

Géomorphologie structurale et risque naturel dans une portion de zone mobile du complexe du Nyong au SW Cameroun : cas de la région Lolodorf-Mvengue

Eric José MESSI OTTOU^{1*}, Sylvestre Martial NTOMBA¹, François NDONG BIDZANG³, Joseph Martial AKAME¹, Sébastien OWONA² et Joseph MVONDO ONDOA¹

¹ *Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé-1, BP 812, Yaoundé, Cameroun*

² *Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences, Université de Douala, BP 24157 Douala, Cameroun*

³ *Laboratoire de Traitement de Minerais, Institut de Recherches Géologiques et Minières, 4110 Nlongkak, Cameroun*

* Correspondance, courriel : messi125@yahoo.fr

Résumé

Au cours des trente dernières années, les risques et les catastrophes naturels ont été identifiés et étudiés principalement dans la zone volcano-sédimentaire tertiaire à actuelle. Une analyse de la géomorphologie la région de Lolodorf-Mvengué qui est une portion de la zone mobile éburnéenne appartenant au complexe du Nyong d'âge paléo-protérozoïque au Cameroun montre qu'elle présente aussi bien des risques potentiels pour les populations riveraines et leur bien.

Mots-clés : *géomorphologie structurale, risques naturels, Lolodorf-Mvengué, complexe du Nyong, SW Cameroun.*

Abstract

Structural geomorphology and natural hazard of a portion of mobile belt in the nyong complex, sw cameroon: case of the lolodorf region

Natural hazard and disaster identified and studied these last thirty years principally in the regions of tertiary to actual volcano-sedimentary formations. A geomorphological study of Lolodorf-Mvengué region which is a portion of the movable area Eburnean owned by the Nyong complex of Paleoproterozoic age in Cameroon showing that it equally presents potential risks for the population living near rivers and equally for their goods.

Keywords : *structural geomorphology, natural hazard, Lolodorf-Mvengué, Nyong complex, SW Cameroon.*

1. Introduction

Depuis les années quatre-vingt, des catastrophes naturelles se sont succédées au Cameroun avec des ampleurs différentes. Les émanations de gaz nosif aux lacs Mounoun (1984) et Nyo (1986) ont causé plus d'un millier de mort et du bétail [1- 4]. Les catastrophes dues aux inondations et/ou aux glissements de terrain sont connues dans les monts Manengouba [5], à Oku en 1986, à Yaoundé en 1990, 2006 et 2008, dans l'arrondissement de Santa en 1992 et à l'extrême nord en 2012. Les activités volcaniques du Mont Cameroun de la fin des années quatre-vingt-dix ont bouleversé les activités socioculturelles qui s'en sont suivies, ont relancé les recherches sur les risques et les catastrophes naturels au Cameroun. Il ressort de cette revue que les zones où les risques naturels ont été évoqués sont des régions volcano-tectoniques tertiaires à actuelles. En effet, dans cette étude nous nous intéresserons aux relations entre les morphostructures et la lithologie, que les régions constituées de roches anciennes notamment paléoprotérozoïques, telles que celles de la région de Lolodorf-Mvengué (**Figure 1**) sont des régions à risques naturels.

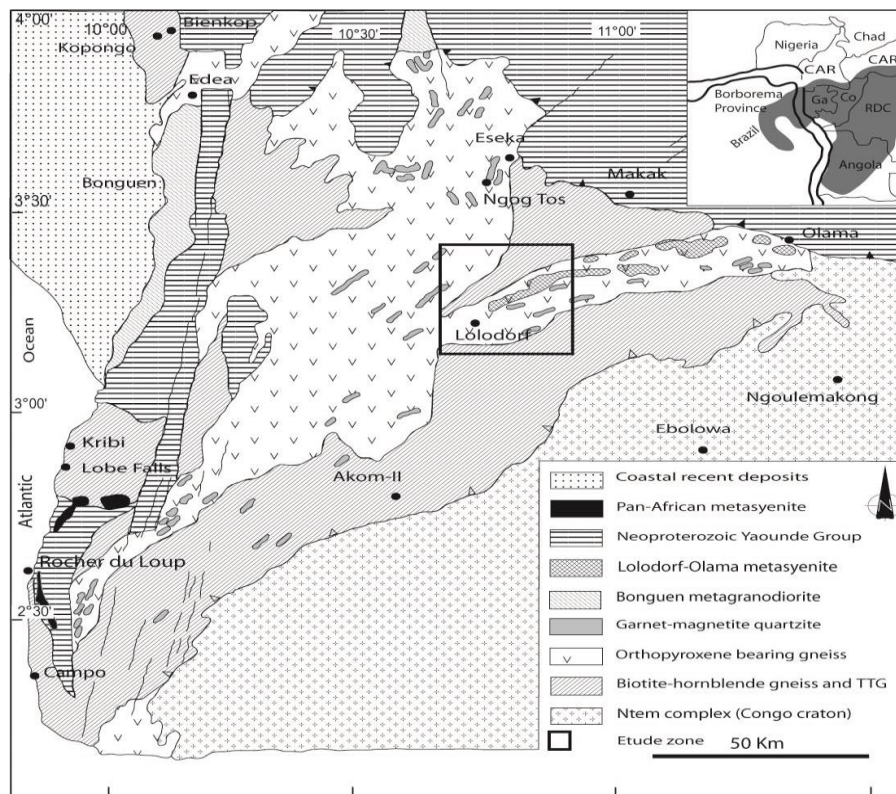


Figure 1 : Carte géologique simplifiée du Complexe du Nyong [6] (modifiée d'après [7])

La zone du sud Cameroun a suscité de nombreux travaux et recherches aussi bien géologiques que géomorphologiques [8-12], que climatiques [13]. Les données géologiques du bassin sont extraites de documents et des cartes géologiques [14] modifié par [15,16], [6] modifié par [7] au 1 : 200 000 (**Figure 1**) disponibles et publiées, et de l'analyse des images satellites. Dans la dépression de Lolodorf, une rapide reconnaissance lithologique montre qu'il est constitué de TTG, anorthosites, charnockites, gneiss, migmatites, élogites, métagabbros, quartzites et BIF. Les analyses pétrostructurales et géomorphologiques montrent que cette région a été affectée par trois phases de déformation dont la plus importante (la deuxième) [17] a mis en place des unités tectoniques en mégas synformes et antiformes.

Les formations géologiques dans la région sont les gneiss (gneiss à biotite- gneiss à grenat - gneiss amphibolique à clinopyroxène - gneiss granitisés ou migmatites), les pyroxénites (pyroxénites à grenat fin et pyroxénites à grenat grossier), métasyénites à clinopyroxène et Tonalites-Trondhémities-Granodiorites(TTG) [18] nous a laissé entrevoir la grande variété lithologique et son degré de massivité et de découvrir la résistance à l'érosion de chaque faciès (lithologiquement altérés, durs et/ou fortement fracturés). Dans les parties qui suivent, nous aborderons le problème de l'incision de la roche tout en insistant sur l'interactivité entre les facteurs pente, hydrographie, tectonique et climat. Le secteur d'étude est situé dans la forêt équatoriale. Le climat est équatorial de type guinéen à quatre saisons sur le bassin de la Lokoundjé; une petite saison des pluies, (Mars - Juin), une grande saison de pluies (Septembre - Novembre) séparées par une petite saison sèche (Juillet - Août), et une grande saison sèche (Décembre - Février). Ce climat est globalement influencé par la circulation des masses d'air atmosphérique; il en va de même des principaux paramètres climatiques conditionnant le régime des écoulements: les précipitations, l'insolation, la température, l'humidité relative, l'évapotranspiration et les vents (direction, vitesse).

2. Matériel et méthodes

Cette étude est fondée sur deux types de données : le MNT et les données de terrain (types lithologiques) .Ce MNT est le résultat de plusieurs algorithmes permettant l'interpolation de l'altimétrie. Il nous a permis d'établir une grille de maille régulière d'élévations. Pour aboutir à la réalisation des cartes thématiques schématiques, il nous a fallu traiter et interpréter nos données numériques spatiales et valider les résultats obtenus par des contrôles de terrain afin de confirmer et/ou de compléter les observations précédentes. La méthode distingue les discontinuités de la déformation ductile de celles non pénétratives dues à la déformation cassante, discontinuités qui sont séparément reportées sur des calques. Le MNT élaboré de Lolodorf, représente explicitement les éléments physiques tels que le réseau hydrographique, les crêtes montagneuses, les ruptures de pentes, les accidents structuraux et leurs rejets apparents ou réels. L'intégration de l'ensemble de données spatiales dans un SIG est une opération d'intégration de la géoinformation.

À ce titre, nous utilisons l'information géographique comme une correspondance entre les objets physiques spatiaux du bassin (pentes, morphologie, tectonique, lithologie et réseau hydrographique), géographiquement localisés et l'évolution morphologique de la dépression de Lolodorf dans le temps et l'espace. Les données d'analyse de terrain sont constituées de fractures et lithologies. Elles ont été obtenues lors d'une série de campagnes de terrain organisée dans la région. Elles sont analysées à travers des rosaces et synthétisées sous formes de cartes (fractures et lithologies). En bref, l'objectif de notre travail est de proposer une approche méthodologique de l'impact de la morphotectonique et du facteur climat sur le processus de la dégradation des sols à partir de (1) données géologiques (carte géologique et carte structurale) et (2) des données géomorphologiques (réseau hydrographique, modèle numérique d'altitude (MNA), carte de pentes)

3. Résultats

3-1. Unités géomorphologiques et lithologie

Le relief de la zone est une pénéplaine aux formes elliptique, polygonales et sub-arrondies illustrées par les contours topographiques. Il est constitué de collines en demi-oranges résultant d'une alternance de quelques vallées et de buttes circulaires aux sommets relativement aigus séparés par des cols peu profonds (moins de 20 m de dénivelé) et des sommets circulaires convexes et concaves sont aussi représentés comme l'illustre la topographie (*Figure 3*), ce qui rend le paysage monotone par secteur.

Les variations topographiques nous permettent de subdiviser notre secteur en trois unités géomorphologiques (**Figures 2 et 3**): (a) l'unité base (altitudes inférieures à 432 m), (b) l'unité moyenne ($432 < \text{altitude} < 762$ m) et (c) l'unité haute (altitude > 762 m). L'unité base (altitudes inférieures à 432 m): elle se concentre principalement au NW de la zone d'étude et se caractérise par une altitude peu variable (190-432 m) et est essentiellement constituée de gneiss. Cette zone base est parcourue par des cours d'eau en direction du fleuve Nyong qui joue le rôle d'évacuateur des produits d'altération. L'unité moyenne ($432 < \text{altitude} < 762$ m): elle englobe la quasi-totalité de la parcelle explorée, avec une forte concentration au SW avec quelques îlots au SE, au centre, au NE et un chaînon au NW. Dans cette unité on trouve les gneiss, les pyroxénites, les métasyénites à clinopyroxène et les Tonalites-Trondhjémites-Granodiorites(TTG). L'unité haute (altitude > 762 m): elle se localise principalement au NW avec quelques îlots au centre, au NE, à l' E et au SE. On rencontre les gneiss, et les métasyénites à clinopyroxène.

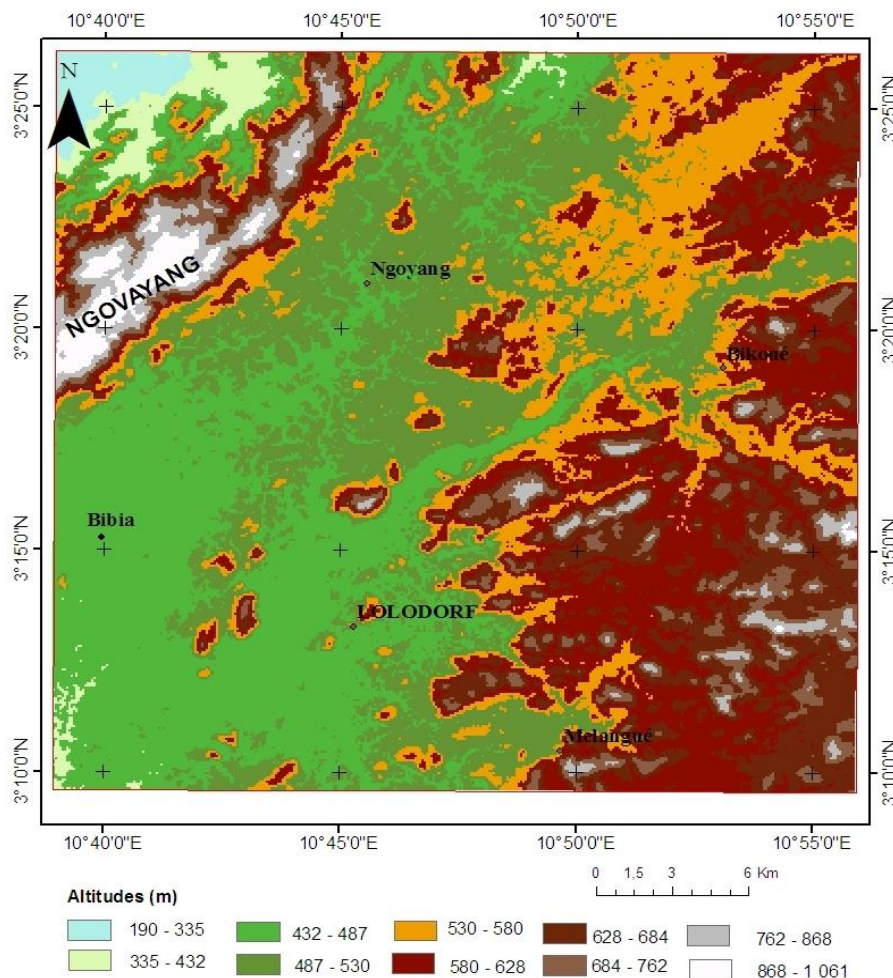


Figure 2 : Carte des unités morphologiques de la région de Lolodorf et ses environs réalisée à partir de l'image SRTM_u03_p186r058.tif. au 1/50000

Les lignes de crêtes sont de plusieurs ordres. Les unidirectionnelles ont des directions WSW-ENE, N-S. on note aussi des sommets à lignes de crête courbes ou bifurquées à concavités tournées vers le nord pour la plupart. Les pentes (**Figure 4**) sont convexes au sommet, régulières à mi-pente et concaves à la base et variablement penté ($52^\circ - 85^\circ$). Les versants sont morcelés par des vallons (vallées en U et en V) disposés symétriquement par rapport à la direction NE-SW où coulent plusieurs rivières et la Lokoundjé (**Figure 4**).

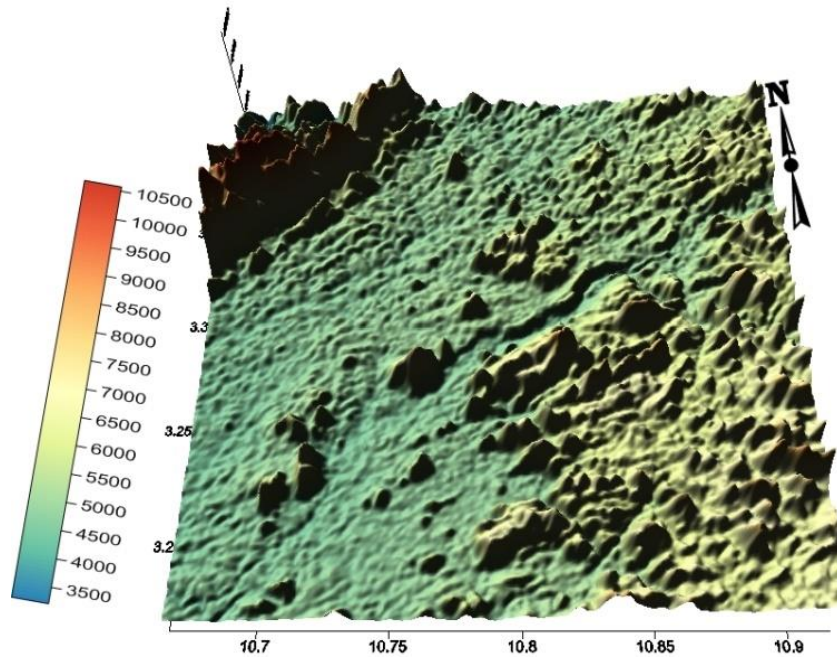


Figure 3 : Bloc diagramme (MNT) de la région de Lolodorf et ses environs réalisé à partir de (l'image SRTM_u03_p186r058.tif. au 1/50000)

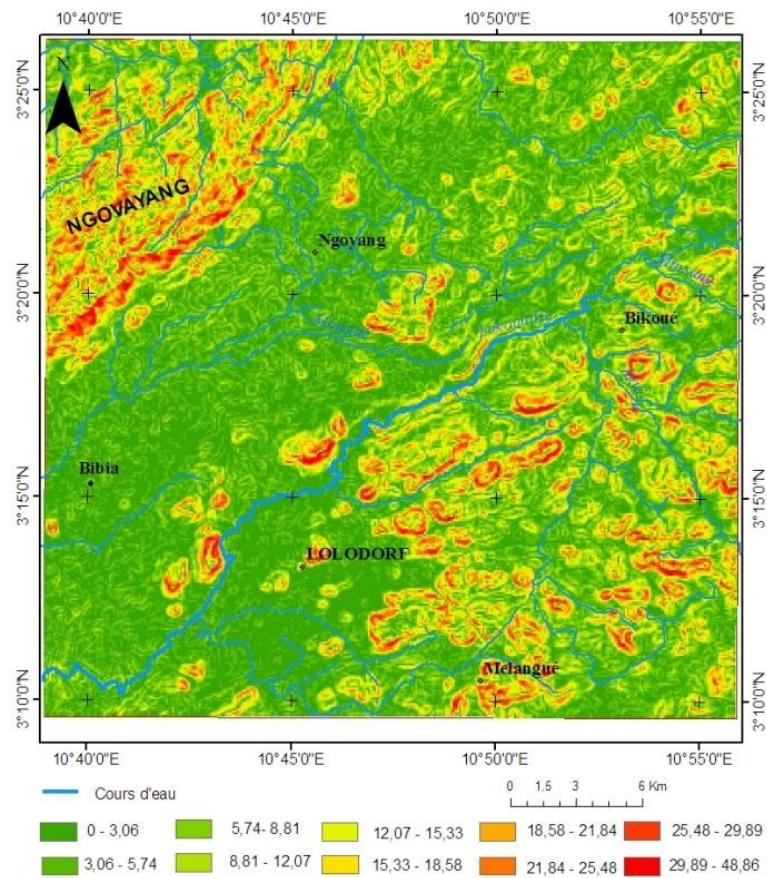


Figure 4 : Carte des pentes du bassin extraite automatiquement à partir de l'image SRTM_u03_p186r058.tif. au 1/50000. (Pentes en degrés)

3-2. Influence de lithologie sur la morphologie

L'influence de la lithologie sur la morphologie est mise en évidence lorsque l'on superpose la carte topographique et les quatre grands ensembles lithologiques de la région de Lolodorf et ses environs (**Figure 5**). Les gneiss affleurent presque partout, des pieds des collines, sur les plateaux et les plaines et résistent plus ou moins bien à l'altération. Les métasyénites à clinopyroxène affleurent le long d'un axe SW-NE qui va de Lolodorf vers Bioé II, les pyroxénites quant à eux affleurent principalement à gauche de la faille de la Lokoundjé, et TTG à la droite de celle-ci. L'analyse typologique de la carte linéamentaire (**Figure 6**) a permis de signaler une répartition inégale du réseau de fracturation tectonique. Cela s'explique, certainement, par une répartition inégale des contraintes sur des matériaux à rhéologie différente et aussi par des matériaux récemment déposés (produits d'altération et d'érosion) couvrant une grande surface de la zone d'étude. Le réseau de linéaments présente quatre directions majeures : N-S, NNE-SSW à NE-SW, NE-SW à ENE-WSW et SE-NW. Les failles NE-SW sont des failles rectilignes et présentent certaines concavités tournées vers le Ngovayang. Le réseau de fracturation est très dense aux NE, SE, SW et au cœur du socle paléozoïque étudié.

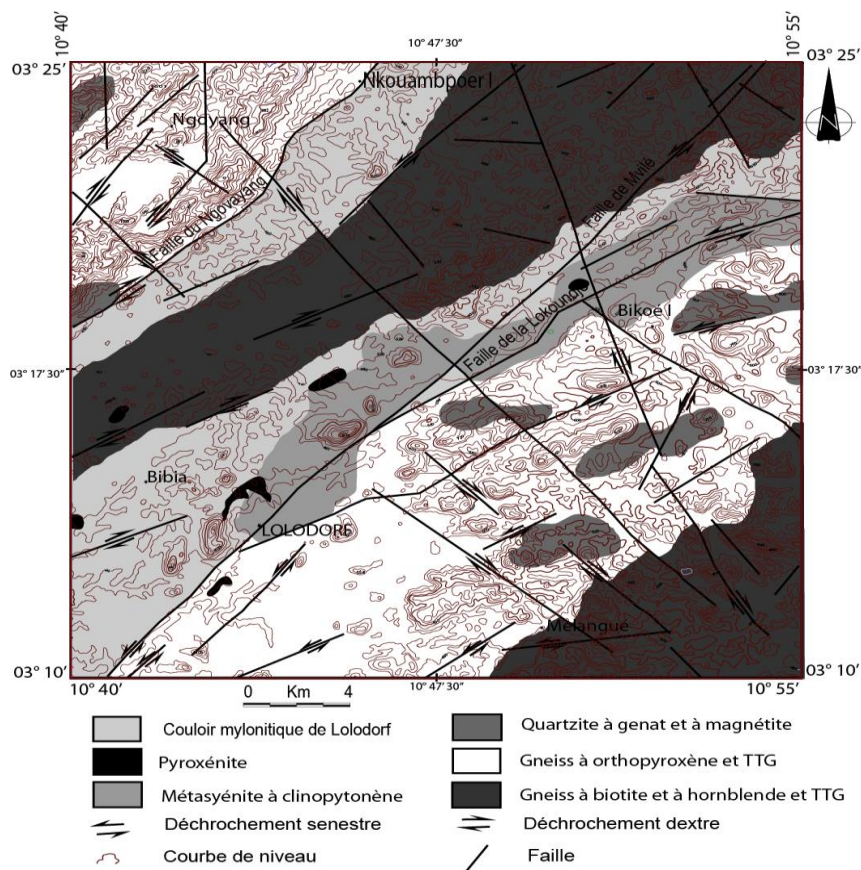


Figure 5 : Carte de corrélation entre la lithologie et l'orographie

Dans la presque totalité du territoire du plateau du Sud Cameroun les sols sont généralement épais et évolués [19-23] ont distingué trois groupes de sols en fonction de la roche mère : les sols ferrallitiques, les sols hydromorphes et les sols peu évolués. Les sols ferrallitiques (ou oxisols) : Ces sols, d'épaisseur souvent importante (jusqu'à 50 m), sont localisés au niveau des interfluves. Développés sur différents types de roches granitiques ou granitoïdiques. Les sols hydromorphes et les sols peu évolués : Les sols hydromorphes se rencontrent dans les bas-fonds et les vallées.

Les sols hydromorphes et ferrallitiques sont les plus représentés dans le bassin de la Lokoundjé. Pour les formations latéritiques, la distribution spatiale entre sols jaunes et sols rouges est essentiellement liée à la texture et la teneur de la roche mère en ferromagnésiens : la richesse de la roche en minéraux ferromagnésiens favorise la formation des oxydes de fer responsables de la couleur rouge des sols. Les sols peu évolués ne sont pas assez répandus dans notre zone d'étude, ils se trouvent sur les massifs montagneux et les talwegs à pente forte. L'analyse comparative du MNT et les contrôles de terrain montrent que le processus d'incision se limite sensiblement aux versants à faible pente (**Figure 3**), ce qui peut conduire au développement d'un type d'érosion en nappe. Les directions structurale NNE-SSW à NE-SW sont bien marquées par le réseau hydrographique du bassin [18] même aux confins de Lolodorf et de Bipindi et à Edéa ces directions structurale sont représentées [24, 25].

L'analyse de la carte des anomalies montre la présence de plusieurs orientations morphologiques, selon le facteur de la pente et de la structure. Les tracés des cours d'eau ne suivent pas une direction uniforme et ceux-ci sont guidés par les morphostructures des terrains traversés. Les directions E-W et SE-NW sont moins visibles. Les directions des grands linéaments tectoniques du Cameroun (Ligne Volcanique du Cameroun (LVC) N025 à N040, de la Sanaga et celle de l'Adamaoua N065 à N070) et des directions sous régionales (« Cameroun-Gabon » N005 à N015 et celle du Golfe de Guinée N105 à N145) [26, 27] sont bien marquées par leur tracé et influencent le système hydrographique du bassin (**Figure 6**). Avec la progression de l'érosion, les blocs de gneiss et les métasyénites à clinopyroxène chutent et dévalent les flancs des collines Mbanga (**Planche 1a**) et Mill (**Planche 1b**). Par contre sur certains versants les blocs glissent (**Planche 1c**) en entraînant, avec eux le sol et la végétation sus-jacente. L'altération différentielle et l'érosion ont contribué à mettre ainsi en place des plaines là où la roche est tendre et la fracturation très intense, et les collines là où la roche est dure (**Planche 1d**). Nous nous trouvons en somme en présence d'un relief structural dont l'édification a suivi les étapes suivantes : Une tectonique éburnéenne et panafricaine dont les phases successives ont mis en place des structures observées dans la région ; L'altération différentielle, associée à l'érosion, qui a conduit au modelage du relief actuel de la région de Lolodorf et ses environs.

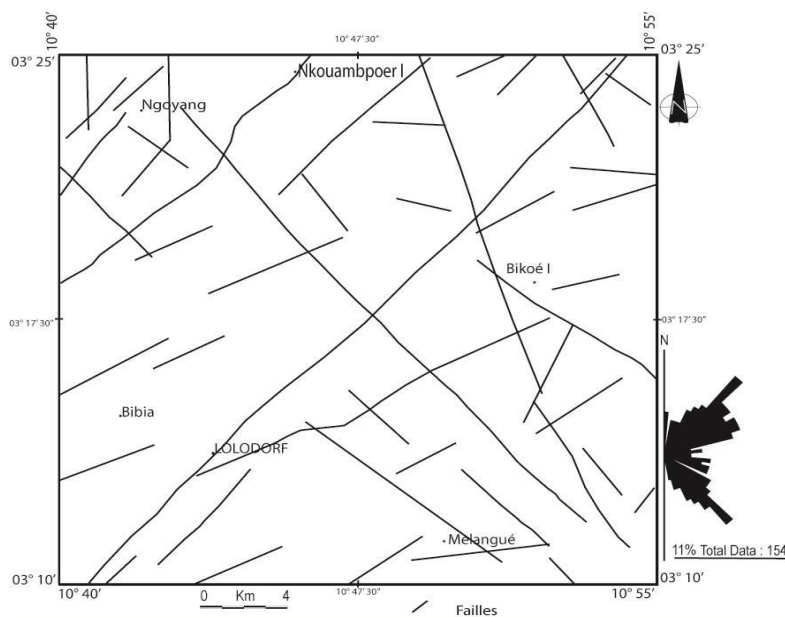


Figure 6 : Carte de fracturation de la région de Lolodorf et ses environs associée la rosace représentant les fréquences des directions



Planche 1 : a) Colline Mbanga à Lolodorf ; b) Colline Mill à Madog II; c) Flanc d'une colline à Lolodorf; d) Ville de Lolodorf dans une vallée

3-3. Risques relatifs à la morphologie et la lithologie

Pour mieux comprendre l'effet de la fracturation sur l'évolution morphogénétique et les risques potentiels, il faut intégrer le contexte structural du bassin. Le bassin d'étude contient des plateaux et des vallées érodés et accidentés et leurs contacts avec la chaîne du Ngovayang sont bien marqués par deux grandes lignes de discontinuités : Accidents du Ngovayang au nord et Accident de la Lokoundjé au centre (**Figure 3**). Les grands accidents ont guidé la morphostructure du bassin. De plus de part et d'autre des rives droite et gauche de la Lokoundjé les flancs des collines sont abrupts ($70-85^\circ$) (**Photo**) ce qui entraîne des chutes de pierre et qui pourront obstruer le lit de la Lokoundjé et cause des inondations très meurtrières dans la ville de Lolodorf (**Photo**).

La dépression de Lolodorf reçoit les produits de démantèlement de la chaîne nouvellement formée. Le processus de démantèlement et la préparation des produits transportables lors des averses violentes se poursuivent par un système d'érosion régressive. Dans les lits des cours d'eaux, le processus d'accumulation s'est fait avec des épaisseurs variables et de façon plus ou moins continue. L'analyse de la carte hydrographique et du MNT montre que les deux dépressions de Lolodorf sont dominées au NW et SE par les hautes crêtes du Ngovayang et de Mvengué : les premiers reliefs se présentent sous forme d'un axe et constituent la ligne de partage des eaux entre le bassin du Nyong au nord et le bassin de la Lokoundjé au sud (**Figure 5**). La susceptibilité des versants à l'érosion varie suivant le degré de fragilité des roches (les gneiss et TTG, les quartzites à grenat et à magnétite, les métasyénites à clinopyroxène et les pyroxénites (**Figure 5**), le taux de fracturation des roches et le degré de pente.

On assiste à un régime d'érosion en nappe aggravé par des ruissellements violents temporaires. De plus, ces terrains, déjà fragiles sur les sommets des collines et fracturés, sont nus et les surfaces recouvertes de végétation sont très réduites le long de ces sommets de collines. Les précipitations orageuses violentes accélèrent l'évacuation des matériaux érodés.

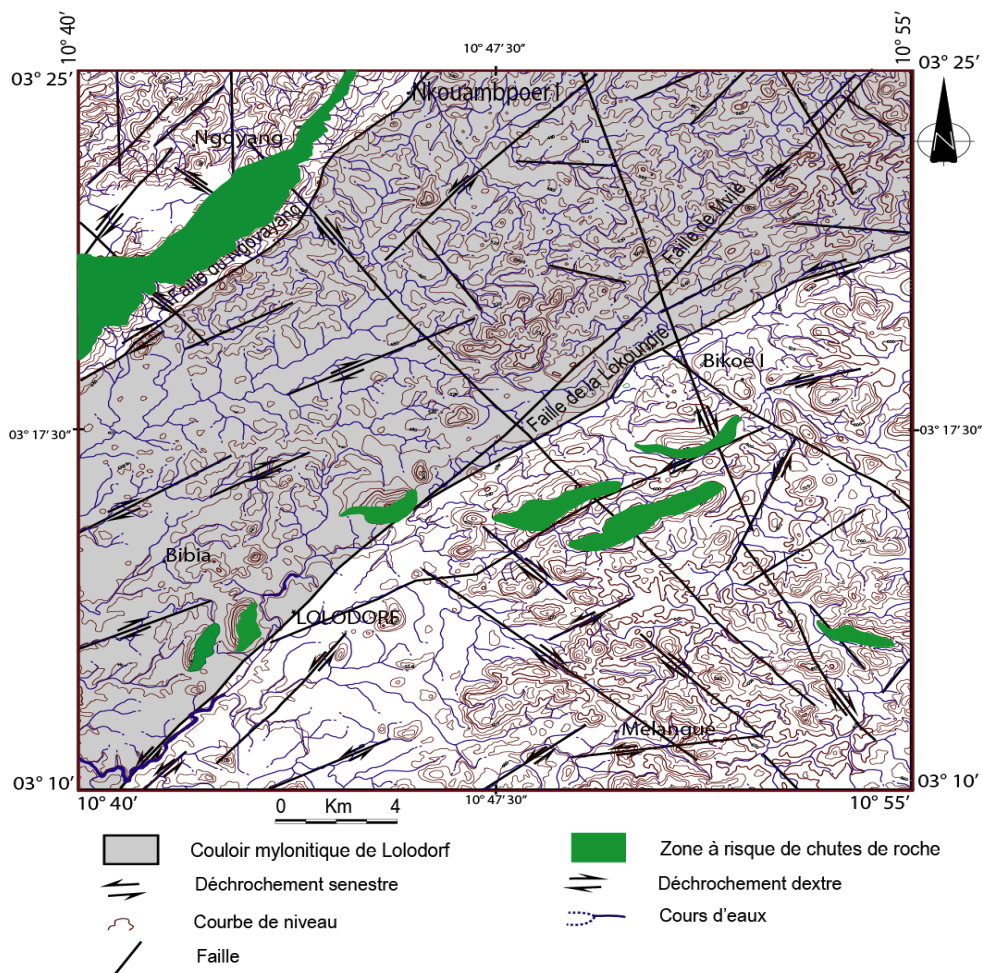


Figure 7 : Carte des zones à risque naturels dans la région de Lolodorf et ses environs

4. Conclusion

L'étude proposée ici permet de bien comprendre les risques naturels liés à la morphologie et à la lithologie dans la dépression de Lolodorf. Par ailleurs, les discussions entamées dans cette étude ont permis de contribuer à l'explication de l'évolution morphostructurale et lithologique de la zone en question du point de vue géologique, géomorphologique et des risques naturels. Elles ont permis de mieux comprendre l'effet de la morphostructurale et la lithologique sur l'évolution des risques naturels. À cet effet, certaines conclusions ont été tirées : L'analyse typologique du réseau linéaire a permis de préciser les directions de fracturation structurale majeure qui ont guidé l'évolution morphostructurale de la dépression de Lolodorf ; actuellement Lolodorf est une dépression qui reçoit les produits de démantèlement de la chaîne du Ngoyang, des collines de Mvengué et de Lolodorf ; le facteur pente de deuxième ordre conjugué aux facteurs climatiques contrôle largement la potentialité de drainage.

Ce processus se poursuit jusqu'à présent par un système d'érosion régressive. Les lits des cours d'eaux sont le siège du processus d'accumulation avec des épaisseurs variables; la profondeur des talwegs descendant la Lokoundjé augmente rapidement jusqu'à leur concentration au cœur de Lokoundjé sous l'effet de la faible charge solide transportée et libérée brutalement sous l'effet du changement rapide de la pente ; les surfaces recouvertes de végétation maigre sont très réduites le long des sommets de collines supérieures à 800 m, et donc, de petites superficies de sol sont mise à nu et soumise à une forte météorisation ; le processus de dégradation, naturelle et anthropisée des sols est continu et la tendance conduira à une situation de stérilité et glissement de l'écosystème naturel. D'une manière générale, cette étude thématique nous a permis de révéler la problématique de la géomorphologie et des risques naturels qui caractérisent la dépression de Lolodorf et l'importance de la méthode appliquée. Par ailleurs, ce travail a permis d'élaborer une base de données synthétique (**Figure 7**). Celle-ci intervient à la fois à l'amont, dans la caractérisation de l'état de risque morphogénétique et à l'aval, comme support d'aide à la décision pour l'élaboration d'un plan d'aménagement de la zone d'étude.

Remerciements

Nous remercions vivement les Reviewers anonymes qui ont rehaussé la qualité de cet article.

Références

- [1] - F. M. TCHOUA Les explosions phreatomagmatiques dans le volcanisme du Cameroun (Afrique centrale). Current Research in African Earth Sciences. Natheis and Schandelmeir Edits., Balkema, Rotterdam, (1987) 271-275.
- [2] - F. M. TCHOUA, ATCHOU, L. KAMDEM, M.J. KWENDE, E. NAAH, M. NDOUMBE, N. NJIKAM, J. NNANGE, T. PAMO, M.P. SAHLAH, E. TSAMO, C. WANKA, A. ZONING, Rapport préliminaire sur la catastrophe du lac Nyos par lequipe pluridisciplinaire camerounaise. Roneo, sept. 1986.
- [3] - H. SIGURDSSON, J.D. DEVINE, F.M. TCHOUA, J.S. PRESSER, M.K.W. PRINGLE, W.C. EVANS Origin of the lethal gas binst from lake Mounoun, Cameroon. J. Volcanoe. Geother. Res., 31, (1987) 1-16.
- [4] - R. NANA Contribution à l'étude volcanologique et petrographique des lacs de la region de wum (NW Cameroun). Thèse Doct. 3^{ème} cycle Univ. Yaoundé, (1991) 144p.
- [5] - Dongmo A. KAGOU Etude volcanologique, pétrographique et géologique d'un stratovolcan de la ligne du Cameroun : Le mont Manengouba (Province du Littoral et du Sud-Ouest, Cameroun). Thèse Doct. 3^{ème} cycle Univ. Yaoundé, (1997) 197p.
- [6] - P. MAURIZOT. Geological map of south-west Cameroon. Edition BRGM, Orleans. MESRES/ORSTOM, n° 9, (2000) 733 p
- [7] - C. LEROUGE, A. COCHERIE, S.F. TOTEU, J. PENAYE, J.P. MILÉSI, R. TCHAMENI, N.E. NSIFA, M.C. FANNING, E. DEBOULE, Shrimp U-Pb zircon age evolution for Paleoproterozoic sedimentation and 2.05 Ga syntectonic plutonism in the Nyong Group, South-Western Cameroon: consequences for the Eburnean-Transamazonian belt of NE Brazil and Central Africa. (2006)pp 413-424.
- [8] - KORABLEFF. Contribution à l'étude de la géologie appliquée de l'Oubangui Chari Oriental et du Cameroun sous mandat français. Thèse. Lib. Soc. Et Econ., Paris, (1940) 192p.
- [9] - P. HAUGOU, et N. KORETZKY, Carte géologique du Cameroun n°3 à 1/500.000 avec notice explicative. Serv. Mines Cameroun, Yaoundé(1943).
- [10] - M. NICKLES, et P. HAUGOU, Carte géologique de l'AEF et du Cameroun à 1/200000. Pub. Dir. Mines et Géol. AEF et Serv. Mines Cameroun(1952).

- [11] - Champétier de RIBES et M. AUBAGUE, Carte géologique de reconnaissance du Cameroun à l'échelle 1/500.000, feuille Yaoundé Est, avec notice explicative. Dir. Mines. Géol. Cameroun, (1956) 35p.
- [12] - J. GAZEL, C.Q.V. HOUROCCQ et M. NICKLES, Notice explicative de la carte géologique au 1/1000000 du Cameroun, avec notice explicative. Bull. Dir. Mines et Géol. Cameroun, n°2(1956).
- [13] - G.R. Nkoué NDONDO, Le cycle du carbone en domaine tropical humide : exemple du bassin versant forestier du nyong au sud cameroun. Thèse doctorat, univ. Toulouse III — Paul Sabatier et Ph.D UNIV, YAOUNDÉ I, (2008) 228 p.
- [14] - P. MAURIZOT, A. ABESOLO, J.L. FEYBESSE et P. J. LECOMTE Etude de prospection minière du Sud-Ouest Cameroun. Synthèse des travaux de 1978 à 1985. Rapport de BRGM 85, (1986) 274p.
- [15] - CK. SHANG, M. SATIR, W. SIEBEL, EN. NSIFA, H. TAUBALD, JP. LIÉGEOIS, FM. TCHOUA, Major and trace element geochemistry, Rb-Sr and Sm-Nd systematics of TTG magmatism in the Congo craton: case of the Sangmelima region, Ntem complex, southern Cameroon. *J Afr Earth Sci* 40, (2004a) 61-79.
- [16] - CK. SHANG, W. SIEBEL, M. SATIR, F. CHEN, O. J. MVONDO, Zircon Pb-Pb and U-Pb systematics of TTG rocks in the Congo craton: constraints of crustal formation, crystallization and Pan-African lead loss. *Bull Geosci* 79, (2004b) 205-219.
- [17] - B.F. NDONG, M.S. NTOMBA et O. J. MVONDO. Déformation et métamorphisme dans la partie centrale de la chaîne de Ngovayang (Sud-Cameroun). *Afrique SCIENCE* 08(3) (2012) 42 - 50
- [18] - E.J.M. OTTOU, S. OWONA, F.M. OWONO, S.M. NTOMBA, J.M. AKAME, S. KOUM, J. M. ONDOA Analyse morphotectonique par couplage d'un modèle numérique de terrain (MNT) et des données de terrain d'une portion de zone mobile paléoprotérozoïque de la région Lolodorf-Mvengué (Complexe du Nyong, SW Cameroun) Sciences, Technologies et Développement, Volume 15, (2014) Pp9-25.
- [19] - D. MARTIN Géomorphologie et sols ferrallitiques dans le Centre Cameroun. Cah. Orstom, sér. Pédol., vol. II, (1967)189-218.
- [20] - J-P. MULLER, Analyse pétrographique d'une formation latéritique meuble du Cameroun; Essai de traçage d'une différenciation supergène par les paragenèses minérales(1987).
- [21] - D. BITOM Organisation et évolution d'une couverture ferrallitique en zone tropicale humide (Cameroun). Genèse et transformation d'ensembles ferrugineux indurés profonds. Thèse de doctorat, Univ. Poitiers, (1988)164 p. multigr.
- [22] - B. NYECK Organisation et aptitudes culturales des sols de Zoétéélé dans la région secondaire. Thèse de doctorat, Univ. Paris VII, t. 1, 188 p. *Precambrian Res.*, 47, (1988) 35-50.
- [23] - M. VALLERIE La pédologie. In Atlas régional Sud-Cameroun. ORSTOM éd., (1995) 10-11.
- [24] - B.F. NDONG, M.S. NTOMBA, E.J. MESSI, D. OKIA et J.O. MVONDO. Définition structurale des linéaments par traitement d'image satellitaire : cas du massif de Ngovayang (Sud Cameroun). *Afrique SCIENCE* 10(3) (2014).107 – 112.
- [25] - N.M. NSANGOU, S. OWONA, D. YOUMEN, J.E. MPESSE, M.F. TCKECKE, M. TEMFACK, A.A. GANWA, J.M. ONDOA, R. LOTHAR et G.E. EKODECK Contrôle géologique des unités morphotectoniques de la région d'Edéa — Eséka (SW Cameroun) *REV. CAMES - VOL. 01.* (2013).47-54.
- [26] - P. Thierry, L. STIELTJES, E. KOUOKAM et P. NGUEYA avec la collaboration de C. ARNAL, P. GEHL et M.P. SALLEY Projet GRINP — composante 1 Réalisation d'une carte de zonage des risques du Mont Cameroun Rapport final Rapport BRGM RC-54727-FR, 333 p, 80 fig., 99 tabl., 7 ann., 3 vol (2006).
- [27] - J.F. DUMONT, Identification par télédétection de l'accident de la Sanaga (Cameroun). Sa position dans les contextes des grands accidents de l'Afrique Centrale et de la limite nord du craton du congolais. *Géodynamique*, 1(1986) 13-19.