5	194,8	246,0	123,2	**109,6**
TOTAUX ANNUELS	**873,2**	**1021,8**	**952,0**	**682,8**	**780,2**

Tableau 3 : Précipitations mensuelles à la station de Rushubi (1986 – 1997)

	1986	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**
J	119,8	96,5	134,2	147,8	68,6	45,6	64,8
F	90,9	84,6	44,8	151,5	167,0	128,0	85,9
M	139,3	81,4	89,1	162,3	74,7	131,7	96,5
A	231,3	110,3	122,6	130,3	119,2	93,9	52,4
M	27,4	100,5	8,1	147,2	70,9	71,6	108,8
J	35,0	0,3	0,0	10,8	0,0	5,5	7,7
Jt	0,0	0,2	0,1	6,7	0,0	8,0	0,0
A	0,4	0,0	67,4	13,6	0,4	3,6	0,0
S	38,4	106,1	31,1	23,3	48,1	13,5	15,7
O	92,3	34,6	96,2	96,9	92,0	110,7	33,0
N	112,8	123,4	139,9	48,9	56,9	79,8	84,8
D	119,6	22,5	148,7	169,5	42,5	111,0	68,2
TOTAUX ANNUELS	**1007,2**	**760,4**	**882,2**	**1108,8**	**740,3**	**802,9**	**617,8**

	1993	1994	1995	1996	1997	MOYENNES MENSUELLES
J	83,2	156,8	29,4	116,5	19,4	**90,2**
F	134,3	11,5	139,9	42,8	18,6	**91,7**
M	116,1	59,2	20,2	178,5	0,0	**95,8**
A	64,5	109,1	104,8	81,3	90,5	**109,2**
M	59,0	35,8	51,4	7,6	31,6	**60,0**
J	0,5	0,6	9,7	20,4	0,0	**7,5**
Jt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,3**
A	0,0	10,0	0,0	1,2	0,0	**8,1**
S	1,2	5,7	6,8	39,1	9,4	**28,2**
O	28,7	64,6	66,5	105,0	91,8	**76,0**
N	71,1	100,4	55,4	51,6	-	**77,1**
D	56,7	104,4	0,0	77,0	10,8	**77,6**
TOTAUX ANNUELS	**615,3**	**658,1**	**484,1**	**721,0**	**272,1**	**722,5**