

## Review Article

## Susceptibilité Des Versants Au Glissement De Terrain, Et Evaluation Des Enjeux Potentiels Exposés A Bandja (Ouest Cameroun)

Dr Enchaw Gabriel Bachange<sup>1</sup> and ET Guy Rostand Deuboue<sup>2</sup><sup>1</sup>Senior Lecturer of Geography, University of Yaounde I, P.O Box 755, Yaounde- Cameroon<sup>2</sup>Géographe chercheur en Géomorphologie et développement durable au CRFD-SHSE/UY1) Université de Yaoundé I / Cameroun

\*Corresponding Author

Linda Ankiambom Lawyer, PhD

**Abstract:** Ce travail présente une situation d'exposition des populations aux risques de glissement de terrain dans la commune de Bandja. L'étude jadis menée dans cette zone remonte à 22ans (1997) et ne portait que sur un village (Bagueuka-Fotouni). De nos jours, les informations issues de ladite étude sont obsolètes pour une meilleure connaissance de l'état actuel des lieux. De plus, l'avènement du changement climatique rend de plus en plus complexe les possibilités de gestion de ce risque dans la commune. Ainsi, une étude a priori de l'exposition des riverains et des biens face au risques de glissement est réalisée via la télédétection et la cartographie dans toute la commune. Ceci offre la possibilité de spatialiser et d'hierarchiser la susceptibilité des parcelles de terrain au glissement de terrain. Via ces nouveaux outils, il a été possible de simuler l'occurrence des glissements de terrain dans la commune afin d'évaluer quantitativement les enjeux potentiellement exposés. Ceci facilite la prise de décision et oriente les choix des stratégies de prévention à implémenter par les décideurs locaux.

**Keywords:** Aléa de glissement de terrain, exposition, télédétection, cartographie.

### INTRODUCTION

La mise en place d'un organe étatique dédié à la protection civile tel le département de la protection civile (DPC) et l'existence des organismes internationaux œuvrant pour la sécurité des personnes et des biens face aux risques naturels (PNUD ; BM) pour ne citer que ceux-ci, témoignent une volonté existentielle au niveau du Cameroun et sur le plan international de la mise en place des stratégies destinées à réduire de façon systématique le niveau d'exposition des personnes et des biens face aux risques en générale, et aux risques naturels en particulier. Au Cameroun comme dans la plus part des pays en voie de développement, les moyens restent limités pour la prise en charge post désastre des personnes. De plus, la désinformation concernant l'aléa proprement dit rend complexe les stratégies de riposte quand bien même celles-ci sont menées (terrain 2017). Comme début de solution à une telle préoccupation, un zonage du dit phénomène peut être a priori envisagé. Ceci est possible grâce à l'outil SIG et la cartographie au vu des nombreuses possibilités qu'ils offrent. Bien que Cet outil rend aisé les travaux des chercheurs sur le terrain et contribue à une prise objective des décisions, il peine à être intégré dans les outils destinés aux stratégies managériales des phénomènes géo-localisables. La gestion intégrée des risques naturels proposée par le PNUD est une approche très élaborée pour la réduction des effets post désastre (PNUD.2015). La cartographie de l'aléa glissement de terrain et celle des enjeux potentiellement exposés à ce risque reste le principal objectif de ce travail. En clair, cette étude se situe au premier niveau de cette gestion intégrée des risques naturels qui est celle d'une étude a priori de l'aléa afin d'anticiper sur les répercussions post désastre (Henri.2008). Le glissement de terrain est un risque naturel présent dans la commune de Bandja et la population riveraine ne cesse de décrier ses effets néfastes sur leur existence une fois qu'il se déclenche. Pour contribuer à la sécurisation progressive des riverains, ce travail propose une évaluation du niveau de susceptibilité des parcelles au du glissement de terrain dans toute la commune de Bandja. Très souvent, le résultat obtenu d'une telle étude, oriente les décideurs locaux et même ceux de la haute sphère dans les politiques d'appui aux populations riveraines « *intervention selon le degré de criticité* ». L'application de l'outil SIG dans le domaine des risques devient capitale pour l'obtention

Quick Response Code



Journal homepage:

<http://www.easpublisher.com/easjhc/>

Article History

Received: 30.05.2019

Accepted: 15.06.2019

Published: 30.06.2019

**Copyright © 2019 The Author(s):** This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY-NC 4.0) which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium for non-commercial use provided the original author and source are credited.

DOI: 10.36349/easjhc.2019.v01i03.006

d'un résultat assez proche de la réalité et se révèle comme un outil utile pour la géomorphologie et le développement durable.

### Le site d'étude

La commune de Bandja est située dans la région de l'Ouest Cameroun, précisément dans la partie nord du Département du Haut-Nkam, entre le  $5^{\circ} 16' 06''$  de latitude Nord, et le  $10^{\circ} 13' 44''$  de longitude Est (figure1). Elle est limitée au Nord par l'arrondissement de Bamendjou, au Nord-est par la ville de Badenkop, à l'Est par l'arrondissement de Bangou, au Sud par les arrondissements de Bana (village Badoumla), de Kékem (villages Mbouébo, Tchougoum et Folentcha) et de Banka, à l'Ouest par l'arrondissement de Penka Michel (villes de Santchou, Fokoué, Fomopea, Baloum, Penka Michel Pndp(2015).

Créée en 1961, cette commune a une superficie de 215 km<sup>2</sup> et une Population estimée à 37 000 habitants soit 172 habitants au km<sup>2</sup> BUCREP(2010). Malgré le fait que cette population soit sans cesse grandissante, elle reste encore constituée en grande partie des autochtones (constat sur le terrain aout 2016). Les activités socio-économiques sont dominées par une agriculture de subsistance. Sa terre très fertile par endroit (Fotouni) permet aux riverains de produire plusieurs types de denrée (maïs, arachides, cultures maraichères, etc.) de part la position stratégique, elle est comme l'un des poumons de ravitaillement des communautés voisines en vivre frais de qualité. Toute fois, ces zones de pratique agricole restent très exposées aux risques de glissement de terrain qui de temps à autre détruisent les cultures, fragilisent les routes et mettent à mal les activités continues et la sécurité des riverains. Plusieurs glissements de terrain ont d'ailleurs occasionné des dégâts plus ou moins importants dans l'aire d'étude (*cas du glissement de terrain de Bagueuka/Fotouni*1997) entraînant les pertes des cultures, des maisons et aussi du bétail.

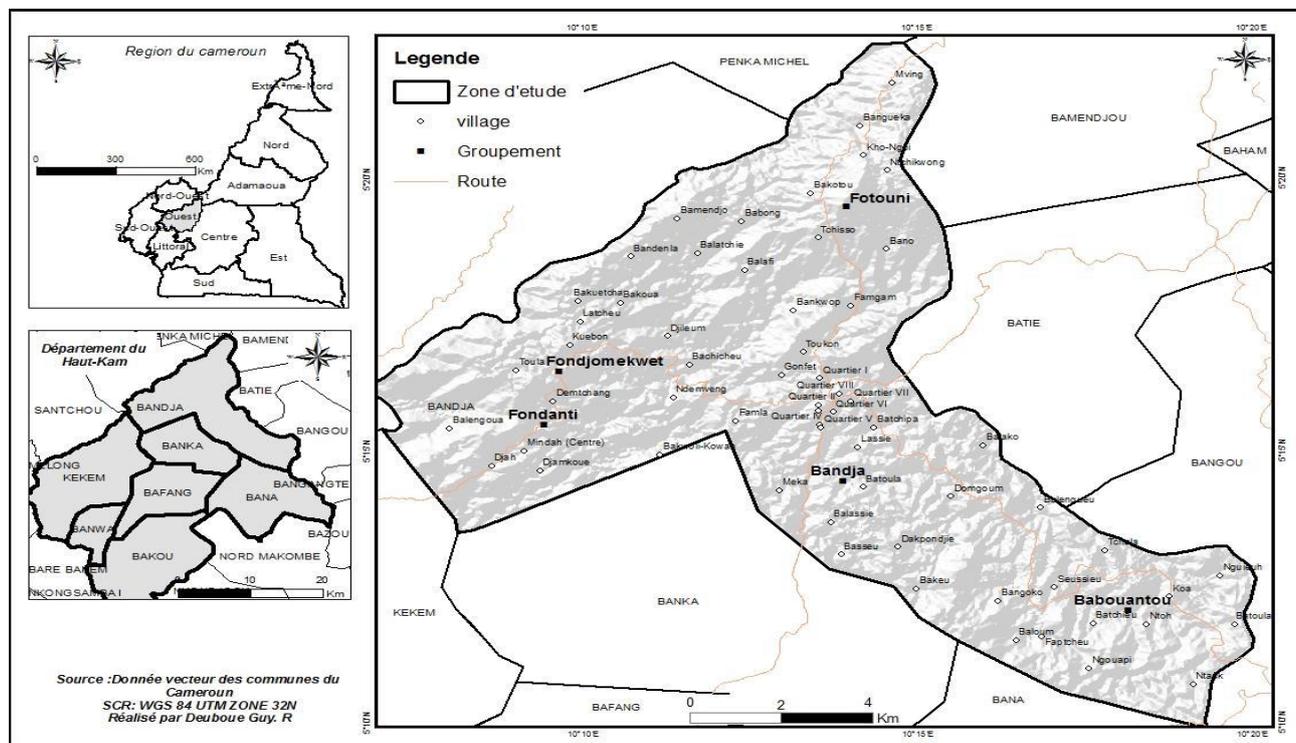


Figure 4 : Carte de localisation de la zone d'étude. A) La région de l'Ouest au Cameroun ; B) Le Département du Haut-Nkam et les différentes communes ; C) Commune de Bandja et ses limites administratives

## 1 METHODOLOGIE

Afin de cartographier le risque de glissement de terrain, trois principales étapes sont généralement utilisées. Ces étapes passent par l'évaluation de la susceptibilité de la zone d'intérêt à l'aléa « glissement de terrain ». Le résultat obtenu est le plus souvent une carte de susceptibilité hiérarchisée (J.P. Malet, 2008). La seconde étape consiste à identifier par cartographie l'ensemble des enjeux présents sur l'aire d'étude et potentiellement exposés. La dernière étape est alors un croisement entre l'aléa existant et les enjeux présents sur l'aire d'étude. Ce croisement permet donc d'établir une carte de risque hiérarchisée selon que l'enjeu se trouve dans une parcelle de forte susceptibilité ou pas. Chaque étape sus-citée a une méthodologie bien définie et parfois la qualité des résultats dépend des approches adoptées. Ce travail privilégie deux principales méthodes à savoir la méthode par **approche directe** (Van.W 2000) et celle de l'**approche indirecte** (Carrara et al. 1995 ; Aleotti et Chowdhury, 1999).

### 2.1. L'approche directe ou approche qualitative.

Deux méthodes sont couramment utilisées : La méthode experte, dans laquelle le scientifique évalue intuitivement les relations entre les glissements de terrain observés et différents facteurs de Prédiposition. (BUWAL/BWW/BRP, 1997). La méthode de combinaison qualitative indexée, dans laquelle le scientifique hiérarchise chaque classe de facteurs de prédiposition suivant sa connaissance avant de les pondérer et de les combiner (Wachal et Hudak, 2000).

### 2.2. L'approche indirecte ou quantitative

Cette approche est fondée sur des règles de calcul statistiques et sur le concept d'unités homogènes (Carrara et al, 1995) Ces méthodes permettent de limiter le problème associé à la subjectivité de l'expert. Le principe consiste à définir des relations mathématiques entre les facteurs de prédiposition (variable indépendante Vi) et l'occurrence spatiale de glissements de terrain (variable dépendante, Vd) afin d'évaluer quantitativement la probabilité d'occurrence pour des régions encore non affectées par des glissements de terrain.

Toutefois, utiliser ces méthodes suppose trois hypothèses :

- Les glissements de terrain potentiels se déclencheront selon les mêmes conditions que dans le passé.
- L'ensemble des facteurs de prédiposition sont connus a priori et introduits dans l'analyse.
- Tous les glissements de terrain sont inventoriés sur l'aire d'étude.
- Pour L'approche quantitative on peut utiliser des méthodes d'analyses bivariées ou multivariées (Carrara et al.1995).

## 3- Démarche adoptée par ce travail

La méthode adoptée dans ce travail se décline en méthode hybride c'est à-dire une approche fondée sur des règles de calcul statistiques et sur le concept d'unités homogènes et l'attribution des poids subjectifs (*approche Experte*) aux différents paramètres retenus lors de l'évaluation et la détection des zones potentielles au glissement de terrain sur l'aire d'étude.

### 3.1- L'analyse de la susceptibilité

L'analyse de la susceptibilité fonde son raisonnement sur la méthode de Malet (2006) car les données retenues encore appelées variables indépendantes (lithologie, occupation du sol, la morphologie du milieu, hydrogéologie) sont analysées et croisées les unes aux autres pour obtenir les parcelles susceptibles au glissement de terrain. En clair, cette approche est basée sur la théorie de l'évidence qui se résume en trois hypothèses :

- Les glissements de terrain potentiels se déclencheront selon les mêmes conditions que dans le passé.
- Les facteurs de prédiposition sont connus a priori et introduits dans l'analyse
- L'ensemble des glissements de terrain est inventorié sur l'aire d'étude.

La démarche définitive de réalisation de la carte de susceptibilité s'est déclinée en trois principales parties. La première étape est celle de l'évaluation et la reclassification de chaque paramètre sur une échelle allant de 0.1 à 0.9. Ainsi, les classes d'influences peu significatives se verront attribuer la valeur 0.1 et les classes d'influence très significative auront les valeurs 0.9. La seconde étape consiste à attribuer une cote ou un poids d'influence à chaque variable indépendante reclassifiée. Puis, la dernière a été la pondération ou le croisement des facteurs et l'hiérarchisation du résultat obtenu<sup>1</sup>.

#### 03.1.1 Présentation panoramique des méthodes d'évaluations de chaque paramètre retenu

- Pour l'évaluation du paramètre geomorphologique, le facteur "gradient de pente et sa longueur (LS)" Nguemehem (2013) a été retenu dans cette partie du travail.

$$Ls = \left( \text{accumulation de débit} \times \frac{\text{resolution}}{22.13} \right)^m \times (0.065 + 0.045s + 0.0065s^2)$$

Ls = Longueur + Inclinaison des pentes

Résolution de l'image peut encore s'écrire x ou λ

s = valeurs des pentes en (%)

m = Constante en fonction de la variation des pentes (Robert, 2015)

<sup>1</sup> La vérification et la confirmation de cette l'analyse est fait à partir des glissements de terrain recensés sur l'aire d'étude pendant la recherche.

**Pour le facteur pluviométrique**, l'indice de précipitation à été calculé à l'indice de Fourier en tenant compte des précipitations mensuelles et la moyenne annuelle des précipitations sur une durée de 7ans (Nguemeh, 2013). Retenu sous la formule  $F = \sum_{i=1}^{12} \frac{pi^2}{p}$

**Pour le taux de recouvrement**, la méthode par calcul d'indice à partir des images Land sat 8 OLI a été utilisée ainsi, le NDVI été calculé sous la formule  $NDVI = \frac{\lambda PIR - \lambda R}{\lambda PIR + \lambda R}$

Avec NDVI : indice de végétation normalisé ; λR ; Bande du rouge λ ; PIR : Bande du proche infrarouge 0.4 et plus Elevé ; 0.1 – 0.4 Moyen ; 0-0.1 Faible ; -1 – 0 Nul (Rouse and Haas.1973)

**Pour le paramètre teneur en eau des sols** est évaluer a partir du NDWI en utilisant toujours les images land-sat8 l'approche de calcul est sous la formule  $NDWI = \frac{\lambda PIR - \lambda MIR}{\lambda PIR + \lambda MIR}$

Avec NDWI : Indice de teneur en eau λMIR : Bande du moyen infra Rouge

**Pour le paramètre géologie** ce travail utilise la carte géologique du Cameroun au 1/1000000 réalisé par l'IGN et re cartographie la zone d'intérêt ressortant ainsi l'ensemble des informations de ladite zone.

**Pour le paramètre occupation du sol**, une image land sat 8 (2018) a été utilisée pour enfin réaliser une classification supervisée permettant d'observer les différentes unités d'occupation du sol.

### 3.2- L'évaluation des potentiels éléments exposés

Pour l'analyse finale de l'exposition aux risques de glissement de terrain, ce travail utilise les données ou les informations obtenues lors de l'évaluation de la susceptibilité de ce risque dans la zone d'étude. Par la suite, nous croisons les résultats de susceptibilité avec celles issues de l'occupation du sol. Ce modèle s'inspire de l'évaluation du risque total (KoKo et al., 2004) où il propose ( $R = S \times C$ ) par rapprochement, le modèle ( $E = S \times OS$ ) a été adopté pour ce travail (figure 2). Ce là a permis de ressortir par cartographie l'exposition totale des personnes et des biens face aux risques de glissement de terrain dans la commune d'arrondissement de Bandja. Et une descente sur le terrain a permis de relever les éléments complémentaires à l'élaboration des moyens finaux d'atténuation du risque glissement de terrain dans notre zone d'étude. La démarche globale est présentée dans le tableau suivant:

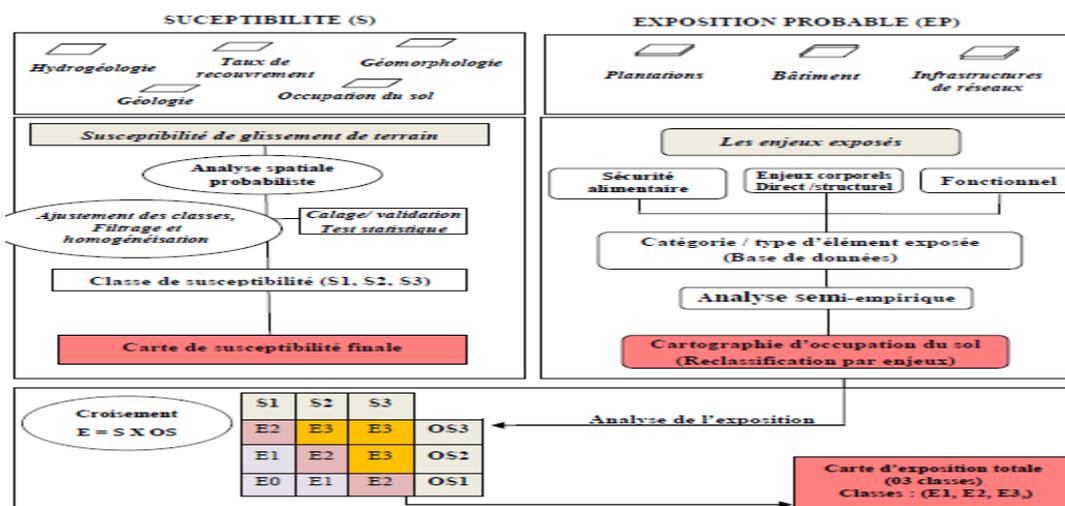


Figure 2: Méthodologie de cartographie d'exposition au risque « glissement de terrain »  
 Source: Adapté de Malet et al., (2006).

L'analyse de l'exposition comme l'indique ce tableau, permettra de définir trois classes d'exposition (exposition faible, modérée, forte). Les valeurs S1 correspondent aux zones de susceptibilité faible, S2 aux zones de susceptibilité modérée et S3 aux zones de susceptibilité forte. Les valeurs OS sont obtenues par reclassification des informations qui constituent l'occupation du sol. En fonction de l'importance d'une donnée sur le plan économique et social direct, on a pu regrouper les différentes informations en trois classes à savoir OS1 qui correspondent à toutes les zones boisées et non

peuplées. OS2 correspond aux zones où les activités sont modérées et donc l'implantation des riverains est peu considérée. Les valeurs OS3 correspondent aux zones où est concentré un grand nombre de ménages et autres infrastructures sans oublier les parcelles de pratique permanente d'agriculture. On doit signaler que le choix d'une méthode d'analyse, plus ou moins complexe, dépend avant tout de l'intérêt et des objectifs de l'étude et aussi de la qualité et la quantité des données nécessaires. Le présent travail présente au final une carte d'exposition totale à grande l'échelle 1 :10 000°.

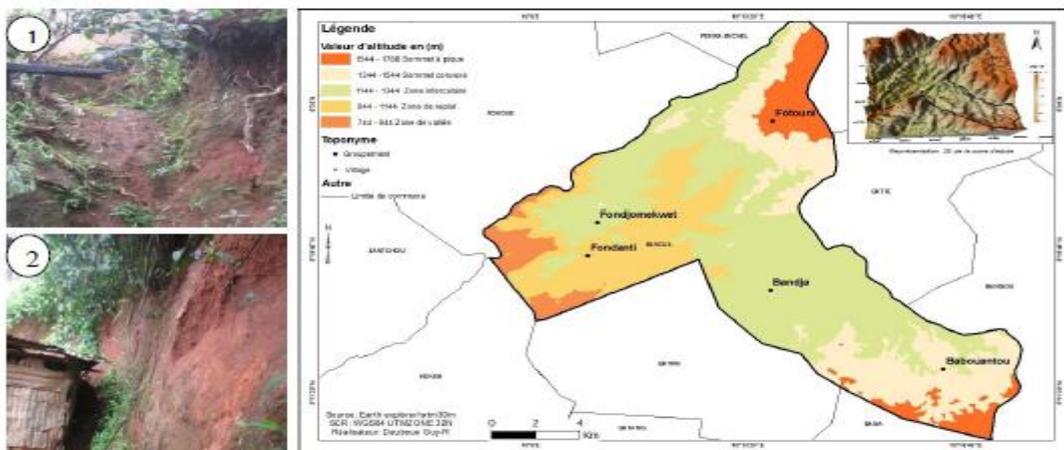
#### 4 Résultats

##### 4.1- Présentation des paramètres et description de la méthode d'analyse de la susceptibilité

Les paramètres retenus dans ce travail sont d'ordres Géomorphologique, Géologique, Hydrogéologique, climatique et humain.

##### 4.1.1- La géomorphologie : L'altitude (Al)

Le sous paramètre altitude influence sur le glissement de terrain (Nguemeh, 2014). Le traitement des images SRTM (30m) ressort les informations hypsométriques de la commune mettant en exergue une variation des valeurs d'altitude compris entre 744m à 1850m (figure 3) laissant ressortir les lignes de crêtes qui culminent entre 1500 et 1850m.

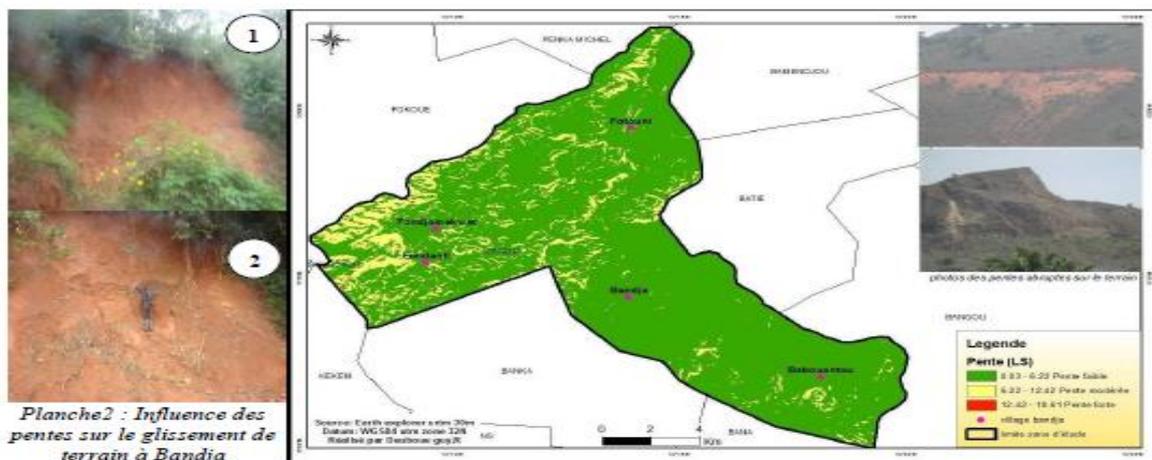


**Figure 3: Carte hypsométrique de la commune de Bandja**

*Avec une altitude relative moyenne comprise entre 1200 et 1300m. L'un des plus importants glissements s'est produite à Bangeuka / Fotouni une zone de forte altitude.*

##### 4.1.1.1- Le gradient de pente et sa longueur (LS)

L'influence de ce paramètre sur cet aléa est davantage importante une fois qu'elle est corrélée à sa longueur (L). Ce paramètre a une forte influence sur la stabilité des versants (figure 4). La typologie retenue dans ce travail est la pente limite du versant car c'est ici qu'il y a réellement le transit total des matériaux mobilisés au sommet du talus ou du versant. Ce transit peut s'effectuer soit par éboulement, soit par glissement Pierre (1978). Les zones de pentes modérées et fortes se trouvent dans les milieux de forte altitude et celles influencés par les activités humaines.



*Planche 2 : Influence des pentes sur le glissement de terrain à Bandja*

**Figure 4: Carte des variations de pentes dans la commune de Bandja.**  
*Mosaïque d'image mettant en exergue des pentes de la commune de Bandja*

**4.2. - La Précipitations (Ip)**

A l'échelle de la commune, les riverains témoignent de la récurrence des glissements de terrain en pleine saison de pluie. Ce qui est d'ailleurs vérifié par la présence d'un climat pluvieux (huit à neuf mois de pluies) cumulée à une température moyenne de 25°C (PDC/PNDP, 2014). Il ressort de ce diagramme que les mois les plus pluvieux sont compris entre Mai et Octobre avec le mois d'Aout qui est la période pendant laquelle les précipitations atteignent le pique (tableau 1). La forte fréquence de cet aléa en ces périodes de l'année se justifie par le niveau d'infiltration et de dépassement des limites d'absorption.

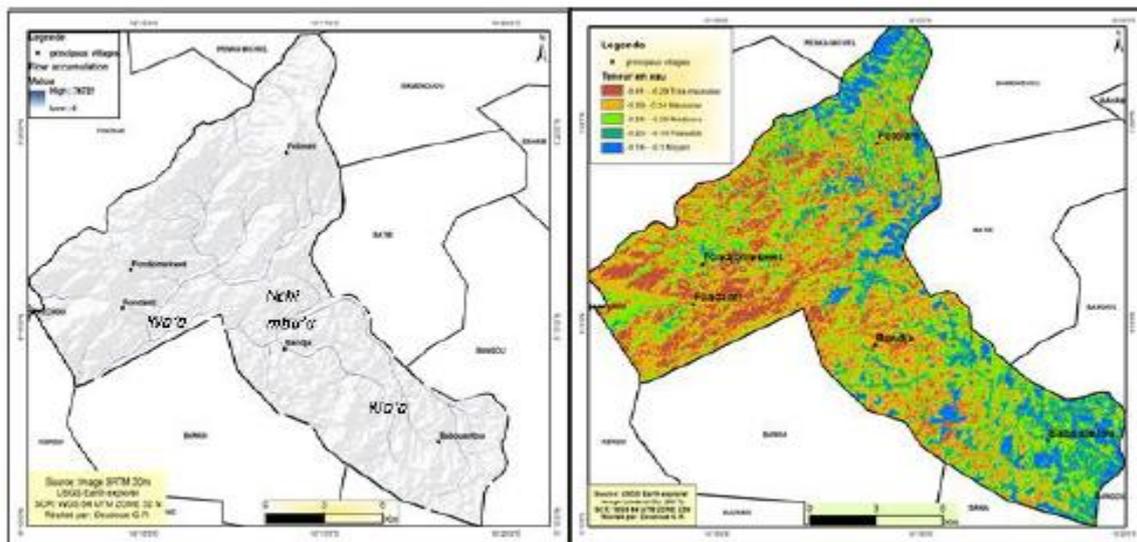
**Tableau 1: Moyenne mensuelle de précipitation à Bandja**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Moyenne en (mm) de Précipitation	6, 21	37, 4	122, 65	132, 88	171, 36	191, 0 8	222, 58	323, 57	260, 65	209, 73	44, 76	12, 83	144, 64

Source: Délégation de l'agriculture du Haut-Nkam donnée 2010-2016

**4.3- Hydrogéologie : Accumulation des cours d'eaux (Fac) et le Transfert d'eau en sous-sol (NDWI)**

Les zones de réceptacle final d'eaux sont des lieux où on observe généralement les phénomènes de sapements latéraux ou sapements des berges. Le réseau dendritique influence la stabilité des versants (figure 5) par les activités érosives. L'existence des sols hydromorphes au niveau des versants témoignant de la saturation des nappes souterraines en eaux. Se chargement s'opère via les prismes qui affleurent et capable de conduire l'eau jusqu'au substrat rocheux. Ceci explique l'occurrence régulière des glissements de terrain dans certaines parcelles de la commune dans l'aire même après les précipitations (figure 6). et une description des résultats présentée ainsi qu'il suit : < - 2 et -2 à -1 = En dessous de la normale ; -1 à 1 Proche de la normale ; 1 à 2 et 2 < Au-delà de la normale. Avec : λMIR : Bande du moyen infra rouge. λMIR : Bande du proche infrarouge.



**Figure 5: Carte des zones d'accumulation d'eaux**      **Figure 6: Estimation des zones saturées en eau souterraine**

**Photo1: Présence des sols à structure sableux suite à l'altération du granite. Quartier 1 (Bandja)**

**Photo 2: Formation granitique dégradé sous l'effet du temps. Quartier Famla (Bandja)**

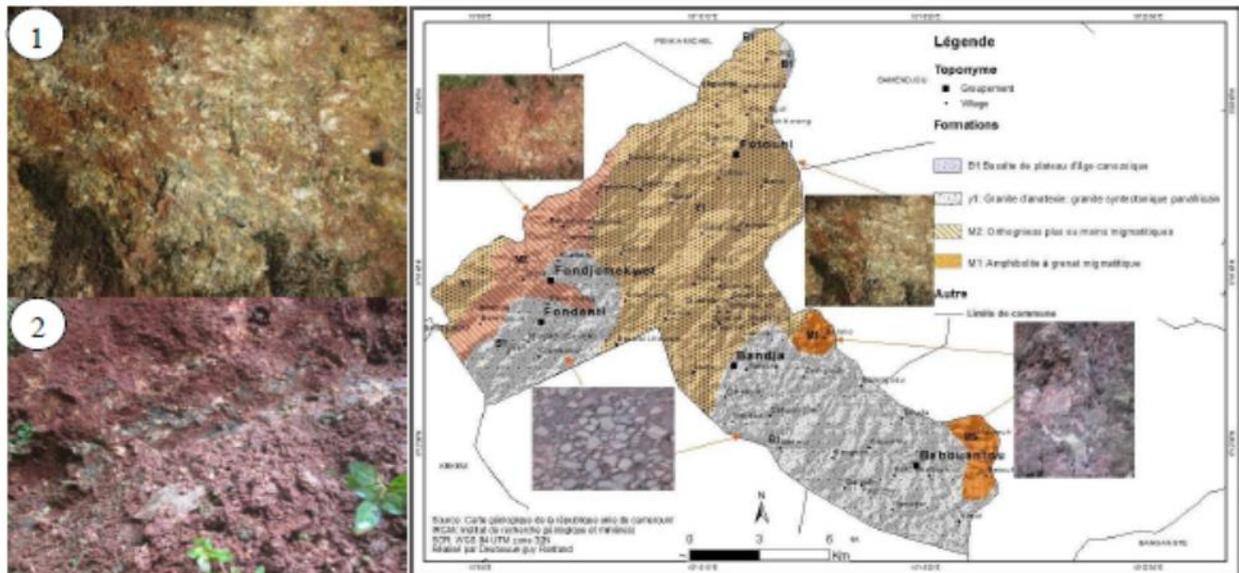
**Photo Deuboue Guy. R 23/11/2016**



Planche 3: présence d'un sol hydromorphe **Photo1et2: Présence de plante hydrophile en surface témoignant d'un sous-sol gorgé d'eau** Par Deuboue Guy .R. 22/10/2016

#### 4.4-Géologie du milieu : Texture des sols

Au plan géologique, l'aire d'étude est constituée des roches volcaniques cénozoïques qui reposent par endroit sur un socle granitogneissique sombre et sur les roches volcaniques basaltiques d'âge précambrien (Nguessi *et al.*, 2003). (Figure 7) avec par endroit une texture à dominance argilo-sableux (*observation de terrain. septembre 2016*). Ce qui montre que sous l'effet du temps, il ya eu altération de ces granites avec formation d'un sol à structure argilo-sableux ou sableux (planche 3). De plus, la Mise en place des basaltes du plateau de types alcalins et prismatiques facilite l'infiltration de l'eau et accélère le processus d'altération. Le sol développé sur granite a été couvert et est devenu un paléosol. D'où la sensibilité de ces espaces au processus de glissement de terrain



**Planche 3: Discontinuité dans les formations géologique**

Photo1: Présence des sols à structure sableux suite à l'altération du granite. Quartier1  
 Photo2: Formation granitique dégradé

**Figure: Carte géologique de Bandja revectorisée**  
 Source: IRGM; E: 1/1000000. Réalisé par Deuboue Guy. R

#### 4.5-Taux de recouvrement et Occupation du sol

La présence d'une végétation importante joue un rôle très important (figure 8) dans le ralentissement de l'occurrence des glissements de terrain (Malet, 2006). Les gros arbres ou ceux à racines échasses compactent le sol avec leurs racines échasses et stabilisent de ce fait les talus ou les versants. De plus, ils jouent un rôle important dans le ralentissement du processus d'érosion hydrique.

L'occupation du sol a une influence quasi similaire à celle du taux de recouvrement seulement qu'ici, les zones exposées sont celles généralement couvertes par différentes activités humaines (bâties, plantation etc.) planche 4. Pour évaluer l'occupation du sol, ce travail se sert également des images Land sat 8 pour identifier les différentes activités humaines sur l'aire d'étude via une approche par classification supervisée (figure 9).

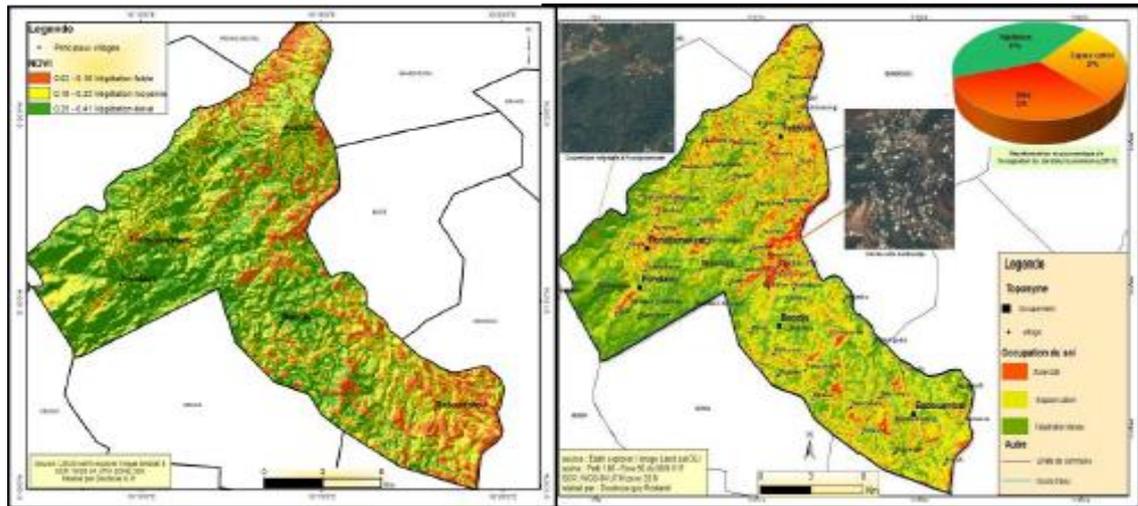


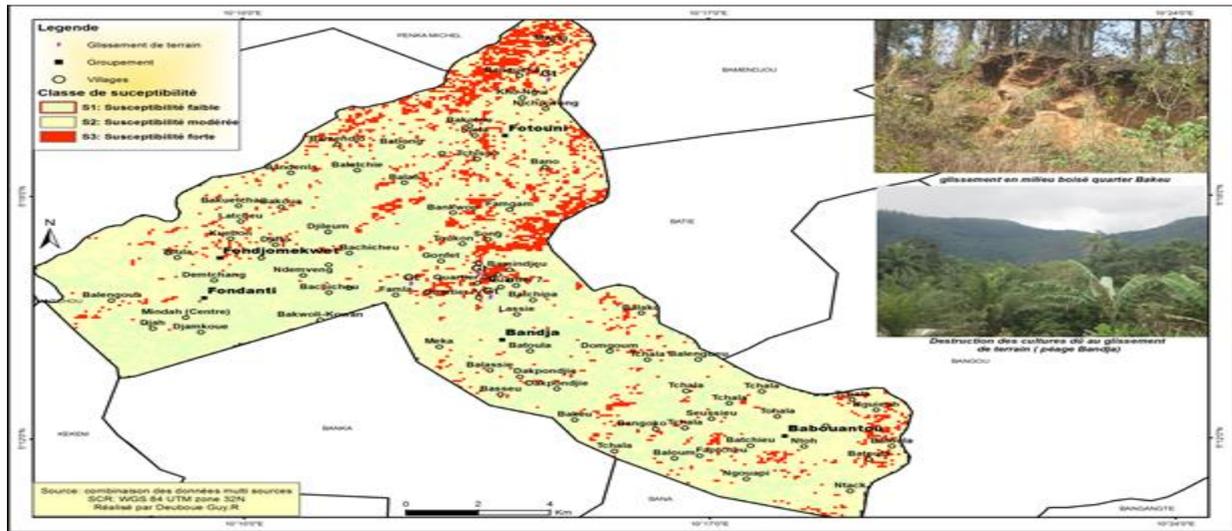
Figure 8: Carte d'indice de végétation de Bandja Figure 9 : Carte d'occupation du sol Bandja (2017)



Planche 5 : pression des populations sur les talus : photo1 : Absence d'arbre du aux coupes ; photo2 : Exploitation des carrières ; photo3et4 : Cisèlement des talus pour les constructions d'une part et extraction des pierres d'autre part. Photo Deuboue

#### 04.6- Résultat de la cartographie finale de la susceptibilité du glissement de terrain

Sur le terrain, le résultat obtenu présente une disparité au niveau des classes de susceptibilité. Ce qui permet de définir les zones de forte susceptibilité, celles de susceptibilité modérée et aussi des zones de faible susceptibilité (figure 10). Ce résultat met aussi en exergue le caractère épars de l'aléa. Les zones fortement influencées correspondent aux zones à fort taux de présence humaine. Ce qui justifie leur influence sur le déséquilibre du milieu et surtout sur l'occurrence de l'aléa.



Carte 10: Susceptibilité du glissement de terrain

#### 4.6- présentation des différentes classes de susceptibilité

**S1: Susceptibilité faible :** Possibilité faible de déclenchement d'un glissement de terrain à l'échelle humaine. Les conditions environnementales locales (gradient de pente faible à modéré [10-20°] espace forestier peu exploité, texture compacte du sol) sont faiblement favorables au déclenchement de glissements de terrain.

**S2 : susceptibilité modérée :** Possibilité modérée de déclenchement d'un glissement de terrain à l'échelle humaine. Les conditions environnementales locales sont favorables au déclenchement de glissements de terrain (gradient de pente modéré à fort [20°-25°], présence de rupture de pente, bossèlement et excavation (cas du quartier famla), espace boisé peu entretenu, absence ou mauvais état des dispositifs de drainage,).

**S3 : susceptibilité forte** Possibilité forte de déclenchement d'un glissement de terrain à l'échelle humaine. Les conditions environnementales locales sont très favorables (gradient de pente fort]>25°, sol fortement dégradé ou raviné, absence de végétation, dominance des sols meubles) présence des glissements de terrain. En théorie, aucun aménagement n'est possible. Toute fois on tiendra compte de l'ampleur généralement enregistré avant toute décision active de la part des décideurs.

#### 4.7- Résultat identification des enjeux et évaluation de l'exposition potentielle

La superposition à la carte des enjeux les informations relatives à la susceptibilité du glissement de terrain dans l'aire d'étude (dans ce travail, seules les parcelles de forte susceptibilité au risque de glissement de terrain ont été retenues) a permis d'identifier de façon directe les différents enjeux présents dans ces parcelles. Pour être plus précis, les cartes ont été réalisées à une échelle de 1 :10 000 et l'attention a été portée aux zones fortement peuplées dans deux des cinq groupements qui constituent la commune de Bandja.

- Toutes les zones de susceptibilité forte peuvent enregistrer un glissement de terrain.
- La propagation des matériaux solides (masse de terre) issue dudit glissement se fera au plus sur 50m

Pour le premier postulat, on suppose que le glissement de terrain se déclenche de façon aléatoire dans les zones de forte susceptibilité présente dans l'aire d'étude. Pour le second postulat, la valeur correspondant à 50m est une valeur subjective du fait de l'absence d'une base de données relative au phénomène dans l'aire d'étude. La simulation est représentée sur l'aire d'étude mais les résultats sont présentés dans deux groupements (figure11 & 12) compte tenu du niveau de susceptibilité et de la présence des enjeux.

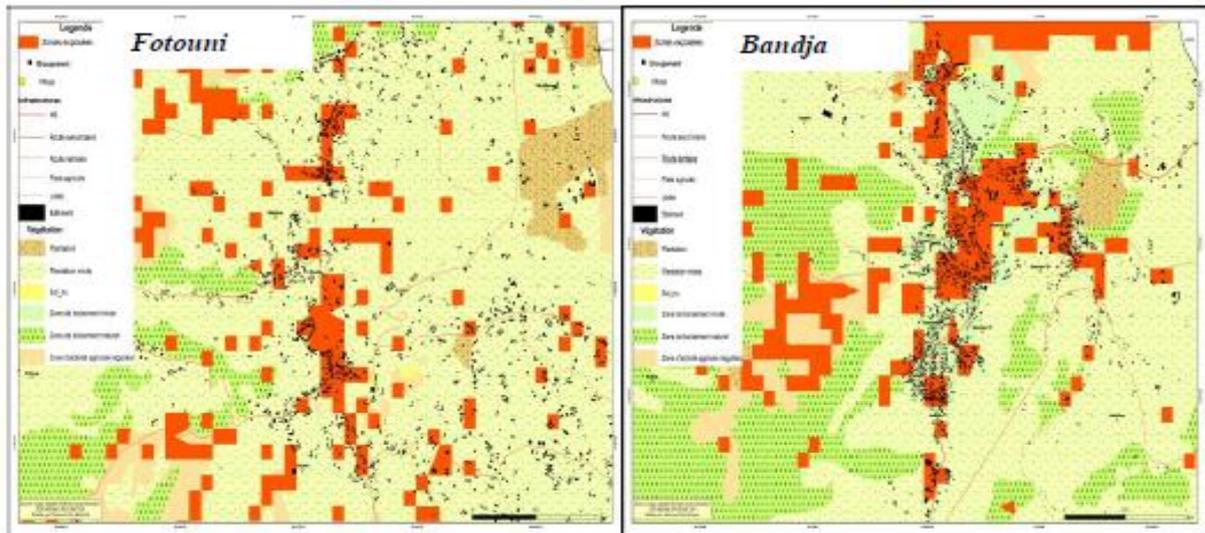


Figure 11 et 12: Carte d'exposition potentielle des enjeux dans les groupements de Bandja et Fotouni

#### 4.8- SIMULATION DE L'EXPOSITION TOTALE

Dans cette partie du travail, on considère exclusivement la classe de susceptibilité forte et tous les enjeux exposés. Une simulation de l'occurrence du glissement de terrain dans ces zones de forte susceptibilité a permis de quantifier relativement les enjeux exposés à cet aléa. La méthode de calcul utilisée table sur deux principaux postulats :

Le travail présente un résultat par cartographie à grande échelle (1/10000è). Echelle utilisée dans la plus part du temps dans des pays développés à l'exemple de la France lors des travaux ayant pour but de dresser les cartes de danger. Toute fois, il est important de noter que la connaissance empirique doit être considérée car elle joue un rôle important lors des orientations des opinions scientifiques car le glissement de terrain est très aléatoire en ce qui concerne les choix des sites d'occurrence.



Figure 13 et 14: Carte d'exposition totale des enjeux dans la commune de Bandja

#### 5- CONCLUSION ET PERSPECTIVE

Le zonage du risque de glissement de terrain met en exergue une dissémination de l'aléa dans l'aire d'étude et surtout une multitude d'enjeux exposés. Ce zonage permet de disposer de façon spatiale des statistiques sur l'ensemble d'enjeux exposés classés selon le type et la situation en fonction des groupements. L'ensemble de ces informations offre la possibilité de définir les zones d'action prioritaire. L'aléa identifié a priori et les simulations de dégâts matériels sont des méthodes certes probabilistes mais importantes pour la prise de décision car les vérifications (*cas des résultats de*

*l'évaluation de la susceptibilité*) de la qualité des résultats sont faites par les descentes sur le terrain et l'archivage via un GPS des zones d'activité du glissement de terrain puis superposés à la carte de susceptibilité pour observer le niveau de corrélation entre les réalités du terrain et les résultats informatiques.

## REFERENCES

1. AfReSLide. (2013). Glissements de terrain en Afrique équatoriale : Identifier des stratégies de résilience culturellement, techniquement et économiquement réalisables 2p
2. Aleotti, P., Chowdhury, R. (1999). « Landslide hazard assessment: summary review and new perspectives ». In Bulletin of Engineering Geology and the Environment, vol.58, p. 21- 44.
3. Baboulé, Z., Nguenguim, M., Jakou, D., & Wamba, M. (1997). Tentative d'explication du glissement de terrain de bagueka/fotouni, Cameroun : De l'imagerie populaire à la compréhension objective. *w.w.w.geo risk.org*. 2-5p.
4. Balla, A., Arman, K., David, G., Nkouathio., & François, N. (2013). Instabilités de terrain dans les hautes terres de l'Ouest Cameroun : Caractérisation géologique et géotechnique du glissement de terrain de Kekem. Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Terre, 2013, n° 35, p39-51.
5. Bonham-Carter, G. (1994). Geographic Information System for geoscientists: modelling with G Pergamon Press, *w.w.w.géo risk.org*
6. BRGM. (2002). Guide méthodologique pour la cartographie de l'aléa mouvement de terrain sur les communes de la communauté urbaine du grand Nancy. *www.interieur.gouv.fr* rubrique "Sécurité civile".
7. Brunsdon, D. (1995). Learning to live with landslides: Natural Risks and Civil Protection, Oxon, E&FN Spon, p. 268-282.
8. BUWAL. (1997). Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen
9. Carrara, A., Cardinali, M., Guzzetti, F., & Reichenbach, P. (1995). GIS technology in mapping landslide hazard: Geographical Information Systems in Assessing Natural Hazards. In *géo risk.org*. p135-176.
10. Chantal, B., & Amélie, G. (2005). Cartographie des zones exposée au glissement de terrain dans les dépôts meubles. Saguenay-Lac- saint-Jean, Quebec. In *écho géo* p15-23
11. Christian, P., & Nathalie, T. (2009). MNT à très haute résolution dans les modelés fortement disséqués : des données aux tests d'application. In *écho géo* p2-9
12. FICR. (2015) Rapport sur les catastrophes dans le monde est une publication annuelle indépendante. <http://www.notre-planete.info/actualites/4350-catastrophes-naturelles-2014>.
13. Glade, T., Crozier, J., & Chichester, W. (2005). «The nature of landslide hazard impact », Landslide Hazard and Risk. In *Die Erde* pp. 43-74.
14. Guzzetti et al. (1999). A geomorphological approach to the estimation of .Doc. 1 In *Persae*. pp 12-20
15. Henri. (2008). Prévenir et gérer les risques naturels au niveau local. *Mémoire on line*. pp 10-40
16. Malet, J-P. (2003). « Les glissements de type écoulement dans les marnes noires des Alpes du Sud. Morphologie, fonctionnement et modélisation hydro-mécanique ». Thèse de Doctorat, Strasbourg, Université Louis Pasteur. P 385
17. Malet, J-P., Laigle, D., Remaître, A., & Maquaire, O. (2005). « Triggering conditions and mobility of debris-flows associated to complex earthflows ». *Geomorphology*, vol. 66, 14, p. 215-235.
18. Malet, J.P., Maquaire, O., Puissant, A., & Weber, C. (2005). « Building landslide consequence maps at a 1:10,000 scale : A tentative approach with a semi-empirical procedure ». *Landslides, Revue Internationale de Géomatique*. Sous presse à paraître en 2006. p 2-9
19. Malet, J.P. et al. (2006). Analyse spatiale, évaluation et cartographie du risque «glissement; terrain ». *Revue Internationale de Géomatique*. 29 p.
20. Malet, J.P. (2014). A contribution to quantitative landslide hazard assessment: Monitoring, modelling and forecast, Université de Strasbourg. 54p.
21. Maquaire, O., Malet, J-P., Remaître, A., Locat J., Klotz, S., & Guillon, J. (2003). «Instability conditions of marly hillslopes: towards landsliding or gullyng? The case of the Barcelonnette Basin, South-East France », *Engineering Geology*, vol. 70, n°1-2, p 109-130.
22. MATE /METL. (1999). Plans de Prévention des Risques Naturels (PPR): Risques de mouvements de terrain, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. Paris, La documentation française. p25 – 46.