

Etude Structurale des formations de l'Ouest du lac Tanganyika (cas de Kavimvira, RD Congo)

Guy L. SHUNGU

Department of Geology,
University of Goma,
Goma, North Kivu, DR Congo

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The formations of western Lake Tanganyika are mainly metamorphic intruded by magmatic intrusions and covered by some recent alluvium. They are particularly Mesoproterozoic formations with characteristic lithologies: Gneiss, quartzite, amphibolites, diorites and pegmatites. Regional tectonic has affected this sector generating brittle and planar microstructures which attest the compressive and extensive phases that affected this terrain, and even confirmed in the study of constraints by WIN TENSOR. The preferential orientation of NNW-SSE cleavages and foliations would justify the existence of a large regional fold contemporaneous with the D2 deformations of Kibaran, while the double orientation of the fractures reflects two phases of local deformations that have been affecting Kavimvira. The highlighting of the faults at the regional scale is related to East African rifting.

KEYWORDS: Kibaran, cleavage, rifting, Tanganyika, kavimvira.

RESUME: Les formations de l'Ouest du Lac Tanganyika sont principalement métamorphiques recoupées par des intrusions magmatiques et couvertes par quelques alluvions récentes. Ce sont particulièrement des formations mésoprotérozoïques dont les lithologies caractéristiques sont: Gneiss, quartzite, amphibolites et pegmatites.

La tectonique régionale a affecté ce secteur générant des microstructures cassantes et planaires qui attestent des phases compressive et extensive qu'a connu ce terrain, confirmée même dans l'étude des contraintes par WIN TENSOR. L'orientation préférentielle des schistosités et des foliations NNW-SSE justifierait l'existence d'un vaste plissement régional contemporain aux déformations D2 du Kibarien, tandis que la double orientation des cassures traduit deux phases de déformations locales ayant affectées Kavimvira. La mise en évidence des failles à l'échelle régionale est à rattacher au rifting Est Africain.

MOTS-CLEFS: Kibarien, schistosités, rifting, Tanganyika, kavimvira.

1 INTRODUCTION

Le Territoire d'Uvira (en province du Sud-Kivu) borde l'Ouest du lac Tanganyika. Il se trouve à l'Est de la RD Congo et est caractérisé par des formations précambriennes mésoproterozoïques sur lesquelles reposent des formations cénozoïques issues de la sédimentation et du volcanisme le long de la branche occidentale du Rift Est Africain [7]. Les lithologies caractéristiques d'Uvira sont majoritairement métamorphiques (Gneiss, Quartzites, schistes, Amphibolites). De larges filons pegmatitiques s'y trouvent également.

Comme dans la plupart des terrains de l'Est de la RD Congo, la présence de plusieurs structures et déformations géologiques à Kavimvira est incontestablement liée aux multiples soubresauts tectoniques qui ont affecté cette vaste région bordant le Rift Est Africain [5]. La mise évidence de ces structures géologiques contribue dans une bonne reconstitution de l'histoire géologique et tectonique locale de cette région. Kavimvira étant une commune de la cité d'Uvira.

Notre étude permet de relever succinctement le contexte structural de cette localité en le situant par rapport au contexte tectonique régional. L'objectif est de déceler toutes les microstructures ayant affecté Kavimvira, les traiter avec WIN TENSOR et les situer par rapport au contexte tectonique régional.

2 CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL

La géologie de la région d'Uvira se caractérise par deux ensembles lithologiques qui sont représentés par des roches précambriennes métamorphiques du kibarien et de roches récentes du Cénozoïque du rift Tanganyikien, caractérisées par des formations plio-quaternaires dont la stratigraphie des formations autour du lac Tanganyika est représentée par de formations d'âge holocène et pléistocène [11], [6]. A Kavimvira, ILUNGA [8] a caractérisé ces formations récentes comme étant des alluvions fluvio-lacustres appartenant à la terrasse T1 juste en amont du pont.

En fait, cette région appartient structurellement au système des rifts africains plus particulièrement à la branche occidentale du rift Est Africain, dont le début de formation serait à l'éocène [1].

Uvira est constitué géologiquement de deux ensembles notamment les formations kibarienes faites principalement des quartzites et de schistes divers qui alternent variablement et qui sont intercalées par des amphibolites, de gneiss, de filons de quartz et de pegmatites de colorations diverses issus d'un hydrothermalisme post génétique. Ces formations sont plissées fort redressées avec des pendages de 40° à 90° et des directions sensiblement méridiennes et faillées (deux familles de failles dont celles orientées N-S dites occidentales qui dominent directement le lac et celles orientées NW-SE ou NNW-SSE qui sont de failles discontinues retrouvées plus à l'Ouest) [17], [6].

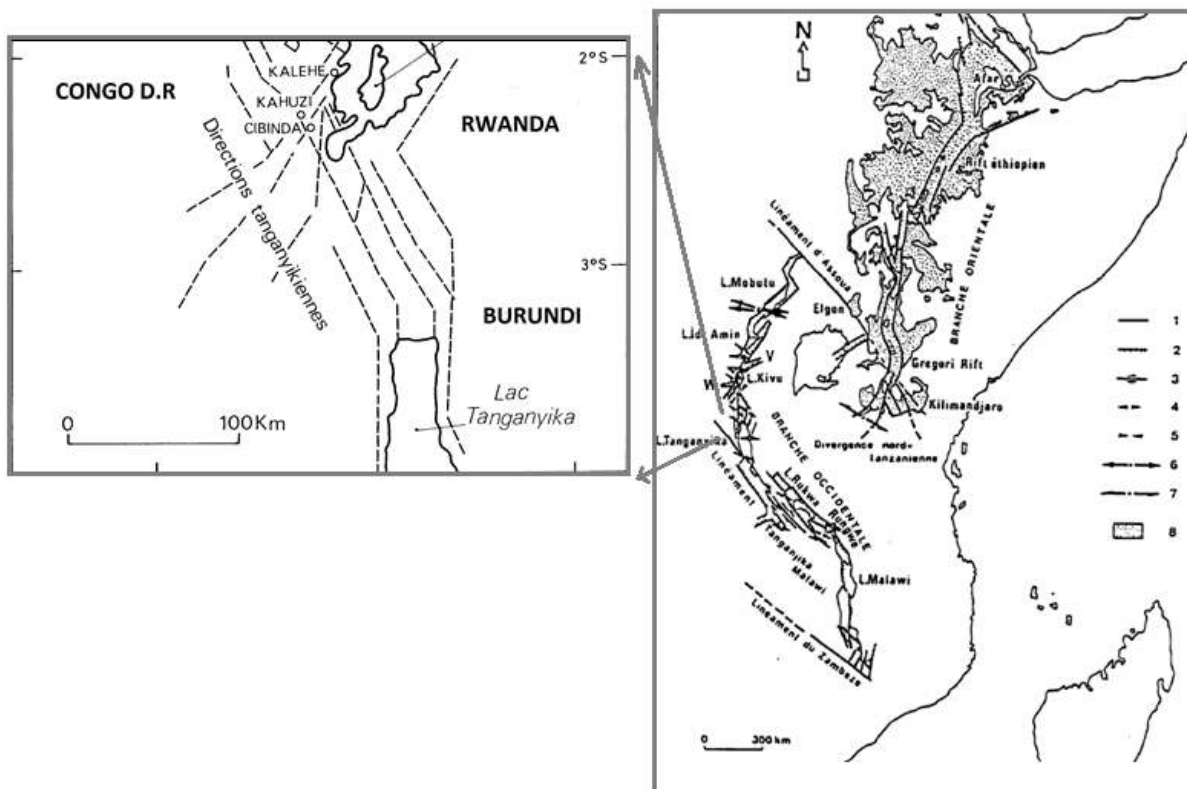


Fig. 1. Système des failles du Sud Kivu d'après [2] et [3] simplifié

Le deuxième ensemble est constitué des formations cénozoïques représentées par les formations détritiques fluvio-lacustres d'âge quaternaire [6].

3 CONTEXTE STRUCTURAL DE KAVIMVIRA

3.1 TYPES LITHOLOGIQUES

Le secteur de Kavimvira présente une diversité des lithologies dominée par les formations métamorphiques. Les formations rocheuses affleurent beaucoup plus dans la partie Ouest de la cité de KAVIMVIRA, dans les quartiers (Rugenge Sud et Nord, Kinaga, Rutabo et Kaala) donc sur le versant oriental des Monts de la chaîne de Mitumba ; et deviennent quasiment rares du côté Est de la route nationale N°5, en effet constitué par des formations du plio-quaternaire. Les gneiss, les pegmatites, les quartzites, les amphibolites sont les roches constitutives de notre secteur d'étude (**Fig.2**). Ces roches ont été soumises à des déformations engendrant des structures cassantes et ductiles.



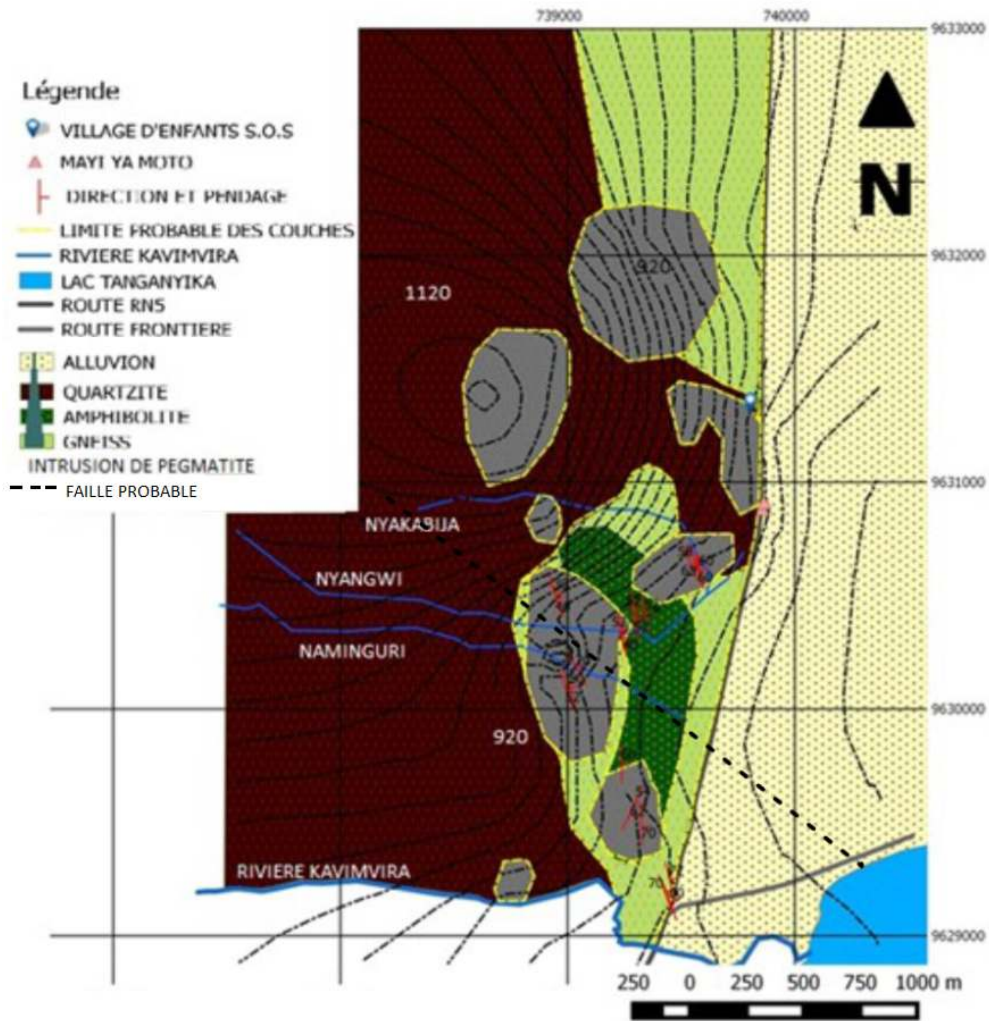
Gneiss ocellé

(b) Quartzite

(c) Amphibolite

Fig. 2. Quelques images des lithologies de Kavimvira

Les gneiss retrouvés à Kavimvira présentent des oculaires légèrement sombres, avec d'yeux des feldspaths alcalins notamment l'orthose, avec des micas noirs et blancs présents. Les pegmatites, reconnues par leur texture se présentent sous forme filonien (de filons continus pouvant atteindre par endroits 1m de puissance) et sous forme massive, intubant des quartzites et des gneiss. Les quartzites sont clairs, à grains de quartz jointifs fortement soudés. Les amphibolites affichent de coloration faiblement verdâtre avec des minéraux d'hornblende visibles. Ces différentes lithologies sont reprises dans l'esquisse géologique ci-contre (**Fig.3**).



3.2 PRINCIPALES STRUCTURES ET DÉFORMATIONS

Dans le secteur de Kavimvira, les travaux de terrain ont permis de relever les structures planaires et linéaires ainsi que les déformations discontinues. Il s'agit notamment: des schistosités et foliations, des cassures non remplies (diaclasses et joints), les cassures remplies (les filons), les décrochements et les éléments linéaires.

Le traitement des mesures structurales (direction et pendage) de ces différentes structures a été réalisé à partir du logiciel WIN TENSOR 5.0.1, logiciel performé par Damien DELVAUX [4]; tandis que le comportement mécanique de notre terrain d'étude a été mis en évidence grâce aux projections stéréographiques sur hémisphère inférieur.

A partir des observations des roches déformées (résultat de la cinématique), la reconstitution des déformations et des forces est donc un modèle basé sur ces observations.

Ainsi faire une étude structurale revient à distinguer, dans l'architecture actuelle de cette contrée, ce qui est lié aux propriétés et rapports originels des roches et ce qui est dû à leurs déformations postérieures. Ainsi il faut envisager de déceler les divers stades de la déformation et effectuer l'analyse cinématique, c'est-à-dire analyser les mouvements. Signalons que l'étude de forces qui ont déformé les roches revêt un aspect dynamique qui nécessite un appareil mathématique; cet aspect ne sera pas détaillé dans cet article.

3.2.1 LES STRUCTURES PLANAIRES

3.2.1.1 LES SCHISTOSITÉS

La schistosité est une structure mécanique avec des plans de débit préférentiel de la roche, elle constitue un feuilletage tel que tous les feuilletés aient la même composition, sans qu'ils aient un rapport défini avec la stratigraphie. Elle se développe lorsque la déformation a dépassé un certain seuil.

A Kavimvira, ces structures ont été mesurées sur des gneiss, des amphibolites et des schistes. Vingt mesures ont été prélevées.

Partant du traitement à l'aide de Win Tensor des mesures prélevées, il a été observé que les plans de schistosité ont comme direction préférentielle NNW-SSE et une classe modale préférentielle de pendage s'observe sur le stéréogramme d'angle variant de 50° à 55° . Quant à l'orientation statistique des pôles est $N169^\circ E/54^\circ ENE$. L'angle de la direction préférentielle varie de 160° à 170° (**Fig.4**).

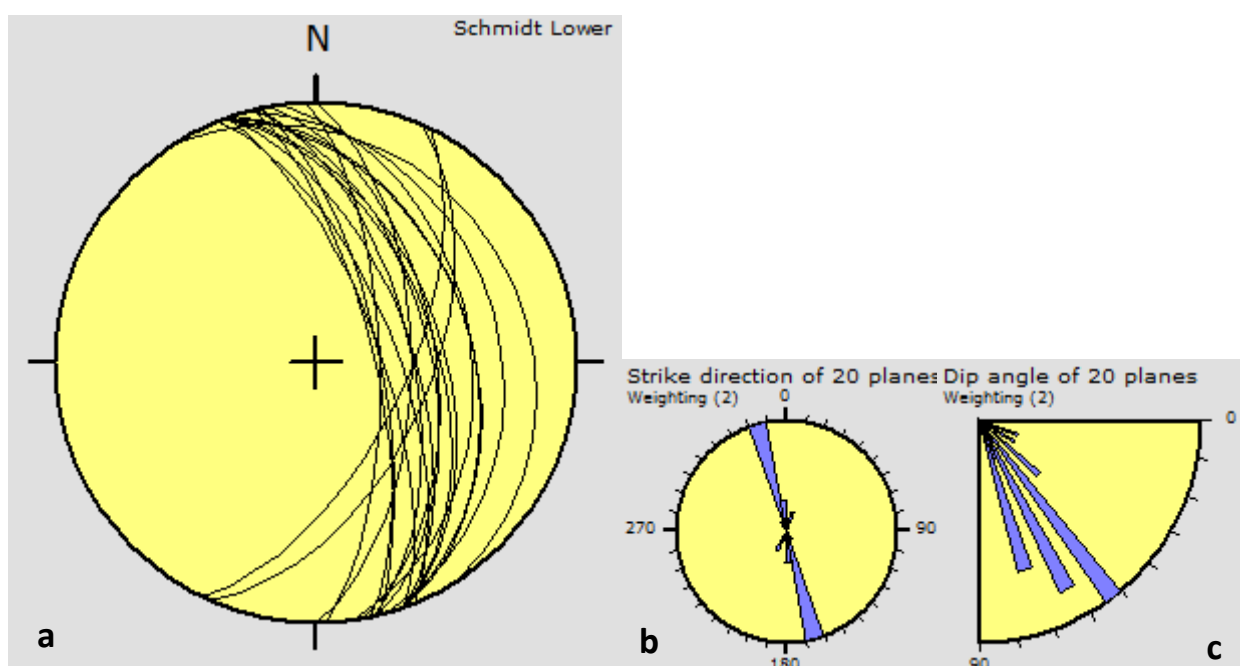


Fig. 4. a : Les plans de schistosité représentés dans le stéréogramme de Lambert SCHIMDT ; b : La rosace montrant l'orientation préférentielle des plans de schistosité ; c : La rosace des fréquences représentant la classe modale de pendage des plans de schistosité.

3.2.1.2 LES FOLIATIONS

Ces structures ont été observées sur les gneiss de Kavimvira et leurs alternances minérales pourraient correspondre à des niveaux contrastés formés par métamorphisme ou une foliation magmatique (flux dans le système partiellement cristallisé).

Six mesures ont été prélevées. De celles-ci il s'observe que ces structures ont comme direction préférentielle NNW-SSE. Deux classes modales de pendage s'observent sur le stéréogramme, d'angle variant de 35° à 40° et 45° à 70° . Les pôles de plans de foliation ont une orientation statistique $N153^\circ E/52^\circ NE$. L'angle de la direction préférentielle varie de 150° à 170° . Ces structures, dans notre terrain d'étude, sont caractéristiques de roches gneissiques (**Fig.5**).

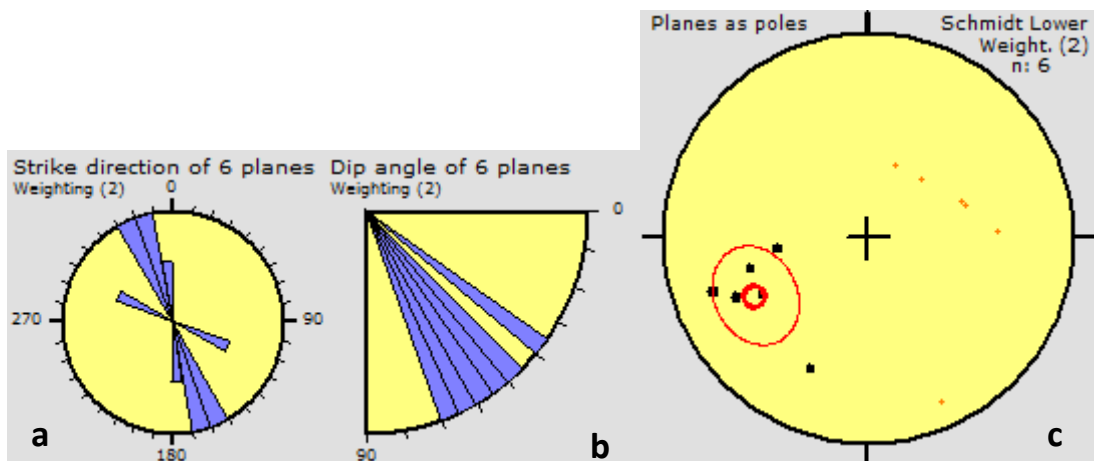


Fig. 5. a : la direction préférentielle de foliation ; b : les classes modales de pendage des foliations ; c : stéréogramme représentant les pôles des plans de foliations

3.2.2 LES DÉFORMATIONS DISCONTINUES

3.2.2.1 LES DIACLASES ET JOINTS

Les diaclases tout comme les joints sont des cassures de roches sans déplacement relatif des parties séparées. Ces deux types de cassures sèches ont affecté presque toutes les roches de Kavimvira ; dix mesures de diaclases et sept mesures de joints ont été prélevées. Ces fractures de diaclases présentent une direction préférentielle sur la rosace des fréquences, ENE-WSW. Leur classe modale préférentielle des pendages présente un angle variant de 85° à 90° tandis que l'angle de la direction préférentielle varie de 60° à 70°. Quant à l'orientation statistique des pôles des plans, elle est N68°E/82°SE (Fig.6).

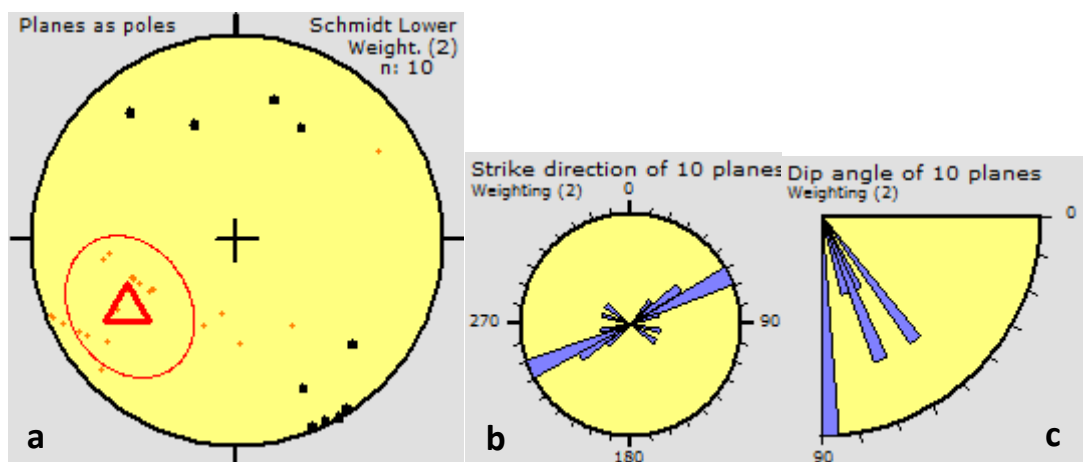


Fig. 6. a : Diagramme représentant les pôles des plans des diaclases ; b : La rosace des fréquences représentant l'orientation préférentielle des diaclases; c : La rosace montrant la classe modale préférentielle de pendage des diaclases.

Cependant pour les joints, la rosace montre une direction préférentielle NNE-SSW. On observe deux classes modales préférentielles sur le stéréogramme dont les angles varient de 40° à 45° et 60° à 65°. L'orientation statistique des pôles des plans des joints est N167°E/51°WSW tandis que l'orientation statistique d'intersection des plans des joints (triangle rouge) est N239°E/21°NW. L'angle de la direction préférentielle varie de 10° à 20°(Fig.7).

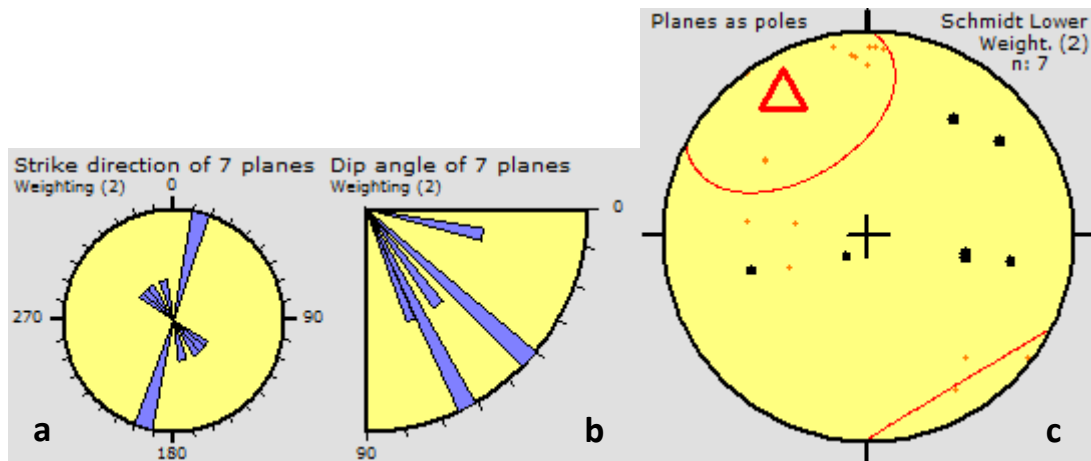


Fig. 7. a : La rosace des fréquences représentant l'orientation préférentielle des joints ; b : La rosace montrant deux classes modales préférentielles de pendage des joints; c: stéréogramme montrant les pôles des joints

3.2.2.2 LES FILONS

Un filon correspond le plus souvent au remplissage d'une fracture (diacalse, faille) et est constitué soit de roches magmatiques, soit de roche dont le matériel « souvent enrichi en substances utiles » provient de roches magmatiques et a été déplacé par des fluides aqueux eux-mêmes d'origine.

Dans ce terrain d'étude, il s'observe des filons ayant l'allure des couches de l'encaissant et d'autres discordants, qui sont sécants à l'encaissant (**Fig.8**).

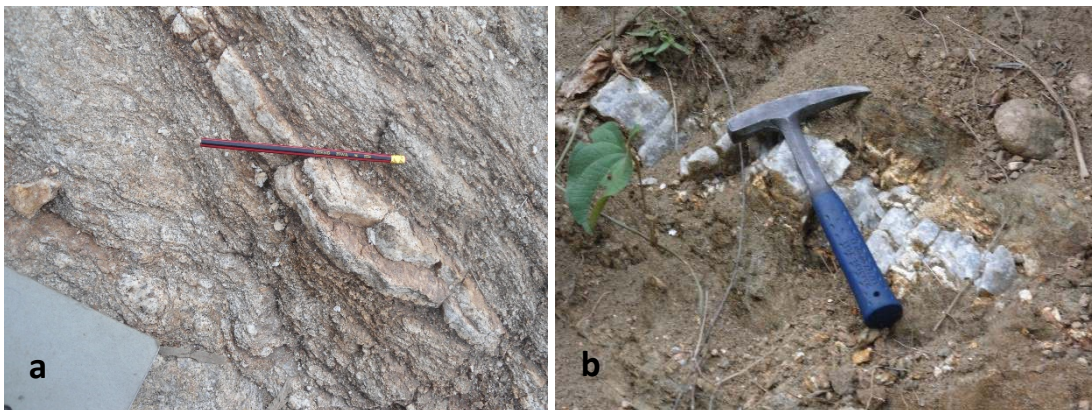


Fig. 8. a: illustrant un filon couche; b: un filon discordant

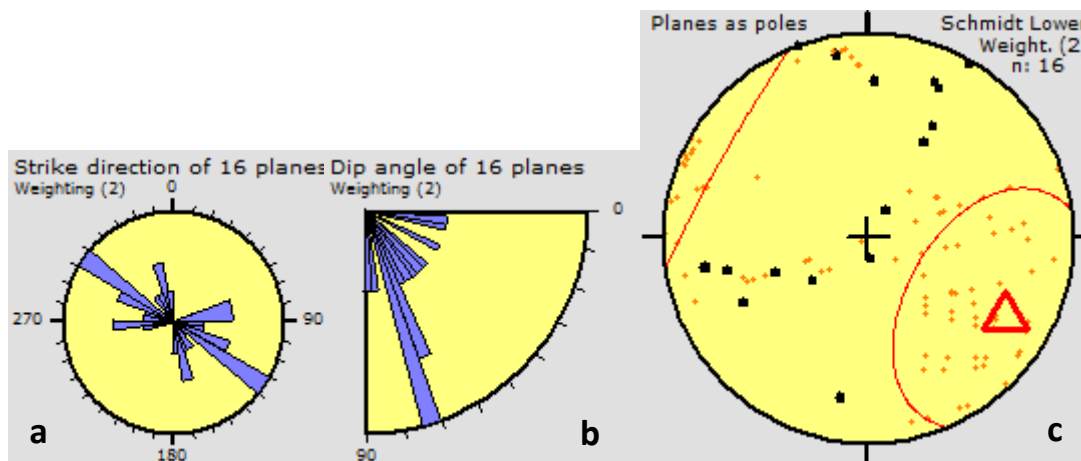


Fig. 9. a: La rosace des fréquences montrant l'orientation préférentielle des filons; b: stéréogramme montrant la classe modale de pendage des filons; c: diagramme illustrant les pôles des plans des filons

La direction préférentielle des filons est NW-SE. Une classe modale de pendage s'observe sur le stéréogramme d'angle variant de 70° à 75°. Les pôles des plans des filons ont une orientation statistique N128°E/70°NE tandis que les plans des filons se coupent par N30°E/24°SE, important, car démontre alors la présence des filons couchés et des filons discordants, évoque ci-haut. L'angle de la direction préférentielle varie de 120° à 130°.

3.2.2.3 DÉCROCHEMENT

Contrairement à d'autres fractures discontinues sans déplacement, abordées ci-haut, un décrochement est une fracture discontinue de cisaillement avec déplacement, surtout horizontal.

Dans notre cas, cette déformation a été mise en évidence par des cassures antérieures au décrochement (longitude : 739762mE ; latitude : 9631335mS ; altitude : 813m). Son rejet est d'environ 12 cm et la matérialisation de ce plan, nous ont donné comme direction et pendage N166°E/62°ENE. Le compartiment opposé est masqué pour bien préciser sens du décrochement, mais suite à nos observations, il s'agit d'un décrochement dextre (Fig.10).

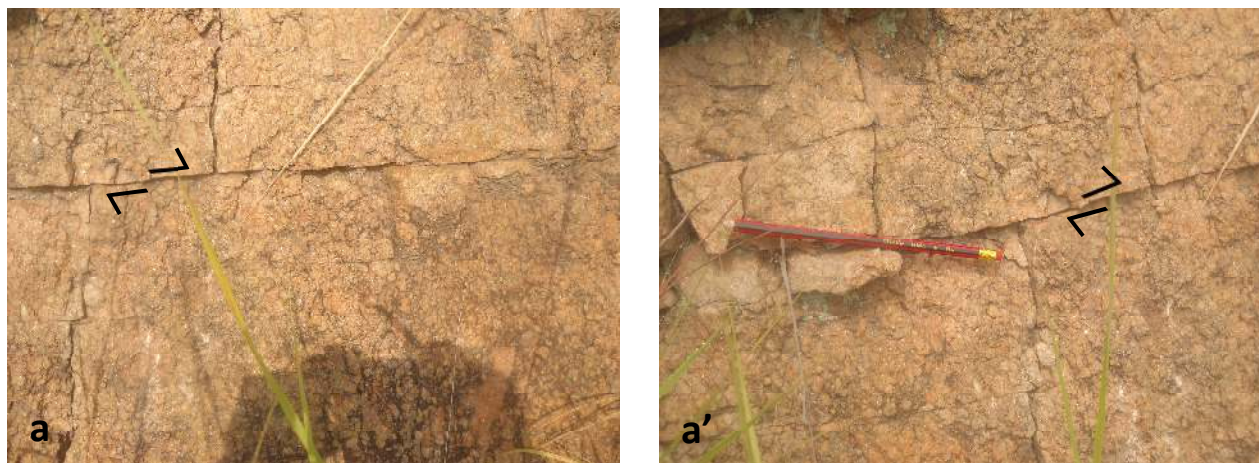


Fig. 10. a et a': un décrochement dextre

3.3 ETUDE DES CONTRAINTES

L'étude des contraintes est l'un de nos points les plus importants de cette étude structurale car elle détaille les différentes forces qui ont été à la base des différentes déformations sur notre terrain d'étude.

Les fractures conjuguées nous ont permis de mettre en évidence les contraintes ayant générées les différentes déformations rencontrées, il s'agit de toutes les fractures sans déplacement issues d'une tectonique cassante et qui se recoupent les unes les autres.

Tableau n°1 : présentation des données des fractures conjuguées

Coordonnées géographiques			Mesures structurales				LITHOLOGIE
LONGITUDE (mE)	LATITUDE (mS)	ALTITUDE (m)	Fracture 1		Fracture 2		
			DIRECTION	PENDAGE	DIRECTION	PENDAGE	
739401	9629313	802	N192°E	40°WNW	N120°E	53°SW	GNEISS
739761	9631334	811	N164°E	50°W	N64°E	88°SE	QUARTZITE
739756	9631343	810	N138°E	12°SW	N68°E	60°NNW	QUARTZITE

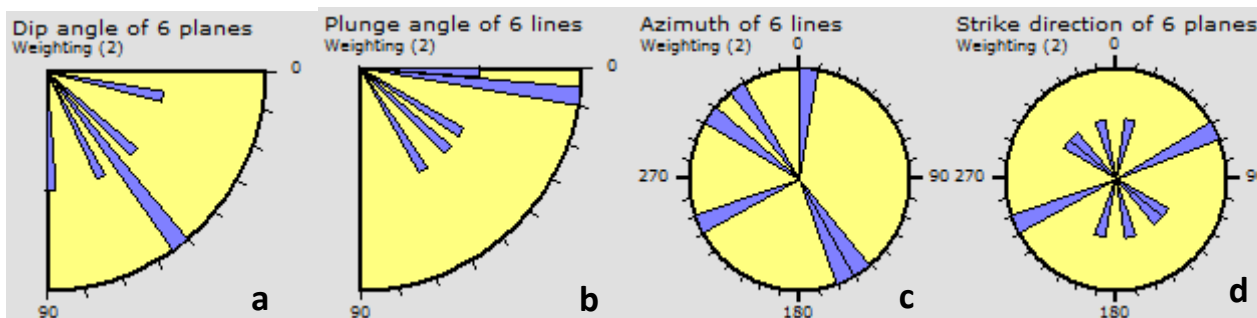


Fig. 11. a: la classe modale de pendage de nos fractures conjuguées; b: la classe modale de plongement des linéations d'intersection de nos fractures; c: les azimuts des linéations; d: la direction préférentielle des fractures conjuguées

La classe modale de pendage de nos fractures conjuguées sur le stéréogramme varie de 50° à 55° et leurs intersections nous ont donné six linéations avec comme classe modale de plongement variant de 5° à 10°. La direction préférentielle de nos fractures dans la rosace des fréquences est ENE-WSW et son angle varie de 70° à 80°.

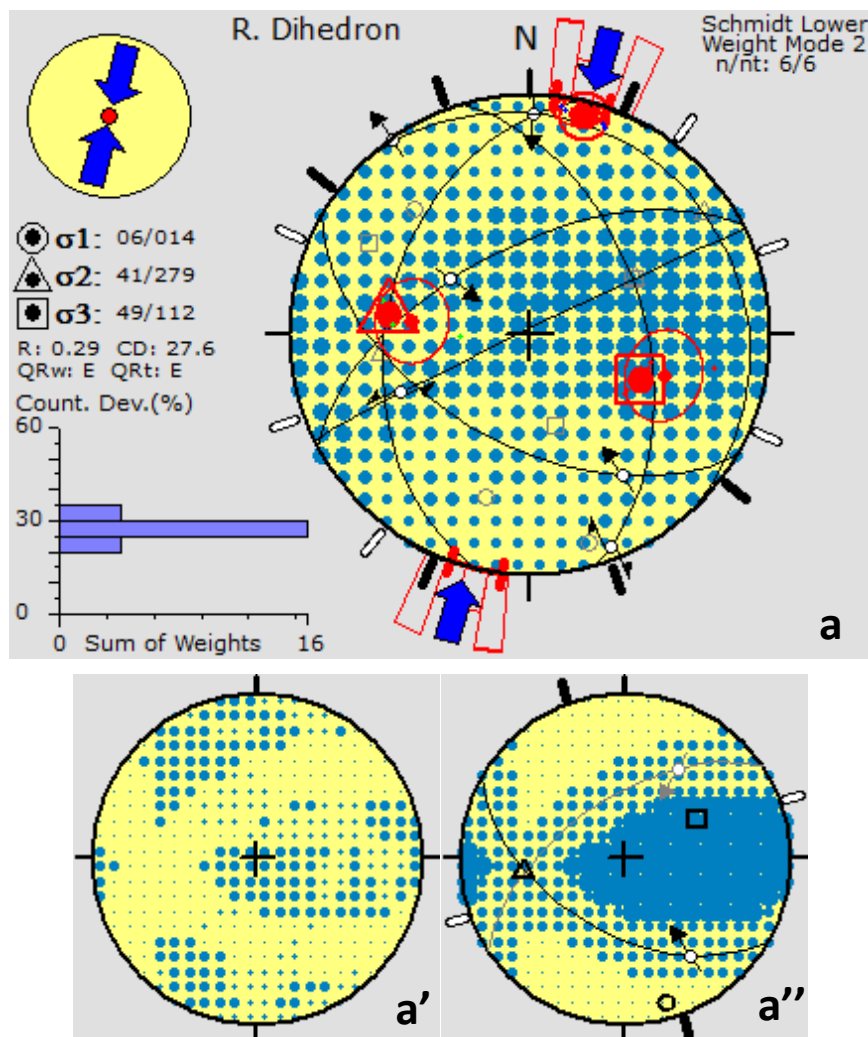


Fig. 12. a : Tenseur des contraintes responsables des fractures conjuguées retrouvées dans notre terrain d'étude ; a' : déformations engendrées (décrochements) par ces fractures ; a'' : décrochement résultant d'un seul plan de fracture.

L'analyse structurale des fractures conjuguées rencontrées dans notre terrain d'étude montre que ces fractures sont issues légèrement d'une extension et grandement d'une compression résultant des contraintes σ_1 , σ_2 et σ_3 dont les valeurs de plongement/azimut (en degré) sont indiquées sur la figure ci-dessus, σ_1 : N14°E/6°NNE, σ_2 : N99°E/41°WNW et σ_3 : N112°E/49°ESE. Ces fractures conjuguées de notre terrain d'étude témoignent l'alternance d'une extension suite au rifting postérieure à une compression dont le plissement général dans cette région est observé à grande échelle. Ceci serait à la base des déformations observées sur terrain qui constituent les marqueurs probables des décrochements et microfailles, tels que inventoriés plus haut. Les deux grandes flèches bleues indiquent le sens de la compression générée par la contrainte maximale (σ_1) et les petites flèches noires indiquent le sens certain de glissement.

Les directions différentes des joints, décrochement, diaclases et de filons attestent l'existence de deux phases de déformations locales. La première phase ayant donné des cassures syntectoniques au premier plissement régional du kibarien et la deuxième ayant par contre donné des cassures accompagnant le cisaillement du rifting Est Africain épousant l'allure tanganyikienne.

4 DISCUSSION

Partant du contexte géologique dans cette partie du territoire d'Uvira tel qu'illustré par [11], [6] ; les formations typiques de Kavimvira sont également précambriennes d'âge Kibarien et d'âge cénozoïque. Les formations kibarienes sont constituées principalement des métamorphites divers qui ont été recoupés par des intrusions acides tandis que les formations tertiaires sont uniquement des ensembles sédimentaires.

La mise en évidence des roches quartzitiques, gneissiques, amphibolitiques dans notre secteur assure le degré moyen à élever du métamorphisme régional du Kibarien, lequel métamorphisme a été mise en évidence au Kivu par [9], [13], [12], [16], [15]. Au-delà des formations précitées, les alluvions rencontrées à Kavimvira sont quant à elles rattachées aux formations d'âge récent.

Le contexte structural de Kavimvira se traduit par l'existence des éléments structuraux divers qui sont conséquents aux déformations qu'ont connus les terrains Kibariens tels que répertoriés dans cette chaîne [14]. L'orientation préférentielle des schistosités et des foliations NNW-SSE justifierait l'existence d'un vaste plissement régional. Cette orientation est à rattacher aux structures D2 du kibarien dont [10] a relevé et daté au Burundi voisin. Quant à la série des microfailles et la faille retrouvée à Kavimvira, elles seraient en relation avec le système des failles rattachées particulièrement à la direction tanganyikienne. Il s'agit des failles normales datées du tertiaire longeant la branche occidentale du rift est-africain [5].

L'étude des contraintes des cassures informe sur l'existence des phases compressives et extensives qui sont justifiables par les orientations des cassures qui se trouvent être toutes différentes.

5 CONCLUSION

Les formations de l'Ouest du Lac Tanganyika sont principalement typiques du mésoprotérozoïque Congolais connu sous le nom de Kibarien. A Kavimvira, ce sont surtout les roches endogènes diverses qui prédominent notamment certaines intrusions magmatiques (pegmatites) et divers métamorphites (gneiss, quartzites, amphibolites) ; couvertes par quelques alluvions récentes observées à quelques endroits. Ces formations d'alluvions sont fluvio-lacustres d'âge quaternaire.

L'étude micro structurale a mis en évidence les structures planaires telles que les schistosités et foliations ; les structures discontinues telles que les joints, diaclases, filons et décrochement. Les structures continues ont été principalement observées à l'échelle régionale et corroboré lors de l'analyse des données des microstructures récoltées à l'affleurement sur terrain.

Après traitement des données avec le logiciel WIN TENSOR, il a été observé que les plans de schistosité ont comme direction préférentielle NNW-SSE et une classe modale préférentielle de pendage s'observe sur le stéréogramme d'angle variant de 50° à 55° ; les foliations ont comme direction préférentielle NNW-SSE ; les diaclases ont une direction préférentielle ENE-WSW tandis que les joints NNE-SSW ; et les filons avec une direction préférentielle NW-SE et une classe modale de pendage d'angle variant de 70° à 75°.

L'analyse structurale des fractures conjuguées rencontrées dans notre terrain d'étude montre que ces fractures sont issues légèrement d'une extension et grandement d'une compression résultant des contraintes σ_1 , σ_2 et σ_3 dont les valeurs sont σ_1 : N14°E/6°NNE, σ_2 : N99°E/41°WNW et σ_3 : N112°E/49°ESE.

Le contexte structural de Kavimvira se traduit donc par l'existence des éléments structuraux divers qui sont conséquents aux déformations qu'ont connus les terrains kibariens.

REMERCIEMENT

La réalisation de cette étude tient également au concours du géologue Donatien Masumbuko, étudiant à ces temps-là, qui nous avait accompagné sur le terrain lors de nos recherches en 2015.

REFERENCES

- [1] BELLON, H et POUCKET, A., "Datation K-Ar de quelques laves du Rift ouest de l'Afrique Centrale ; Implications sur l'évolution magmatique et structure" ,*Géol. Rundsch*,69(1),pp.49-62, 1980
- [2] BOUTAKOFF N., "Géologie des terrains situés à l'Ouest et au Nord-Ouest du fossé tectonique du Kivu", *Tome IV, Louvain, Mem.Inst.Univ* , 1939,
- [3] CHOROWICZ J.et NA BANTU MUKONKI,M. "linéaments anciens, zones transformantes récentes et géotectoniques des fossés de l'Est Africain après télédétection et la microtectonique", *Mus roy.Afr.Centr(Tervuren), Dép Géol, rapp ann.1979*,pp. 143-167, 1980,
- [4] DELVAUX D.and SPERNER, B., "Stress tensor inversion from fault kinematic indicators and fault mechanism data :the tensor program", in: *New insight into structural interpretation and Modelling* (D. Nieuland Ed.),*Geological Society London, special publications*,212,pp.75-100,2003,
- [5] EBINGER C., "Tectonic development of the western branch of the East African rift system", *Geol. Soc. Am. Bull*, 101, pp. 885-903, 1989,

- [6] ILUNGA L, *Le quaternaire de la plaine de la ruzizi(Etude morphologique et lithostratigraphique*, Thèse Doct, Sc, Vrije Univ, Brussels, Belgique, ,1984,
- [7] ILUNGA, L., "Morphologie, volcanisme et Sédimentation dans le Rift du Sud Kivu" , *Bull.de la société géographique de Liège*,27,pp. 209-228,1991,
- [8] ILUNGA, L., "Etude des sites majeurs d'érosion à Uvira(RD Congo)",*Geo-eco-trop*,30,pp 1-12,2006,
- [9] KAMPUNZU A.B., RUMVEGERI B .T., KAPENDA D,LUBALA R.T.,CARON J.P., "Les kibarides d'Afrique Centrale et Orientale: une chaine de collision", *UNESCO, Geology for Economic Development Newsletter* 5,pp 125-137,1986,
- [10] KLERXX J., LIEGEOIS J.P., LAVREAU J., CLAESSEN,W.,"Crustal evolution of Northern Kibaran Belt in eastern and central africa", *In: Proterozoic lithospheric Evolution (Kronen, A.eds), American Geophysical Union, Geodynamic series* 17,pp 213-223,1987,
- [11] LEPERSONNE, J., *Notice Explicative de la carte géologique du Zaire au 1/2000000*, Kinshasa, Département des Mines, Services Géologiques du Zaire,67P.,
- [12] POHL , W., "Metallogeny of the Northeastern Kibarian belt, central- africa-recent perspectives", *Ore geology Review* ,pp 105-130 , 1994,
- [13] RUMVEGERI, B.T., *Le précambrien de l'Ouest du lac Kivu (Zaire) et sa place dans l'évolution géodynamique de l'Afrique centrale et Orientale : pétrologie et tectonique*, Thèse Doct. Spéc. Fac. Sc. et Techn. St Jérôme, Vol. I, Marseille, 1987,
- [14] RUMVEGERI B.T.,"Tectonic significance of Kibaran Structures in Central and Eastern Africa", *J.Afr.Earth Sc*,13, pp267-276,1991,
- [15] SHUNGU L., BYAMUNGU M., KAMATHE K., MAKABU K ., "Géologie des formations kibariennes du secteur de Bishangi (Masisi, Nord Kivu): Etude litho-structurale et métallogénique", *Cahiers du CERUKI, nouvelle série*, N°48, , p39-50, 2015,
- [16] TACK, L., LIEGEOIS, J-P. DEBLOND, A. et DUCHESNE, J.C., "Kibaran A-type granitoids and mafic rocks generated by two mantle sources in a late orogenic setting (Burundi)", *Precambrian Research*, 68, 323 -356, 1994,
- [17] WEISS G., *Le pays d'Uvira*, Memoire in -80, Nouvelle série, Tome VIII, fasc 5 et dernier, bruxelles,307p.,1959.