

Occupation des terres et érosion des sols dans le bassin versant supérieur de la Sissili, Burkina Faso

Augustin YAMEOGO^{1*}, Yélézouomin Stéphane Corentin SOME^{1,2}, Abdoulaye Badaye SIRIMA²
et Dapola Evariste Constant DA²

¹ Université Nohbert ZONGO, Département de Géographie, Laboratoire de Recherche en Sciences-Humaines (LABOSH), BP 376 Koudougou, Burkina Faso

² Université Joseph KI-ZERBO, Département de Géographie, Laboratoire Dynamique des Espaces et Sociétés (LDES), 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso

* Correspondance, courriel : yamaug8@gmail.com

Résumé

Le bassin versant supérieur de la Sissili est soumis à une forte pression anthropique qui engendre une érosion accélérée. L'objectif de l'étude est d'analyser l'influence de l'occupation des terres sur l'érosion hydrique des sols dans le bassin versant. La méthodologie s'appuie sur la modélisation des différents facteurs de l'érosion hydrique dans un système d'information géographique. Ces facteurs tels que l'érosivité des pluies, l'érodibilité des sols, l'inclinaison et la longueur de la pente, le couvert végétal et les pratiques antiérosives sont évalués à partir de l'équation universelle de perte en sol RUSLE. L'occupation humaine est la plus représentée avec une superficie de 188 552,64 ha (58,3 %) contre une occupation végétale de 128 763,3 ha, soit 39,8 % du bassin. La perte totale en sol est estimée à 392 379,82 t/an et le taux moyen à 1,22 t/ha/an. Les sols occupés par les activités humaines sont plus vulnérables à l'érosion hydrique que ceux des formations végétales. Les pertes en sol dans les zones de culture représentent plus de 79 % des pertes totales du bassin versant avec une moyenne de 1,66 t/ha/an. Celles dans les formations végétales couvrent 8,51 % des pertes. La moyenne d'érosion va de 0,28 t/ha/an dans la savane arbustive à 0,23 t/ha/an dans la savane arborée et à 0,06 t/ha/an au niveau de la formation ripicole. Ces résultats mettent en évidence l'influence de chaque unité d'occupation sur l'érosion. Ils illustrent l'importance de la couverture végétale dans la protection des sols contre l'érosion hydrique. La carte d'érosion est un outil d'aide de décision et permet d'orienter les différentes actions d'intervention de conservation des eaux et des sols.

Mots-clés : *érosion hydrique, occupation des terres, bassin versant, Sissili, Burkina Faso.*

Abstract

Land Use and Soil Erosion in the Upper Sissili Watershed, Burkina Faso

The upper catchment area of the Sissili is subject to strong anthropogenic pressure which causes accelerated erosion. The aim of the study is to analyse the influence of land use on water erosion in the catchment area. The methodology is based on the modelling of the different factors of water erosion in a geographic information system. Factors such as rainfall erosivity, soil erodibility, slope inclination and length, vegetation cover and erosion control practices are evaluated using the universal soil loss equation RUSLE. Human

occupation is the most represented with a surface area of 188,552.64 ha (58.3 %) compared to a vegetation cover of 128,763.3 ha, i.e. 39.8 % of the basin. Total soil loss is estimated at 392,379.82 t/year and the average rate at 1.22 t/ha/year. Soils occupied by human activities are more vulnerable to water erosion than those of plant formations. Soil losses in the cultivation areas represent more than 79 % of the total losses in the catchment area with an average of 1.66 t/ha/year. Those in the plant formations cover 8.51 % of the losses. The average erosion ranges from 0.28 t/ha/year in the shrub savannah to 0.23 t/ha/year in the tree savannah and 0.06 t/ha/year in the riparian formation. These results highlight the influence of each occupation unit on erosion. They illustrate the importance of plant cover in protecting soils against water erosion. The erosion map is a decision-making tool and helps to guide the various water and soil conservation intervention actions.

Keywords : *water erosion, land use, watershed, Sissili, Burkina Faso.*

1. Introduction

Plus de 80 % de la population du Burkina Faso vivent de l'agriculture d'où une dépendance vis-à-vis de la ressource « Terre ». L'augmentation rapide de la population entraîne une dynamique d'occupation des terres dans le pays. En effet, le taux d'accroissement intercensitaire de la population du Burkina entre 1996 et 2006 est élevé et représente 3,1 % [1]. Or, l'équilibre écologique du Burkina Faso est très fragile et impose une attention particulière pour une utilisation rationnelle des ressources naturelles renouvelables [2]. « L'anthropisation, beaucoup plus agressive qu'autrefois, progresse en effet de manière tendancielle au travers des activités socio-économiques qui exercent une pression considérable sur les ressources naturelles et génèrent pollutions et déchets de tout ordre » [3]. Les principales causes de cette dégradation sont la croissance démographique, les pratiques d'exploitations des ressources naturelles inadaptées et les irrégularités climatiques croissantes [4]. Les pratiques agricoles ont des répercussions sur la couverture végétale. Les mouvements migratoires surtout agricoles et l'accroissement de la population sont les principaux facteurs qui entraînent une accélération du phénomène de l'érosion des sols [5 - 7]. Les variabilités climatiques sont à l'origine d'une migration de la population surtout du nord vers les zones à fort potentiel agricole telle que le bassin versant supérieur de la Sissili. Cette occupation humaine dans le bassin versant entraîne une mutation majeure des espaces naturels. Or la couverture végétale est le facteur qui conditionne le plus le processus de l'érosion hydrique [8 - 11]. Le bassin versant supérieur de la Sissili soumis à une forte pression anthropique devient vulnérable à l'érosion hydrique. Cette forte pression anthropique rend la zone d'étude très sensible à la dégradation avec une baisse de la fertilité des sols [12, 13]. L'érosion hydrique est l'une des principales sources de dégradation des terres et des problèmes de l'environnement surtout au Burkina Faso où se situe le bassin versant [12, 14, 15]. Le but de cette étude est d'analyser l'influence de l'occupation des terres sur l'érosion des sols dans le bassin versant supérieur de la Sissili.

2. Matériel et méthodes

2-1. Présentation de la zone d'étude

Le site d'application de cette étude est le bassin supérieur de la Sissili. Le bassin versant supérieur de la Sissili se situe au sud du Burkina Faso dans la région du centre Ouest. Il appartient au bassin versant de la Sissili et couvre une superficie d'environ 3232 km². La zone d'étude se trouve entre les latitudes 11° et 12° Nord et les longitudes 1°48' et 2°24' Ouest (**Figure 1**). Le bassin versant recouvre trois (03) classes de sols. Il s'agit de la classe des sols minéraux bruts composée des lithosols sur cuirasses et sur roches diverses. Cette classe couvre moins de 1 % de la zone. La deuxième classe représente plus de 94 % de la superficie

totale et concerne les sols à sesquioxydes de fer et manganèse. Elle occupe toutes les positions sur les glacis et sur certains reliefs résiduels et regroupe les sols ferrugineux tropicaux lessivés. La dernière classe représente la classe des sols peu humifères à pseudogley de surface qui occupe 5,50 % du bassin versant. Le climat du bassin versant est caractérisé par deux saisons dont une saison pluvieuse allant de mai à octobre. La pluviométrie moyenne annuelle varie de 1020 mm au sud à 750 mm d'eau au nord du bassin. Les altitudes varient entre 285 m et 378 m. Le dénivelé est de 93 m. Le relief est quasiment plat avec des pentes faibles. Plus de 93 % de la superficie totale du bassin versant ont des pentes situant entre 0 et 2 %. La zone est dominée par une végétation de type savane parc à *Vitellaria paradoxa*, suivie des savanes arborée et arbustive, et de la formation ripicole.

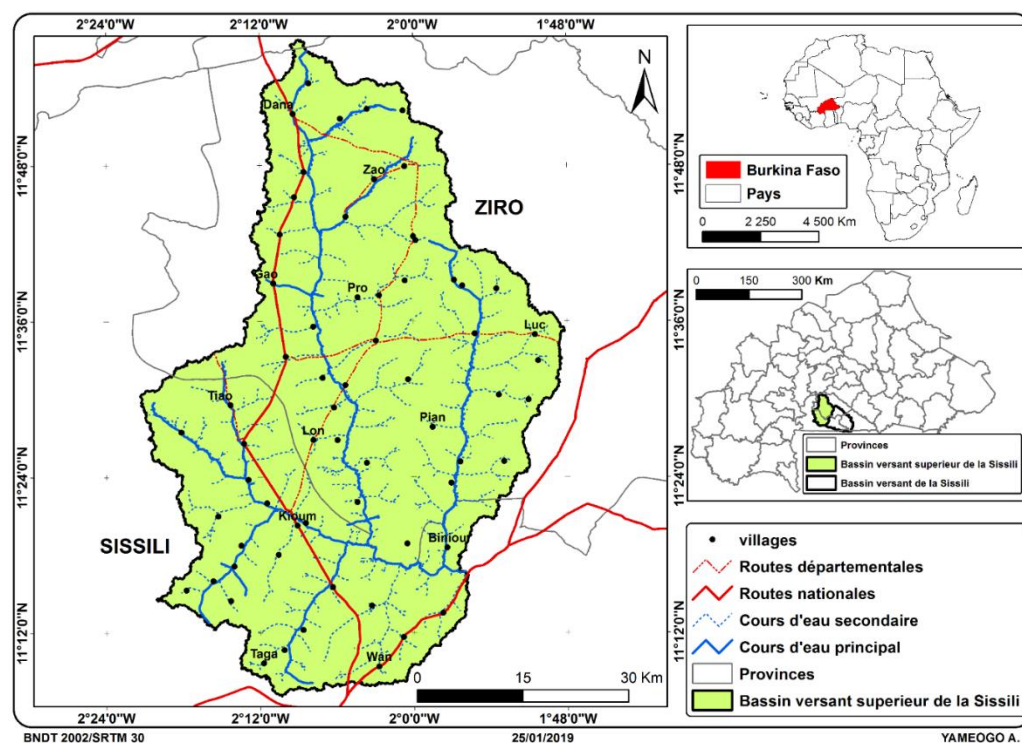


Figure 1 : Situation géographique du bassin versant supérieur de la Sissili

2-2. Évaluation des facteurs de RUSLE

La méthodologie utilisée est centrée sur l'analyse différentielle de la perte en terre des unités d'occupation des terres évaluées à partir de l'équation universelle de perte en sol RUSLE. L'équation universelle de perte en sol RUSLE a été utilisée dans cette étude pour la quantification des pertes en sol. Cette équation est la version révisée de USLE. USLE est la formule empirique de Wischmeier, WH. Smith, DD. [16]. RUSLE est le modèle le plus utilisé parmi les modèles de prévision de l'érosion hydrique [17]. Le modèle USLE est calibré pour tous les pays et les régions où le ruissellement est lié à la dégradation de la surface du sol [9] comme le bassin versant supérieur de la Sissili. Il s'agit d'un modèle empirique qui réunit plusieurs facteurs ayant une incidence sur la vitesse de l'érosion par l'eau comme la pluviométrie, les propriétés du sol, les caractéristiques du terrain, la protection du sol par la couverture végétale et les pratiques anthropiques [18] **Formule (1)**.

$$A = R * K * LS * C * P \tag{1}$$

A étant le taux annuel de perte en sol et s'exprime en t/ha/an ; *R* (MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ an⁻¹) le facteur de l'érosivité des pluies ; *K* (t ha h / ha MJ mm) l'érodibilité des sols ; *LS* facteur de l'inclinaison (*S*) et de la longueur de pente (*L*) ; *C* facteur de pratiques culturales ; *P* facteur d'aménagement anti-érosif.

2-2-1. Érosivité des pluies R

L'indice d'érosivité R caractérise le pouvoir érosif de l'intensité des pluies sur le sol [15]. [19] a suggéré une méthode de mesure du facteur R basée sur les précipitations annuelles en analysant les données pluviométriques sur 54 ans provenant de 253 stations météorologiques à travers le monde. Le facteur R est déterminé par **l'Équation (2)**.

$$R = 0,548257 * P - 59,9 \quad (2)$$

R est l'érosivité des pluies et P, la pluviométrie annuelle.

2-2-2. Érodibilité des sols K

L'érodibilité K détermine la vulnérabilité du sol face à l'érosion hydrique. Ce paramètre est mesuré par la **Formule (3)** [20].

$$K = ((2,1 * 10^{-4} * M^{1,14}) * (12 - A) + 3,25 * (B - 2) + 2,5 * (C - 3))/100 \quad (3)$$

K étant le facteur d'érodibilité, M le facteur granulométrique en % (2 à 100 microns) * % (100 à 2000 microns), A le % de matières organiques, B le code de la structure du sol (granulaire très fine : 1 ; granulaire fine : 2 ; granulaire moyenne et grossière : 3 ; en block ou massive : 4), C le code de la classe de perméabilité (rapide : 1 ; modéré à rapide : 2 ; modérée : 3 ; lente à modérée : 4 ; lente : 5 ; très lente : 6).

2-2-3. Facteur topographique LS

Dans cette étude, l'indice topographique (LS) est déterminé à partir du Modèle Numérique du Terrain (MNT). Il est calculé sur la base de l'algorithme d'écoulement multidirectionnel à l'aide de l'outil de calcul matriciel sur les SIG [21] **Formule (4)**.

$$LS = \left(\frac{\varepsilon}{22,1}\right)^m * \left(\frac{\sin(\theta * 0,01745)}{0,09}\right)^{1,4} \quad (4)$$

ε représente le produit entre l'accumulation du Flux (Flow accumulation) et la taille du pixel (Cell size). La taille du pixel ou la résolution dans cette étude est de 30 m. 22,1 est une longueur (m) uniforme pour éviter les incertitudes concernant l'influence de la longueur de la pente sur l'érosion [22]. La valeur de m est déterminée en fonction de la pente (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Variation de m en fonction de la pente

Pente (P) en %	P < 1	1 ≤ P < 3,5	3,5 ≤ P < 5	P ≥ 5
m	0,2	0,3	0,4	0,5

θ la pente exprimée en degré et 0,01745 est une constante pour passer de degré en radian.

2-2-4. Facteurs C et P

Le Facteur C met en exergue l'influence du couvert végétal et les techniques culturales sur les sols. « C varie de 1 sur sol nu, soit sa valeur maximale en termes d'efficacité des processus érosifs, à 1/1000^{ième} sous forêt, 1/100^{ième} sous prairies et plantes de couverture, 1 à 9/10^{ième} sous cultures sarclées » [23]. Le facteur P tient en compte des techniques de conservation du sol telle que les pratiques antiérosives. Le labour en courbe de niveau, le buttage, le billonnage en courbe de niveau, les cordons pierreux, les bandes enherbées, les haies

et le paillage sont des techniques culturales mises en œuvre en vue de diminuer le ruissellement et l'érosion. La valeur du facteur P est comprise entre 0 et 1. La valeur 1 représente les zones où les pratiques antiérosives sont absentes. La nomenclature utilisée pour l'occupation des terres est une adaptation de la nomenclature de la Base de Données d'Occupation des terres (BDOT) du Burkina Faso. Une classification supervisée au « maximum de vraisemblance » ou (Maximum Likelihood) a été utilisée.

2-3. Collecte et traitement de données

Les matériels utilisés pour ce travail est composée de données ancillaires, d'outils et de logiciels. Les données ancillaires sont composées des images Landsat (ETM+ et Oli) du 22 janvier et du 10 janvier 2018, d'une image SRTM GTOPO 30, de la Banque Nationale de Donnée Topographique (BNDT) du Burkina, de la cartographie des sols du Bureau National des Sols (BUNASOLS) du Burkina et des données climatiques de l'Agence Nationale de la Météorologie (ANAM). En termes d'outil, un GPS Garmin 62x a été utilisé pour la prise des coordonnées sur le terrain. Au niveau logiciel, ArcGIS10.8 a été utilisé comme logiciel de système d'information géographique et ENVI 5 comme logiciel de télédétection. La télédétection a été utilisée pour la cartographie de l'occupation des terres. Pour les informations relatives à la topographie, elles ont été dérivées d'images SRTM. La production des paramètres du modèle RUSLE comme la précipitation, les propriétés des sols, la topographie a été faite en utilisant les systèmes d'information géographique. L'équation elle-même provienne de la revue de lecture et les sorties comme les entrées de la méthode ont fait l'objet d'une vérification de terrain.

3. Résultats

3-1. Dynamique d'occupation des terres du bassin versant supérieur de la Sissili entre 2002 et 2018

Le traitement des images Landsat de 2002 et 2018 du bassin versant supérieur de la Sissili a donné la carte d'occupation des terres (*Figure 2*). Sept (07) unités d'occupation ont été déterminées à cet effet (*Tableau 2*).

Tableau 2 : *Matrice de transition de l'occupation des terres de 2002 à 2018 (en ha)*

Unité	Champs	Formation ripicole	Habitat	Plan d'eau	Savane arborée	Savane arbustive	Zone nue /érodée	Total 2018
Champs	71946,93	1800,92	598,87	23,40	43498,14	66557,16	2530,89	186956,32
Formation ripicole	78,30	650,37	10,80	2,34	1826,92	830,56	31,17	3430,46
Habitat	780,77	40,69	279,29	1,26	166,29	320,29	7,74	1596,32
Plan d'eau	39,51	11,95	6,66	47,52	136,59	68,02	4,34	314,59
Savane arborée	6811,71	1757,92	131,29	1,71	18219,22	18379,22	707,17	46008,25
Savane arbustive	4812,79	2461,89	262,79	1,17	27788,81	42228,20	1768,92	79324,59
Zone nue /érodée	213,39	367,18	1,71	0,00	1511,94	3012,87	476,38	5583,47
Total 2002	84683,40	7090,94	1291,41	77,40	93147,93	131396,31	5526,61	323214,00

3-1-1. Occupation des terres en 2002

La savane arbustive est l'unité dominante en 2002 et couvre 40,65 % de la superficie totale. La savane arborée et les champs sont les deuxièmes unités les plus représentées avec respectivement 28,82 % et 26,20 % de la zone d'étude. Quant à la formation ripicole, elle couvre 2,19 % du bassin versant, suivis des zones nues ou érodées (1,71 %), de l'habitat (0,40 %) et en fin les plans d'eau (0,02 %).

3-1-2. Occupation des terres en 2018

Les champs représentent en 2018 plus de la moitié du bassin versant, soit 57,84 %. La savane arbustive et la savane arborée occupent respectivement 24,54 % et 14,23 % de la superficie totale de l'espace d'étude. Le reste de la zone est couvert par les zones nues ou érodées (1,73 %), la formation ripicole (1,06 %), l'habitat (0,49 %) et les plans d'eau (0,10 %).

3-1-3. Évolution des unités d'occupation des terres entre 2002 et 2018

La matrice de transition met en exergue les changements intervenus entre la période 2002 et 2018. Les différents chiffres en diagonal de ce tableau croisé indique la superficie des unités qui sont restés stables pendant cette période. 71 946,93 ha des champs, 47,52 ha des plans d'eau, 650,37 ha de la formation ripicole, 279,29 ha de l'habitat, 18 219,22 ha de la savane arborée, 42 228,28 ha de la savane arbustive et 476,38 ha des sols nus n'ont subi aucune transformation. Cependant, entre 2002 et 2018, 1 800,92 ha de la formation ripicole, 43 498,14 ha de la savane arborée et 66 557,16 ha de la savane arbustive ont été transformées en champs. Aussi, 78,30 ha des champs, 1 826,92 ha de la savane arborée et 830,56 ha de la savane arbustive ont-elles régressé au profit de la formation ripicole, et 6 811,71 ha des champs, 18 379,22 ha de savane arbustive et 1 757,92 ha de la formation ripicole pour la savane arborée. La savane arbustive a progressé au détriment de 4 812,79 ha des champs, 2 461,89 ha de la formation ripicole et 27 788,81 ha de la savane arborée. Les surfaces des unités d'occupation ayant connu une progression entre 2002 et 2018 sont les champs, l'habitat, les plans d'eau et les zones nues ou érodées avec dans l'ordre de 31,64 %, 0,09 %, 0,07 % et 0,02 % de la superficie totale du bassin versant. Les formations végétales telles que la savane arbustive (-16,11 %), la savane arborée (-14,58 %) et la formation ripicole (-1,13 %) ont vu leur superficie régressée.

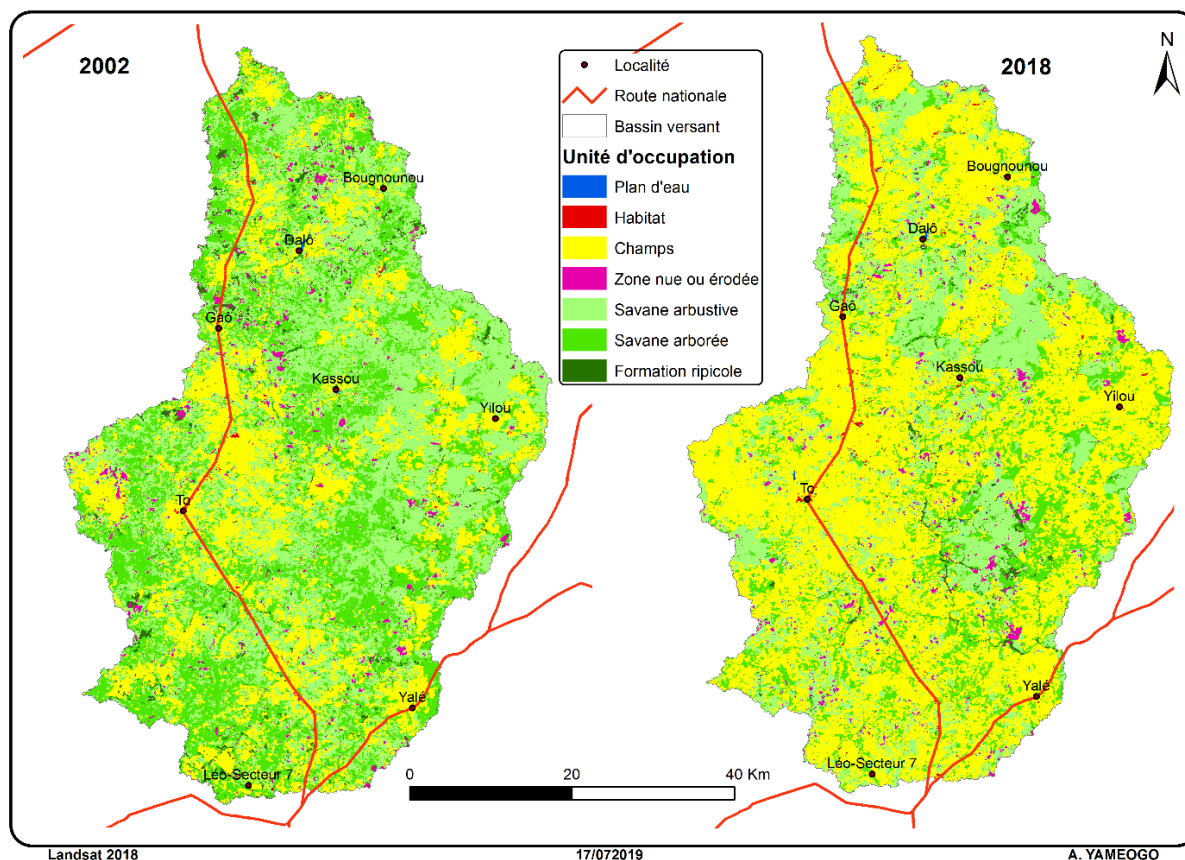


Figure 2 : Dynamique d'occupation des terres entre 2002 et 2018

3-2. Perte en sol du bassin versant supérieur de la Sissili en 2018

La superposition des facteurs d'érosion de RUSLE a donné la carte de l'érosion hydrique par ruissellement en nappe du bassin versant supérieur de la Sissili (**Figure 3**). Cinq classes d'érosion ont été déterminées dans la zone d'étude. Il s'agit du niveau faible (0-1 t/ha/an), moyen (1-5 t/ha/an), assez fort (5-10 t/ha/an), fort (10-20 t/ha/an) et très fort (≥ 20 t/ha/an). Le taux moyen d'érosion en 2018 est de 1,22 t/ha/an avec une perte totale en sol de 392 379,82 t/an. Les classes faible et moyen sont les plus représentées avec 61,22 % et 35,30 % du bassin versant. Le niveau assez fort couvre 2,76 % de la superficie totale contre respectivement 0,62 % et 0,11 % pour les niveaux fort et très fort.

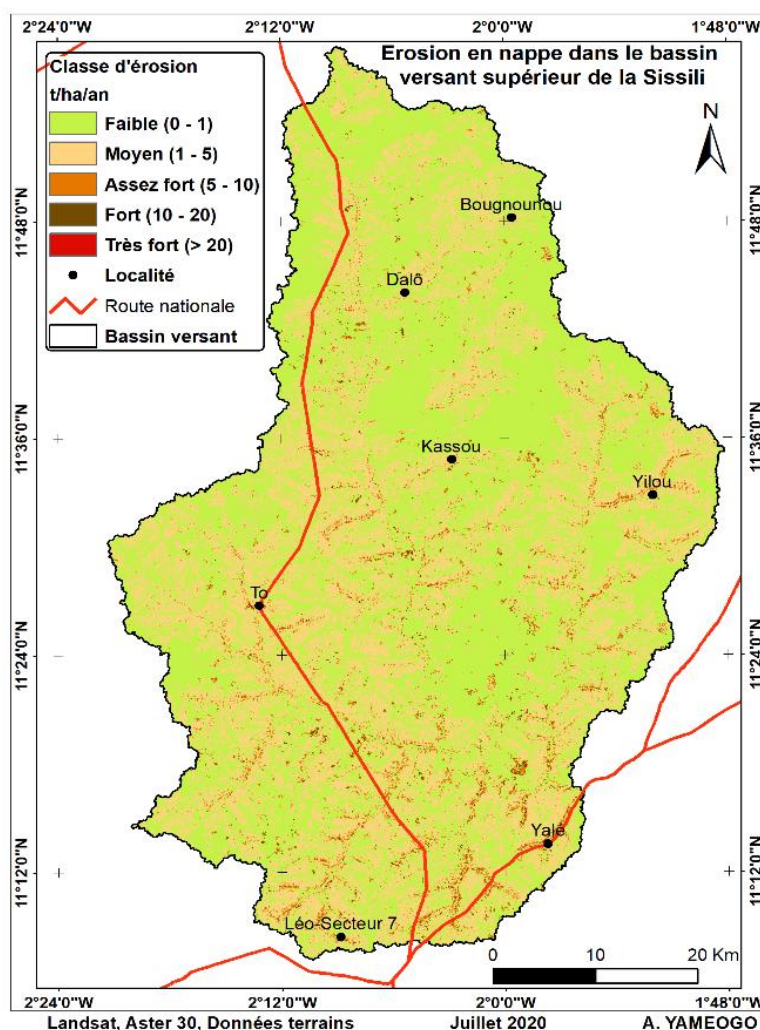


Figure 3 : État de l'érosion en nappe en 2018

3-2-1. Perte en sol en fonction des unités d'occupation et d'utilisation des terres en 2018

La superposition de la carte d'érosion et celle d'occupation des terres sous les SIG a permis de caractériser le taux d'érosion dans chaque unité d'occupation. Les pertes en sol ou le taux d'érosion diffèrent d'une zone à une autre selon l'influence des différents facteurs qui contrôlent l'érosion dans le bassin versant supérieur de la Sissili. Ces pertes en sol dépendent des types d'utilisation et d'occupation des terres de la zone d'étude (**Figure 4**).

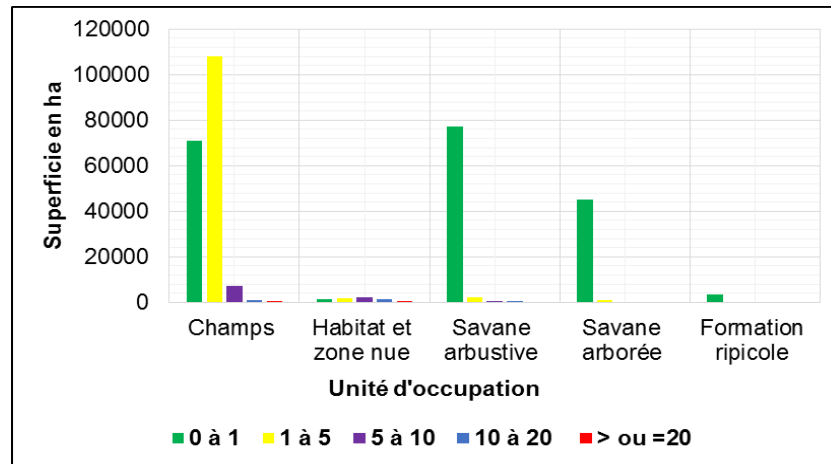


Figure 4 : Répartition des classes d'érosion en fonction des unités d'occupation en 2018

Les taux d'érosion compris entre 1 et 5 t/ha/an occupent plus de la moitié (57,81 %) des zones de culture avec 108079,45 ha. Au niveau des zones d'habitation et des zones nues, la classe d'érosion 5 à 10 t/ha/an est la plus représentée. Sa superficie est de 2352,61 ha. Quant aux différentes formations végétales, c'est la classe d'érosion 0 à 1 t/ha/an qui est largement majoritaire. Elle représente 97,40 % (77262,15 ha) de la savane arbustive, 97,81 % (45000,67 ha) de celle arborée et 100 % de la formation ripicole.

3-2-2. Taux d'érosion en fonction des unités d'occupation en 2018

Le taux moyen d'érosion par t/ha/an diffère d'une unité d'occupation à une autre dans l'espace d'étude (**Figure 5**). La moyenne générale du taux d'érosion observée dans le bassin versant supérieur de la Sissili est de 1,22 t/ha/an. L'occupation humaine enregistre les plus forts taux d'érosion. Le taux varie de 6,75 t/ha/an au niveau des zones d'habitation et des zones dénudées, à 1,66 t/ha/an dans les zones de culture. Les formations forestières possèdent les faibles taux d'érosion avec 0,28 t/ha/an dans la savane arbustive, 0,23 t/ha/an dans la savane arborée et 0,06 t/ha/an au niveau de la formation ripicole.

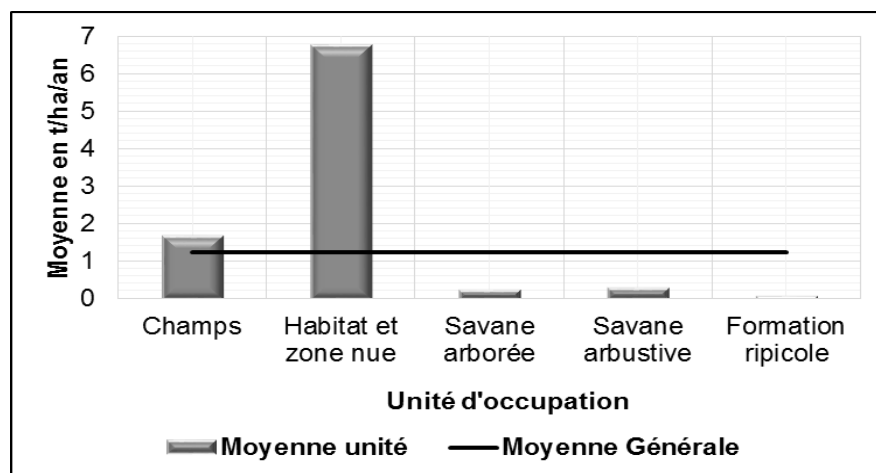


Figure 5 : Variation du taux moyen d'érosion en fonction de l'occupation des terres

3-2-3. Perte en sol dans les zones de culture en 2018

Dans cette unité, la classe d'érosion la plus fréquente est 1 à 5 t/ha/an avec une aire de 108096,62 ha, soit 57,82 % de la superficie totale de l'unité (**Figure 6**). Le taux moyen d'érosion de cette classe est de

2,10 t/ha/an et une perte en sol de 227170,93 t/an, soit 73,08 % des pertes totales de l'unité et 57,83 % de celles du bassin versant. La classe 0 à 1 t/ha/an est la seconde la plus vaste avec une couverture de 70923,88 ha et une perte moyenne de 0,35 t/ha/an. Sa perte en sol représente 8,10 % des pertes dans les champs et 6,41 % dans le bassin versant. Le taux moyen de perte en sol de la classe 5 à 10 t/ha/an est de 6,57 t/ha/an avec une perte totale de 45928,23 t/an soit 14,77 % (11,69 % du bassin versant) sur une surface de 6982,26 ha. Les classes 10 à 20 t/ha/an et ≥ 20 t/ha/an s'étalent sur 917,24 ha et 44,30 ha, et couvrent respectivement 3,71 % et 0,34 % des pertes dans les zones de cultures.

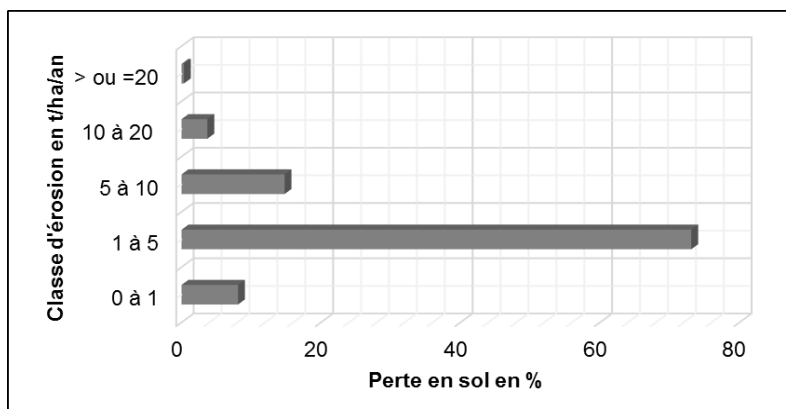


Figure 6 : Perte en sol des zones de culture en fonction des classes d'érosion

3-2-4. Perte en sol dans les zones d'habitation et nue en 2018

Toutes les classes d'érosion sont présentes dans les zones d'habitation et les zones dénudées (Figure 7).

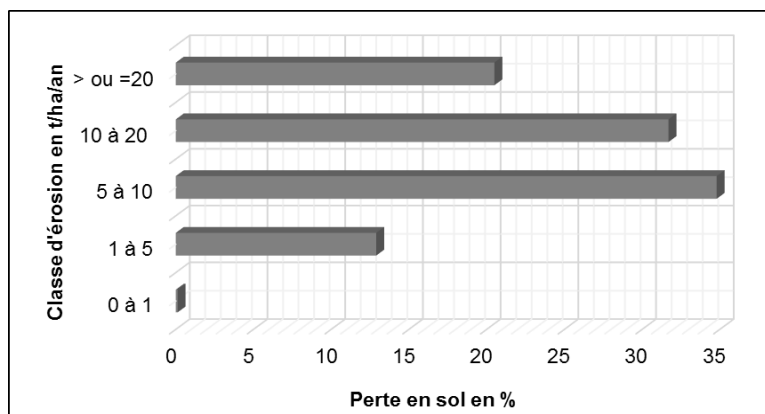


Figure 7 : Perte en sol des zones d'habitation et nue en fonction des classes d'érosion

La classe d'érosion la plus répandue est celle 5 à 10 t/ha/an avec une superficie de 2352,61 ha. Son taux moyen d'érosion est de 7,17 t/ha/an. Les pertes enregistrées est de 16885,31 t/an (4,30 % des pertes en sol du bassin versant) sur une perte totale de 48527,33 t/an. La seconde classe la plus vaste est 1 à 5 t/ha/an. Elle couvre une superficie de 1855,12 ha avec un taux moyen d'érosion de 3,37 t/ha/an. La perte totale est 6257,69 t/an et représente 12,90 % des pertes de cette zone. La classe 10 à 20 t/ha/an a une perte de 15380,71 t/an sur une surface de 1149,23 ha. Cette perte couvre 31,69 % des pertes totales de la zone avec un taux de 13,37 t/ha/an. La classe 0 à 1 t/ha/an occupe 1513,30 ha et totalise une perte en sol de 57,58 t/an avec un taux moyen de 0,04 t/ha/an. La dernière classe (≥ 20 t/ha/an) a une aire de 309,83 ha et contribue à 20,50 % des pertes de l'unité et 2,53 % des pertes de la zone d'étude. Le taux moyen d'érosion dans cette classe est le plus élevé de toutes les unités. Il est de 32,06 t/ha/an.

3-2-5. Perte en sol dans la savane arborée en 2018

La **Figure 8** montre deux classes d'érosion dans la savane arborée en 2018. Sur une superficie de 45001,17 ha, la classe 0 à 1 t/ha/an a un taux moyen de 0,21 t/ha/an. Sa perte en sol représente 86,93 % (9304,31 t/an) de l'unité et 2,37 % de la zone d'étude. La classe 1 à 5 t/ha/an avec un taux de 1,38 t/ha/an couvre une surface de 1009,04 ha soit 2,19 % de la savane arborée. La perte en sol enregistrée est de 1398,76 t/an soit 13,07 %.

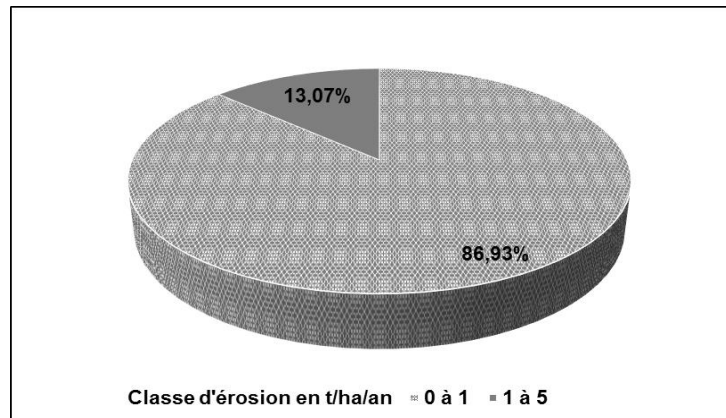


Figure 8 : Perte en sol de la savane arborée en fonction des classes d'érosion

3-2-6. Perte en sol dans la savane arbustive en 2018

On distingue quatre classes d'érosion dans la savane arbustive : les classes 0 à 1 t/ha/an, 1 à 5 t/ha/an, 5 à 10 t/ha/an et 10 à 20 t/ha/an (**Figure 9**).

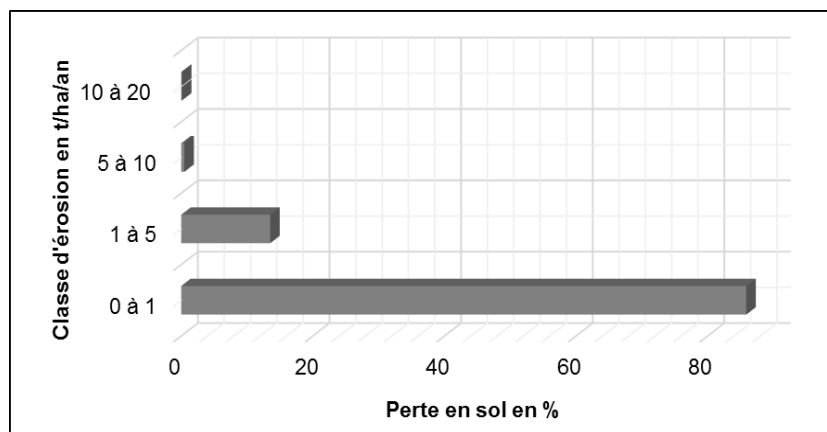


Figure 9 : Perte en sol de la savane arbustive en fonction des classes d'érosion

La classe 0 à 1 t/ha/an est la plus vaste avec une superficie de 77263,40 ha et un taux d'érosion de 0,25 t/ha/an. La perte en sol sur cette classe est de 19350,06 t/an, soient 85,87 % des pertes de l'unité et 4,93 % du bassin versant. La classe 1 à 5 t/ha/an est la seconde classe la plus représentée avec une surface de 2045,38 ha. Son taux moyen d'érosion est de 1,49 t/ha/an et une perte en sol de 3049,20 t/an, soit 13,53 % des pertes de la savane arbustive. Les classes 5 à 10 t/ha/an et 10 à 20 t/ha/an couvrent une superficie de 17,12 ha et 2,07 ha, avec respectivement des taux moyens de 6,37 t/ha/an et 12,28 t/ha/an. Les pertes en sol sont de 109,20 t/an et 25,47 t/an.

3-2-7. Perte en sol dans la formation ripicole en 2018

Dans la formation ripicole, une seule classe d'érosion a été déterminée dont celle 0 à 1 t/ha/an. La moyenne des pertes en sol de cette formation végétale est la plus faible de toutes les autres unités. Elle est de 0,06 t/ha/an sur une superficie de 3430,61 ha, soit une perte totale de 209,50 t/an. Cette perte représente 0,05 % des pertes du bassin versant.

4. Discussion

Les facteurs de changements d'occupation et d'usage des sols ont des répercussions sur l'environnement. La dynamique d'occupation et d'utilisation des terres est due à la forte demande en terres cultivables et des pratiques agricoles surtout dans des conditions climatiques assez contrastées [24, 25]. L'extension des aires de culture, les techniques culturales et aussi l'urbanisation ont modifié profondément l'organisation du paysage du bassin versant. Les défriches sont parfois suivies de brûlis, entraînant une destruction du couvert végétal et de l'habitat faunique (*Photo 1*). Les zones de culture sont passées de 26,20 % de la superficie totale du bassin versant en 2002 à 57,84 % en 2018. L'évolution progressive de cette unité s'est faite au détriment des formations végétales qui ont régressé de 71,67 % à 39,84 % entre 2002 et 2018. L'utilisation des produits chimiques dans les champs, dans l'objectif de lutter contre les mauvaises herbes, aggrave l'état de dégradation des sols [26] (*Photo 2*). On observe ainsi une forte pression anthropique sur les ressources naturelles. Cette pression augmente le risque de l'érosion hydrique de la zone d'étude. Les sols sous les formations végétales résistent plus à l'érosion hydrique que les sols sous culture et les sols nus. Les zones d'habitation et les zones dénudées enregistrent le taux le plus élevé avec 6,75 t/ha/an, suivies des zones de culture (1,66 t/ha/an). Les faibles taux d'érosion se rencontrent dans la savane arbustive (0,28 t/ha/an), la savane arborée (0,23 t/ha/an) et dans la formation ripicole (0,06 t/ha/an).

L'érosion hydrique est un phénomène naturel inévitable qui devient un sérieux problème environnemental et économique quand il est accéléré par les activités humaines [7, 27, 28]. L'extension des défrichements pour les cultures et l'intensification du pâturage résulte de l'augmentation des besoins vitaux et sociaux de la population. Ces besoins vitaux et sociaux ont déclenché par conséquent « l'érosion accélérée » ($E = 10$ à 700 t/ha/an) et le ruissellement exacerbé (il passe de 1% sous végétation naturelle, à 25 % sous cultures sarclées et peut dépasser 75 % lors des plus fortes averses) [39]. L'érosion hydrique constitue une composante à forte variation temporelle et est grandement influencée par la couverture du sol [8 - 11]. Cette dernière est le facteur conditionnel le plus important dans le processus de l'érosion hydrique. Si le couvert végétal est continu, l'érosion et le ruissellement deviennent médiocres quels que soient l'agressivité climatique, la pente et le sol [30]. L'érosion sur les terres cultivées est 10 fois supérieure à celle qui se produit sur les pâturages et 100 fois supérieure au niveau de la forêt. Une diminution de 30% de la forêt multiplie l'érosion par 5 [17, 31]. « Le port arborescent, le feuillage forestier et la litière organique atténuent l'énergie de gouttes de pluies, favorisent l'infiltration de l'eau et ralentissent le ruissellement, quelle que soit la pente à la surface du sol » [32]. Les racines des plantes stabilisent les sols en les rendant perméables, favorisent l'aération du sous-sol et contribuent à la formation des sols. « Les dynamiques paysagères actuelles (anthropisation) transforment rapidement les milieux et contribuent à amplifier les processus d'érosion » [8].



Photo 1 : Défrichement d'un site

Cliché : YAMEOGO A. (Juillet 2019)

Cette (*Photo 1*) illustre la pression anthropique sur le couvert végétal. Ce qui contribue à augmenter le niveau de risque d'érosion dans le bassin versant supérieur de la Sissili.



Photo 2 : Utilisation des herbicides dans les zones de culture

Cliché : YAMEOGO A. (Juillet et Août 2019)

Ces pratiques détruisent l'habitat de la faune et tuent les ingénieurs du sol. Ce qui diminue le taux de la matière organique dans le sol.

5. Conclusion

Cette étude montre que le bassin versant supérieur de la Sissili est largement dominée par une occupation humaine et l'importance de l'érosion hydrique dépend du type d'occupation des terres. En effet, les champs détiennent la plus grande proportion des pertes en sol en 2018 avec 79,13 % (310861,63 t/an) des pertes totales (392835,46 t/an) sur 57,90 % de la superficie totale du bassin versant. Les pertes en sol dans les zones d'habitation et les zones dénudées représentent 12,35 % des pertes totales sur 2,22 % de la zone d'étude. Les zones forestières enregistrent les plus faibles taux d'érosion avec 5,74 % des pertes totales. On enregistre dans la savane arbustive (24,57 % du bassin versant), 2,72 % dans la savane arborée (14,25 % du bassin versant) et 0,05 % dans la formation ripicole (1,06 %). La couverture végétale est donc un facteur primordial dans la protection des sols contre l'érosion hydrique.

Références

- [1] - INSD, "Recensement général de la population et de l'habitation de 2006 (RGPH-2006) : Monographie de la région du centre ouest," Ouagadougou, (2009) 179 p.
- [2] - M. YELKOUNI, "Gestion d'une ressource naturelle et action collective : le cas de la forêt de Tiogo au Burkina Faso", Thèse unique, Université d'Auvergne, Clermont-Ferrand I, (2004) 249 p.
- [3] - A. NDIAYE and P. NDIAYE, "changement climatique, dégradation environnementale et quête d'utilisation des ressources naturelles : miracle ou mirage ?", Première édition, n°21, Département de Connaissances et de l'Apprentissage, Harare (Zimbabwe), (2013) 50 p., https://media.africportal.org/documents/Occasional_Paper_21.pdf
- [4] - Ministère des Affaires Etrangères et Européennes (MAEE), "L'action extérieure de la France contre la dégradation des terres et la désertification", Direction générale de la mondialisation, du développement et des partenariats, République française, (2011) 12 p.
- [5] - D. SANOU, "quelques problèmes de dynamique actuelle : l'érosion des sols dans la région de Bobo-Dioulasso (Burkina-Faso)", Thèse de doctorat de troisième cycle, Université Louis Pasteur, Strasbourg, (1984) 258 p.
- [6] - L. KHALI ISSA, K. BEN, H. LECH-HAB, A. RAISSOUNI and A. EL ARRIM, "Cartographie Quantitative du Risque d'Erosion des Sols par Approche SIG/USLE au Niveau du Bassin Versant Kalaya (Maroc Nord Occidental) Quantitative Mapping of Soil Erosion Risk Using GIS/USLE Approach at the Kalaya Watershed (North Western Morocco)," *J. Mater. Environ. Sci.*, 7 (8) (2016) 2778 - 2795. https://www.jmaterenvironsci.com/Document/vol7/vol7_N8/291-JMES-2151-Khali-Issa.pdf (03 Décembre 2018)
- [7] - M. MELIHO, A. KHATTABI, N. MHAMMDI and Z. HONGMING, "Cartographie Des Risques De L'érosion Hydrique Par L'équation Universelle Révisée Des Pertes En Sols, La Teledetection Et Les Sig Dans Le Bassin Versant De L'ourika (Haut Atlas, Maroc)," *Eur. Sci. J.*, 26 (32) (2016) 69 - 79, doi: 10.19044/esj.2016.v12n32p277
- [8] - E. PAYET, "Etude des dynamiques de dégradation des sols, à l'échelle des bassins versants côtiers de l'océan Indien," Thèse unique, Université de la Réunion, Département d'outre-mer de La Réunion, (2015) 315 p.
- [9] - E. ROOSE, Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES), Bull. Pédo., FAO, Rome, N°70 (1994) 1 - 420 <http://www.fao.org/docrep/T1765F/t1765f00.htm#Contents>
- [10] - A. GOPAL, Comportement de l'interface dans un géosystème insulaire tropical, édition Beaumont-L. Sainte-Marie, Réunion, (1984) 1 - 256
- [11] - J. E. ROOSE, "Adaptation des méthodes de conservation des sols aux conditions écologiques et socio-économiques de l'Afrique de l'ouest", *Agronomie Tropicale*, XXXII (2) (1977) 132 - 140
- [12] - B. OUEDRAOGO, O. KABORE, and M. KABORE, "Cartographie quantitative de l'érosion des sols par approche SIG/RUSLE dans la Commune de Karangasso vigué (Burkina Faso)," *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 13 (3) (2019) 1638 - 1653
- [13] - A. EL JAZOULI, A. BARAKAT, R. KHELLOUK, J. RAIS and M. EL BAGHDADI, "Remote Sensing Applications : Society and Environment Remote sensing and GIS techniques for prediction of land use land cover change e ff ects on soil erosion in the high basin of the Oum Er Rbia River," *Remote Sens. Appl. Soc. Environ.*, Vol. 13, (2019) 361 - 374, doi: 10.1016/j.rsase.2018.12.004
- [14] - J. AVAKOUDJO, A. KOUÉLO, V. KINDOMIHOU, K. AMBOUTA and B. SINSIN, "Effet de l'érosion hydrique sur les caractéristiques physicochimiques du sol des zones d'érosion (dongas) dans la Commune de Karimama au Bénin," *Agron. Africaine*, 27 (2) (2015) 127 - 143
- [15] - E. H. DRISS and A. BRAHIM, "Quantification De L'érosion Hydrique En Utilisant Le Modèle Rusle Et Déposition Intégrée Dans Un Sig . Cas Du Bassin Versant De L'oued Isly (Maroc Oriental)", *Eur. Sci. J.*, 14 (5) (2018) 1857 - 7881, doi: 10.19044/esj.2018.v14n5p373

- [16] - W. WISCHMEIER and D. SMITH, "Predicting Rainfall Erosion losses", Agriculture Handbook n°57, US Department of Agriculture, Washington DC, (1978) 58 p.
- [17] - M. M. BAHARI IBRAHIM, "Dynamique hydrogéomorphologique actuelle du kori Mountséka", Thèse unique, Université ABDOU MOUMOUNI, Niamey, (2013) 228 p.
- [18] - A. MARKHI, N.-E. LAFTOUHI, A. SOULAIMANI and F. FNIGUIRE, "Quantification Et Evaluation De L'Erosion Modèle Rusle Et Déposition Intégrés Dans Un Sig. Application Dans Le Bassin Versant N'Fis Dans Le (Maroc)," *Eur. Sci. J.*, 11 (29) (2015) 340 - 356
- [19] - T. H. NGUYEN, "Identify the factors effect to soil erosion and fore cast soil erosion on slope land Vietnam", Ph.D. Dissertation, Water Resources University of Vietnam, (1996)
- [20] - W. H. WISCHMEIER, C. B. JOHNSON and B. V. CROSS, "A soil erodibility Nomograph for farmland and construction sites," *J. Soil Water Conserv.*, 26 (5) (1971) 189 - 192
- [21] - T. G. FREEMANN, "Calculating catchment area with divergent flow based on a regular grid," *Comput. Geosci.*, Vol. 17, (1991) 413 - 422
- [22] - E. ROOSE, "Erosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest, vingt années de mesures en petites parcelles expérimentales", Travaux et documents de l'O.R.S.T.O.M n°78, Paris, (1977) 107 p.
- [23] - E. PAYET, P. DUMAS and G. PENNOBER, "Modelisation de l'érosion hydrique des sols sur un bassin versant du Sud-Ouest de Madagascar, le Fiherenana," *Vertigo - la Rev. électronique en Sci. l'environnement*, 11 (3) (2011) 25 p., [Online]. Available : <http://journals.openedition.org/vertigo/12591>
- [24] - R. N. GANSAONRE, "Dynamique du couvert végétal et implications socio -environnementales à la périphérie du parc W/Burkina Faso," *Vertigo - la Rev. électronique en Sci. l'Environ.*, 18 (1) (2018) [Online]. Available: <https://journals.openedition.org/vertigo/20249>
- [25] - K. ADJONOU *et al.*, "Suivi satellitaire de la dynamique spatio-temporelle de l'occupation des terres dans la réserve de biosphère transfrontière du Mono entre le Togo et le Bénin de 1986 à 2015," in *OSFACO 2019*, (2019) 1 - 25
- [26] - O. KABORE, "Dynamique de l'utilisation des terres dans bassin versant de la Kompienga (Burkina Faso)", Thèse unique, Université de Ouagadougou, Ouagadougou, (2013) 281 p.
- [27] - R. LAL, "Soil erosion impact on agronomic productivity and environment quality," *Crit. Rev. Plant Sci.*, Vol. 17, (1998) 319 - 464
- [28] - T. DEL MAR LÓPEZ, T. MITCHEL AIDE and F. N. SCATENA, "The effect of land use on soil erosion in the Guadiana watershed in Puerto Rico," *Caribb. J. Sci.*, Vol. 34, (1998) 298 - 307
- [29] - E. ROOSE, "Evolution historique des stratégies de lutte antiérosive. Vers la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols : (GCES)," *Bull. Réseau-Erosion*, 1 (19) (1999) 11 - 25
- [30] - E. J. ROOSE, "Application de l'équation de prévision de l'érosion de Wischmeier et Smith en Afrique de l'Ouest," in *communication au colloque sur la conservation et aménagement du sol dans les tropiques humides, Adiopodoumé*, (1975) 1 - 27, https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers11-05/08469.pdf
- [31] - A. BATTI and C. DEPRAETERE, "Panorama des méthodes d'analyse de l'érosion dans un contexte insulaire", CRISP, IRD, Nouvelle-Calédonie, (2007) 28 p. [Online]. Available : <https://spccfpstore1.blob.core.windows.net/digitallibrary-docs/files/21/21fffaef5b9046b9154c4cd5953d6b16.pdf?sv=2015-12-11&sr=b&sig=6oBclWqOY4tOmYTagm6aMiT%2Bz2g08NRtC4tV%2B%2BDzZ81%3D&se=2021-01-02T12:27:10Z&sp=r&rsc=public%2C max-age%3D864000%2C max-st>
- [32] - M. CAMPY, J.-J. MACAIRE and C. GROSOBOIS, Géologie de la surface: érosion, transfert et stockage dans les environnements continentaux, Editions Dunod, 3e édition, Paris, (2013) 451 p.