

TREMBLEMENT DE TERRE DANS LA PROVINCE DU SUD-KIVU DU 03/02/2008 ET SES CONSÉQUENCES SUR LA VILLE DE BUKAVU

John Kashinzwe Kibekenge¹, Richard Birindwa Cubwe¹, and Sylvain Kulimushi Matabaro²

¹Département de Géographie et Gestion de l'Environnement, ISP Walungu, R.D. Congo

²Institut Supérieur Pédagogique de Bukavu, I.S.P Bukavu, R.D. Congo

Copyright © 2015 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 shaking of the earth's crust at any point causes vibrations that are transmitted across the globe. This movement has the effect of inducing in the soil and in the works of rapidly varying inertial forces over time. Its action is exerted essentially dynamic way, but it takes on different aspects in structures, soil. Is recorded structural damage equipment and manpower.

South Kivu province, mainly the city of Bukavu and the neighboring countries were shaken by a violent earthquake, among the rarest recorded in the region, to Sunday 03/02/2008 9:34 local time (7:34 'GMT) . The 6.3 magnitude earthquake on the scale of RICHTER had its epicenter, according to the seismological observatories NSRF / Lwiro, around Birava in the same province, 20 km north of Bukavu, whose home was 33 km deep, according to still the same source (shallow earthquake: less than 60Km). It lasted about 20 seconds. This tectonic phenomenon has generated much of the damage as well geomorphological, material as humans.

KEYWORDS: Earthquake, tectonic phenomenon.

RESUME: L'ébranlement de la croûte terrestre en un point quelconque provoque des vibrations qui se transmettent à travers le globe. Ce mouvement a pour effet d'induire dans le sol et dans les ouvrages des forces d'inertie rapidement variables dans le temps. Son action s'exerce donc de façon essentiellement dynamique, mais elle revêt des aspects différents dans les structures, dans le sol. On enregistre des dégâts structurels matériels et humains. La province du Sud-Kivu, principalement la ville de Bukavu et les contrées voisines ont été secouées par un violent séisme, parmi les plus rares enregistrés dans la région, le dimanche 03/02/2008 à 09h34' heure locale (7h34' GMT). Ce séisme de magnitude 6,3 sur l'échelle de Richter avait comme épicer, selon les observatoires sismologiques du Centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro, C.R.S.N/Lwiro en sigle, aux environs de Birava dans la même province à 20 Km au nord de la ville de Bukavu et dont le foyer se situait à 33 Km de profondeur, selon toujours la même source (séisme superficiel: inférieur à 60Km). Il a duré environs 20 secondes. Ce phénomène tectonique a engendré bien des dégâts aussi bien géomorphologiques, matériels qu'humains.

MOTS-CLEFS: Tremblement de terre, Echelle de Richter, Séisme, Catastrophe, Ebranlement.

1 INTRODUCTION

De toutes les manifestations de la dynamique planétaire, les tremblements de terre ou séisme sont, sans doute ceux qui ont le plus marqué la conscience populaire⁽¹⁾. Ce phénomène a également attiré notre attention surtout de par son originalité. En effet, le séisme qui a secoué la ville de Bukavu le 03 Février 2008 est égal à lui-même dans l'histoire de cette province tant sur sa nature que sur les dégâts perpétrés sur tous les plans. Ainsi, dans ce travail nous voulons étudier les causes de ce séisme dans cette région, la dynamique de la nature des dégâts perpétrés à travers la ville et ses causes, la dynamique de ses répliques dans le temps et dans l'espace, l'avenir de la région par rapport à sa structure tectonique, des

préventions contre la catastrophe et bien d'autres questions auxquelles nous aurons à répondre et à fournir des explications par rapport à cette catastrophe naturelle dans la ville.

2 APPROCHE METHODOLOGIQUE ET TECHNIQUES

Pour aborder cette étude, nous avons d'abord observé les différents dégâts causés par le séisme du 03 février 2008 dans les quartiers de la ville de Bukavu. Les données recueillies ont été comparées aux activités sismiques observées dans la région du lac Kivu et dans d'autres parties du monde en termes de puissance du séisme sur l'échelle de Richter et d'intensité observée en terme des dégâts occasionnés (destruction des immeubles, nombre des morts et des blessés, etc.).

Par ailleurs, trois types de démarches ont été particulièrement empruntés pour collecter et analyser les informations. Il s'agit de la consultation des ouvrages, des rapports, des mémoires et d'autres documents sur les séismes. Nous avons également consulté les données recueillies par les sismographes du Centre de Recherche en Sciences Naturelles, en sigle CRSN/Lwiro notamment celles du séisme du 03 février 2008 et ses répliques. Enfin, pour compléter nos observations sur terrain, nous avons eu des entretiens sous forme d'interview avec les chercheurs du CRSN/Lwiro au département de géophysique sur le phénomène sismique du moment, avec des populations sinistrées, les autorités municipales et provinciales. Ces éléments ont permis de retracer l'historique et l'évolution d'activités sismiques dans la région à partir des données recueillies jusqu'à présent et de comprendre le phénomène actuel à Bukavu avec un passé sismique bien marqué.

3 PRESENTATION DES DONNEES

3.1 LOCALISATION

« Là où la terre a tremblé, elle tremblera »⁽²⁾. Ce séisme de magnitude 6,3 sur l'échelle de Richter avait comme épicentre, selon les observatoires sismologiques du CRSN/Lwiro, aux environs de Birava dans la même province à 20 Km au nord de la ville de Bukavu et dont le foyer se situait à 33 Km de profondeur, selon toujours la même source (séisme superficiel: inférieur à 60Km).

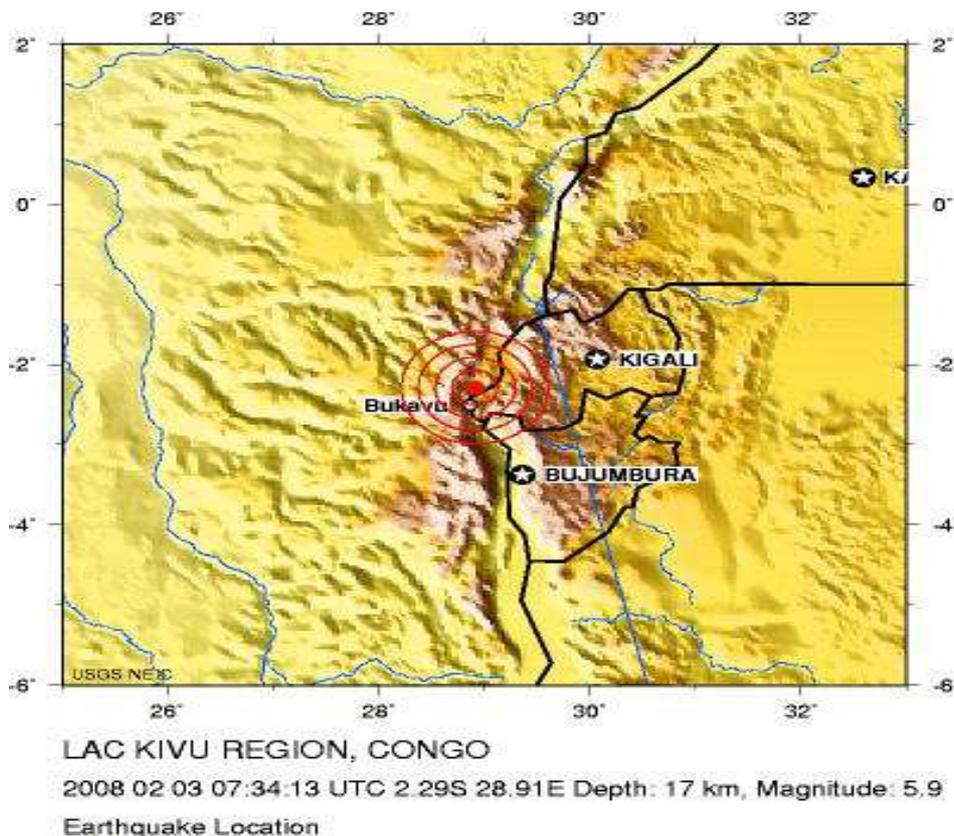


Figure N°1. Localisation du séisme du 03Fév.2008

3.2 CAUSES ET ORIGINES

Les séismes résultent de la rupture des roches résistantes provoquées par le brusque glissement de deux compartiments terrestres le long d'un plan de faille. Contrairement à l'opinion publique qui a crue à l'entrée en éruption des volcans Kahuzi et Biega qui étaient éteints depuis près d'un demi-siècle, dont le tremblement de terre du 03/02/2008 ne serait qu'un signe précurseur, des études et des analyses scientifiques ont prouvées jusqu'aujourd'hui qu'il n'en est pas question. En effet, se fondant sur sa localisation, l'état actuelle des volcans précités, sa nature et son ampleur, son intensité et sa puissance ; tous ces éléments réunis n'ont pas permis d'adhérer à l'opinion publique. Le tremblement de terre précité dans la province du Sud-Kivu est d'origine tectonique lié aux mouvements de failles intra plaques continentales, vu la localisation de son épicentre et ses caractéristiques. En effet nous savons qu'une zone sismique s'étend le long de l'Afrique de l'Est jusqu'en Syrie (Moyen Orient), en passant par la mer rouge. Elle correspond à une grande cassure continentale long de 9500 Km, large de 40Km et profonde des quelques milliers des mètres. On parle actuellement dans cette structure, des rifts Albertin, Ruzzien et Tanganyikien. Nous sommes donc dans une zone de subduction intra-plaque réputée d'une activité sismique depuis la formation du rift au début du Miocène mais n'a jamais intéressé la masse populaire comme il en est le cas aujourd'hui ; les ancêtres pensaient tout simplement à la colère divine. La carte ci-dessous montre les cas enregistrés depuis 1990 à nos jours.

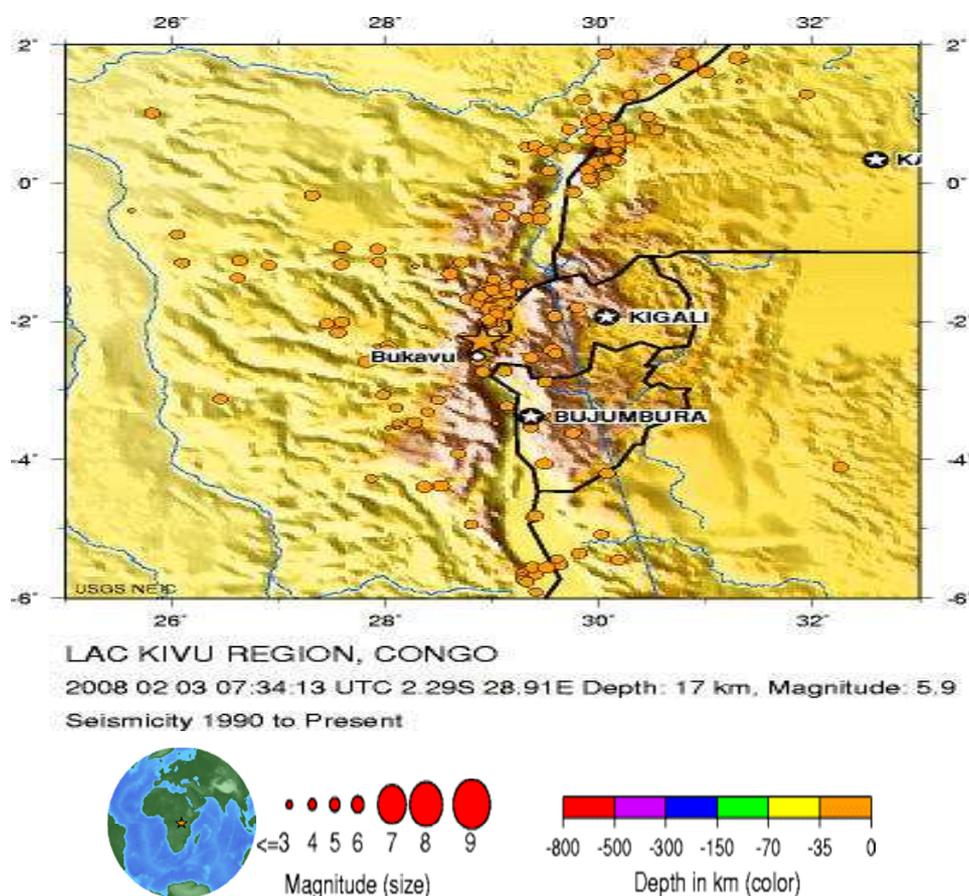


Fig N°2. Historique sismique de 1990 à nos jours

3.3 ENREGISTREMENT SISMOGRAPHIQUE

Le passage des ondes sismiques lors d'un tremblement de terre est enregistré par les sismographes sous forme des sismogrammes. Le séisme de Bukavu du dimanche 03/02/2008 a été enregistré par les sismographes de la station du CRSN/Lwiro situé à 17 Km au nord de son hypocentre et à une latitude de 2,30° Sud, sa longitude étant de 28,90 Est. La description que nous avons faite de ce séisme découle de l'analyse de ces enregistrements. En voici le sismogramme caractéristique.

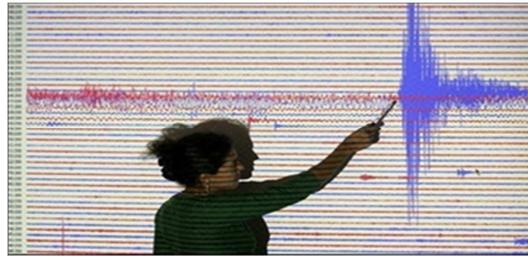


Fig n°3. Sismogramme du séisme du 03/02/2008 de magnitude 6,3 dans la province du sud-kivu

3.4 EXTENSION

La carte ci-dessous montre clairement les différentes contrées affectées par ce séisme ainsi que leur degré d'affectation (voir légende) à partir de l'épicentre. Ainsi nous avons successivement la zone I (Kavumu, Cifuma, Kabare, le Sud-Sud d'Idjwi, Cangugu, Nord de Bukavu), zone II (Bukavu, Mumosho, Mule, Mushenyi, Idjwi). Il ressort également cette carte que ce séisme s'est étalé généralement sur trois pays dont la RDC, le Rwanda et le Burundi.

Nombre de séismes enregistrés à Binava, Février et Mars 2008

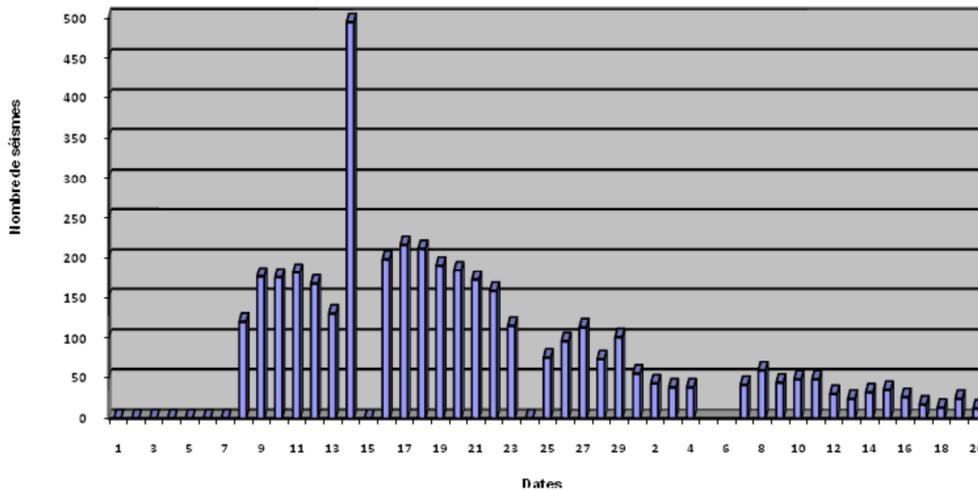
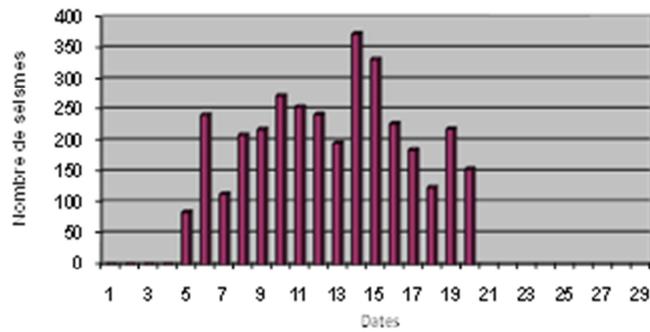


Figure n°4. Régions affectées par le séisme du 03/02/2008 (affected earthquake area)

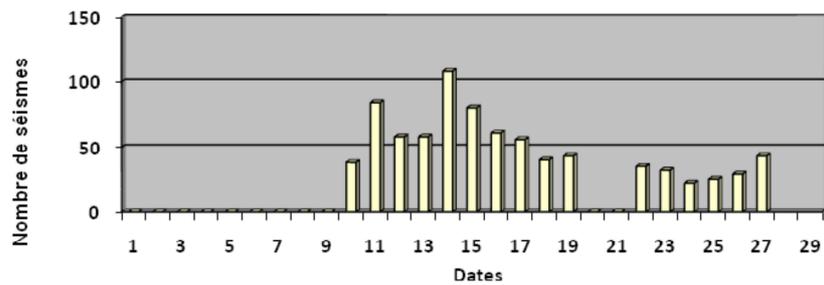
3.5 LES RÉPLIQUES

Le plus souvent, un séisme se compose d'une ou plusieurs secousses principales brèves suivies par d'autres secousses secondaires qui surviennent au cours des heures et des jours suivants appelées « **répliques** »⁽²⁾. Le séisme de Bukavu n'a pas fait exception. Les répliques du séisme de Bukavu ont été enregistrées également à la station de Lwiro dont voici les graphiques qui expliquent leur intensité et leur fréquence dans le temps et dans l'espace.

Nombre de séismes enregistrés à Bukavu, Février 2008



Nombre de séismes enregistrés à Kabare, Février 2008



Nombre de séismes enregistrés à Lwiro, Février et Mars 2008

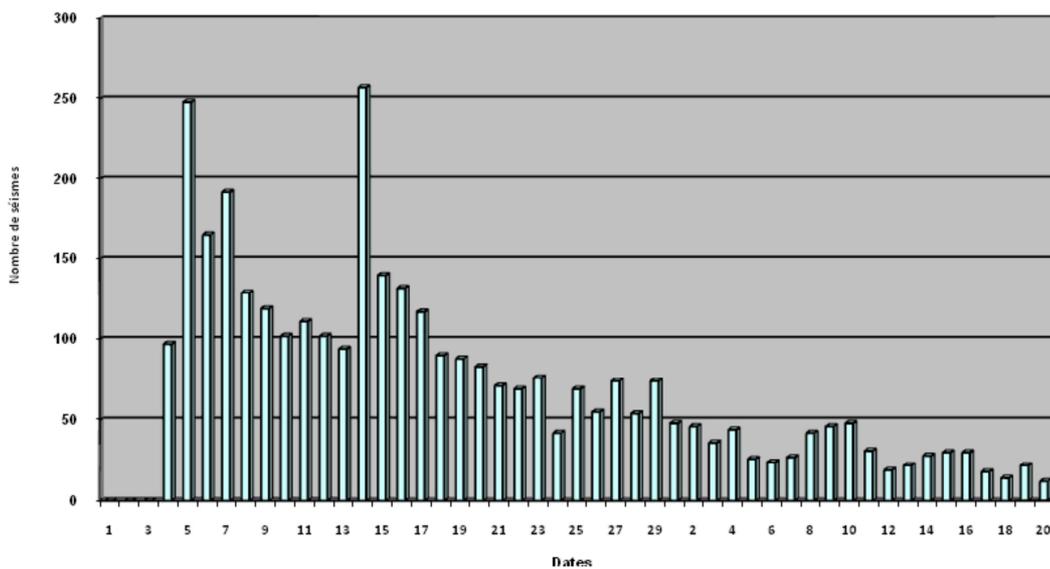


Figure n°5. Les Répliques du séisme du 03/02/2008 dans la région du kivu

Il a été démontré par les instruments de mesure (sismographes) que chaque jour se produisait en moyenne plus de 200 répliques, la majorité étant de faible intensité (inférieur à 3 de magnitude) et par conséquent non ressenties par l'homme. Néanmoins, si le principe est tel que les répliques vont en diminuant jusqu'au réajustement des compartiments fracturés, un phénomène nous a intrigué quant aux répliques de ce séisme, la réplique du 14 février 2008 à 4 h 07' locales est allée jusqu'à 5,5 magnitude sur l'échelle de Richter. Les chercheurs ont eu tendance à l'individualiser jusqu'à localiser même son épicerie.

3.6 LES CONSÉQUENCES DE CE SÉISME

Ce séisme de magnitude 6.3 sur l'échelle de RICHTER et qui a duré moins d'une minute a causé beaucoup de dégâts humains, matériels et géomorphologiques. Ces dégâts ne sont pas forcément fonction de la puissance de ce tremblement de terre. Nous avons mis en cause bien d'autres facteurs ou paramètres pouvant les alourdir dans cette contrée bien précise notamment : « l'effet de site » c'est-à-dire les caractéristiques géologiques ou géotechniques de la ville, sa géomorphologie et sa pédologie, l'occupation du sol et l'architecture de la ville etc.

Suivant l'échelle de Mecalli, il n'est pas fait référence au nombre des victimes c'est-à-dire que celui-ci n'est pas structurelle en rapport avec l'intensité du séisme et dépend souvent des circonstances fortuites telles qu'une incendie, le hasard d'un regroupement de la population dans les immeubles à haut risque (fragiles) au moment du tremblement de terre telle qu'à l'église, à l'école, au marché, au stade. Le nombre de victimes est toujours plus élevé la nuit que le jour, pendant la saison des pluies qu'en saison sèche⁽³⁾.

3.6.1 LES CONSÉQUENCES HUMAINES ET MATÉRIELLES

Les conséquences humaines (victimes) et matérielles de ce séisme devraient dépendre normalement de la vulnérabilité de l'aléa de la ville qui dépend du nombre des personnes exposées (densité de la population) et de l'environnement (caractéristique régionale du lac, de la montagne, de mode de construction, de la qualité des matériaux etc.). En effet, dans les régions touchées par les séismes violents, le niveau de dégâts et des pertes humaines est lié directement à l'importance des implantations humaines et à la qualité de l'urbanisation⁽⁴⁾. Pour le cas précis de la ville de Bukavu, les pertes en vies humaines ont été fonction d'autres facteurs que ceux qui sont censés les conditionner. Ces facteurs sont l'heure et le jour du séisme. En effet, le bilan serait plus déplorable si cet événement se passait un jour ouvrable et/ou la nuit. Et ici, le phénomène s'est produit un dimanche à 09 h 34' à l'heure où le gros de la population était dans les lieux des cultes (église, temple, mosquée, etc.).

Les dégâts matériels (destruction d'immeubles) ont été dus à des secousses verticales et horizontales (ondes P) et à des mouvements cisailants (ondes S) ou même rotatoires et dont l'ampleur a été fonction de la nature des constructions. Ces dégâts se sont alourdis avec la fréquence des répliques parfois importantes comme celle du 14/02/2008 (5,5 de magnitude) qui a plus affecté la commune de Bagira.

3.6.2 LES CONSÉQUENCES GÉOMORPHOLOGIQUES

Les ruptures des surfaces telles que les escarpements des failles ou les décalages horizontaux, s'il s'agit d'un décrochement, ne sont possibles que pour des événements majeurs ($M_w = 6$ et plus). D'autres effets de surface peuvent apparaître pour des séismes de magnitudes plus faibles, mais il s'agit souvent d'effets secondaires comme des glissements des terrains s'accompagnant des fissures⁽²⁾. La ville de Bukavu n'est pas loin de cette réalité car le séisme du 03/02/2008 a fort joué sur sa géomorphologie en provoquant des glissements de terrains et des fissures surtout dans des sites réputés, au plan géomorphologique, instables et sur le rivage des côtes du Lac Kivu où l'action anthropique prévaut avec la poussée des eaux de ce lac par l'homme en quête des terrains de construction. Ainsi la ville de Bukavu est située sur le trajet d'une région tectoniquement réputée active et faillée avec toutes ses conséquences géomorphologiques telles que l'on peut l'observer à travers la ville. Les principaux sites affectés par le séisme du 03/02/2008 dans la ville de Bukavu sont Nyakavogo à Bagira, Kasheke à Kadutu, Funu 1^{er} à Kadutu, le versant de l'ITFM (Institut Technique Fundi Maendeleo), le versant de l'Elacat à Ibanda et les rivages du Lac Kivu.

Ces sites sont réputés instables et caractérisés surtout par des glissements de terrains (mouvements de masse)⁽⁵⁾. Ces mouvements étant liés à la nature, soit géologique soit pédologique (structure et texture), du terrain accentué par les eaux pluviales provoquent soit l'érosion superficielle soit l'érosion souterraine. De toute évidence, ces vastes glissements de terrains se cantonnent principalement sur les versants raides des hautes montagnes. Comme les éboulements, ils sont activés par le sapement des **écoulements torrentiels** et **les séismes**,⁽⁶⁾. La ville de Bukavu, avec son terrain, meuble et alluvial,

dans un climat de montagne pluvieux et dont les actions anti-érosives sont moins importantes ; s'est retrouvé dans cette situation.

4 DISCUSSION ET CONCLUSION

A l'issue de l'étude de cette étude, nous sommes arrivé aux résultats et analyses suivants: La ville de Bukavu a subi le choc d'un séisme de 6,3 sur l'échelle de Richter d'origine tectonique lié au mouvement de rifting intra plaque du rift valley Est africain et donc pas d'origine volcanique comme on pouvait le croire.

Ce mouvement s'est produit le dimanche 03 février 2008 à 9h34' heure locale soit 7 h 34' TU (GMT) et dont l'épicentre a été localisé à Birava à 20 km au nord de la ville de Bukavu avec un foyer à 33 km de profondeur. Ce séisme s'est accompagné de plusieurs répliques parfois importantes mais qui n'ont jamais égalées le choc initial.

Des dégâts importants tant humains, matériels que géomorphologiques, mêmes économiques, ont été enregistrés dans la ville et sa périphérie. Pour les dégâts humains, au total 9 morts inventoriés dans les hôpitaux de Bukavu et de Kabare, 375 blessés à des degrés divers.

Pour les dégâts matériels, des nombreux édifices se sont écroulés ou sont sérieusement endommagés à Bukavu : 1065 maisons d'habitation totalement endommagées, 366 maisons d'habitation fissurées et 163 bâtiments publics endommagés. A noter que les grands immeubles publics, cinquantenaires, même sexagénaires pour certains, véritable fierté de Bukavu en terme de monuments historiques ont subi des coups violents avec des fissures plus ou moins importantes, victimes du poids de l'âge. Par contre, pour certains autres bâtiments, le séisme est venu mettre à nu l'irresponsabilité ou l'incompétence de certains architectes vrais ou autoproclamés pour leurs prétendus chef-d'œuvre tombés littéralement comme des châteaux de carte .

Pour les dégâts géomorphologiques, ils se sont observés dans des sites réputés instables dans la ville à cause de la nature des sols et de la géologie du rift valley oriental.

Nous avons trouvé que ces dégâts ont été fonction de bien des paramètres entre autres l'architecture de la ville, la localisation de la ville par rapport à l'épicentre, la nature géomorphologique de la ville avec ses failles panaméennes ; **bref « l'effet de site ».**

On le dira à jamais, Bukavu est dans une région à risque sismique et pour la sauver, il s'avère impérieux de diligenter une étude multidisciplinaire qui déterminera de nouveaux sites appropriés, sur lesquels la ville de Bukavu devra être érigée. Une analyse d'images satellitaires et des photos aériennes sera au centre de cette étude. La source d'énergie et d'eau potable sera déterminée en considérant les nouvelles technologies, la gestion durable des ressources naturelles et le réchauffement climatique seront considérés. C'est seulement après avoir délocalisé la population qu'un nouveau plan d'aménagement de Bukavu comme ville moderne pouvait se faire ⁽⁷⁾

On devrait également , dans cette ville, faire attention à la façon de construire les maisons, notamment en respectant la quantité dans le mélange ciment-sable, en prévoyant de linteaux avec béton armé, avoir des fondations solides faisant recours aux techniques de chaînage, et si la nécessité l'oblige, détruire certaines maisons de Bukavu affectées par le séisme pour en reconstruire d'autres plus solides et plus stables, ou tout simplement délocaliser la ville.

REFERENCES

- [1] MAURY Autenu., 1995. Encyclopedia universalis S.A., T20 (RHEOLOGIE-SILICATES).
- [2] BELLAIR P, POMEROL C., 1965. Eléments de géologie, Armand Colin.
- [3] KATIA K, KRAFT M, HAAS R., 1976. volcanisme et tremblements de Terre, édition de deux logs d'or, Paris.
- [4] POMEROL C, LAGABRIELLE Y et RENARD M., 2003. Eléments de Géologie, Dunod, 12^e édition, Paris.
- [5] CHAMAA S et All., 1981. Atlas de la Ville de Bukavu CERUK, Bukavu.
- [6] COQUE R., 1977. Géomorphologie, Armand Collin.
- [7] KATCHO Karume., 2008. Rapport du CRSN/Lwiro sur le séisme du 03-février-2008 dans la région des grands -lacs.