

Esquisse d'un inventaire des mouvements rocheux dans le département des collines au Bénin (Afrique de l'ouest)

EDIKOU David Sourou

Ecole Doctorale Pluridisciplinaire "Espace, Culture et Développement" (EDP/FLASH), Laboratoire Pierre AGNEY : Climat, Eau, Ecosystème et Développement, Université d'Abomey-Calavi (UAC)

edikousouroudavid@gmail.com

Résumé

L'esquisse d'un inventaire des chutes d'éléments rocheux dans le département des Collines est une contribution à la cartographie de l'aléa rocheux et à la création d'une base de données sur les mouvements de terrain en République du Bénin. Elle compte pour la connaissance du phénomène, une nécessité pour la gestion du risque afférent.

L'approche historique appliquée à la collecte des données a permis l'analyse des sources d'information historiques et documentaires consultées. Elle a également permis de repérer dans le temps et dans l'espace des phénomènes survenus de façon aléatoire. En milieu réel, le parcours systématique à pied de tous les sites accessibles a favorisé la démarche d'expertise. Les composantes physiques et humaines qui caractérisent la zone de recherche ont été directement observées et décrites, des indices d'événements antérieurs ont été identifiés et des éléments rocheux éboulés ont été répertoriés et localisés à l'aide d'un GPS portable.

Au total, vingt-quatre (24) mouvements de terrain composés de chutes de pierres, de blocs, d'éboulements, d'écroulements et de glissements de matériaux ont été recensés. Quatre personnes dont une femme enceinte ont été tuées. Des dommages corporels, matériels et environnementaux ont été également enregistrés. Cet inventaire n'est pas encore exhaustif. Toutefois, il donne une idée globale de la répartition des mouvements rocheux sur le territoire départemental des Collines. Il est utile pour un zonage des sites prédisposés.

Mots clés : Inventaire, Mouvements de terrains, éléments rocheux, Département des Collines,

Abstract

The sketch of an inventory of the falls of rock elements in the department of Collines is a contribution to the mapping of the rock hazard and to the creation of a database on landslides in the Republic of Benin. It counts for the knowledge of the phenomenon, a necessity for the management of the related risk.

The historical approach applied to data collection allowed the analysis of historical and documentary information sources consulted. It also made it possible to identify, in time and space, phenomena that occurred randomly. In the real world, the systematic walking tour of all the accessible sites encouraged the expert appraisal process. The physical and human components that characterize the research area were listed and located using the portable GPS.

In total, twenty-four (24) landslides composed of falling rocks, blocks, landslides, collapses and material slides were identified. Four people including a pregnant woman were killed. Bodily, material and environmental damage was also recorded.

This inventory is not yet exhaustive. However, it gives an overall idea of the distribution of rock movements on the departmental territory of Collines. It is useful for zoning predisposed sites

Keywords : inventory, lands movements, rock elements, department of Collines.

Introduction

Les mouvements de terrain regroupent plusieurs types de phénomènes bien différents selon la nature et la disposition des couches géologiques. Le Ministère français de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE) distingue les mouvements lents (*les affaissements, les tassements, les glissements, la solifluxion, le fluage, le retrait-gonflement et le fauchage*), qui entraînent une déformation progressive des terrains, pas toujours perceptible par l'homme, des mouvements rapides (*les effondrements, les chutes de pierres et de blocs, les éboulements et les coulées boueuses*), qui se propagent de manière brutale et soudaine (MEDDE, 2004 : 3). Leur gravité résulte du caractère soudain et imprévisible de leur déclenchement et des effets dynamiques associés (L. Besson et al., 1999 : 3 et 33).

La prévention et la protection constituent les moyens les plus efficaces pour atténuer les effets potentiels d'un mouvement de terrain. La prise

en compte du risque mouvements de terrain dans l'aménagement du territoire est devenue incontournable et passe en particulier par une amélioration constante de l'état des connaissances sur le phénomène : *cartographies d'aléas, inventaires d'événements, mise en œuvre de protections vis-à-vis du phénomène, et la nécessaire diffusion de ces connaissances auprès des décideurs et gestionnaires mais aussi d'un plus large public* (C. Mathon et al. 2010 : 4).

Au Bénin, les collines de la pénéplaine cristalline et la chaîne de l'Atacora sont soumises aux mouvements gravitaires qui surviennent depuis plusieurs années avec des dégâts de plus en plus importants pour l'environnement, les personnes et les biens exposés. Cependant, ces phénomènes n'ont pas encore fait l'objet d'une étude spécifique ; ils sont mal connus et les populations s'y exposent davantage à travers leurs logements construits au pied des reliefs, leurs déplacements et leurs activités.

D'après le Centre d'étude et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema, 2020 : 21), la première étape dans la démarche d'évaluation de l'aléa et du risque consiste à identifier et caractériser les zones où des éboulements peuvent se produire. A cet effet, l'inventaire des mouvements de terrain permet d'établir, d'une part, un bilan exhaustif que possible des événements mouvements de terrains qui se sont produits sur un territoire donné et d'identifier, d'autre part, à partir des événements recensés les zones spécifiques où des actions complémentaires seraient à mener, et des zones plus générales pour la réalisation, par exemple, de scénarios (C. Mathon et al. : 17).

Dans cette dynamique, l'inventaire dont le présent article rend compte a été initié pour recenser, localiser et caractériser les chutes d'éléments rocheux issues des massifs du cadre de la recherche.

1. Cadre géographique de la recherche

Le Département des Collines regroupe les communes de Bantè, Dassa-Zoumé, Glazoué, Ouèssè, Savalou et Savè. Il est situé dans le Moyen-Bénin, une pénéplaine précambrienne dominée par une série de collines, d'altitude moyenne de 300 m, formées de roches très

anciennes telles que des gneiss, des micaschistes, des quartzites et des granites, entièrement cristallins d'extension assez importante (K. S. Adam et M. Boko, 1983 : 16). La zone de l'inventaire (figure 1) y couvre cinq communes à l'exception de Ouèssè qui la limite au nord avec celle de Bassila. Elle est limitée au sud par deux communes (Djidja et Zagnanado) du département du Zou et par une commune (Kétou) du département du Plateau, à l'ouest par la République du Togo et à l'est par celle fédérale du Nigéria.

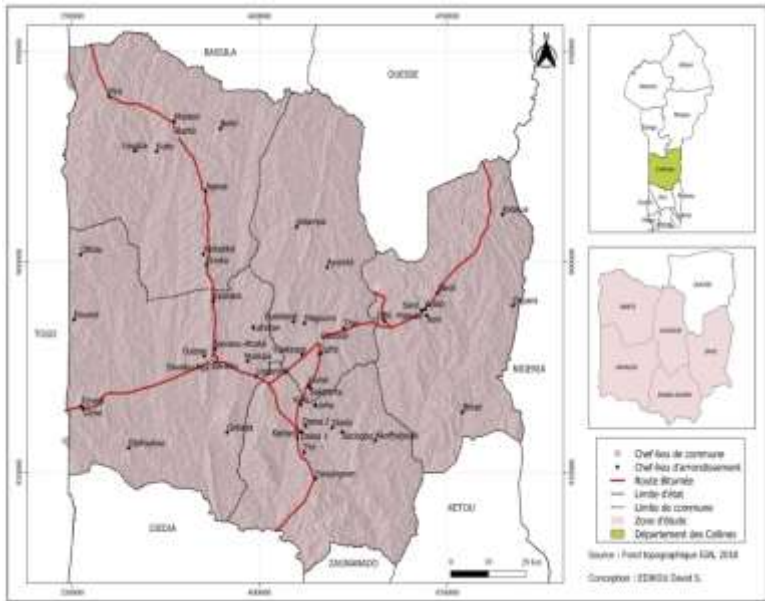


Figure 1 : Carte de la zone de recherche

Cette région géographique sert de transition entre le climat subéquatorial et le climat soudanien humide à saisons contrastées. Elle appartient au domaine subsoudanien où règne le climat sud soudanien avec des précipitations allant jusqu'à 1 200 mm de pluie/an. Les températures sont élevées avec une amplitude thermique journalière pouvant atteindre 10 °C. La saison sèche dure de novembre à avril/mai avec une influence marquée par l'harmattan de décembre à février/mars.

Soumis aux facteurs climatiques et anthropiques, les massifs rocheux observés sur ce territoire subissent les processus élémentaires de l'érosion. Beaucoup de ménages cultivant les versants des collines et pratiquant le concassage du granite vivent, exposés aux chutes d'éléments rocheux, dans des maisons construites au pied des massifs.

2. Méthodologie

Les travaux sont organisés et effectués en trois étapes successives et complémentaires. La visite de terrain est précédée de la recherche documentaire, elle-même, suivie de l'enquête auprès des populations installées au pied des massifs rocheux de la zone de recherche.

L'approche historique appliquée à la collecte des données a permis l'analyse des sources d'information historiques et documentaires consultées dans divers livres, documents académiques, rapports de missions, archives communales, radios et presses locales et auprès des personnes âgées et des témoins d'événements. Elle a permis de repérer dans le temps et dans l'espace des phénomènes survenus de façon aléatoire.

En milieu réel, des parcours systématiques à pied ont été effectués pour visiter tous les sites accessibles. Ce sont des parcours guidés au cours desquels les composantes physiques et humaines qui caractérisent la zone de recherche ont été directement observées et décrites, des indices d'événements antérieurs (traces, cicatrices, empreintes...) ont été identifiés et des éléments rocheux éboulés ont été repérés. A l'aide d'un appareil GPS portable, des sites et des compartiments rocheux accessibles ont été localisés, les coordonnées géographiques d'éléments rocheux déplacés ont été relevées. Un appareil photo numérique a été utilisé pour la prise d'images. Un décamètre a permis de mesurer des trajectoires ainsi que les dimensions de certains blocs pour la détermination des volumes en fonction des formes respectives.

En effet, les chutes de pierres et de blocs, les éboulements et les écroulements sont des processus de chute dont le volume total éboulé permet de distinguer les différents phénomènes entre eux. (Office Fédéral de l'Environnement (OFEV, 2015 : 1). En raison du manque d'instrument de mesure directe des volumes des éléments rocheux

recensés, les critères de distinction du Cerema (2020 : 12) ont été privilégiés pour distinguer la pierre (*un élément de volume inférieur à une dizaine de décimètre cubes et qui, en pratique, se déplace à la main*) du bloc (*élément de volume de quelques décimètres cubes à quelques mètres cubes et qui, en pratique, se déplace avec un engin*) et du gros bloc ou masse (*élément de volume supérieur au mètre cube et qui, en pratique, doit être fragmenté en volumes plus petits pour être déplacé*). Ainsi, les mouvements qui les ont faits déplacer sont qualifiés de chutes de pierres, de blocs et d'éboulements.

3. Résultats et discussion

Au total, vingt-quatre (24) mouvements de terrains(MV) issus des massifs rocheux du département des Collines entre 1963 et 2019 sont recensés auprès des populations locales. Ils comprennent cinq types de mouvements : chutes de pierres (Chp), chutes de blocs (Chb), éboulements (Ebl), écroulements (Ecr) et glissements (Glis) de matériaux. Les communes de Dassa-Zoumé et de Savalou sont particulièrement concernées par ces phénomènes dont quatre (04) ont été mortels pour deux femmes et deux hommes. D'autres chutes provoquées lors des travaux de concassage de granite ont occasionné des fractures de jambes et des traumatismes à des femmes, hommes et enfants touchés.

Le tableau I présente la date, le lieu d'occurrence, le nombre de mouvements recensés et le nombre de victimes occasionnées. Les coordonnées géographiques d'une dizaine de mouvements y sont également indiquées.

Tableau I : Synthèse des instabilités rocheuses recensées entre 1963 et août 2019

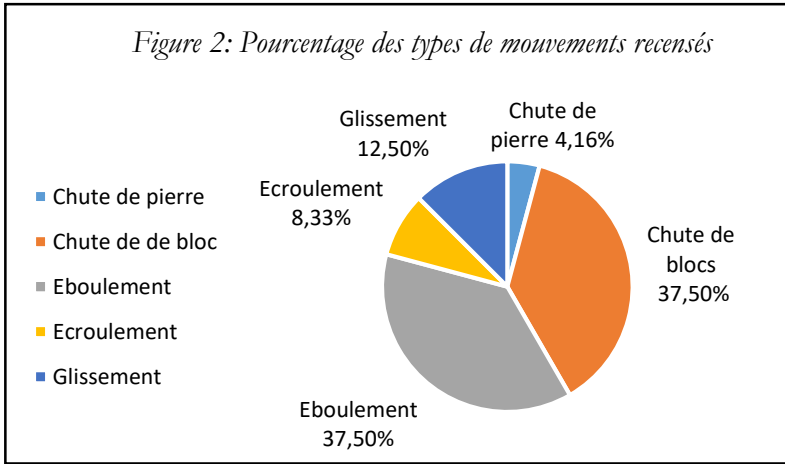
Dates	Communes	Arrondissements	Villages/ Quartiers	MT	Type	NV	Coordonnées géographiques		
							Latitude	Longitude	
1963	Dassa-Zoumé	Dassa II	Modji-Gangan	01	Ebl	00			
1989				01	Ebl	00	-	-	
2012				01	Chb	01	-	-	
1978		Tré	Kpètè-kpètè	Togon	01	Chb	01	-	-
1992					01	Chb	00	-	-
2002					01	Chb	00	-	-
2005					01	Chb	00	-	-
1989		Kpingni	Togon	01	Chb	00	7°44'57.7"	2°11'14.5"	
2011		Dasa I	Agbégbé	Togon	01	Ecr	00	7°46'41.99	2°11'24.18'
2019					01	Ebl	00	7°46'37.66	2°11'21.84'
					01	Ebl	00	7°46'21.5"	2°11'35.0"
1989		Savalou	Gobada	Gobada	01	Ebl	00	-	-
1991	Tchetti		Atiba	02	Ebl	00	7°49'52.6"	1°39'41.9"	
1991	Savalou-Attaké		Houèto	Logbo	01	Ebl	00	-	-
2012				01	Ebl	00	7°56'03.2"	1°58'37.4"	
2019				03	Gls	00	7°58'44.85	1°58'51.77'	
2017	Kpataba		Modji	01	Chp	00	8°03'54.1'	1°58'27.2"	
2005	Glazoué	Gomé	Tchachégou	01	Chb	01	-	-	
2019				01	Chb	01	-	-	
2004	Savé	Adido	Okéodo	01	Chb	00	8°02'39.9"	2°29'57.2"	
2014				01	Ecr	00	8°02'17.6"	2°30'35.3"	
1963-2019	ZONE DE RECHERCHE			24	-	04	-	-	

Source : Enquêtes de terrain, D. S. Edikou, (2011- 2019)

Douze (12) instabilités rocheuses, soit la moitié (50%) des événements sont recensés dans la commune de Dassa-Zoumé. L'une des deux femmes tuées était enceinte. La plus ancienne instabilité connue avec précision de date (1963) par les populations est recensée dans cette commune, au village de Modji-Gangan. La commune de Savalou s'ensuit avec huit (08) événements (soit 33,33%) dont les trois récents glissements de matériaux rocheux survenus le 19 juillet 2019. Aucune victime n'y est enregistrée. La commune de Glazoué dans laquelle se prolonge la chaîne (de collines) de Dassa-Zoumé totalise deux événements meurtriers à Tchachégou, provoqués lors des activités de

concassage du granite. Deux événements sans perte en vie humaine ont été recensés dans la commune de Savè. Le second, survenu en octobre 2014, fut un éboulement en grande masse. Aucun mouvement de terrain connu, ni des archives, ni des populations, n'a été recensé dans la Commune de Bantè.

La figure 2 présente la répartition graphique des différents types de mouvements recensés.



Source : Traitement des données recensées, D. S. Edikou (2023)

Les chutes de blocs et les éboulements sont plus fréquents. Chacun d'eux totalise neuf (9) événements, soit un pourcentage de 37,50% des mouvements recensés. Une (1) chute de pierre, soit 4,16 %, deux (2) écoulements, soit 8,33% et trois (3) glissements, soit 12,50%, ont été distingués. Plusieurs éléments rocheux « pierres, blocs et gros blocs » tombés sont présentés et brièvement décrits par les planches et tableaux ci-après :

3.1. Eléments rocheux « pierres, blocs et gros blocs » tombés

La planche I et le tableau II présentent avec une brève description pour chaque cas quelques images photographiques d'éléments témoins (pierres, blocs et gros blocs) des instabilités rocheuses recensées.



Planche 1 : Deux gros blocs superposés éboulés en 2019 à Dassa-Zoumé, au quartier Agbégbé










Ces deux blocs, initialement superposés, et de nombreuses pierres sont tombés, sans parcourir de grande distance, au sommet de la colline d'Agbégbé pendant qu'il pleuvait abondamment dans la nuit du 29 au 30 juillet 2019. Seules les cases du fétiche "ogou" construites non loin des maisons habitées et du site de cérémonies rituelles des "Omandjagou" ont été détruites.

Prise de vues : Edikou D. S. (2019)

Tableau II : Présentation et description sommaire de quelques éléments rocheux recensés

N°	Images	Description sommaire
1		Bloc éboulé en 1963 sur la colline de Modji-Gangan. Au point d'impact, il s'est fragmenté en trois parties. Après une distance de 60 m environ, suivant une hauteur de 44 m, à la vitesse de 29,66 m/s. Il a écrasé des pieds de baobab sur sa trajectoire
2		Bloc de 3,04 m ³ environ, tombé à Togon/Dassa-Zoumé en 1989. Il peut être positionné à 7°44'57.7" de latitude nord et 2°11'14.5" de longitude est. Il a mis en mouvement des plus petits dont un a troué les murs d'une maison construite à 40 m.

3		<p>Bloc de 3,52 m³ déplacé sur 9,50 m à Zongo/Dassa-Zoumé. Il est localisée à 7°46'21.5'' de latitude nord et 2°11'35'' de longitude est. La maison habitée la plus proche est construite à 12,90 m de son point de départ</p>
4		<p>Ces deux gros blocs de volumes respectifs V₁= 25, 46 m³ et V₂= 23,67 m³ sont tombés la nuit, en 1991 pendant qu'il pleuvait, à Tchetti dans la commune de Savalou. Ils sont localisés à 7°49'52.6'' de latitude nord et 1°39'41.9'' de longitude est.</p>
5		
6		<p>Ce bloc localisé à 07°56'03.2'' de latitude nord et à 001°58'37.4'' de longitude est, est tombé en 1997, au quartier Houëto dans la commune de Savalou. Il s'est arrêté près d'une cuisine au pied du relief.</p>
7		<p>Bloc tombé des mamelles de Savè, à Okéodo, vers 2004. Il s'est arrêté à 224 m d'altitude par d'autres blocs du versant. Il peut se localiser à 08°02'39.9'' de latitude nord et 002°29'57.2'' de longitude est.</p>
8		<p>Le mouvement de ce bloc a été meurtrier le 21/02/2012 sur la colline de Modji-Gangan. Une femme, a la recherche de bois de chauffe a été tuée, immobilisée entre le bloc le pied d'arbre visible sur la photo.</p>
9		<p>Ce bloc en forme de dalle est tombé en 2017 sur la colline de Kpataba à Savalou. Il se localise à 08°03'54.1'' de latitude nord et 001°58'27.2'' de longitude est. Son volume est de 1 m³ environ</p>

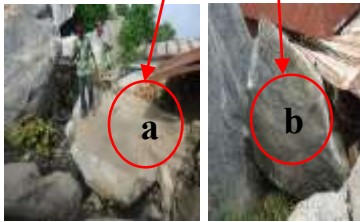
Source : Travaux de terrains, Edikou D. S. (2011-2019)

Les éléments rocheux présentés dans ce tableau sont des blocs plus ou moins gros et de formes irrégulières. Certains se sont arrêtés près de leurs points de départ tandis que d'autres ont leurs points d'impact situés très loin dans la zone de propagation.

3.2. Ecoulements rocheux

Les planches 2 et 3 ci-après présentent des images des deux écoulements recensés :

Planche 2 : Ecoulement du 25 septembre 2011 à Dassa-Zoumé



Ecoulement du 25/09/2011 à Dassa-Zoumé, au quartier Agbégbé. Une masse importante du compartiment rocheux se détache et s'écroule en deux principaux blocs (a et b indiqués par les flèches) accompagnés de nombreuses petites pierres.

Le bloc a est sous forme de dalle et n'a pu glisser que sur une faible distance après son basculement. Celui b, anguleux et globuleux n'a pu, en raison d'autres blocs l'ayant ralenti, après un premier bond, aller loin dans les décombres des maisons endommagées



Bloc initial de l'éboulement en masse survenu sur les mamelles de Savè dans la nuit du 20 au 21 octobre 2014.

Le volume total de ce mouvement atteindrait des dizaines de millions de mètre cube et pourrait être qualifié de giga-écroulement ; soit plus de 10^8 m^3 (Y. Veyret et al., 1993 : 196)

Sa fragmentation multiple a généré beaucoup de pierres et blocs (de tailles et de volumes variés) éparpillés dans les champs à plus de 200 m du lieu d'impact du reste du bloc détaché.

Prise de vues : Edikou D. S. (25/09/2011)

3.3. Glissement de matériaux

Les photos 1, 2, 3 et 4 de la planche 3 présentent les traces du plus important glissement de matériaux recensé.

Planche 3 : Images-témoins du glissement du 29/07/2019 à Savalou/N'Gbèhan



- 1- Circuit déblayé sur les collines de Savalou à la hauteur du village N'gbèhan par le glissement semi-profond (2 – 10 m) de matériaux rocheux du 19 juillet 2019. La surface approche les 10 m de profondeur à la base du versant. Il a laissé place à une entaille assez profonde le long du versant.
- 2- Les arbres situés dans l'emprise du glissement, sur la trajectoire des matériaux notamment, dans la zone d'épandage, ont été violemment arrachés par les chocs successifs des blocs propagés. Les plus gros arbres, moyennement touchés ont été sérieusement écorcés. Les marques des pierres et blocs sont nettement perceptibles sur leurs troncs.
- 3- D'autres arbres, épargnés des chocs de matériaux, sont encore debout avec leurs racines mises à nu par l'érosion de la couche meuble qui les recouvrait. Ceux-ci, avec beaucoup de racines coupées ne resteront pas debout pour longtemps face à la torsion du vent et l'action des eaux de surface.
- 4- La zone d'épandage des matériaux rocheux évacués est une coulée de pierres et de blocailles chaotiques.

Prise de vues : Edikou D. S. (03/08/2019)

L'arbre écorcé est déshydraté sous l'effet des chocs successifs des cailloux mis en mouvement par le glissement. Il a perdu ses feuilles et s'est asséché. Il n'a pas été capable de guérir de ses blessures. Il ne peut donc pas servir efficacement dans un peuplement forestier jouant le rôle de protection contre les chutes de pierres (L. Dorren, et *al.*, 2005 : 14 ; Service des Forêts et de la Faune, 2011 : 2).

Les coordonnées géographiques relevées sur les sites des mouvements ayant déplacés les blocs des photos 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 9 du tableau II, sur les sites des éboulements (planche 1), écroulements (planches 2 et 3) et du glissement ont permis de localiser leurs points de départ ou d'impact sur la carte de la figure 3. Ainsi, sur onze (11) sites d'instabilités visités (soit 45,83%), dix (10), soit 41,66% ont été localisés.

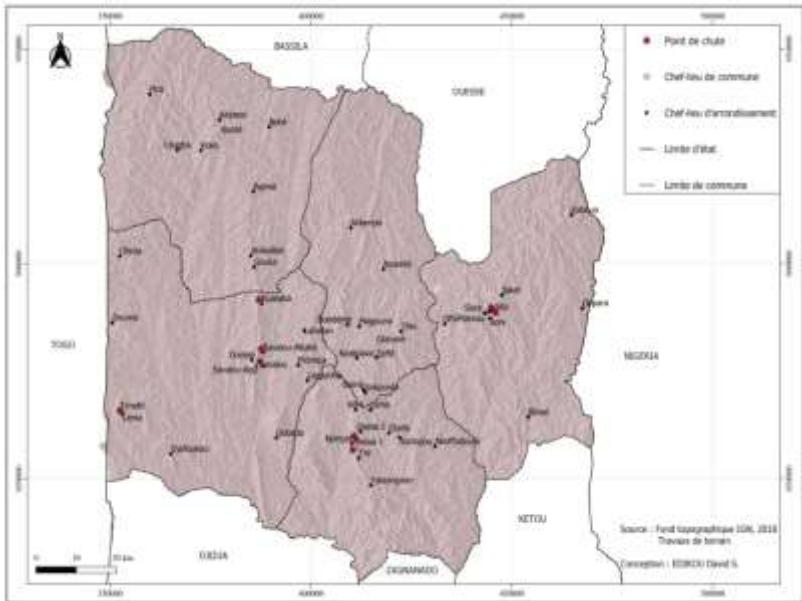


Figure 3 : Localisation des instabilités recensées

L'inventaire des chutes d'éléments rocheux issues des massifs du département des Collines a permis de recenser vingt-quatre (24) instabilités rocheuses survenues entre 1963 et 2019. Une dizaine a été

localisée et caractérisée à la lumière des inventaires départementaux des mouvements de terrain de la Côte d'Or (B. E. Odent, 2006) et de Haute-Vienne (G. Delpont et *al.*, 2007) réalisés en République française par le Bureau de Recherche Géologique et Minière (BRGM) dans le cadre de la constitution d'une base de données nationale des mouvements de terrain. En plus des chutes de pierres et de blocs, des éboulements, des écroulements et des glissements de matériaux recensés dans le Département des Collines, des écoulements (solifluxion, coulées de boues, laves torrentielles), des effondrements et affaissements (y compris ceux d'origine minière) et l'érosion des berges ont été également inventoriés en territoire français.

La Stratégie Nationale de Réduction des Risques de Catastrophes [SNRRC] (2019-2030) cite les régions de l'Atacora et des Collines comme les régions susceptibles de subir les impacts des éboulements au Bénin. B. Tenté (2014 : 3) les présente comme des régions sensibles au risque d'éboulement. Les résultats du présent inventaire s'accordent et justifient la classification par C. Houndenou (2008) des communes de Bantè, Dassa-Zoumé, Savalou, Savè et de Glazoué dans la zone à risques de chutes de pierres et d'éboulements dans le département des Collines.

La hiérarchisation des types de risques environnementaux au Bénin (B. Tenté, 2014 : 2) positionne le risque d'éboulement/glisement de terrain en sixième et dernier rang et précise qu'il est mal connu. Selon la SNRRC (2019-2030), il n'est pas considéré comme un risque prioritaire mais comme un risque non moins important pour le Bénin. Désormais, des précisions peuvent être données sur les sites rocheux concernés, les types de mouvements de terrain associés et leurs caractéristiques ; toute chose permettant de connaître de mieux en mieux le risque rocheux, de s'organiser pour le prévenir et protéger les enjeux exposés. Car, la prévention et la protection qui constituent les moyens les plus efficaces pour atténuer les effets potentiels d'un mouvement de terrain s'appuient sur une bonne connaissance du phénomène et de son aléa (C. Mathon, 2010 : 4).

Les différentes formes de pierres et de blocs qui tombent influencent la dynamique et le comportement de la chute. La surface anguleuse que présentent souvent les blocs de rochers (comme celui de la photo

4 du tableau II) accélère leur rotation et leur permet de rouler plus loin. Les blocs les plus gros et les plus globuleux (comme ceux des photos 5, 7 du tableau II et celui de la photo b de la planche 2), en se détachant de la paroi, roulent au lieu de glisser, ou même exécutent des bonds. Ceux arrondis et massifs (comme celui de la photo 4 du tableau II) roulent très loin dans la pente tandis que ceux en forme de dalle (comme celui de la photos 9 du tableau II et celui de la photo a de la planche 2) glissent sur la pente à faible distance de la falaise (L. Dorren *et al.*, 2005 : 1). Les observations effectuées sur le terrain montrent que la forme des éléments chutés présente effectivement un impact sur leur propagation.

En plus de la forme, du volume et de la taille des éléments en mouvement, les trajectoires et distances parcourues sont également fonction, de la pente et de la morphologie du versant, de la nature du sol, de la densité et de la nature de la végétation (R. Faure, 2014 : 11) qui est souvent détruite en cas d'éboulement (Institut des Risques Majeurs, 2007 : 9).

Les glissements qui sont connus comme des mouvements lents ne le sont que pendant le début du processus. Ils consistent en une descente massive et relativement rapide de matériaux le long d'un versant. Leur vitesse et leur ampleur en font souvent des phénomènes spectaculaires, voire catastrophiques, susceptibles d'affecter des dizaines, sinon des centaines de milliers de m³ de terrain à la fois (R. Coque 2002, p. 137). L'ouverture en ravin créée par le glissement de Savalou/N'Gbèhan (photos 1, 2, 3 et 4 de la planche 3) pourrait expliquer l'origine des nombreuses vallées que l'on observe sur toute la longueur de la chaîne de Savalou. Elles seraient donc ouvertes par des événements semblables survenus dans le passé.

Conclusion

L'évolution naturelle des massifs rocheux du département des Collines et l'érosion anthropique due aux pratiques culturelles des versants et aux activités de concassage du granite occasionnent depuis longtemps des chutes de pierres, de blocs, des éboulements et des écroulements qu'il convient de recenser pour mieux connaître le

risque rocheux et organiser sa gestion. Même si cet inventaire n'est pas exhaustif, il donne une idée globale de la répartition des mouvements rocheux sur le territoire départemental des Collines. Son approfondissement fournira plus de données à une étude spécifique, un zonage ou à une cartographie ; tous utiles pour la création d'une base de données sur les mouvements de terrain dans le département.

Références bibliographiques

Adam Kolawolé Sikirou et Boko Michel (1993), *Le Bénin*, Flamboyant. Cotonou.

Bartelt Perry (dir.) (2013), *Impact de la forme des pierres sur la dynamique de la chute 2010- 2014*.

Besson Liliane, et al., (1981), *Les processus d'érosion à la surface des continents*. Ed. Masson.

Centre d'étude et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema) (2020), *Glossaire du risque rocheux*, Collection Références.

Colas Bastien (2011), *Hiérarchisation du risque de chute de blocs-RD 713 réseau routier départemental du Gard*. Rapport BRGM/RP-58975-FR, 60 p., 46 ill., 3 ann., 1 CD-Rom.

Coque Roger (2002), *Géomorphologie*, Armand Colin/VUEF, 6^e édition, Paris.

Delpont George, Bastien Linol et Rebeyrat Alain (2007), *Inventaire départemental des mouvements de terrain, département de Haute-Vienne*. Rapport BRGM n° BRGM/RP-55745-FR,

Dorren Luuk, Berger Frédéric et Metral Roland (2005), « La forêt est un filet de protection naturel contre les chutes de pierres », *Sylviculture de montagne, La forêt* 12/05, p. 13-15, France.

Faure Robert (2014), *Plan de Prévention des Risques Naturels « chutes de blocs rocheux et inondations »*, Rapport d'enquête, Commune de VIRIEU-LE-GRAND.

Houndenou Constant (2008), *Renseignement des indicateurs retenus dans le CPAP 2009-2013 relatifs à la gestion des crises et catastrophes naturelles et des externalités climatiques au Bénin*. Rapport FINAL DRAFT du projet (N°00037034) d'appui à la mise en œuvre du Programme National de Gestion de l'Environnement

Institut des Risques Majeurs (2007), *On n'a jamais vu ça ! Ou l'incorrigible nature...* Exposition itinérante, l'Isère.

Mathon Christian (2010), *Classeur "Le risque mouvements de terrain en Provence-Alpes-Côte d'Azur"*, coédition Région, DREAL PACA et BRGM.

Ministère de l'Écologie et du Développement durable [MEDD] (2004), *Les mouvements de terrain, Risques naturels majeurs*, Dossier d'information.

Ministère de l'Intérieur et de la Sécurité Publique (2019), *Stratégie Nationale de Réduction des Risques de Catastrophes 2019-2030*.

Odent Bernard. E. (2006), *Inventaire départemental des mouvements de terrain de Côte d'Or*, Rapport final, BRGM/RP-55018-FR.

Service des Forêts et de la Faune (2011), *Rapport explicatif « SilvaProtect » Forêts protectrices contre les dangers naturels*, Etat de Fribourg.

Office Fédéral de l'Environnement (2015), *Processus de chute*, Fiches Processus des dangers naturels. Confédération suisse.

Ravanel Ludovic (2009), « Evolution géomorphologique de la haute montagne alpine dans le contexte actuel du réchauffement climatique ». Collection EDYTEM, *Cahiers de Géographie* n°8, pp-113-124.

Tenté Brice (2014), *Cartes et Tableaux sur les Risques Environnementaux*

Veyret Yvette. et Pech pierre., (1993), *L'homme et l'environnement*. Coll. « premier cycle », 2^e édition corrigée, PUF, Paris I