

Évaluation Probabiliste Du Risque Sismique Dans La Province Du Tanganyika En République Démocratique Du Congo

Moshi Mvula Freddy¹, Kitenge Okaya Senglaithons², Ngindu Buabua David³,
Moshi Amani⁴, Batabolo Malieme Georgine⁵.

Centre De Recherche En Géophysique (CRG), Kinshasa, RD. Congo

Département De Physique Et Sciences Appliquées, Laboratoire De Géophysique, Université Pédagogique Nationale (UPN), Kinshasa, RD. Congo

Centre National De Télédétection (CNT), Kinshasa, RD. Congo

Résumé

Contexte : Située dans une zone tectonique active du Rift Est-Africain, la province du Tanganyika en RDC est exposée à une sismicité significative liée à la dynamique profonde du manteau terrestre, justifiant la nécessité d'une évaluation probabiliste du risque sismique basée sur les données historiques et la vulnérabilité locale.

Matériels et Méthodes : Nous avons pu élaborer les cartes de risque sismique grâce aux logiciels ci-après : XLSTAT 2024, Surfer 14.0.599, Origine8.0 SRA, Arcgis10.8, GéoSoft et autres, ainsi que de données sismiques exploitées venant de plusieurs Centres d'observation (USGS, CRG, IRIS, NEIC, GSHAP, ISS) pour une période allant de 1914 à 2020. La méthode utilisée est la méthode probabiliste pour étudier le risque sismique sur une période de retour de 100 ans, 200 ans et 475 ans.

Résultats

La modélisation indique une probabilité de 65 à 80 % d'occurrence de séismes d'intensité III à IV sur l'échelle EMS-98 pour des périodes de retour de 100 à 200 ans, avec une vulnérabilité considérée comme faible. En revanche, pour une période de retour de 475 ans, les intensités peuvent atteindre les niveaux V à VI, entraînant une vulnérabilité moyenne à modérée. À ce niveau, les secousses sismiques sont susceptibles de provoquer des dégâts légers à modérés sur 60 à 70 % des constructions non renforcées, souvent non conformes aux normes parasismiques.

Par ailleurs, les séismes historiques de Kalemie et Kabalo, ayant dépassé la magnitude 6, ont causé d'importants dommages humains et matériels. Bien que rares, ces événements justifient la nécessité de renforcer la résilience locale. La promotion de constructions parasismiques permettrait ainsi de réduire les pertes potentielles de 30 à 50 % en cas de séisme majeur, contribuant à une meilleure gestion du risque sismique.

Conclusion

La province du Tanganyika présente un risque sismique réel, avec des séismes modérés fréquents et des événements majeurs plus rares mais destructeurs. Les constructions non parasismiques sont particulièrement vulnérables. La modélisation suggère des dégâts possibles sur 60 à 70 % des bâtiments non renforcés. Promouvoir des structures parasismiques pourrait réduire les pertes de 30 à 50 %.

Mots clés : Risque sismique, Aléa sismique, Vulnérabilité, Séisme, Probabilité

Date of Submission: 24-07-2025

Date of Acceptance: 04-08-2025

I. Introduction

La province du Tanganyika, située à l'Est de la République Démocratique du Congo, est soumise à une activité sismique intense en fonction de sa position dans le système du Rift Est-Africain. L'étude récente faite par le chercheur Morgan en 2025 et d'autres chercheurs ont fait l'analyse de haute précision des gaz provenant d'un champ géothermique situé dans la vallée du Rift au Kenya pour comprendre l'origine de ce mouvement. Ils ont démontré qu'il existe d'un super-panache enraciné à l'interface noyau-manteau qui est un **acteur majeur de la** dynamique du manteau **terrestre** jouerait un rôle clé dans l'activité volcanique régionale et la séparation de ces plaques tectoniques. Sont à la base de tremblements de terre et des volcans.

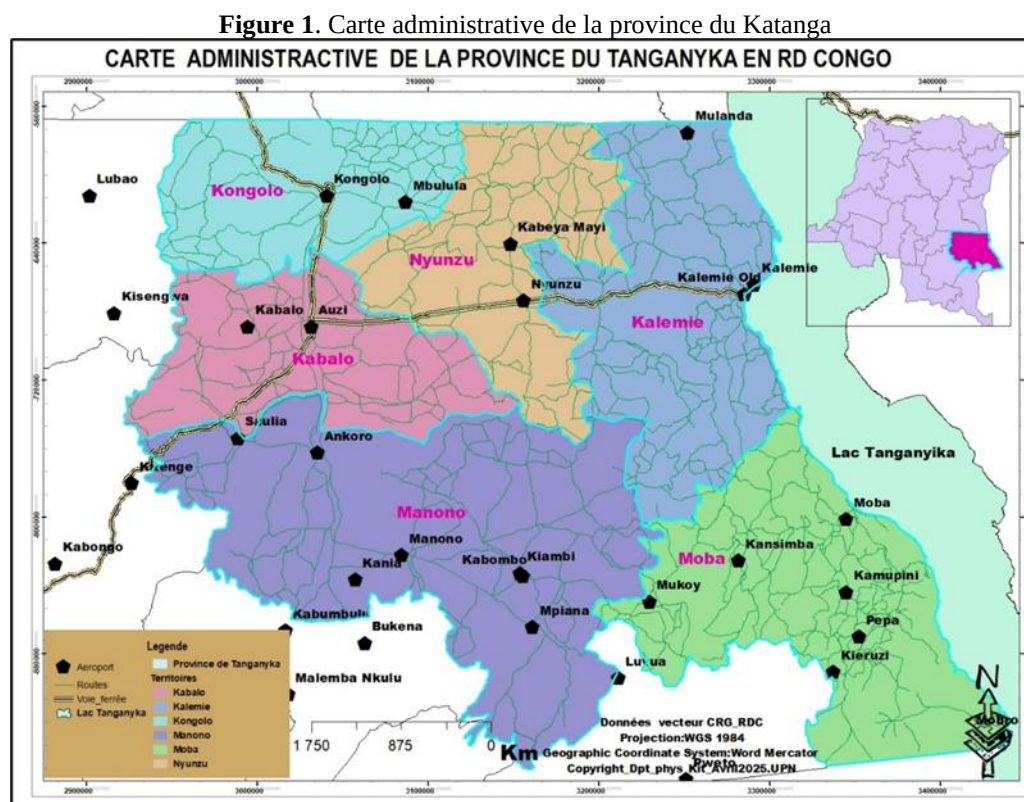
Cet article propose une évaluation probabiliste du risque sismique dans cette province, en combinant des données historiques et instrumentales de la sismicité, et une estimation des vulnérabilités structurelles locales.

II. Milieu, Matériels Et Méthodes

Milieu d'étude

Situation géographique et administrative

Selon l'Institut Géographique National (IGN-RDC, 2015), la province du Tanganyika est localisée entre les latitudes 4°30' et 8°00' Sud, et les longitudes 27°00' et 30°00' Est. Elle s'étend le long de la rive occidentale du lac Tanganyika, dans la partie sud-est de la République Démocratique du Congo. Cette position géographique la place dans une zone de transition entre les plateaux du sud congolais et la vallée du rift Est-Africain. Elle bénéficie ainsi d'un climat tropical de savane, avec une saison sèche marquée. La ville de Kalemie est la capitale provinciale, est située approximativement à 5°56' Sud et 29°11' Est. Nous représentons la carte administrative de la province dans la figure 1.



Démographie

La population de la province de Tanganyika s'élevait à 3 044 266 habitants en 2024 avec une superficie de 134 940 km², soit une densité d'environ 25 habitants au km². Cette population vit sous menace de tremblement de terre. Nous représentons ci-dessous le tableau I de répartition de la population selon les territoires (City Facts. (2015)) et (IGN-RDC, 2015).

Tableau I : La population de territoires de la province du Tanganyika (City Facts. (2015)) et (IGN-RDC, 2015),

Territoire / Ville	Coordonnées Géographiques	Superficie (km ²)	Population estimée (2024)	Densité (hab/km ²)
Kalemie	5°56' S, 29°11' E	21 155	607 020	29
Kabalo	6.05°S, 26.90°E	14 779	194 724	13
Kongolo	5.35°S, 27.00°E	13 171	363 955	28
Manono	7.30°S, 27.40°E	34 615	337 955	10
Moba	7.05°S, 29.75°E	23 079	420 302	18
Nyunzu	6.20°S, 28.65°E	15 471	146 310	9

Hydrographie

La province du Tanganyika présente un réseau hydrographique très riche dominé par le lac Tanganyika, qui est l'un des plus grands et plus profonds lacs d'eau douce au monde (Dhed'a Djailo, B, 2015). Il s'étend sur plus de 673 km de long et 50 km de large en moyenne, avec une profondeur atteignant 1 470 mètres. Il borde la province à l'est et sert de frontière naturelle avec la Tanzanie. Elle possède quelques rivières

telque la rivière Lukuga , la rivière Mulobozi , la rivière Lufuko, la rivières Nyemba et Lubudi (Ntakobajira, M, 2008). Le réseau hydrographique est influencé par le **relief montagneux** de l'est, formé par les monts Mitumba (Chorowicz, J, 2005), comme indique la carte hydrologique de la province suivante.

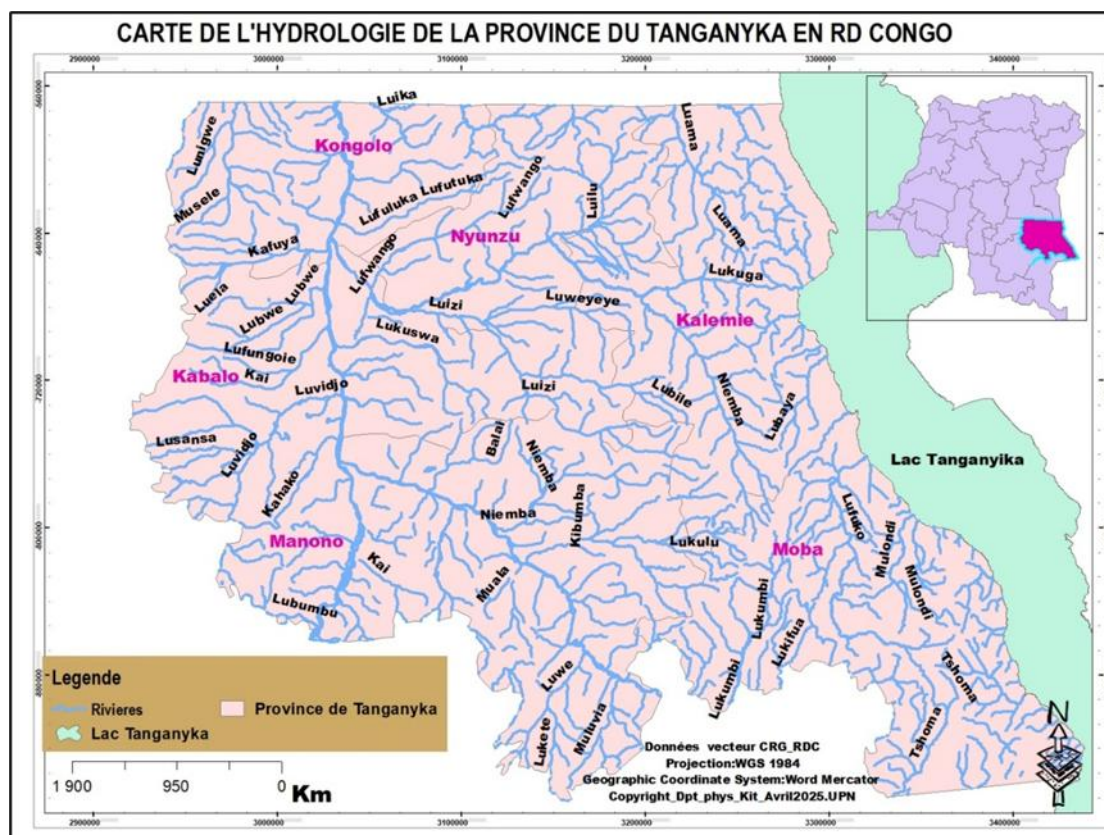


Figure 2. Carte hydrologique de la province du Tanganyika

Topographie et Géologie

Topographie

La province du Tanganyika est située dans l'est de la République Démocratique du Congo et se distingue par une topographie variée allant des rives basses du lac Tanganyika aux hauteurs montagneuses à l'est de la province (INS & PNUD, 2021).

Elle est encadrée à l'est par la chaîne des Monts Mitumba, qui forment une ligne de relief élevé et marquent la transition vers la frontière avec la Tanzanie (Chorowicz, 2005). Ces montagnes sont une extension des reliefs du Rift Est-Africain, dont la faille principale est occupée par le lac Tanganyika (UNEP, 2006).

Le lac Tanganyika, situé à l'est de la province, se trouve à une altitude de 773 mètres au-dessus du niveau de la mer (UNEP, 2006). En remontant vers l'intérieur de la province, l'altitude augmente graduellement pour atteindre entre 1 200 et 1 400 mètres sur les plateaux centraux, avant d'atteindre plus de 2 400 mètres dans les Monts Mitumba (NASA SRTM, 2000 ; INS & PNUD, 2021).

La topographie de la province suit donc une pente générale orientée de l'est vers l'ouest, influençant ainsi le drainage naturel vers le fleuve Congo via les rivières Lukuga et autres affluents (Mölsä et al., 1999).

Ce relief varié a un impact direct sur l'agriculture, les accès aux infrastructures, la répartition des populations, ainsi que sur les risques naturels, notamment les érosions et mouvements de terrain dans les zones à forte déclivité (INS & PNUD, 2021 ; Chorowicz, 2005).

Géologie

Les facteurs géodynamiques de la province du Tanganyika sont longs et complexes, datant de la formation du socle précambrien des roches métamorphiques et des intrusions magmatiques, surmontées localement par des dépôts sédimentaires du Quaternaire jusqu'à l'évolution actuelle du rift Est-Africain.

Selon Chorowicz (2005), le Rift Est-Africain est un système de fractures continentales résultant de la divergence entre les plaques tectoniques africaine et somalienne. Cette divergence crée une extension dans la lithosphère, ce qui cause la formation de failles normales et l'affaissement de blocs cristaux, comme dans le graben du Tanganyika. Lorsqu'un stress accumulé dépasse la résistance des roches, cela provoque une rupture

brutale donc le séisme. Cette activité tectonique est responsable de nombreuses failles normales, de séismes fréquents et de la subsidence du lac Tanganyika.

Le substratum géologique est constitué de terrains précambriens appartenant principalement au Complexe du Katanga et au Complexe du Lufilian. On y trouve des gneiss, des schistes, des quartzites et des amphibolites datant de l'Archéen au Protérozoïque (Cahen et al., 1984). Ces formations sont souvent affectées par des épisodes de métamorphisme et de déformation tectonique. Nous avons détaillé les sous structures géologiques dans la figure (3)

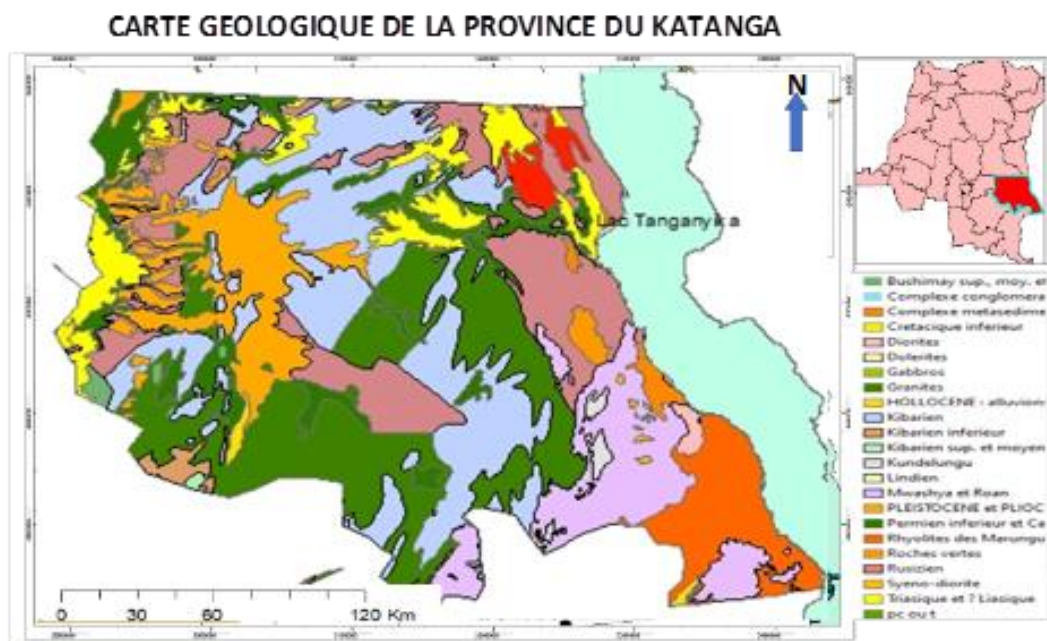


Figure 3. Carte Géologique de la province du Tanganyika

La structure tectonique majeure de la province du Tanganyika est fortement influencée par la tectonique du rift Est-Africain, avec plusieurs failles et dépressions majeures telles que :

- Il existe une faille bordière normale active de Kalemie jusqu'à Moba, parallèlement à la rive occidentale du lac Tanganyika bordant le graben du Tanganyika provoquant des tremblements de terre (Delvaux, 2001). Cette faille marque un front de décrochement majeur, avec des mouvements verticaux (subsidence) et horizontaux.
- Le lac Tanganyika est sur le Graben du Tanganyika très profond produit par l'extension lithosphérique qui est à la cause des séismes dans lac et dans les territoires longeant le lac Tanganyika, Chorowicz (2005), Figure (4, 5 et 6).
- D'après Macheyeki et al., (2015), Il existe le réseau de failles normales secondaires, souvent néotectoniques qui se trouvent dans zones montagneuses à l'est de Moba, au sud de Kabalo, et vers Nyunzu. Même si Kabalo n'est pas directement sur la bordure du graben principal, la région est traversée par des failles secondaires internes, résultant de la propagation des contraintes du rift.
- Ces failles cachées (ou cryptiques) peuvent s'activer et produire des séismes significatifs, même loin du lac. Macheyeki et al. (2015)
- Cailteux, (2004) montre que cette zone d'étude a été structurée par l'orogénèse lufilienne, un événement tectonique majeur lié à la fermeture d'un bassin intracontinental et à la collision continentale. Cette orogénèse a produit des plis, des failles inverses et des chevauchements ayant reconfiguré les dépôts du Supergroupe Katanga. Elle a aussi favorisé la remobilisation des minéralisations métallifères, concentrées dans les anticlinaux et zones de cisaillement, ce qui fait que cette zone soit riche en minerais.

Matériels et Données

Matériels

Les données enregistrées dans plusieurs stations sismiques citées ci-haut, ont été analysées, traitées et modélisées par les logiciels ci-après : Excel 13, Surfer 13, Origine, Arcgis, Geosoft et autres. Les cartes géologique, hydrographique et topographique de la Rdc

Données

Catalogue sismique :

- Données issues des bases de données USGS, et du Centre de Recherche en Géophysique (Université de Goma), couvrant la période 1970–2024 ;
- Notre échantillon comprend toutes les données des séismes qui ont été enregistrés pour la République Démocratique du Congo pendant la période allant de 1914 à 2020 dans les stations sismiques suivantes : IRIS, NEIC, GSHAP, ISS, USGS, IDC, NEI, NAO, LSZ, IRSAC / CRSN ;
- Questionnaire d'enquête sur terrain collecte de données sur les matériaux de construction, la densité de population, et les systèmes de réponse en cas de catastrophe.

Méthodes

La méthode probabiliste

L'évaluation probabiliste du risque sismique vise à estimer la probabilité qu'un site donné soit exposé à un certain niveau de mouvement du sol, comme l'accélération maximale du sol (PGA) ou la vitesse de déplacement du sol (PGV), sur une période donnée. Cette méthode tient compte de l'ensemble des incertitudes associées à la sismicité régionale, aux lois d'atténuation, et aux caractéristiques du site (Cornell, 1968 ; McGuire, 2004).

Selon (Reiter, 1990), l'aléa sismique est la probabilité qu'un séisme d'une certaine intensité survienne à une zone donnée pendant une période de temps donnée et quant à Lagomarsino & Giovinazzi, (2006) la vulnérabilité désigne le degré de pertes attendues sur les constructions, les bâtiments, les infrastructures ou d'un milieu donné et aussi les populations. Par contre Coburn & Spence, (2002) montrent que l'enjeu sont les éléments exposés au risque sismique telles que les humains, bâtiments et réseaux vitaux qui sont résumés dans la formule ci-dessous

$$\text{RISQUE} = \text{ALEA} * \text{ENJEUX} * \text{VULNERABILITE} \quad (1)$$

Les lois d'atténuation

L'étude étant réalisée à partir des intensités épicentrales, nous aurons deux types de lois à définir : l'une modélisant l'atténuation de l'intensité et l'autre, l'atténuation de l'accélération.

Atténuation de l'intensité

Les lois utilisées ont été établies par Hendricks (1981) et Sponheur (1960), est la meilleure pour caractériser l'atténuation des séismes.

$$\Delta i = I_0 - I = p \log_{10} (R/h) + 1,3 \alpha (R-h) \quad \text{avec } p = 3,4 \text{ et } \alpha = 0,001 \quad (2)$$

Atténuation de l'accélération

Les lois d'atténuation de l'accélération avec la distance ne peuvent être déterminées de façon locale, étant donné le manque d'enregistrements de mouvements forts en République Démocratique du Congo.

La loi utilisée a été établie par Sutton et al (1958) pour l'ensemble de la République Démocratique du Congo à partir de plusieurs composantes horizontales de l'accélération.

$$\log_{10} = -1,06 + 0,245 M_s - 0,00045 R - 1,016 \log_{10}(R) + \sigma P \quad (3)$$

où $\sigma = 0,25$, $p = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ pour un intervalle de confiance de 50% pour un intervalle de 84%, h = profondeur focale, r = distance épicentrale, R = distance focale, γh = accélération exprimée en égal, M_s = magnitude des ondes de surface.

Répartition des séismes dans le temps

Loi de Poisson stationnaire

Les événements étant considérés indépendants dans le temps et dans l'espace, on suppose que la répartition des séismes suit une loi de Poisson stationnaire. On doit donc exclure dans la suite de l'étude, les précurseurs et les répliques des séismes principaux.

$$P(n, t) = \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^n}{n!} \quad (4)$$

Avec $P(n, t)$ est la probabilité d'avoir n séismes pendant une durée t , λ représente le nombre annuel moyen de séismes d'intensité supérieure ou égale à I_0 et la durée t correspond, en génie parasismique, à la durée de vie de l'ouvrage.

On en déduit la probabilité d'avoir n séismes d'intensité épicentrale I' telle que $I' \geq I$, pendant une durée t :

$$P(n \text{ séismes} \geq I, t) = P(n(I), t) = \frac{e^{-\lambda(I)t} (\lambda(I)t)^n}{n!} \quad (5)$$

$\lambda(I)$ est le taux annuel de séismes tel que $I' \geq I$. on peut alors écrire la probabilité d'observer au moins un séisme d'intensité $I' \geq I$, telle que :

$$P(n(I) \geq I, t) = 1 - P(0, t) = 1 - e^{-\lambda(I)t} \quad (6)$$

$$\text{Soit, pour des petites valeurs de } P(n(I) \geq I, I) = 1 - e^{-\lambda(I)t} \approx \lambda(I) \quad (7)$$

C'est-à-dire que la probabilité annuelle de dépasser l'intensité I est, pour de faibles valeurs, égal au taux annuel de séismes d'intensité supérieure ou égale à I .

Notion de période de retour

On appelle période de retour (en années) associée au dépassement sur le site d'un paramètre de mouvement du sol i_1 le rapport :

$$T(i_1) = \frac{1}{\lambda(i_1)} \quad (8)$$

Nous pourrions définir cette période comme le temps nécessaire pour obtenir une intensité supérieure ou égale à i_1 sur le site mais, nous remarquons que si une intensité I_1 a une période de retour $T(i_1)$ alors :

P au moins I séisme provoquant

$$i \geq i_1, T(i_1) \text{ ans} = 1 - 1/e = 0.63 \quad (9)$$

Ce qui veut dire que l'on a 63 % de chance d'avoir effectivement un séisme d'intensité $i \geq i_1$ dans les $T(i_1)$ prochaines années.

Délimitation des zones sources

Les zones sources que nous avons exploité dont le découpage en zones sources a été entrepris avec le zonage sismotectonique réalisé par Zana et al (1981) et réaménagée en 2021 par Moshi (2021).

Nous sommes inspirés de cette zonation réaménagée en régions et zones comme suit :

1° Première région : Région du Sud Soudan

Zone 1 : Ruwenzori et Lac Edouard

2° Deuxième région : Région du bassin du lac Kivu

Zone 2 : Complexe volcanique de Virunga, Rutshuru et Masisi

Zone 3 : Bassin du Lac Kivu, Ngweshe. Plaine de Ruzizi

3° Troisième région : Région du Tanganyika :

Zone 4 : Bordure Nord du lac Tanganyika (Uvira),

Zone 5 : Partie Centrale et Sud du Lac Tanganyika

Zone 6 : Kabalo et ses environs

Zone 7 : Upemba et Lac Moero

4° Quatrième région : Région de la Cuvette Centrale

Zone 8 : Cuvette Centrale ou Bassin du Congo

Toutes les zones sont représentées sur la figure 4.

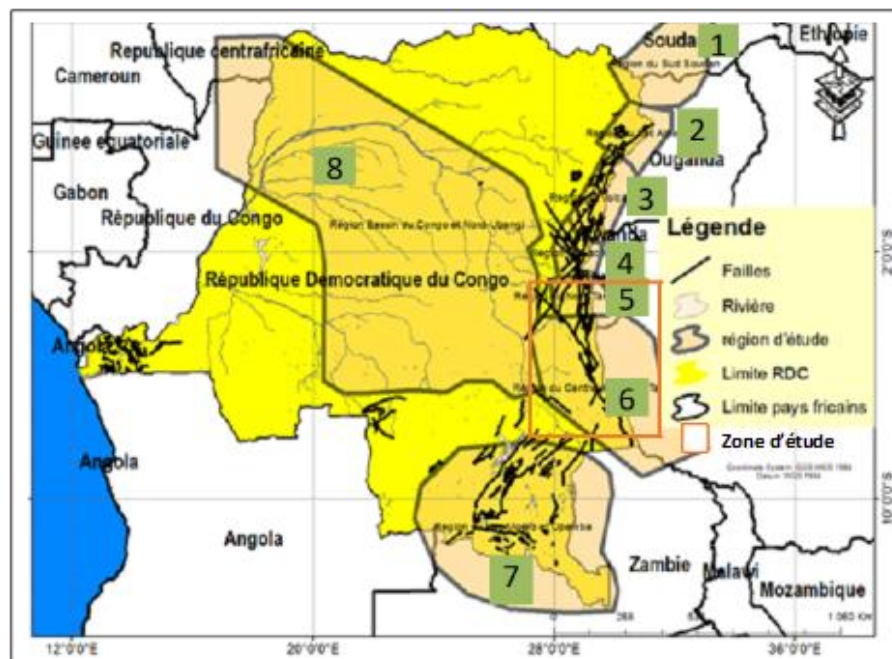


Figure 4. : Carte de zonation de risque sismique de la République Démocratique du Congo et la zone d'étude (Zana et Moshi, 2019)

Nous avons mené nos études sur la cinquième et sixième zone qui constitue la partie centrale et sud du lac Tanganyika.

Tom Pfeiffer et al (2025), ont exploité les données sismiques des 55 dernières années près de Tanganyika, RD Congo, pendant plus d'un demi-siècle montrent que les tremblements de terre de :

- magnitude 6 ou plus surviennent en moyenne 0,06 fois par an, soit environ un événement tous les 17,9 ans ;
- magnitude 5 ou plus surviennent en moyenne 0.82 fois séismes par an (soit 1 séisme tous les 1.2 ans) ;
- magnitude 4 ou plus surviennent en moyenne 4.9 fois séismes par an ;
- magnitude 3 ou plus surviennent en moyenne : 6.5 fois séismes par an ;
- magnitude 2 ou plus surviennent en moyenne : 6.6 fois séismes par an.

La province du Tanganyika a un niveau d'activité sismique modéré. Cependant, on a observé au moins 7 séismes de magnitude 6 depuis 1900, ce qui suggère que des séismes forts de cette taille se produisent probablement en moyenne tous les 15 à 20 ans. Notamment le séisme de magnitude 6,8 à Kalemie.

III. Résultats

Zone 5 : Partie Sud et Centrale du Lac Tanganyika (Kalemie)

Contexte sismique de la partie Sud et Centrale du Lac Tanganyika (Kalemie)

La carte de modélisation des épicentres de séisme de la partie Sud et Centrale du Lac Tanganyika (Kalemie) montre qu'il y a peu de séismes majeurs. Les séismes de magnitude 4 à 5 sur l'échelle de Richter sont fréquents. Le plus grand séisme enregistré a atteint la magnitude de 6,8 sur l'échelle de Richter. La plupart des épicentres se trouvent dans le Lac. Nous représentons ci-dessous la carte modélisant des épicentres de séisme dans cette zone en tenant compte de topographie.

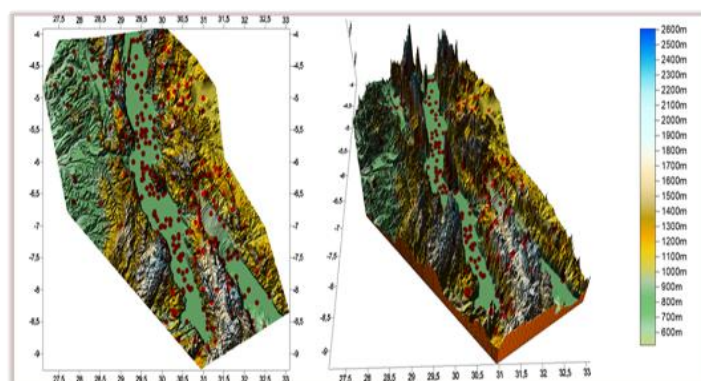


Figure 5 : Carte modélisant des épicentres de séisme et topographique de la partie Sud et Centrale du Lac Tanganyika (Kalemie)

Risques sismiques

Répartition épicentrale de séismes dans la province du Tanganyika

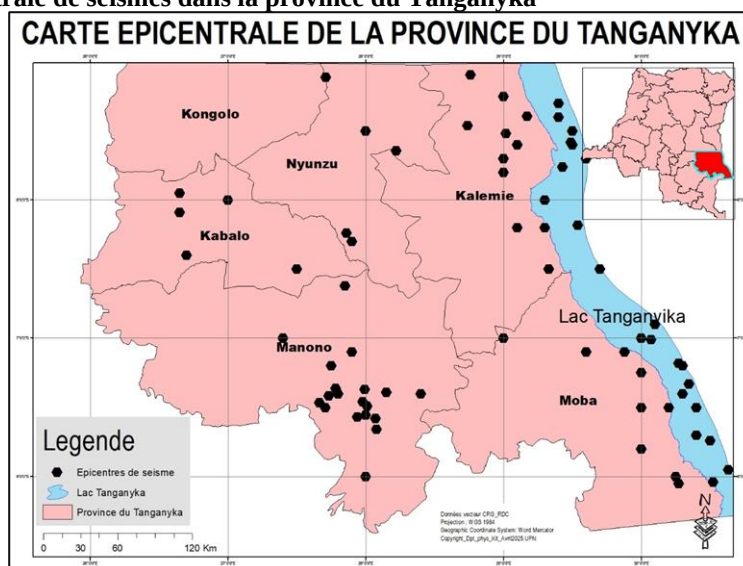


Figure 6 : Répartition épicentrale de la province du Tanganyika

Les territoires les plus affectés par les séismes sont ceux qui longent le lac Tanganyika notamment Kalemie et Moba. Quant au territoire de Manono les épicentres sont confinés par contre Kabalo et Nyunzu ont des activités sismiques similaires. Le territoire Kongolo est moins affecté.

1° La carte d'aléa sismique dans la partie Sud et Centrale du Lac Tanganyika (Kalemie) pour une période de retour de 100 ans

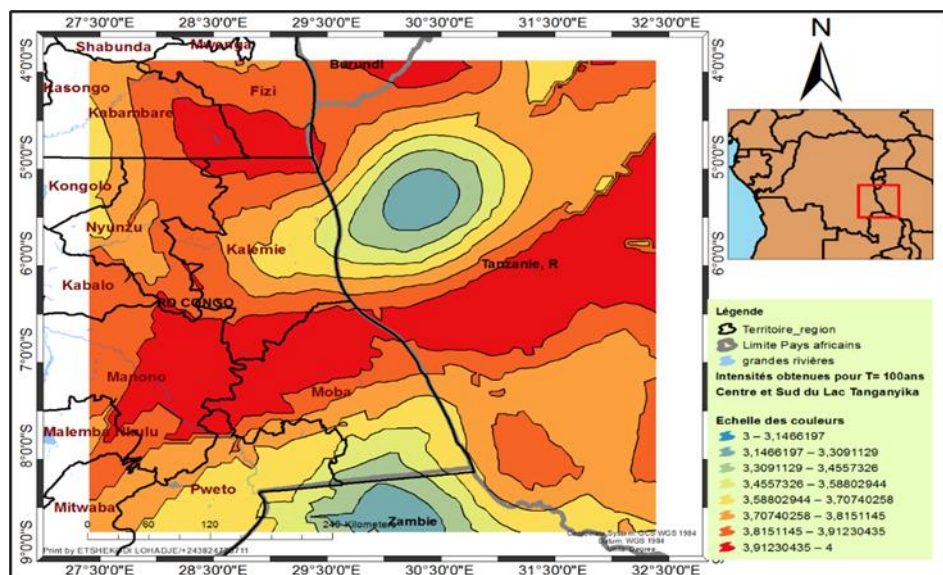


Figure 7 : Carte d'aléa sismique dans la partie Sud et Centrale du Lac Tanganyika (Kalemie) pour une période de retour de 100 ans

Sur la carte de modélisation d'aléa sismique pour une période de retour de 100 ans, nous observons que la probabilité de trouver un séisme de magnitude élevée qui risque de se produire dans cette zone est faible dont la probabilité annuelle (1 %) d'occurrence. La vulnérabilité est relativement moindre.

2° La carte d'aléa sismique dans la partie Sud et Centrale du Lac Tanganyika (Kalemie) pour une période de retour de 200 ans

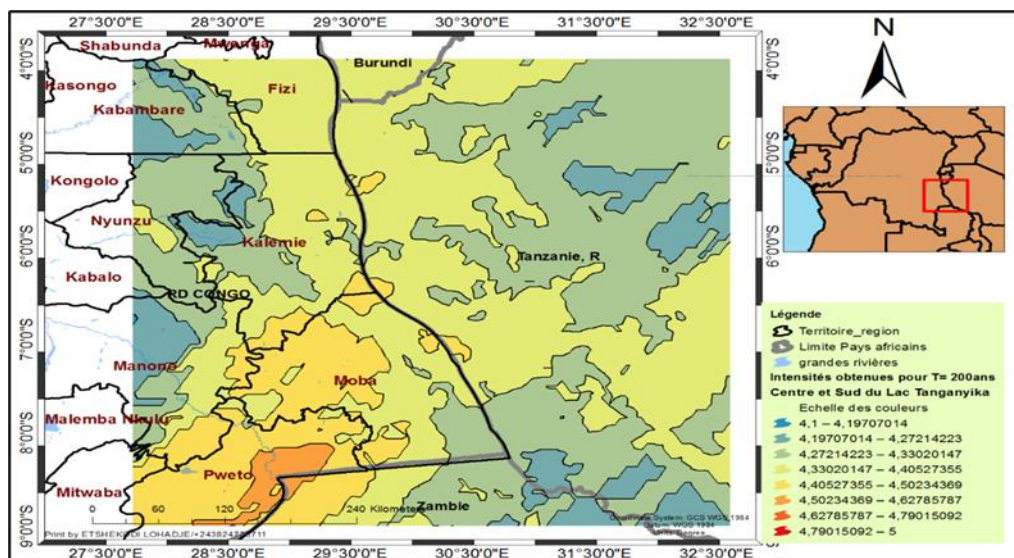


Figure 8 : Carte d'aléa sismique pour une période de retour de 200 ans dans la partie Sud et Centrale du Lac Tanganyika (Kalemie)

Nous constatons que la carte de modélisation d'aléa sismique pour une période de retour de 200 ans, la probabilité d'avoir un séisme de magnitude élevée qui se produirait dans cette zone peut atteindre l'intensité de IV à V sur l'échelle EMS 98, ce qui donne une faible probabilité annuelle (0,5 %) d'occurrence. La vulnérabilité est faible mais les effets de séisme sont ressentis par les hommes.

3° La carte d'aléa sismique dans la partie Sud et Centrale du Lac Tanganyika (Kalemie) pour une période de retour de 475 ans.

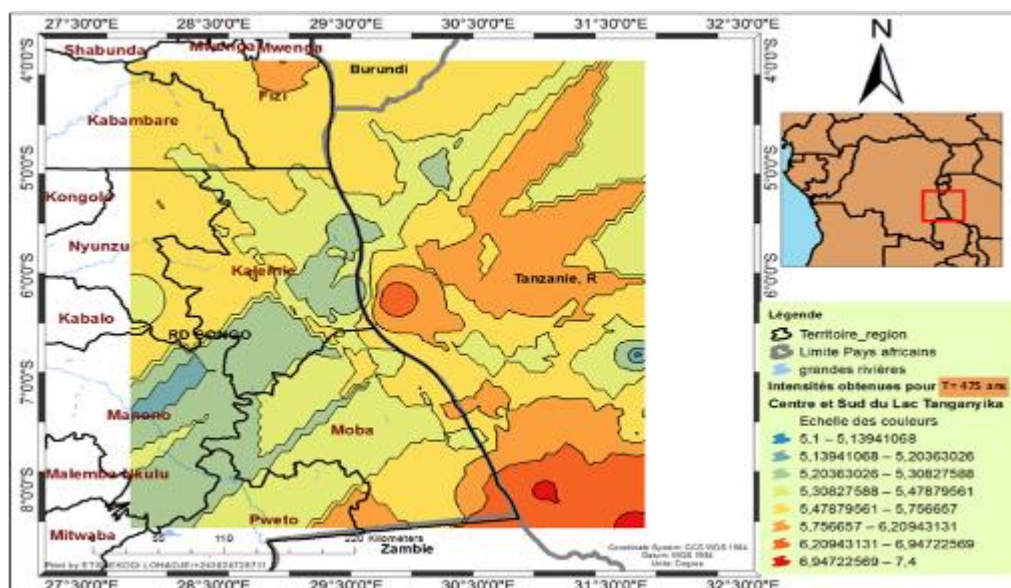


Figure 9: Carte d'aléa sismique dans la partie Sud et Centrale du Lac Tanganyika (Kalemie) pour une période de retour de 475 ans

La carte de modélisation d'aléa sismique dans cette zone (Figure 8) montre que la grande partie est dominée des séismes dont les intensités varient de V à VI sur l'échelle EMS 98 ce qui donne une faible probabilité annuelle (0,2 %) d'occurrence. Dans ce cas la vulnérabilité est moyenne. Les effets seront ressentis et produiront de légers dégâts sur la plupart de constructions ordinaires par la présence des fissures.

Le séisme survenu à Kalemie de magnitude 6,8 qui, avait causé de dégâts matériels est classé parmi les séismes destructeurs du Congo et de la Tanzanie. Ce phénomène peut être expliqué à partir des phénomènes géomorphologiques du Rift africain.

Zone 6 : Partie Sud et Centrale du Lac Tanganyika (Kabalo et ses environs),

Contexte sismique de Kabalo et ses environs

La carte de modélisation des épicentres des séismes de Kabalo et ses environs montre que les séismes de magnitude 4 à 5 dans l'échelle de Richter sont fréquents. Le plus grand séisme qui a eu lieu dans cette zone, a atteint la magnitude de plus 6,8 dans l'échelle de Richter. Il a été précédé par plusieurs secousses prémonitoires et a causé plusieurs dégâts matériels.

Risques sismiques

1°. La carte d'aléa sismique de Kabalo et ses environs pour une période de retour de 100 ans

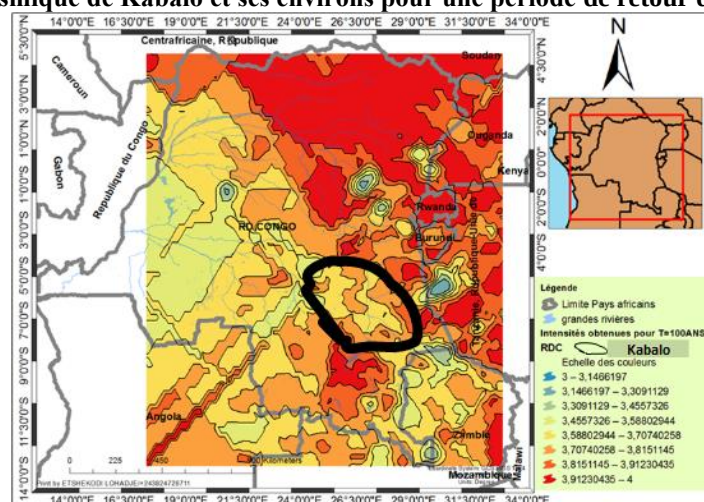


Figure 10 : Carte d'aléa sismique de Kabalo et ses environs pour une période de retour de 100 ans

Sur la carte de modélisation d'aléa sismique pour une période de retour de 100 ans, nous observons que la probabilité qu'un séisme de magnitude élevée risque de se produire dans cette zone est moindre. L'intensité sismique dans toute la zone ne dépasse pas IV dans l'échelle EMS 98 avec une faible probabilité annuelle 1 %. Ce qui montre que la vulnérabilité soit relativement faible.

2°. La carte d'aléa sismique de Kabalo et ses environs pour une période de retour de 200 ans

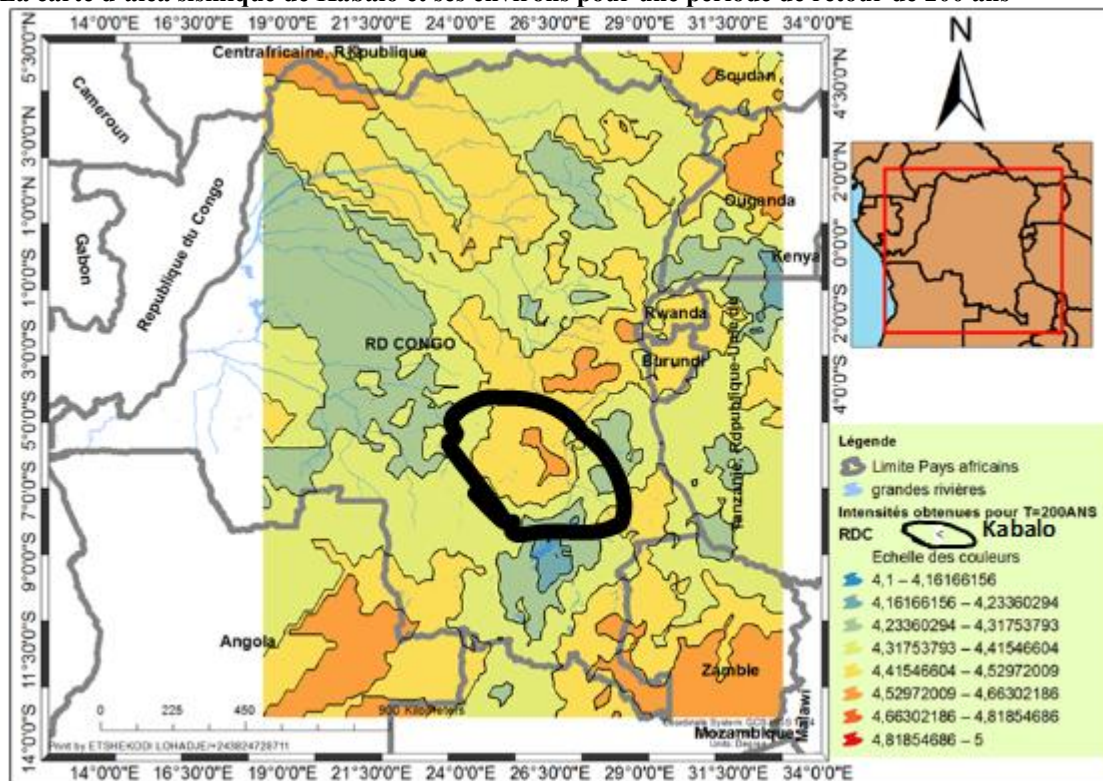


Figure 11 : Carte d'aléa sismique de Kabalo et ses environs pour une période de retour de 200 ans

Nous constatons que sur la carte de modélisation d'aléa sismique pour une période de retour de 200 ans, la probabilité d'avoir un séisme de magnitude élevée qui se produirait dans ces zones augmente par rapport au précédent. L'intensité atteint la valeur de V sur l'échelle EMS 98 avec une faible probabilité annuelle 0,5 %. La vulnérabilité dans ces zones est faible, les effets de pareil séisme seront ressentis par les hommes.

3° La carte d'aléa sismique de Kabalo et ses environs pour une période de retour de 475 ans

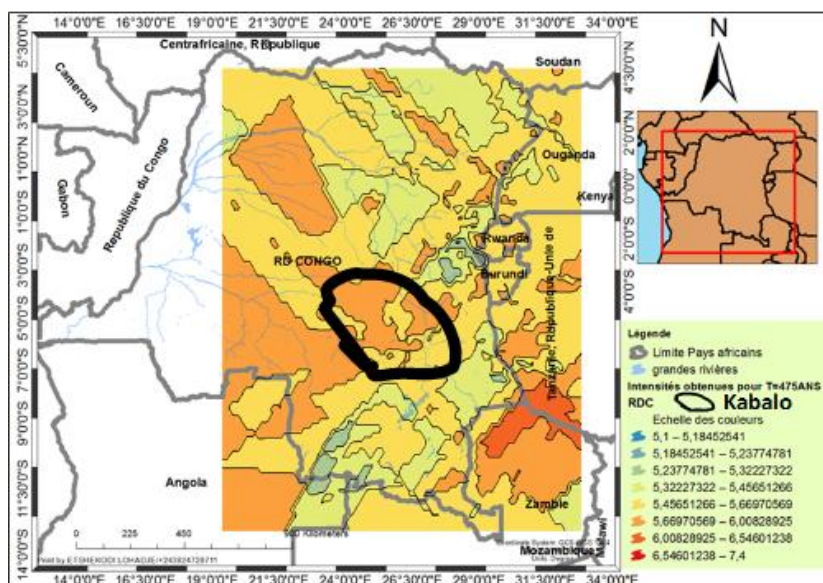


Figure 12: Carte d'aléa sismique de Kabalo et ses environs pour une période de retour de 475 ans

La carte de modélisation d'aléa sismique dans cette zone montre qu'une petite partie au Nord, centre et Est contient une intensité de III et IV ; le reste de la partie est dominée par une intensité de V et VI sur l'échelle EMS 98, ce qui donne une faible probabilité annuelle 0,2 %.

Dans ce cas la vulnérabilité est moyenne, les effets seront ressentis et produiront de légers dégâts sur la plupart des constructions ordinaires par la présence des fissures.

Le séisme survenu à Kabalo le 11/9/1992 de magnitude plus de 6,8 est parmi les séismes le plus « puissant » d'Afrique. Ce séisme avait causé de dégâts matériels et humains pouvant être expliqué à partir de phénomène géomorphologique de la zone.

IV. Discussion

Les recherches de Cahen (1984), Chorowicz (2005), Macheyeki (2015), Zana (2020) et Ngindu (2019) confirment que la province du Tanganyika se situe dans une zone sismiquement active, en raison de sa position sur le rift est-africain. Cette zone de divergence entre les plaques africaine et somalienne génère des failles et des séismes, souvent de faible magnitude. Toutefois, des événements plus marquants, dépassant la magnitude 6.

Ces données scientifiques ont été prises en compte dans la présente étude afin d'évaluer le risque sismique auquel est exposée la province du Tanganyika qui n'est pas négligeable. Certains séismes atteignent les intensités v à vi sur l'échelle ems-98, révélant une vulnérabilité régionale qualifiée de moyenne à modérée. Dans ce contexte, la mise en œuvre de constructions parasismiques s'impose comme une mesure prioritaire pour réduire les pertes humaines et matérielles.

V. Conclusion

Nous disons que sur la carte de modélisation d'aléa sismique pour une période de retour de 100 ans et de 200 ans dans la province de Tanganyika en République Démocratique du Congo, la probabilité d'avoir les séismes qui peuvent atteindre une intensité de III ET IV sur l'échelle EMS 98 sont fréquents ses effets sont ressentis à l'intérieur des constructions par quelques personnes, mais très peu le perçoivent à l'extérieur qui ne sont pas effrayant à cause de leur amplitude de la vibration. Ainsi, la vulnérabilité est faible.

Pour une période de retour de 475 ans les cartes de modélisation de l'aléa sismique dans les zones d'étude montrent les séismes peuvent atteindre les intensités de V et VI sur l'échelle EMS 98 ; Ainsi, la vulnérabilité est de moyenne à modérée. Les secousses seront ressenties, de légers dégâts se produiront sur des constructions ordinaires dont il est nécessaire déconstruire de maison semi-parasismique ou parasismique pour la protection des bâtiments et de la population.

Par contre dans la même province, il y a eu deux séismes de Kalemie et de Kabalo qui ont atteint la magnitude de plus 6 placés parmi des séismes le plus puissant d'Afrique dans l'échelle de Richter qui ont été précédé par plusieurs secousses prémonitoires et ils ont causé plusieurs de dégâts matériels et humains qui peuvent être expliqué à partir de phénomène géomorphologique de ces zones. La vulnérabilité est de moyenne à modérée.

Références

- [1] Banza, C. L. N., Nawrot, T. S., Haufroid, V., Decrée, S., De Putter, T., Smolders, E., ... & Nemery, B. (2018). High Human Exposure To Cobalt And Other Metals In Katanga, A Mining Area Of The Democratic Republic Of Congo. *Science Of The Total Environment*, 490, 620–628. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.05.014>
- [2] Cahen, L., & Snelling, N. J. (1984). The Geochronology And Evolution Of Africa.
- [3] Cailteux, J. L. H. (2004). Stratigraphy And Mineralization In The Neoproterozoic Katanga Supergroup Of The Central African Copperbelt (DRC And Zambia). *Journal Of African Earth Sciences*, 40(1–2), 1–11.
- [4] Cailteux, J. L. H., Kampunzu, A. B., Lerouge, C., Kaputo, A., & Milesi, J. P. (2005). Stratigraphy And Sedimentology Of The Neoproterozoic Katanga Supergroup. *Journal Of African Earth Sciences*, 42(1–5), 134–158. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2005.08.004>
- [5] CAID (Cellule d'Analyses Des Indicateurs De Développement). (2023). Fiche Provinciale – Tanganyika. <https://www.caid.cd/index.php/donnees-par-province-administrative/province-de-tanganyika/>
- [6] Chorowicz, J. (2005). The East African Rift System. *Journal Of African Earth Sciences*, 43(1–3), 379–410. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2005.07.019>
- [7] Coburn, A., & Spence, R. (2002). *Earthquake Protection*. John Wiley & Sons.
- [8] Cornell, C. A. (1968). Engineering Seismic Risk Analysis. *Bulletin Of The Seismological Society Of America*, 58(5), 1583–1606.
- [9] Dhed'a Djailo, B. (2015). Hydrologie Et Gestion Des Ressources En Eau Douce Dans La Région Des Grands Lacs Africains. *Revue Scientifique De L'Université De Kinshasa*, 12(3), 45–60.
- [10] Delvaux, D. (2001). Tectonic And Paleoseismic Studies In The Rukwa Rift, East African Rift System. *Tectonophysics*, 333(1–2), 131–152.
- [11] Douglas, J. (2003). Earthquake Ground Motion Estimation Using Strong-Motion Records: A Review. *Soil Dynamics And Earthquake Engineering*, 22(5), 389–403.
- [12] François, A. (2006). Tectono-Stratigraphy Of The Katanga Supergroup In The Central African Copperbelt. *Precambrian Research*, 150(1–2), 149–165.
- [13] Gillard, M. (2025). Une Faille Géante Traverse L'Afrique : Les Scientifiques Viennent D'en Identifier Le Moteur. *Futura-Sciences*. <https://www.futura-sciences.com/sciences>

- [14] IRSS (Institut De Recherche En Sciences De La Sécurité). (2018). Rapport Annuel Sur Les Aléas Naturels En RDC. Kinshasa, RDC.
- [15] Kakule, M. N., & Ilunga, J. K. (2019). Impacts Des Changements Climatiques Sur Le Niveau Du Lac Tanganyika Et Ses Émissaires. *Revue Congolaise De Géographie*, 34(2), 85–102.
- [16] Kampunzu, A. B., & Cailteux, J. L. H. (1999). Tectonic Evolution Of The Lufilian Arc (Central Africa): Implications For The Neoproterozoic Continental Breakup And Assembly Of Gondwana. *Precambrian Research*, 101(3–4), 143–167.
- [17] Lagomarsino, S., & Giovinazzi, S. (2006). Macroseismic And Mechanical Models For The Vulnerability And Damage Assessment Of Current Buildings. *Bulletin Of Earthquake Engineering*, 4(4), 415–433.
- [18] Macheyeki, A. S., Delvaux, D., Decrée, S., & Macheyeki, D. M. (2015). Active Tectonics And Seismic Hazard Assessment In The Rukwa–Tanganyika Rift Region, East Africa. *Journal Of African Earth Sciences*, 106, 51–65.
- [19] Ministère Du Plan & Institut National De La Statistique. (2015). Profil Sanitaire De La Province Du Tanganyika. Kinshasa, RDC.
- [20] Observatoire De La Gouvernance Et De La Paix (OGP). (2017). Diagnostic Participatif Du Tanganyika : Conflits Et Gouvernance Locale. Kinshasa, OGP.
- [21] PNUD (Programme Des Nations Unies Pour Le Développement). (2019). Atlas Des Statistiques De Développement Humain En RDC. Kinshasa, PNUD-RDC. <https://www.cd.undp.org/>
- [22] Reiter, L. (1990). *Earthquake Hazard Analysis: Issues And Insights*. Columbia University Press.
- [23] République Démocratique Du Congo. (2006). Constitution De La République Démocratique Du Congo. Journal Officiel De La RDC.
- [24] Tack, L., Wingate, M. T. D., & De Waele, B. (2001). The 1375 Ma Kibaran Event In Central Africa—Prominent Emplacement Of Bimodal Magmatism Under Extensional Regime. *Precambrian Research*, 110(1), 191–223.
- [25] USGS (United States Geological Survey). (N.D.). Earthquake Catalog. <https://Earthquake.Usgs.Gov/>
- [26] Volcanodiscovery. (2025). Séismes Récents En Ou Près De Tanganyika, RDC [Données Sismiques]. <https://Earthquakes.Volcanodiscovery.Com>
- [27] Youngs, R. R., Chiou, S. J., Silva, W. J., & Humphrey, J. R. (1997). Strong Ground Motion Attenuation Relationships For Subduction Zone Earthquakes. *Seismological Research Letters*, 68(1), 58–73.