

# Dynamique des surfaces dans le bassin versant de la rivière Kpélou et stratégie de préservation de cet environnement, au Togo

## Surface dynamics in the Kpélou River watershed and strategy for preserving this environment, in Togo

Assih Abalo<sup>1</sup>, Kabissa Massama-Esso<sup>1</sup>, Kankpenandja Laldja<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Equipe de recherche sur les Héritages Géomorphologiques et Hydrosystèmes (ERHGH), Département de Géographie, Faculté des Sciences Humaines et de la Société (FSHS), Université de Lomé, Togo

<sup>2</sup>Département de Géographie, Faculté des Lettres et Sciences Humaines (FLESH), Université de Kara, Togo

\* Auteur correspondant : Assih Abalo, [abaloassih0@gmail.com](mailto:abaloassih0@gmail.com)

### ORCID des auteurs

Assih Abalo : <https://orcid.org/0009-0009-1938-2487>, Kabissa Massama-Esso : <https://orcid.org/0009-0003-8809-5293>

**Comment citer l'article :** Assih Abalo, Kabissa Massama-Esso, Kankpenandja Laldja (2024) Dynamique des surfaces dans le bassin versant de la rivière Kpélou et stratégie de préservation de cet environnement. *Revue Ecosystèmes et Paysages (Togo)*, 4(1) : 1-10, ISSN Online : 2790-3230.

Doi: <https://doi.org/10.59384/reco-pays.tg4115>

Reçu : 1 mars 2024

Accepté : 15 juin 2024

Publié : 30 juin 2024



**Copyright:** © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

### Résumé

Le bassin versant de la rivière Kpélou au nord du Togo est confronté à de nombreux problèmes dont l'érosion qui se manifeste par ravinement très souvent spectaculaire. L'objectif de cette étude est de faire l'état des lieux de la dynamique des surfaces de ce bassin versant et d'identifier les principaux facteurs explicatifs de cette dynamique. La démarche de travail adoptée est basée sur la collecte des données documentaires ; et de terrain, ainsi que sur les travaux de laboratoire. Les résultats obtenus montrent que certaines unités d'occupation des sols ont régressé entre 2001 et 2021. C'est le cas des forêts sèches (-2,09 %) et des savanes (-5,23 %) qui ont vu leurs surfaces diminuées au profit des sols nus, champs et jachères et les eaux (+7,32 %). Cette dynamique des surfaces dans le bassin versant de Kpélou est liée non seulement aux conditions physiques du milieu notamment la topographie (avec 3,5 m d'indice global de pente et des pentes supérieures à 20° par endroit), les précipitations (1373,2 mm d'eau par an) et le réseau hydrographique, mais aussi aux facteurs humains, notamment l'activité agricole qui est exercée dans la zone et l'extraction des héritages géomorphologiques qui parsèment ce bassin versant. Face à cette situation préoccupante dans la zone d'étude, un reboisement a été proposé dans le but d'augmenter la couverture végétale et ainsi réduire les effets de l'érosion dans ce milieu.

**Mots clés :** Erosion, reboisement, bassin versant de Kpélou, nord-Togo

### Abstract

The watershed of the Kpélou River in northern Togo is faced with numerous problems including erosion which manifests itself in very often spectacular gullyng. The objective of this study is to take stock of the surface dynamics of this watershed and to identify the main explanatory factors of this dynamic. The working approach adopted is based on the collection of documentary data; and field work, as well as laboratory work. The results

obtained show that certain land use units have declined between 2001 and 2021. This is the case of dry forests (-2.09%) and savannahs (-5.23%) which have seen their surface areas reduced. for the benefit of bare soils, fields and fallows and water (+7.32%). This surface dynamics in the Kpélou watershed is linked not only to the physical conditions of the environment, notably the topography (with 3.5 m overall slope index and slopes greater than 20° in places), precipitation (1373, 2 mm of water per year) and the hydro-graphic network, but also to human factors, in particular the agricultural activity which is carried out in the area and the extraction of the geomorphological heritage which dots this watershed. Faced with this worrying situation in the study area, reforestation was proposed with the aim of increasing plant cover and thus reducing the effects of erosion in this environment.

**Keywords:** Erosion, reforestation, Kpélou watershed, northern Togo

## 1. Introduction

Siège de toutes activités humaines, les paysages géomorphologiques subissent de perpétuelles retouches, et cette évolution, est souvent imperceptible, mais parfois brutale (Coque, 1977). Cette évolution est imperceptible car elle se fait sur une échelle de temps géologique. Cependant, elle peut être brutale du fait de la célérité par laquelle s'opèrent les changements sous la pression anthropique. Si pendant longtemps, l'érosion et les inondations ont été sous-estimées partout dans le monde du fait de leur faible ampleur, ces dernières décennies, elles représentent des menaces réelles pour les hommes. Ces risques hydromorphologiques se manifestent par la dégradation des sols et de la qualité des eaux et constituent des préoccupations de plus grande importance en Afrique tropicale.

Le bassin versant reste l'unité géographique de référence qui permet de comprendre des phénomènes de transfert hydro-sédimentaire. En effet, les fluctuations des facteurs climatiques fragilisent les conditions écologiques de la zone d'étude qui est déjà appauvrie par des actions anthropiques (Kabissa, 2020). L'évolution rapide de la population de ces dernières décennies en parallèle a pour conséquences l'eutrophisation, la fragilisation et la dégradation des écosystèmes, l'intensification de l'utilisation des eaux ainsi que l'appauvrissement des cours et plans d'eau en espèces du fait de la demande très accrue en diverses ressources telles que les sables, le gravier, le poisson, bois, et les feux de brousse pendant les inter-saisons qui mettent à nu, les sols (Akpégnon et al, 2023; Amoussou, 2010).

La menace est grandissante dans la mesure où l'exploitation des héritages géomorphologiques attire davantage d'acteurs. La pratique agricole traditionnelle intensive utilisant des méthodes archaïques comme le sarclage, le billonnage et le buttage fragilise les sols et les expose à l'érosion et le transport de sédiments par les eaux de ruissellement. Ce qui se traduit par un transfert de sédiments assuré par les cours d'eau principaux. La sollicitation multiforme et croissante des divers héritages géomorphologiques pose le problème de la durabilité de leur exploitation et surtout la dynamique des surfaces.

Le bassin versant de la rivière Kpélou à vocation agricole, s'intègre parfaitement dans cette situation décrite plus haut. En effet ce bassin qui constitue l'un de sous bassin de la rivière Kara, est marqué par une importante dynamique hydro-sédimentaire. Les habitants de ce bassin, malgré leurs efforts dans la lutte antiérosive, voient leurs terres s'éroder au fil du temps. L'érosion fluviale y est très importante (Bawa, 2012). Aussi, le ruissellement dans le bassin versant de Kpélou sous climat soudanien livre de grande quantité de sédiments pendant les périodes favorables (pluvieuses), ce qui entraîne la dégradation des sols et la baisse des rendements agricoles.

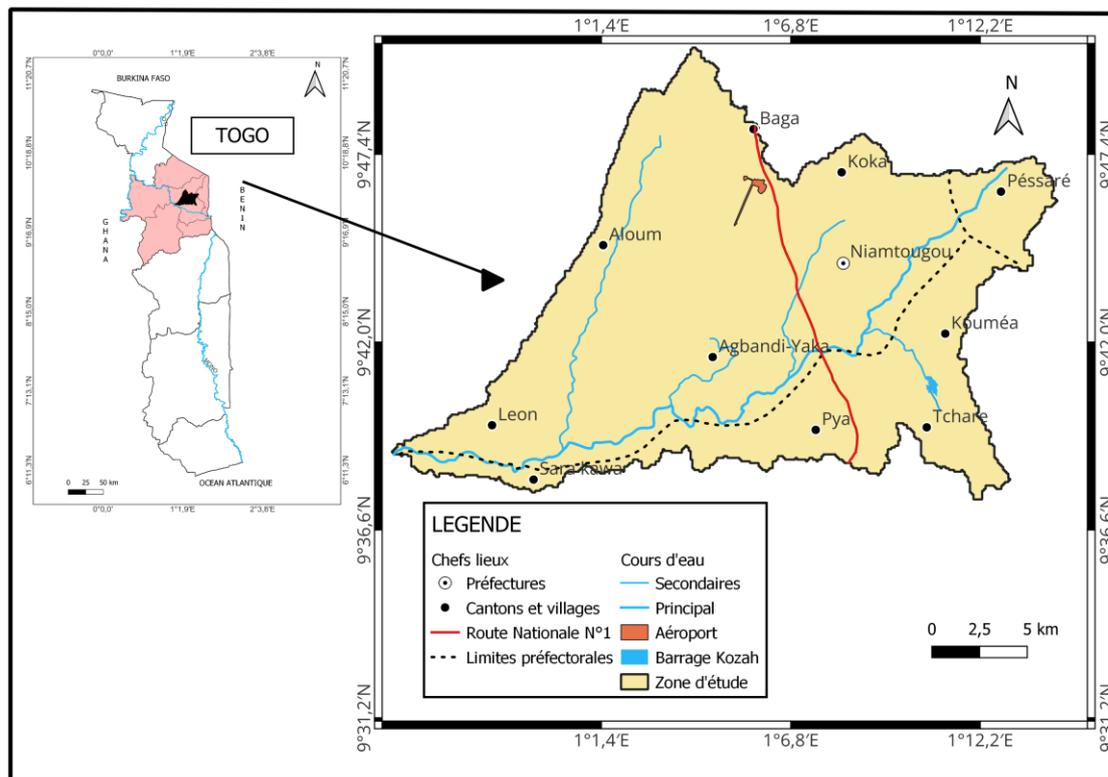
La question qui oriente la présente étude est de savoir : quel est l'état de surface du bassin versant de la rivière Kpélou et les facteurs responsables de cette dynamique ? Il existe au Togo de nombreuses études réalisées sur les bassins versants, notamment Tchalaré (1985), Gngongbo (1989 et 1996), Kankpéandja (2002), Djéri (2012) et Kabissa (2020 et 2021). Celles-ci ont analysé le fonctionnement morphodynamique des bassins et l'importance sociétale des différents héritages géomorphologiques présents dans les bassins. Le présent article s'intéresse à l'analyse des facteurs de ce phénomène dans le bassin versant de Kpélou notamment les facteurs topographiques, hydrographiques et pluviométriques et le facteur humain.

Au regard des problèmes environnementaux posés, il est donc nécessaire d'entreprendre des actions de reboisement en vue de stabiliser le milieu naturel de cette unité géographique.

## 2. Matériel et Méthode

### 2.1 Description du milieu d'étude

Situé dans la partie septentrionale du Togo entre les latitudes 9°37' et 9°51' et entre les longitudes 0°55' et 1°14', le bassin versant de la rivière Kpélou constitue l'un des sous bassins versants de la rivière Kara sur la rive droite (**Figure 1**).



**Figure 1** : Carte de localisation du bassin versant de la rivière Kpélou

Ce bassin versant est à cheval sur trois préfectures (Kozah, Doufelgou et Binah) et couvre 14 cantons en partie ou en totalité. La rivière Kpélou, longue de 46,6 km, draine ce bassin versant de 427 km<sup>2</sup> et constitue l'un des principaux affluents de la rivière Kara. Elle prend sa source dans le massif d'Assiré à 500 m dans la Binah pour se jeter dans la rivière Kara dans le village de Kpéssidè (canton de Sara-Kawa). Cette unité géographique évolue dans son ensemble sur la chaîne panafricaine des Dahoméides (Tairou, 2006), et jouit d'un climat de type tropical soudanien à deux saisons contrastées (saison pluvieuse d'avril à octobre et la saison sèche de novembre à mars). C'est au cours de la saison pluvieuse que s'observe le plus les manifestations de l'érosion. Morphologiquement, le bassin versant de la rivière Kpélou est constitué de la dorsale atacorienne à l'ouest et la plaine granitognessique et le massif Lama-Koumèa à l'est. Cet espace géographique de la rivière Kpélou se trouve dans la zone écologique deux (II) (Atato et al., 2012) caractérisée par une végétation qui est une mosaïque de savane soudanienne-forêt claire et de forêt dense sèche correspondant à la partie septentrionale des monts Togo. Le réseau hydrographique de Kpélou est dans l'ensemble hiérarchisé, car il débute par de rigoles qui alimentent des ravineaux. Ces derniers débouchent sur des ravins de taille métrique qui acheminent les eaux vers les ruisseaux qui se déversent dans les principaux affluents. Les affluents à leur tour se déversent dans le cours d'eau principal.

Etant à cheval sur trois préfectures, la population totale de ces trois subdivisions administratives était de 373 948 habitants lors du dernier recensement en 2010 (RGPH 4, 2010). La population des 14 cantons couverts par ce bassin versant est de 103674 habitants soit 27,72% de la population des trois préfectures. Dans cette région, l'agriculture de subsistance est la principale activité autour de laquelle se greffent d'autres activités économiques notamment l'élevage (surtout de la volaille), l'artisanat (représenté par la forge, la vannerie, la couture, la coiffure, etc.) et le commerce. Ces activités, couplées à celles du climat exacerbent l'activité érosive dans la zone d'étude.

## 2.2. Collecte des données

Deux phases ont meublé la collecte des données. Il s'est agi au prime abord de la collecte des données documentaires portant sur les cartes notamment l'acquisition des images satellitaires (les images SRTM 3N09 E001V2 et SRTM 3N09 E000V2 de l'an 2000 et les images Landsats7 ETM de 2001 et Landsats 8 OLIS-TIR de 2021) et les données météorologiques recueillies à la Direction Générale de la Météorologie Nationale (DGMN). Deuxièmement, il s'est agi de la collecte des données de terrain qui s'est réduite aux observations directes faites sur place et des entretiens semi-structurés sur l'occurrence des inondations et de l'érosion des terres dans ces différentes localités du bassin versant de Kpélou. Notons que ces entretiens (au total dix-huit) ont été faits avec les personnes ressources de la zone d'étude.

## 2.3. Analyse des données

Plusieurs méthodes ont été utilisées en fonction de la nature des données recueillies. Ainsi, les images SRTM ont permis, à partir du logiciel QGIS, l'extraction du bassin versant de la rivière Kpélou et la réalisation de la carte de pentes. A partir de ce logiciel et du tableur Excel, certains indices ont été calculés notamment les indices caractéristiques du bassin versant de Kpélou et les indices pluviométriques (tableau 1).

**Tableau 1.** Présentation des formules

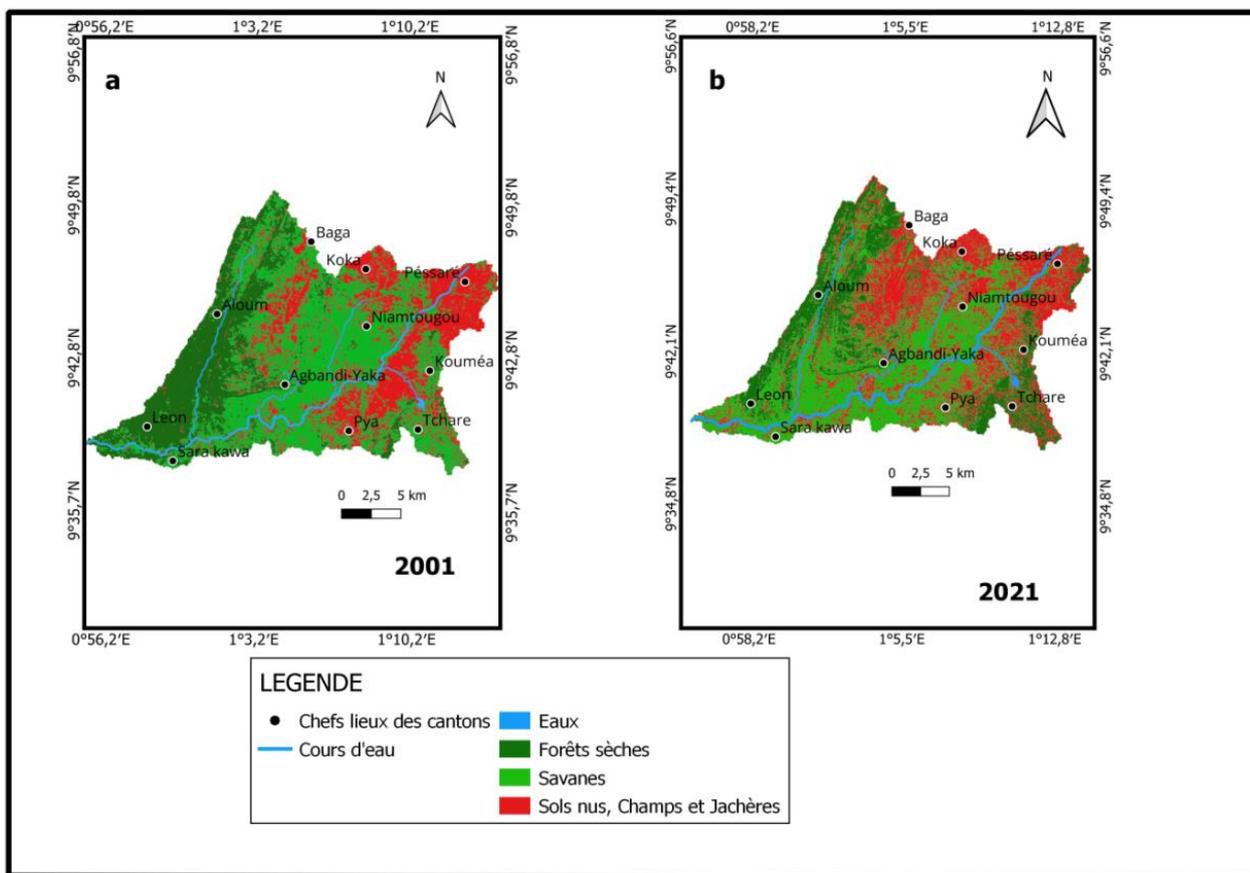
Numéro	Formules	Sources
1	$KG = 0,28 \frac{S}{\sqrt{A}}$ avec KG= l'indice de compacité de gravelius ; S = le périmètre et A = la superficie du bassin versant	Aliti, 2019 Kabissa, 2021
2	$I_{gp} = \frac{D}{L}$ où Igp = indice global de pente (m/Km) ; D= différence entre les altitudes ayant approximativement 5% et 95% de la surface du bassin déterminée à partir de la courbe hypsométrique. L= Longueur du rectangle équivalent	Youssef, 2011
3	$DS = \frac{I_{gp}}{\sqrt{A}}$ DS = Dénivelé spécifique ; Igp = indice global de pente (m/Km) et A = la superficie du bassin versant	Aliti, 2019
4	$DD = \frac{L}{S}$ avec L, la longueur totale de tous les cours d'eau et S, la superficie du bassin versant	Aliti, 2019 Kabissa, 2021
5	$IAC = \frac{\sum_{i=1}^N \chi_i - \bar{\chi}}{6}$ avec $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\chi_i - \bar{\chi})^2}{N}}$ avec $\chi_i$ = une valeur de variable ; $\bar{\chi}$ = la moyenne de la série et $\sigma$ = Ecartype et N = nombre de relevés	Aliti, 2019 Kabissa, 2021
6	$I = \frac{P^2}{P}$ où I= indice d'agressivité climatique ; P du numérateur = précipitation moyenne du mois le plus humide au carré et P du dénominateur, = précipitation moyenne annuelle.	Banassim et al. 2018 Aliti, 2019 Kabissa, 2021

L'analyse de la dynamique d'occupation du sol du bassin versant de la rivière Kpélou a été effectuée à partir d'images Landsat 7 ETM (Enhance Thematic Mapper) et Landsat 8 OLIS TIR de résolution 30m, sur la période 2001-2021. Après la réalisation par ENVI 5.3 des cartes d'occupation du sol au format raster, elles sont vectorisées et intégrées dans un SIG à l'aide du logiciel QGIS version 3.28. Enfin sont calculées les statistiques des différentes unités d'occupation du sol des deux dates retenues pour l'analyse diachronique afin d'apprécier l'évolution des différentes classes d'occupation du sol au fil des années.

## 3. Résultats

### 3.1. Etat des lieux sur la dynamique des paysages dans la zone d'étude

La dynamique des états de surface de la zone d'étude est marquée par l'érosion des terres et la dégradation du couvert végétal. La **figure 1** et le **tableau 1** suivants montrent l'évolution des différentes unités d'occupation des sols.



**Figure 2.** Carte d'évolution de l'occupation des sols dans le bassin versant de Kpélou entre 2001 et 2021  
 Source : USGS Landsat, Avril 2022 et travaux de laboratoires

**Tableau 2.** Evolution des superficies des unités d'occupation des sols entre 2001 et 2021

Types de formations	Superficies (en hectare)		Evolution des superficies
	2001	2021	
Forêts Sèches	11720,52	10826,64	-893,88
Savanes	19291,23	17056,8	-2234,43
Sols nus Champs et Jachères	11640,91	14766,79	+3125,88
Eaux	47,34	49,77	+2,43

D’après la planche et le tableau 1 au cours de la période 2001-2021, les sols nus, champs et les jachères constituent l’unité d’occupation qui a plus progressé (+7,32%) au détriment des forêts sèches (-2,09%) et des savanes (-5,23%). Sur cette planche, on peut clairement noter la savanisation des forêts sèches. Cette régression des formations végétales a pour conséquence, l’exposition du milieu à l’érosion comme le montrent les photos ci-dessous.



**Photo 1.** Actions de l’érosion dans la zone d’étude

Source : Photos réalisées par Assih, juin 2022 à Pya Kioudè (Photos a et b) et à Pya Hodo (photo c)

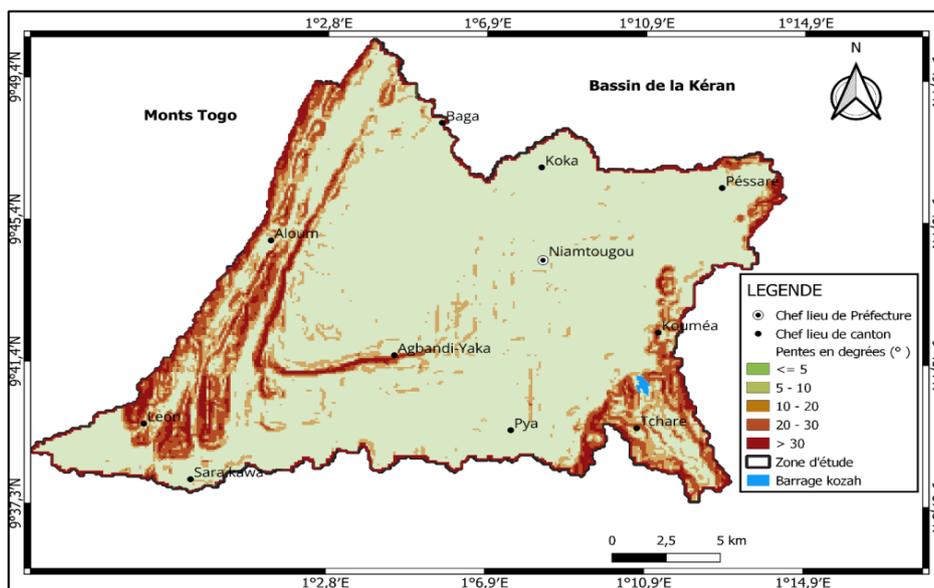
La planche 2 montre les différentes actions de l’érosion dans la zone d’étude. Il s’agit en fait de l’érosion due au ruissellement (photos a et b) et du mouvement de masse (photo c)

### 3.2. Facteurs physiques de la dynamique des surfaces dans le bassin versant de Kpélou

#### 3.2.1. Forme et topographie de la zone d’étude

L’indice de compacité de gravelius calculé donne une valeur de 2,18. Ce qui montre que le bassin versant de Kpélou a une forme allongée. Cette forme laisse entrevoir une formation lente de crues, donc des inondations dans le cours inférieur de Kpélou. L’érosion dans la zone d’étude serait donc liée à d’autres facteurs.

Le calcul de l’indice global de pente du bassin et le dénivelé spécifique permettent d’analyser la topographie de la zone d’étude. L’indice global de pente calculé donne une valeur de 3,54 m/km. Donc pour qu’on s’élève de 3,54 m, il faudrait parcourir une distance de 1 km. Cette valeur de la pente laisse entrevoir un relief un peu prononcé.



**Figure 3.** Carte de pente du bassin versant de la rivière Kpélou

Cependant, il est à noter que les pentes sont plus abruptes surtout sur les versants pointus des massifs sur lesquels les cours d'eau prennent leur source et donc les eaux ont tendance à se concentrer rapidement, ce qui prédispose les sols à l'érosion en amont et à l'inondation des terres agricoles en aval (**Figure 3**).

La figure 3, ci-dessus illustre la carte de pente du bassin versant de Kpélou. Sur cette figure, la déclivité est plus accentuée dans les parties orientales et occidentales où se dressent respectivement les massifs des monts kabyè et les monts Togo. Les pentes dans ces zones sont fortes (>20°). Les pentes faibles (0-10°) et les pentes moyennes (10-20°) dominent quant à elles la partie centrale du bassin versant occupée par la pénéplaine.

Dans le même temps, la valeur de la dénivelée spécifique (Ds) est de 73,27 m. Cette valeur étant située entre 50 et 100 m, montre que le relief de la zone d'étude est modeste. Avec un relief modéré, l'évacuation des eaux pluviales est plus ou moins rapide, ce qui augmente leur infiltration dans les sols et du coup, les risques érosifs élevés et l'inondation des terres surtout dans le cours inférieur de Kpélou.

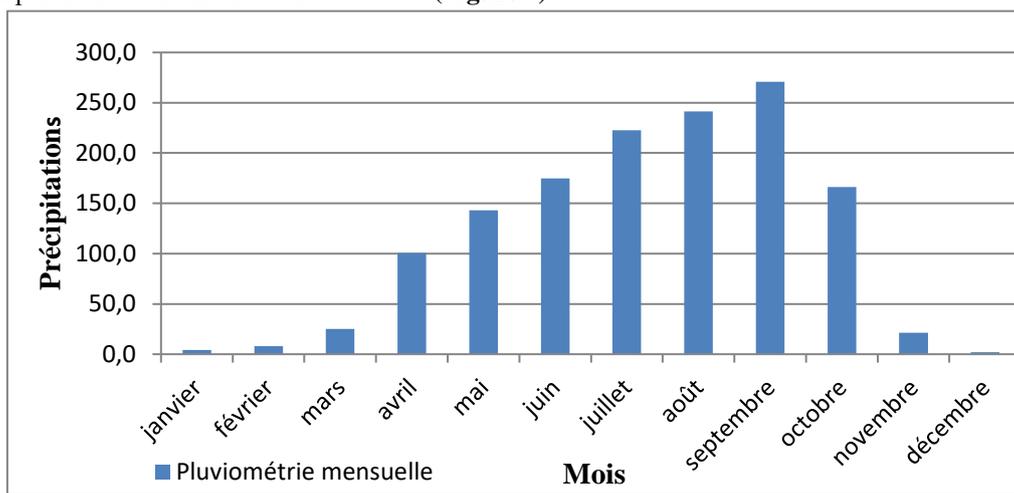
### 3.2.2. Influence du réseau hydrographique

L'architecture du bassin Kpélou présente dans l'ensemble un réseau hydrographique dense et hiérarchisé avec un aspect dendritique. Avec un total de 164 cours d'eau (Kpélou et ses tributaires), l'indice de densité hydrographique donne une valeur de 2,60 Km<sup>2</sup>. Cette valeur est interprétée comme un réseau dense puisqu'à chaque 2,60 Km<sup>2</sup>, il y a la présence d'un organisme hydrique. Cette densité du réseau hydrographique constitue un facteur qui expose les versants de Kpélou au déplacement de sédiments contribuant à alimenter le cours d'eau principal.

### 3.2.3. Rôle du facteur pluviométrique

#### 3.2.3.1. Les réalités pluviométriques du milieu

Le milieu jouit d'un climat de type tropical soudanien. Il présente un régime monomodal avec une saison humide et une saison sèche. La saison pluvieuse va du mois d'avril à octobre (**Figure 4**).



**Figure 4.** Variation inter saisonnière des pluies à la station de Niamtougou

La figure 4 illustre la répartition des pluies sur une année. Au total 1373,2 mm d'eau par an, avec un pic des pluies enregistré au mois de septembre (270,9 mm en moyenne). Il faut préciser que les 7 mois de saison des pluies concentrent à eux seuls 96,12% du total pluviométrique annuel. Il est aussi important de souligner que les mois au cours desquels sont enregistrés les pics représentent les mois de fortes activités hydro-sédimentaires (érosion et/ou inondation des terres). Le nombre de jours de pluie représente un facteur important dans la dynamique hydro-sédimentaire.

#### 3.2.3.2. Influence du nombre de jours de pluie

Le nombre de jours de pluie représente un facteur important dans la dynamique hydrosédimentaire (tableau 3).

**Tableau 3.** Nombre de Jours de pluie en 30 ans dans la zone d'étude

Années	Nombre de jours de	Quantité de pluie	Années	Nombre de jours de pluie	Quantité de pluie
--------	--------------------	-------------------	--------	--------------------------	-------------------

	pluie				
1991	140	1409,0	2006	116	1203,0
1992	118	1081,7	2007	127	1568
1993	134	1542,6	2008	118	1463
1994	130	1511,9	2009	136	1832
1995	130	1602,7	2010	122	1418
1996	103	1269,7	2011	126	1114
1997	130	1681,9	2012	137	1641,4
1998	114	1312,5	2013	132	1176,2
1999	129	1649,6	2014	119	1265,5
2000	113	1337,9	2015	112	1195,9
2001	97	1021,0	2016	115	1279,5
2002	118	1169,8	2017	110	1139,8
2003	118	1400,5	2018	118	1307,3
2004	133	1318,8	2019	116	1400,9
2005	120	1415,8	2020	118	1464
Moyenne Des pluies	1373,2mm				
Moyenne du nombre de jours	122 jours				

Ainsi, on peut constater à partir de ce tableau qu’au cours de la période 1991-2020, le nombre de jours de pluie a varié entre 97 jours (2001) et 140 jours (1991) de pluie avec une moyenne de 122 jours soit 4 mois de pluies par an. Il est à noter que rien qu’en septembre 2016, il a été enregistré 327 mm de pluie en 23 jours sur les 30 jours que compte ce mois. Ceci permet de savoir qu’il y a eu plusieurs jours de pluie consécutifs, ce qui expose le milieu aux risques érosifs et aux inondations.

### 3.2.3.3. Une pluviométrie variable et agressive

L’indice d’anomalie climatique (**figure 5**) a été réalisé pour identifier les années déficitaires et les années excédentaires en précipitation afin de faire une corrélation entre la pluviométrie et l’érosion.

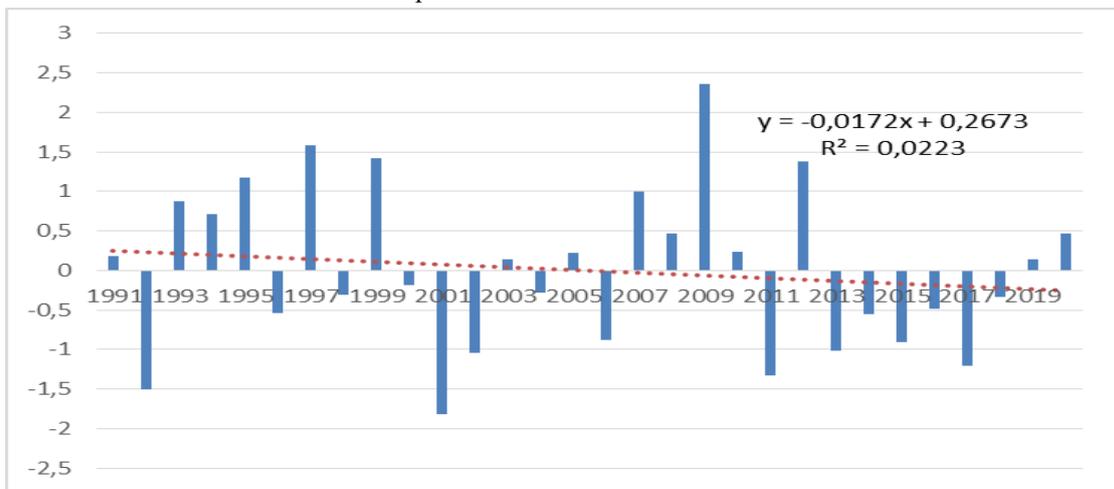
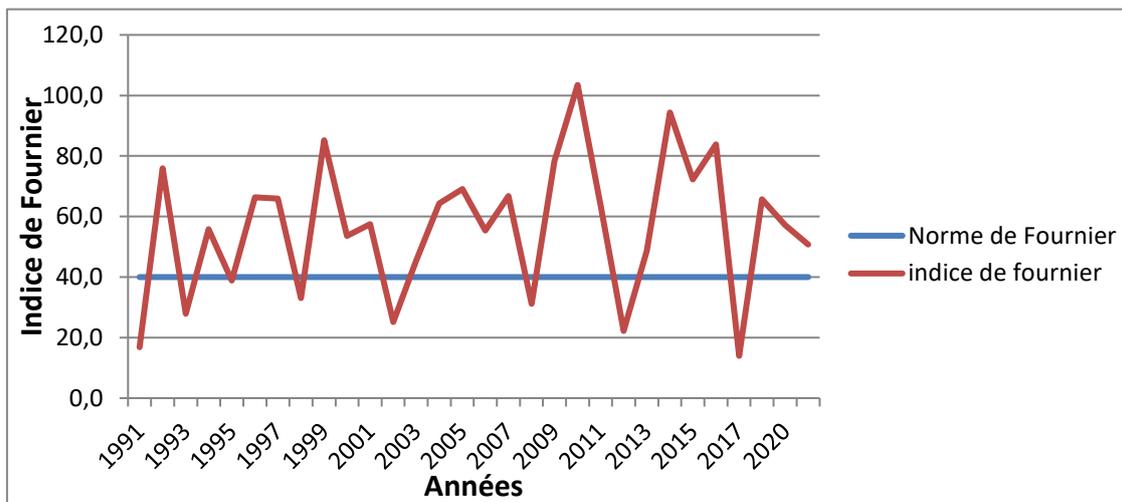


Figure 5. Diagramme de l’anomalie climatique à la station de Niamtougou

L’analyse de la **figure 5** montre qu’il y a des années excédentaires et des années déficitaires. Dans le bassin versant de Kpélou, il y a parfois une succession d’années excédentaires (1993 à 1995 ; 2007 à 2010 ; 2019 à 2020) et une succession d’années déficitaires (2000 à 2002 ; 2013 à 2018). Au total 15 années excédentaires ont été relevées sur les 30 ans et l’année la plus excédentaire est 2009 avec 1832,2mm d’eau précipitées en 136 jours, ce qui représente 4 mois et demi de jours de pluie. L’année la plus déficitaire est l’année 2001 avec 1021mm d’eau en 97 jours. Ces anomalies (écarts inter annuelles des précipitations)

montrent que la zone d'étude subit de fortes variabilités climatiques influençant le régime des écoulements et la dynamique hydro-sédimentaire.

L'indice d'agressivité climatique de Fournier est l'indice le plus utilisé dans le monde tropical pour estimer le degré d'agression des précipitations sur les milieux. La (**figure 6**) présente l'agressivité des pluies à l'échelle du bassin versant.



**Figure 6.** Courbe d'indice d'agressivité des pluies de Fournier de 1991 à 2020

L'analyse de la **figure 6** montre que de 1991 à 2020, l'indice d'agressivité des pluies est supérieur à la norme (40) de Fournier pour plus de 20 ans (22 ans) à la station de Niamtougou du bassin versant. Cela signifie qu'en général, les pluies dans ce milieu sont très agressives, ce qui accélère le phénomène d'érosion. Comme exemple, les pluies ont été particulièrement agressives durant les années 1992 ; 1999 ; 2009 ; 2010 ; 2014 ; 2015 ; 2016 qui ont un indice d'agressivité supérieur à 70.

### 3.3. Causes anthropiques de la dynamique des surfaces dans le bassin versant de Kpélou

La population de la région de la Kara est en majorité rurale et l'activité la plus représentée est l'agriculture. Au-delà de cette activité à laquelle est associé l'artisanat et l'élevage, il faut noter l'exploitation des héritages géomorphologiques qui exacerbent les risques d'érosion et d'inondation.

L'agriculture est la principale source de revenu des populations du bassin versant de Kpélou. Selon les statistiques de la DGSCN, la population rurale est de 59,58% dans la préfecture de la Kozah, 92,99% dans la Binah et 72,97% dans la préfecture de Doufelgou contre 75% au plan régional. Bien que confrontées à d'énormes difficultés liées à l'aspect caillouteux et à la pauvreté des sols, les populations disposent des techniques de mise en valeur de ces terres.



**Photo 2** : Espace traité de l'herbicide pour la culture du haricot à Pya Kioudè

**Source** : Photo réalisée par Assih, juin 2022

L'agriculture pratiquée est traditionnelle intensive sur terrasses, et sur des espaces restreints, utilisant des méthodes archaïques comme le sarclage, le billonnage et le buttage, ce qui fragilise les sols face à l'érosion et le transport de sédiments par les eaux de ruissellement. En effet, avec les outils traditionnels tels que le coupe-coupe, la hache, les agriculteurs défrichent les espaces des versants à mettre en valeur. Aujourd'hui, on note aussi l'utilisation des produits chimiques comme les herbicides pour défricher de grandes surfaces. Les surfaces traitées sont ensuite brûlées après assèchement des herbes pour le semis (**photo 2**).

La **photo 2** montre un espace complètement mis à nu après usage de l'herbicide suivi du brûlis pour la culture du haricot dans le canton d'Agbandi Yaka. Les sols ainsi dénudés sont alors exposés aux risques d'érosion. Il faut relever aussi le sarclage qui est une pratique d'ameublissement des sols. Même si cette pratique favorise le développement des cultures, elle est une cause des processus érosifs car elle facilite la mobilisation des sables par le ruissellement. Ainsi, toutes ces pratiques notamment le défrichage, le brûlis qui dégradent le couvert végétal et le labour qui ameublissent le sol sont un facteur déterminant ou aggravant les risques d'érosion.

Il faut préciser aussi qu'à la fin de chaque saison pluvieuse, les paysans et les éleveurs de bétails sont les premiers à faire les feux de végétation dans la zone d'étude. Ces feux souvent tardifs détruisent totalement le couvert végétal exposant ainsi les sols aux ruissellements des premières pluies de la saison suivante.

Avec la croissance démographique dans le bassin versant de Kpélou, les habitations aussi augmentent, et pour la toiture de ces habitations les hommes utilisent le bois d'œuvre pour la charpente, les fenêtres et les portes, ce qui les amène à abattre les arbres. Il faut préciser aussi que pour meubler ces constructions c'est aussi le bois qui est utilisé pour la fabrication des fauteuils, des chaises, des buffets etc. Ainsi, plusieurs plantes sont coupées chaque jour pour satisfaire ces besoins ce qui contribue à laisser les sols sans couverture.

A cela s'ajoute la coupe abusive du bois de chauffe pour des besoins ménagers. En effet les femmes du milieu d'étude n'utilisent que le bois pour la préparation des repas et de la boisson locale communément appelée « Tchoukoutou ». Outre cette utilisation pour la cuisine, le charbon de bois est utilisé par les forgerons dans la fabrication de houe, coupe-coupe. Les femmes utilisent aussi le bois pour faire cuire leur poterie.

Les héritages géomorphologiques exploités dans cet espace géographique sont les sables, les graviers les galets et les cuirasses. Les premiers (sables, les graviers les galets) sont les dépôts alluviaux et les seconds (cuirasses) issus d'une longue pédogénèse suite à l'alternance des phases pluviales et displuviales. Concernant les sables, les graviers et les galets, ils sont exploités pour la construction des bâtiments et des travaux publics. Ainsi, des carrières d'extraction de ces héritages se retrouvent un peu partout dans le bassin de Kpélou sur tout le long de la rivière principale de Kouméa jusqu'à Sara-kawa (**photo 3**).



**Photo 3.** Carrière d'extraction de sables abandonnée à Sara-Kawa

**Source :** Photo réalisée par Assih, juin 2022

La **photo 3** montre un site d'extraction de sables abandonné à Sara-Kawa. Avant l'exploitation de ces dépôts alluviaux un travail préalable est fait. Ce travail consiste en la dénudation en couverture végétale puis de la mince couche de débris qui recouvre ces alluvions. La dénudation laisse le sol dépourvu de sa protection végétale. Ainsi, les gouttes de pluie exercent leur impact sur les particules de sol par l'effet splash. Les carrières proprement dites vont jusqu'à 2 ou 5 m de profondeur. Après l'exploitation, les carrières ne sont ni remblayées ni végétalisées ; ce qui fait qu'après une pluie intense, ces excavations deviennent des points d'appels de sédiments. Une fois le dépôt est fait dans ces excavations, le cours d'eau devient plus agressif et se recharge d'autres matériaux en érodant les parties situées en aval de ces carrières.

Tout comme les sables, graviers et les galets, les cuirasses et les argiles sont aussi exploitées un peu partout dans le bassin versant pour des besoins de travaux publics (réhabilitation des axes secondaires non bitumés) et de construction des habitations (pose des fondations à partir des blocs de cuirasse) et de poterie. La mise en place de ces carrières suppose une destruction systématique de la couverture végétale. Ces carrières, une fois abandonnées subissent le même sort que celles des sables et graviers c'est-à-dire, il n'y a ni remblaiement ni végétalisation des espaces.

### 3.4. Vers un aménagement de la zone d'étude

L'aménagement des espaces ruraux doit s'insérer dans les démarches d'élaboration des documents de planification. Ainsi, la création des comités de pilotage regroupant les élus, les spécialistes de l'aménagement du territoire (géographes, agronomes, sociologues), agriculteurs, exploitants et propriétaires forestiers des différents secteurs géographiques de la zone d'étude permettra la participation de tous à la gestion de cet environnement. Ces comités auront pour rôle non seulement de faire des entretiens, de sensibiliser et de former les exploitants agricoles professionnels. Ces derniers auront pour tâche de mettre à la disposition des communautés le message, de les former et de les entraîner progressivement à introduire les nouvelles techniques sans créer de tension entre ces paysans formés et la communauté.

De façon pratique, pour assurer une durabilité de l'environnement, il faudrait entreprendre le reboisement des espèces ligneuses sur les versants des monts Togo où on note une savanisation de la forêt sèche et des massifs kabyè. Les espèces susceptibles d'être mis en terre sont le karité et le néré. Ces espèces, à terme constitueront une valeur ajoutée pour les populations. Sur les espaces à pentes très faibles, et où sont pratiquées les cultures, il est préférable de pratiquer l'agroforesterie. Le néré, l'anacardier étant des espèces qui peuvent cohabiter avec les cultures.

## 4. Discussion

La détermination des caractéristiques physiques du bassin versant de Kpélou a permis d'apprécier la dynamique hydrosédimentaire du milieu. D'abord la forme allongée du bassin ajouté aux pentes relativement faibles qui constituent un des facteurs influençant la formation des débits de pointe. Aussi, les pentes faibles entraînent la stagnation des eaux, ce qui engendre l'inondation des terres agricoles des bas-fonds. Ces caractéristiques morphométriques ont été abordées par Aliti (2019) et Kabissa (2021)

respectivement dans l'étude du bassin versant du Zio et de l'Anié. Les résultats obtenus dans le bassin versant de Kpélou corroborent leurs études notamment ceux liés à la forme du bassin versant, la nature des pentes et la vigueur du relief.

Dans le bassin versant de Kpélou, le paramètre hauteur de pluie constitue un facteur incontournable dans la dynamique hydro-sédimentaire. L'analyse des différents indices climatiques a permis de montrer le caractère agressif des pluies dans la zone d'étude. L'indice d'agressivité climatique au niveau de ce bassin est supérieur à la norme (40) de Fournier sur plus de 20 ans. Le nombre de jours pluie élevé est aussi important car sur les 10 dernières années, il a plu en moyenne 120 jours par an ; ce qui représente le quart ( $\frac{1}{4}$ ) de l'année. L'agressivité des eaux devient plus importante lorsque les pluies se succèdent. Il est à noter que les mois d'août et de septembre sont particulièrement pluvieux avec plus de 20 jours de pluie par mois soit les  $\frac{2}{3}$  du mois. Cette agressivité des pluies a déjà été démontrée par Afo (2008) dans ses travaux sur le haut bassin versant de Mô, et Kpobié (2011) sur le massif Lama et ses environs. Les résultats obtenus par Afo et al. (2017) et Kankpenandja (2016) respectivement dans l'étude des éléments déterminants de l'érosion dans l'espace urbain de Kara et la morphogenèse et gestion des terres dans les sous-bassins versants de l'Oti, sont confirmés par ceux de la présente étude notamment l'influence du nombre de jours et l'agressivité des pluies.

Selon Sabir (1986), l'intensité de la pluie semble être la cause principale de l'érosion. Plus l'intensité est grande, plus l'effet de splash lié aux gouttes de pluie et l'effet de battance du sol sont prononcés. Pour Roose et Mietton cités par Kpobié (2011), au-delà de 20 mm, une pluie unitaire peut être à l'origine d'une érosion. La présente étude corrobore ces résultats surtout ceux liés à la quantité de pluie unitaire.

Au rang des facteurs aggravant la dynamique hydro-sédimentaire, figure l'homme et ses différentes activités qui participent à la diminution de la couverture végétale. En effet, l'accroissement de la population s'accompagne des besoins en énergie et cela entraîne différentes formes d'anthropisation et d'occupation des terres dans le bassin versant. L'agriculture, les feux de brousse et l'exploitation des héritages géomorphologiques sont des activités développées par les populations qui ne se soucient pas de ce phénomène dans le bassin versant de Kpélou. Les pratiques agricoles dans ce bassin versant sont identiques à celles du haut bassin versant de la rivière Mô où Afo (2008) a montré le rôle aggravant que joue l'homme. Aussi, Bawa (2012), a montré avec évaluation l'effet déterminant des techniques culturales dans la dynamique érosive dans le bassin versant de la Kozah et les résultats obtenus sont confirmés par la présente étude. Avenard et Michel (1982) ont, dans leurs travaux sur les aspects de la dynamique actuelle en Afrique tropicale sèche, souligné que la relative faiblesse de l'écran végétal entraîne deux conséquences, notamment la protection médiocre du sol contre les variations de température et de ruissellement et la protection inégale et irrégulière offerte par les savanes, qui peut entraîner le développement sans entrave du ruissellement et donc de l'érosion.

L'extraction des héritages géomorphologiques dans le bassin versant de Kpélou constitue un facteur exacerbant la dynamique des paysages biophysiques. Dans l'ensemble du bassin versant de Kpélou, les héritages exploités sont les dépôts alluviaux tels que les sables. Dans leurs travaux, Maiga et al (2023) dans la commune rurale de Sourgou au Burkina Faso et Aliti (2019) dans le bassin versant de Zio, ont souligné le rôle aggravant que joue l'homme et ses différentes activités dans les processus hydro-morphologiques. Kabissa (2021) pour sa part, dans l'étude des impacts de l'exploitation des héritages géomorphologiques sur la dynamique des paysages a relevé que ces différentes activités exacerbent l'érosion des berges de la vallée et l'inondation des terres dans l'Anié.

Pour une meilleure gestion de l'environnement du milieu, il est impérieux de sensibiliser et de former les populations sur les risques et les impacts des phénomènes hydrogéomorphologiques. Ensuite il faudrait entreprendre le reboisement dans le bassin versant, reboisement qui sera fait en fonction de la topographie. Kankpenandja (2016) dans les sous-bassins versants de l'Oti et Kabissa (2021) dans le bassin versant de l'Anié ont proposé les mêmes stratégies d'aménagement qui sont non seulement curatives mais aussi préventives des risques hydrogéomorphologiques.

## 5. Conclusion

Le bassin versant de Kpélou, situé dans la région de la Kara au nord –Togo et jouissant du climat tropical soudanien est soumis à une érosion intense. Cette dynamique qui s'est traduite par une évolution négative des formations forestières au profit des champs-jachères et sols nus dans le bassin versant de Kpélou est liée aux facteurs naturels et humains. Au rang des facteurs naturels, figurent la nature des pentes et les éléments du climat dont le plus important reste la pluviométrie. L'indice d'agressivité climatique de la zone d'étude a montré que vingt-deux (22) sur les 30 dernières années de pluies ont été très agressives. Les facteurs anthropiques ne sont d'autres que la pression humaine liée aux diverses activités socio-économiques notamment l'agriculture qui expose plus les sols à l'érosion. IL convient de ce fait d'entreprendre des activités de reboisement et d'accentuer l'agroforesterie afin de limiter les effets de cette érosion.

**Contribution des auteurs** (section obligatoire)

Rôle du contributeur	Noms des auteurs
Conceptualisation	ASSIH Abalo
Gestion des données	ASSIH Abalo
Analyse formelle	KANKPENANDJA Laldja
Enquête et investigation	ASSIH Abalo
Méthodologie	KABISSA Massama-Esso
Supervision Validation	KABISSA Massama-Esso
Écriture – Préparation	KABISSA Massama-Esso
Écriture – Révision	KABISSA Massama-Esso

**Références**

- Afo, B. (2008). Les aspects de la dynamique des surfaces dans le haut bassin versant de la rivière Mô (région centrale- Togo), Mémoire de maîtrise, Université de Lomé, 99p.
- Afo, B., Gngongbo, T. Y., Banassim, T. (2017). « Eléments déterminants de l'érosion hydrique dans l'espace urbain de Kara (nord-Togo) ». Revue ivoirienne de géographie des Savanes, pp 25-41.
- Akpegnon, A. C., Abe, A., Badjare, B., Folega, F., Wala, K., Batawila, K. et Akpagana, K. (2023). Flore et écologie de la partie centrale du Bassin de Zio dans un contexte de pression foncière au Togo. *Rev. Écosystèmes et Paysages (Togo)*, 3(2), 1-18. Google scholar
- Aliti B (2019) Géomorphologie et dynamique des paysages du bassin versant du Zio (sud-Togo). Thèse de doctorat, Université de Lomé, 260p.
- Amoussou, E. (2010). Variabilité pluviométrique et dynamique hydro-sédimentaire du bassin-versant du complexe fluvio-lagunaire Mono-Ahémé-Couffo (Afrique de l'Ouest). Thèse de doctorat, Université de Bourgogne (France), 315p.
- Atato, A., Wala, K., Dourma, M., Bellefontaine, R., Woegan, Y. A., Batawila, K., Akpagana, K. (2012) « Espèces lianescentes à fruits comestibles du Togo » Vol 67, pp. 353-368.
- AVENARD, J-M. et MICHEL, P. (1982). Aspects de la dynamique actuelle dans la zone tropicale à saison sèche de l'Afrique de l'Ouest. 42p.
- Banassim, T., Tchamie, T. T. K., Bouzou Moussa, I. (2018). Erosion hydrique de la chaîne kabyè au nord du Togo : mesures d'aménagement pour un développement durable. *Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou*, N° 07, Vol. 2, octobre 2018 ; pp. 209-231.
- Bawa, D. (2012). Géomorphologie structurale et dynamique actuelle des unités du socle Nord Togo. Thèse Unique de Doctorat, université de Lomé, 526p.
- Bawa, D. (2012). « Mise en valeur des terres et dynamique érosive dans le terroir de Tcharé (haut bassin versant de la Kozah) au Togo », *Ann.Univ. de Lomé, Sér.Lett.*, Tome XXXII-2, pp. 271-287.
- Coque, R. (1977) Géomorphologie dynamique. Ed.Armand Colin, Paris, 503p.
- DGSCN. (2011). Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitat : résultats définitifs. Togo, 57p.
- Djeri W. (2012) : Contribution à l'étude géomorphologique des formations superficielles de la plaine alluviale de l'Oti et ses bordures à Mango (Nord-Togo). Mémoire de Maîtrise, Option géomorphologie, Université de Lomé, Lomé, 89 p.
- Gngongbo, T. Y. (1989) : Contribution à l'étude géomorphologique de la basse vallée du Zio (Togo). Mémoire de maîtrise (géographie physique), Université du Bénin, Lomé, 124p.
- Gngongbo, T. Y. (1996), Le Togo méridional : étude de géographie physique. Thèse de doctorat, Université Michel de Montaigne, Bordeaux III ; Institut de géographie, 306p.
- Kabissa, M-E., Kolgma, K-W. J. et Gngongbo, T. Y. (2020). Importance sociétale des héritages géomorphologiques dans le bassin de l'Anié (centre-Togo). *GéoVision, Revue du Laboratoire Africain de Démographie et des Dynamiques Spatiales, Département de Géographie. Université Alassane Ouattara*, ISSN: 2707-0395, pp. 290-302
- Kabissa, M-E. (2021). Impacts de l'exploitation des héritages géomorphologiques dans la dynamique des paysages du bassin versant de l'Anié au Togo. Thèse de doctorat, Université de Lomé, 227p.
- Kankpenandja, L. (2002). Contribution à l'étude géomorphologique de la plaine alluviale de Kpendjal (Nord-Togo). Mémoire de Maîtrise, Université de Lomé, 136p.
- Kankpenandja, L. (2016). Morphogenèse et gestion des terres dans les sousbassins versants de l'Oti au Togo, thèse de Doctorat, Université de Lomé ; 345p.

- Kpobie, B. (2011). Morphodynamique actuelle du massif Lama et de ses environs (Nord-Togo). Mémoire de maîtrise, Université de Lomé, 79p.
- Maïga, Y., Bouda, T. P. F., Bamogo, M., Yanogo, P. I., Somé, Y. S. C. (2023). La dynamique des structures spatiales dans la commune rurale de Sourgou (Burkina Faso) : une analyse à partir des indices écologiques. *Rev. Écosystèmes et Paysages (Togo)*, 03(1), 1-15. Google scholar
- Sabir, M. (1986). L'érosion et sa quantification. Mémoire de DEA, Université de Paris XI, 182p.
- Taïrou, M. S. (2006). La tectonique tangentielle panafricaine au Nord-Togo. Thèse de doctorat, Université de Lomé, 135, 401p.
- Tchalaré, B. M. (1985). Les terrasses alluviales du bassin de Sotouboua (Togo), étude géomorphologique. Mémoire de Maîtrise, Université du Bénin, Lomé, 112p.
- Youssef, S. (2011) L'érosion hydrique au Maghreb étude d'un cas : le bassin versant de l'oued barbara (Tunisie septentrionale). Mémoire de maîtrise, Université de Québec à Montréal, 143p.