



Modélisation Territoriale des Types de Labour dans le Bassin Versant d’Affon-Donga au Bénin

Gbadamassi Fousséni, Master

Laboratoire de Géosciences de l’Environnement et de Cartographie (LaGECa), Université de Parakou, Bénin

Dr. Ouorou Barre F. Imorou

Laboratoire d’Hydrologie et de Modélisation Environnementale (HydroModE-Lab), Université de Parakou, Bénin

Gbadamassi Massouhoudou, Doctorant

Laboratoire Société-Environnement (LaSEN), Université de Parakou, Bénin

Pr. Vodounou Jean Bosco

Laboratoire de Géosciences de l’Environnement et de Cartographie (LaGECa), Université de Parakou, Bénin

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n13p168](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n13p168)

Submitted: 11 December 2021

Accepted: 29 April 2022

Published: 30 April 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Gbadamassi F., Ouorou Barre F. I., Gbadamassi M. & Vodounou J. B. (2022). *Modélisation Territoriale des Types de Labour dans le Bassin Versant d’Affon-Donga au Bénin*. European Scientific Journal, ESJ, 18 (13), 168. <https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n13p168>

Résumé

L’élaboration d’une politique de gestion durable des terres agricoles par les décideurs s’avère d’une importance capitale pour les agriculteurs. La territorialisation de l’agriculture doit être vulgarisée suite à l’identification des terres aptes à l’agriculture durable. La présente étude vise à élaborer un modèle territorial des types de labour dans le bassin versant d’Affon-Donga (au Bénin) pour une pérennisation des terres en vue d’asseoir une agriculture durable. L’usage du modèle RUSLE a permis de localiser les secteurs exposés à l’érosion hydrique dans ledit bassin versant. La carte issue du modèle RUSLE, la carte d’épaisseur du sol et la carte d’occupation du sol ont été utilisées comme facteurs dans le modèle de superposition pondéré pour déterminer les zones aptes aux différents types de labour. Les résultats obtenus révèlent que 13,45 % de la superficie du bassin versant représente les sols relativement profonds où tout type de labour est possible ; 17,92 % du bassin versant correspond aux sols aptes au labour en billons perpendiculaires à la pente pour

éviter considérablement l'érosion hydrique ; 56,17 % du bassin versant représente les sols aptes au labour en planches perpendiculaires à la pente pour pratiquer les cultures maraîchères uniquement dans les bas-fonds et 12,45 % du bassin versant représente les sols qui ne sont pas destinés aux labours. Pourtant, la production des fourrages y est possible. Pour la pérennité des terres agricoles, le modèle de la territorialisation des types de labour permet aux décideurs d'orienter les agriculteurs sur les terres agricoles aptes.

Mots clés : Modélisation, type de labour, bassin versant, Affon-Donga, Bénin

Territorial Modeling of Types of Plowing in the Affon-Donga Watershed in Benin

Gbadamassi Fousséni, Master

Laboratoire de Géosciences de l'Environnement et de Cartographie
(LaGECa), Université de Parakou, Bénin

Dr. Ouorou Barre F. Imorou

Laboratoire d'Hydrologie et de Modélisation Environnementale
(HydroModE-Lab), Université de Parakou, Bénin

Gbadamassi Massouhoudou, Doctorant

Laboratoire Société-Environnement (LaSEN), Université de Parakou, Bénin

Pr. Vodounou Jean Bosco

Laboratoire de Géosciences de l'Environnement et de Cartographie
(LaGECa), Université de Parakou, Bénin

Abstract

The development of a policy for the sustainable management of agricultural land by decision-makers is of paramount importance to farmers. The territorialization of agriculture must be popularized following the identification of land suitable for sustainable agriculture. This study aims to develop a territorial model of the types of plowing in the Affon-Donga watershed (in Benin) for the sustainability of the land with a view to establishing sustainable agriculture. The use of the RUSLE model made it possible to locate areas exposed to water erosion. The map from the RUSLE model, the soil thickness map and the land cover map were used as factors in the weighted overlay model to determine the areas suitable for different types of tillage. The results obtained show that 13.45% of the area of the watershed represents relatively deep soils where any type of plowing is possible; 17.92% of the watershed corresponds to soils suitable for plowing in ridges perpendicular to the slope to considerably avoid water erosion; 56.17% of the watershed represents soils suitable for plowing in planks perpendicular to the

slope for cultivating market gardening only in lowlands and 12.45% of the watershed represents soils which are not intended for plowing. Nevertheless, the production of fodder is possible there. For the sustainability of agricultural land, the model of the territorialisation of types of plowing allows decision-makers to direct farmers to suitable agricultural land.

Keywords: Modeling, type of plowing, watershed, Affon-Donga, Benin

Introduction

Les terres agricoles de la planète de vie sont en danger. L'humanité dispose actuellement d'environ 30 millions de km² de terres arables pour se nourrir dans les conditions économiques du début de ce 21^{ème} siècle (Brabant, 2010). La demande des consommateurs des produits de qualité (Ngakiam, 2019) ainsi que le duo agriculture industrielle et trafic international sont les malédictions des agriculteurs eu égard aux difficultés des paysans et petits agriculteurs, qui connaissent des problèmes énormes tels que l'endettement, la production à perte, la flambée des prix de la terre, la difficulté d'installation, etc., provoqués par les grands producteurs, qui ont une très grande capacité de production à faible coût et qui sont ceux qui fixent les prix (Ouro-Koura, 2019). Ces petits agriculteurs se débattent à travers l'intensification de leurs productions en raccourcissant les périodes de jachère à l'intérieur de leur système traditionnel d'agriculture itinérante ; ce qui amenuise sévèrement la capacité naturelle des sols à se régénérer (Igué *et al.*, 2008).

Cependant, la production agricole est dépendante des caractéristiques des terres (Morelle et Lejeune, 2000) dans toutes les régions du globe. Le travail du sol motorisé améliore certes les rendements mais fragilise les sols (Soumaré et Havard, 2017). La dégradation continue des sols occasionnés par des systèmes d'exploitation, l'érosion, la baisse de la matière organique, l'épuisement des nutriments, etc., cause des dommages irrémediables à l'environnement (Igué *et al.*, 2008).

Les systèmes d'exploitation impropres adoptés localement, dont sont responsables les agriculteurs vivant en amont d'un bassin versant engendrent l'augmentation de la sédimentation en aval (FAO, 2002). Pour remédier à ces problèmes, dans les grandes cultures, où les parcelles sont très étendues, on utilise de plus en plus des dispositifs de navigation satellitaire, pour améliorer les travaux de labours, de traitements ou de récoltes (Bouchet, 2010). Ensuite, plusieurs propositions émergent telles que le semis sans labour ou labour réduit pour favoriser la « vie des sols » (Bonny, 2011) et soulager les paysans qui se plaignent de la "fatigue" de leurs sols parce qu'ils constatent que les rendements agricoles baissent considérablement malgré des investissements en temps de travail de plus en plus élevés (Igué *et al.*, 2008). Dès lors, les pratiques d'utilisation des terres sont nécessaires dans le processus

d'introduction de l'agriculture de conservation dans la gestion des terres agricoles (Diarisso *et al.*, 2012). Les meilleures techniques capables d'améliorer les rendements et de valoriser la production doivent être les axes d'orientations des projets d'intensification qui visent l'encadrement des exploitants (Akesbi, 2012).

Les changements de structures, de techniques et de modes d'utilisation des sols provoquent une spectaculaire détérioration physique, chimique et biologique des terres agricoles. Les pertes attribuées à la dégradation des sols dépassent 15 à 26 milliard de dollars canadiens par hectare de terre arable par année et représentent en moyenne 38 % du revenu agricole net du Canada (Wicherek et Laverdière, 1993). La dégradation des terres dans la zone sahélienne est due essentiellement à de mauvais modes de gestion, à l'insuffisance de terre, leur surexploitation, au non restitution des éléments du sol et aux sécheresses (Savado *et al.*, 2015). La destruction des agrégats du sol causé par le labour, dépend du type de l'outil de travail utilisé et de la profondeur de la couche du sol (Chibani *et al.*, 2018). La perte des terres dans un bassin versant par exemple, est due à l'extension des sols peu évolués de grande érodibilité, aux fortes pentes et à l'absence du couvert végétal dense (Ouallali *et al.*, 2017). Ainsi, une étude faite au Burkina Faso révèle que les systèmes de productions agricoles inadaptés donnent lieu à une augmentation de l'érosion hydrique et à une perte de terre estimée à 8,42 à 36,35 t/ha/an (Ouedraogo *et al.*, 2019). L'érosion hydrique des sols dans le bassin versant de Ben Ahmed au Maroc central montre que les taux d'érosion varient entre 4,3 t/ha et 12,3 t/ha pour une séquence de pluie de 60 mm/h sur 30 minutes (Aserar, 2019). Or, cent mille ans sont nécessaires pour qu'un seul mètre d'épaisseur de terre arable se forme à partir d'une roche en pays tempéré, mais 25 ans seulement (soit une génération humaine) peuvent suffire à éroder cette terre jusqu'au substrat rocheux (Brabant, 2010). C'est pour que la présente étude s'intéresse à élaboration d'un modèle territorial des types de labour dans le bassin versant d'Affon-Donga (au Bénin) pour une pérennisation des terres en vue d'asseoir une agriculture durable.

Matériels et méthodes

Milieu d'étude

Le bassin versant d'Affon-Donga (Figure 1) représente le sous bassin versant du plus grand bassin versant du Bénin où le fleuve Ouémé prend sa source dans les monts Tanekas (Moniod, 1973).

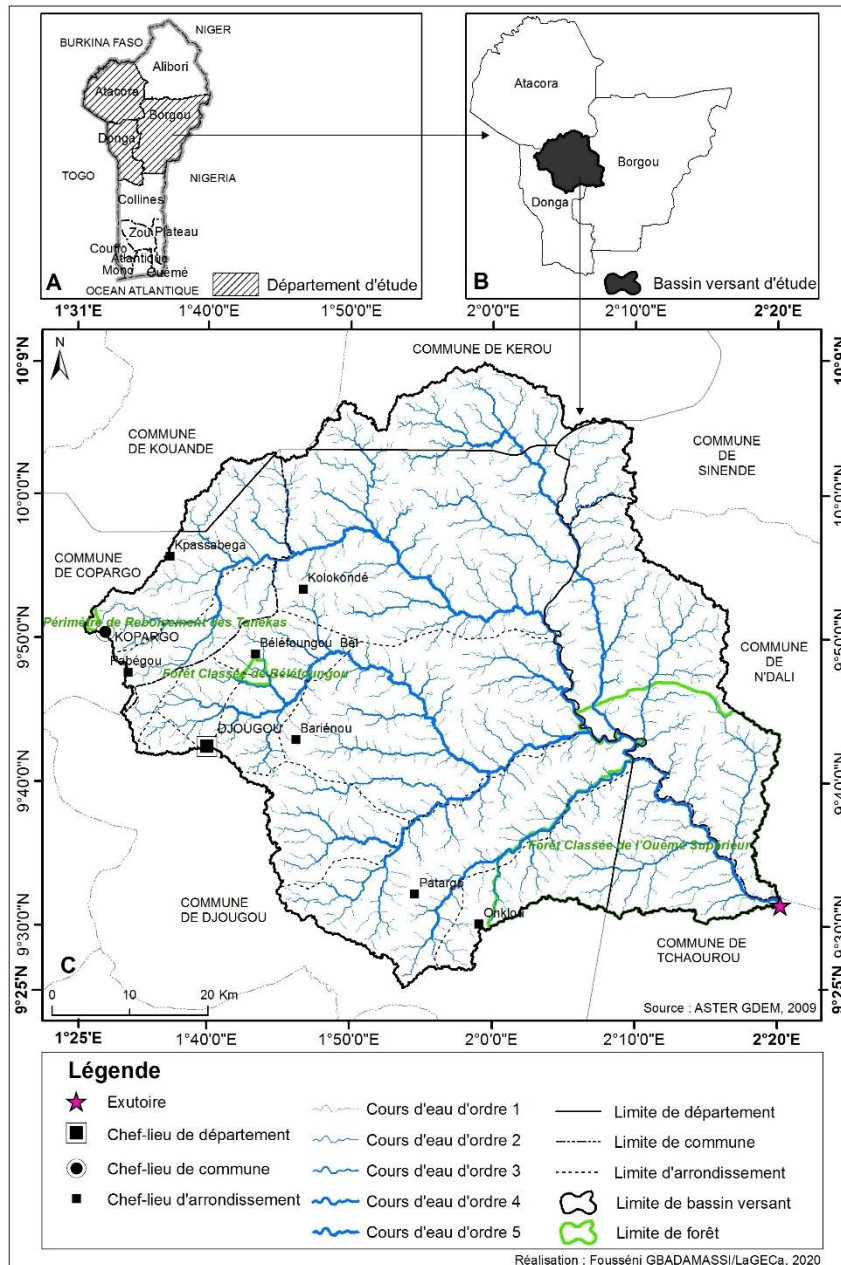


Figure 1 : Situation géographique du bassin versant d’Affon-Donga

La carte A de la figure 1 présente la localisation géographique des trois départements (Atacora, Donga et Borgou) qui partagent le bassin versant d’Affon-Donga sur la carte du Bénin. La carte B indique la localisation géographique du bassin versant sur les trois départements. D’après la carte C, le bassin versant d’Affon-Donga est localisé entre 01°31’ et 02°20’ longitudes

est puis entre 09°25' et 10°9' latitudes nord. Il couvre une superficie de 4388,14 km² avec un périmètre de 286,33 km. L'inclinaison générale du relief du bassin versant est orientée du nord-ouest au sud-est. L'écoulement des eaux y est également dans le même sens. On y rencontre les sommets de collines isolées. L'altitude maximale du relief est de 540 m et la minimale 240 m soit une dénivellation de 300 m d'altitude. L'indice global de pente du bassin versant est égal à 1,55 ; ce qui signifie que le relief est fort et par conséquent très érosif. La plupart des sols du bassin versant sont ferrallitiques moyennement désaturés puis s'ensuivent les sols ferrugineux tropicaux.

Méthodes

Données utilisées

Les données utilisées sont l'épaisseur du sol, l'image Landsat OLI, la carte de la perte en sol du bassin versant et les données d'enquête de terrain.

Travaux de terrain

Les données d'enquête de terrain ont été recueillies auprès de 162 chefs de ménage agricole échantillonnés sur une base de 13071 chefs de ménage de l'ensemble du bassin versant. L'échantillon a été calculé sur un moteur de calcul d'échantillon en ligne (SurveyMonkey : [surveymonkey.com](https://www.surveymonkey.com)). L'enquête a été menée dans les 7 arrondissements (Kpassabega, Pabégou, Kolokondé, Béléfougou, Bariénou, Patargo et Onklou) appartenant au bassin versant à l'aide des questionnaires d'enquête introduits dans ODK Collect installer sur smartphone.

Les travaux relatifs à l'observation directe des types d'érosions se sont limités à l'installation de six placettes circulaires de 100 m de rayon distribuées par maillages réguliers de 30 km d'écart (Figure 2) délimitées par ruban fluorescent.

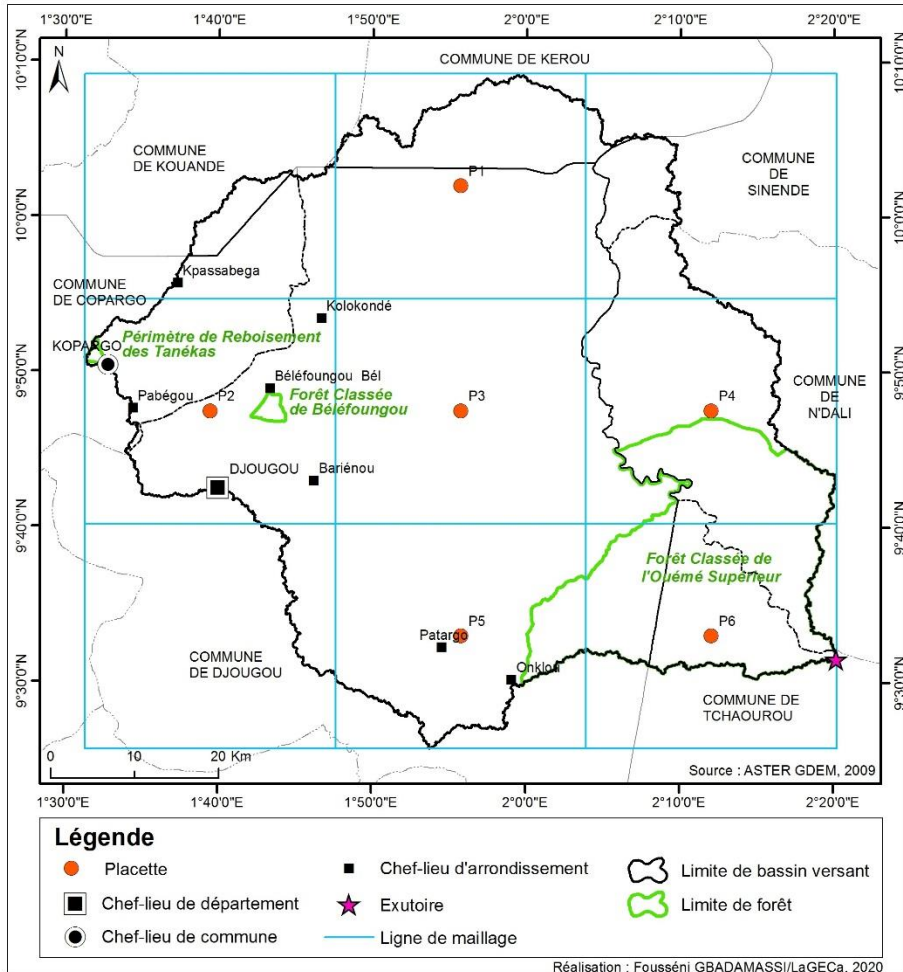


Figure 2 : Répartition spatiale des points d’observation directe

Le centre de chacune des placettes de la figure 5, représente le lieu de fouille de fosses pédologiques pour mesurer l’épaisseur des horizons du sol.

Traitement des données

➤ *Facteur occupation du sol*

L’interprétation visuelle par classification supervisée, à l’aide du logiciel MultiSpec, de l’image Landsat OLI (2019) du secteur d’étude a permis d’obtenir la carte d’occupation du sol. Sur cette carte, les agglomérations, le plan d’eau, les surfaces rocheuses ont été isolées.

➤ *Facteur épaisseur du sol*

Les mesures d’épaisseur du sol ont été liées à chaque point par les coordonnées géographiques. Les valeurs d’épaisseur des points ont été

interpolées par l’outil Kriging dans ArcGIS. Cette interpolation a permis d’obtenir une carte d’épaisseur du sol.

➤ **Facteur *RUSLE***

La formule empirique de Wischmeier et Smith (1978) permet d’estimer le taux de perte en sol USLE dont la version révisée est *RUSLE* (Revised Universal Soil Loss Equation) (Renard *et al.*, 1991). Elle est le modèle mathématique combiné avec les techniques de SIG, utilisé par plusieurs auteurs scientifiques (Modeste *et al.*, 2016 ; Driss & Brahim, 2018 ; Mazouzi *et al.*, 2021 & Youssef *et al.*, 2021) pour quantifier les pertes en sol. Elle se base sur 5 facteurs explicatifs de l’érosion hydrique dont l’équation est la suivante :

$$A(t/ha/an) = R * K * LS * C * P$$

- $A(t/ha/an)$: Perte en sol par unité de surface et par an ;
- R : Indice de pluie caractérisant l’agressivité climatique ;
- K : Facteur d’érodabilité du sol ;
- LS : Indice combinant l’effet de la longueur L de parcelle et de la pente S ;
- C : Indice des pratiques culturales ;
- P : Indice d’aménagement antiérosif.

➤ **Modélisation dans ModelBulder d’ArcGIS**

Le modèle des types de labour regroupe le risque érosif du sol, l’épaisseur du sol et l’occupation du sol (figure 3).

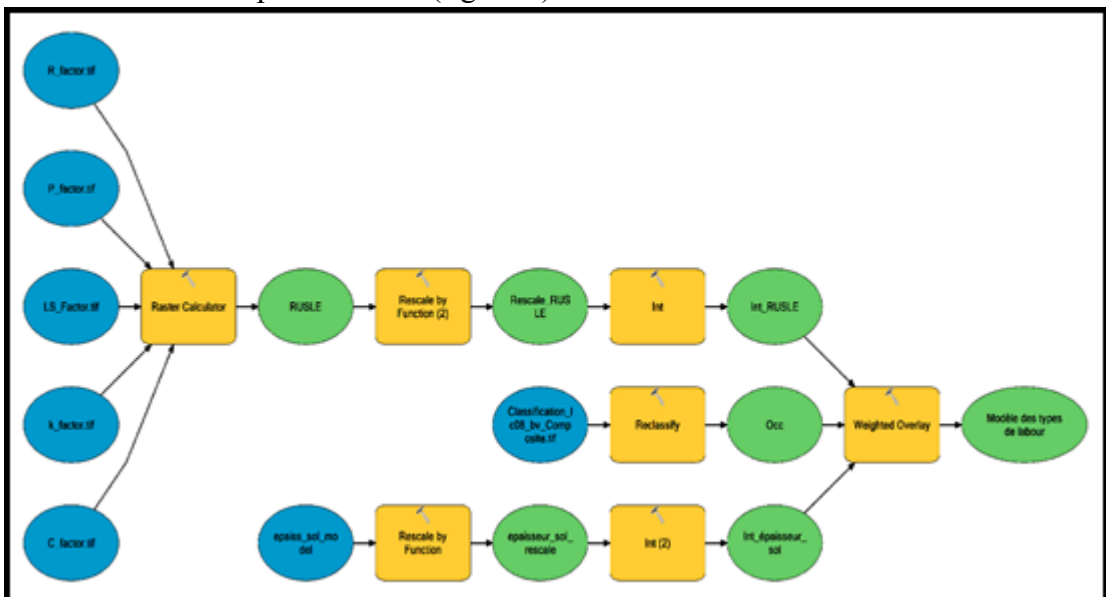


Figure 3 : Modèle de spatialisation des types de labour

La figure 3 montre les processus d’élaboration des facteurs ainsi que leur combinaison qui aboutit au modèle spatial des types de labour. Le taux

d'influence du paramètre érosif est calé sur 50 % dans le modèle de spatialisation des types de labour. Le taux d'influence du paramètre épaisseur du sol est calé sur 40 % et celui du paramètre occupation du sol est calé sur 10 %.

Résultats

Labour

Les types de labour pratiqués par les agriculteurs sont entre autre le labour à plat, le labour en billons et le labour en buttes. Plus de 75 % utilisent uniquement la daba pour faire le labour (figure 4).

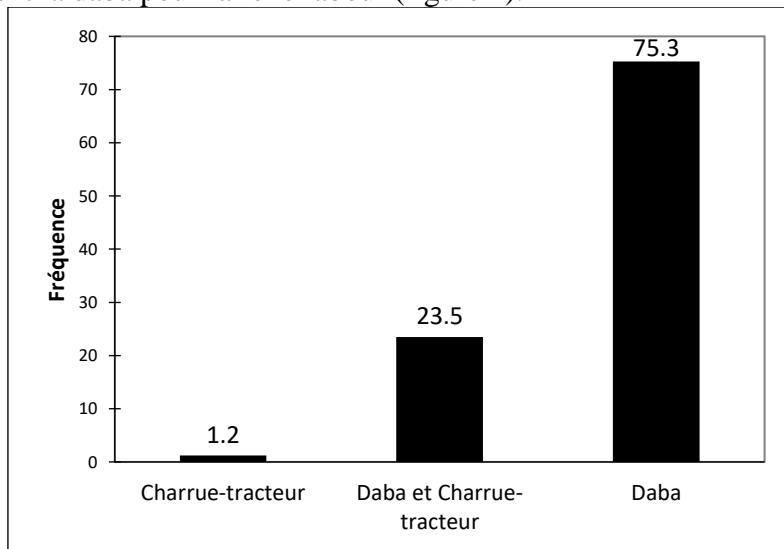


Figure 4 : Matériels de labour

D'après la figure 4, les cultivateurs qui utilisent la daba et la charrue-tracteur représentent 23,5 % et ceux qui utilisent uniquement la charrue-tracteur sont à 1,2 %. Avec ces matériels, certains cultivateurs ne font que l'un des types de labour susmentionnés tandis que d'autres en font plusieurs dans leurs différents champs (Figure 5).

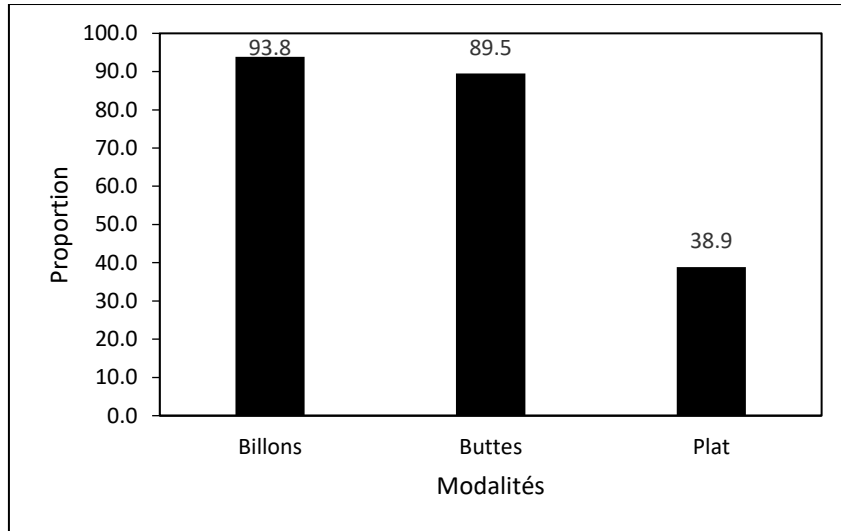


Figure 5 : Types de labour

La figure 5 montre que, ceux qui pratiquent les labours en billons dans leurs champs sont les plus nombreux (93,8 %) puis s’ensuivent les cultivateurs qui pratiquent les labours à buttes, (89,2 %). Les pratiquants des labours à plat représentent 38,9 %. La diversification des types de labours dans les différents champs des cultivateurs s’explique par les spéculations cultivées.

Types de labour inapproprié et l’épaisseur du sol

Le labour en billons dans le sens de la pente est répandu dans le bassin versant. Pire encore lorsque les billons et les buttes sont faits dans un secteur où le sol arable est mince (figure 6).

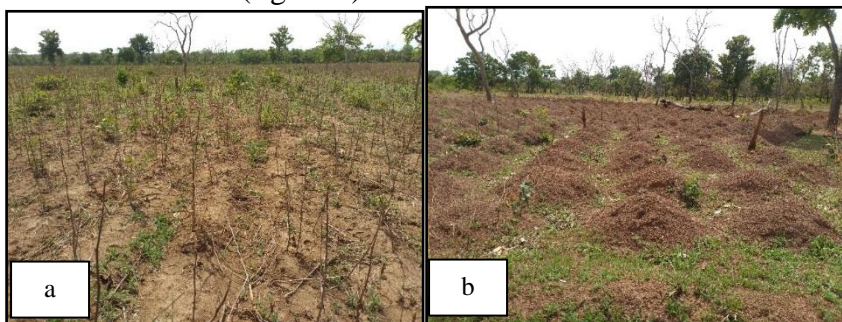


Figure 6 : Labour inapte en amont du bassin versant

a : Billons labourés dans le sens de la pente à Kpèrè (long : 1°55’46’’ et lat : 10°2’18’’)

b : Buttes labourées à Kpèrè (long : 1°55’26’’ et lat : 10°2’8’’)

Ces pratiques inappropriées accélèrent l’érosion du sol et de surcroît la perte importante en terres dans le bassin versant.

Ainsi, d'après le modèle RUSLE utilisé pour quantifier la perte en sol dans le bassin versant, la perte moyenne en sol est de 1443,81 t/ha/an. Le bassin versant d'Affon-Donga subit une perte en sol (soit le taux d'érosion ou la quantité de sol déplacée généralement de l'amont vers l'aval) de 633 562 753,72 t/an.

Epaisseur du sol

La perte en sol dans le bassin versant se manifeste par la diminution de l'épaisseur du sol de l'amont vers l'aval (figure 7).

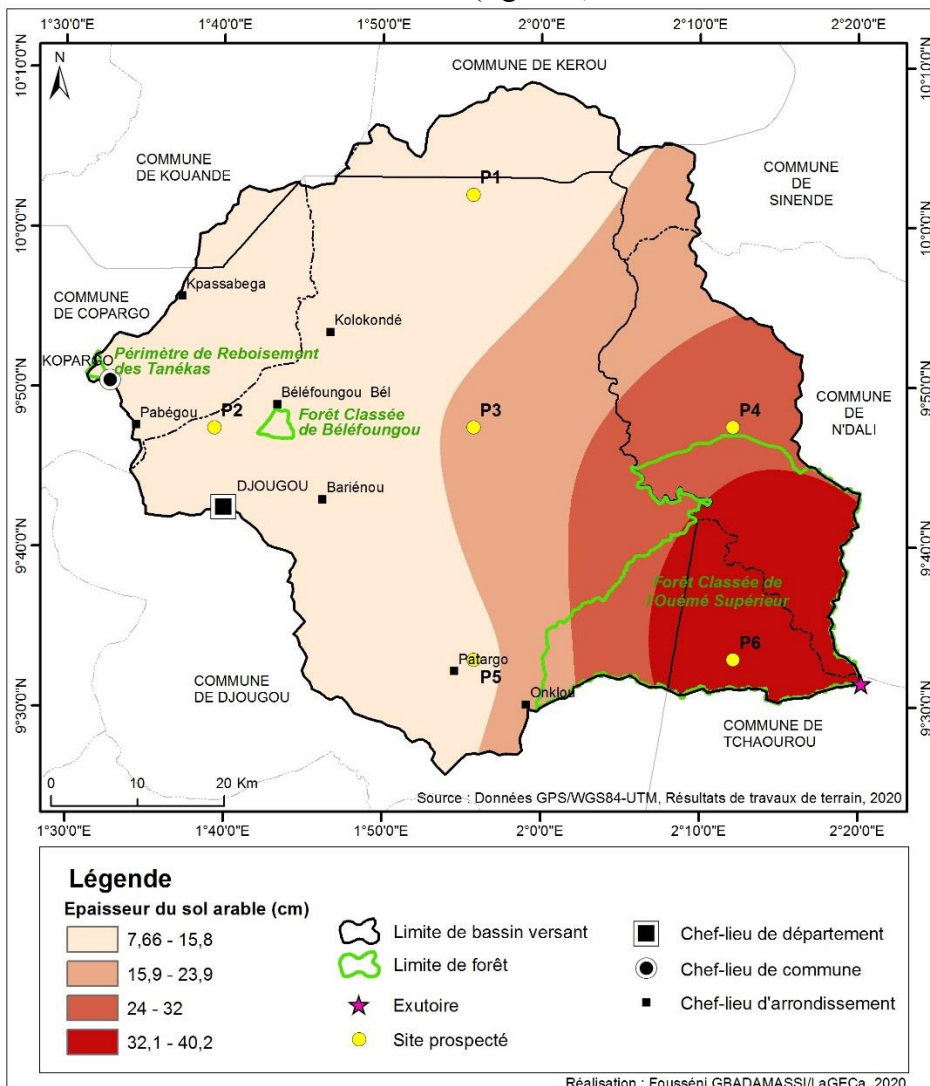


Figure 7 : Epaisseur du sol dans le bassin versant

En amont du bassin versant, l'épaisseur du sol ne dépasse guère 16 cm. En aval, il y a les sols profonds qui sont inférieurs à 50 cm d'épaisseur. L'aval du bassin versant bénéficie du sol arable plus épais à cause de ce qu'il est couvert par une partie de la forêt classée de l'Ouémé supérieur non perturbée par les pratiques agricoles. Il encaisse également les sédiments drainés par les eaux de ruissèlement.

Modèle des types de labour

La prise en compte du risque érosif du sol pour pratiquer les types de labour permet de réduire considérablement la participation de l'agriculture à l'érosion (figure 8).

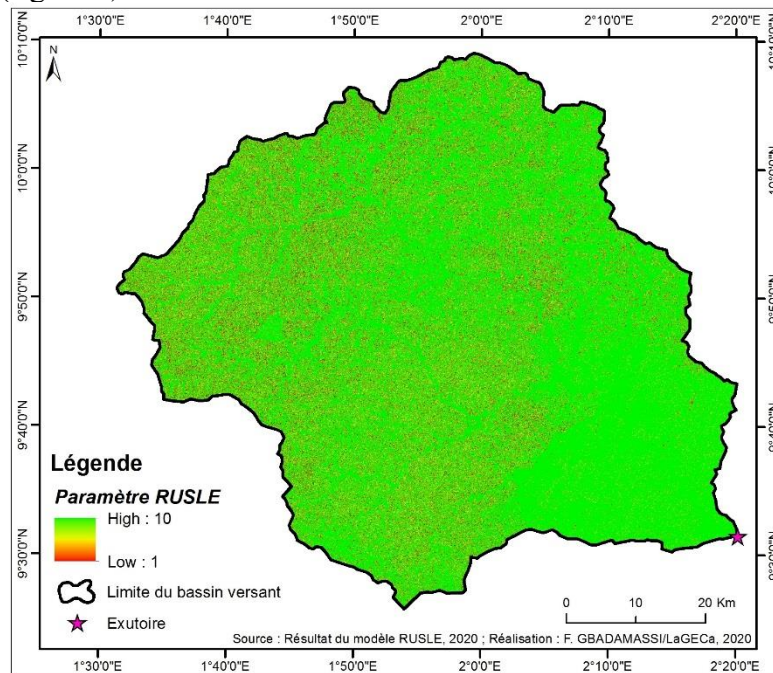


Figure 8 : Paramètre RUSLE du risque érosif du sol

D'après la figure 8, les faibles valeurs en rouge sont répandues en amont et au moyen bassin versant sur des terrains très érosifs, par conséquent déconseillés au labour. Les fortes valeurs en vert sont étendues en aval et dans les dépressions autour des cours d'eau sur des terrains faiblement érosifs, donc favorables au labour.

La prise en compte de l'épaisseur du sol pour pratiquer les types de labour permet de labourer en toute sécurité sur les sols relativement profonds (figure 9).

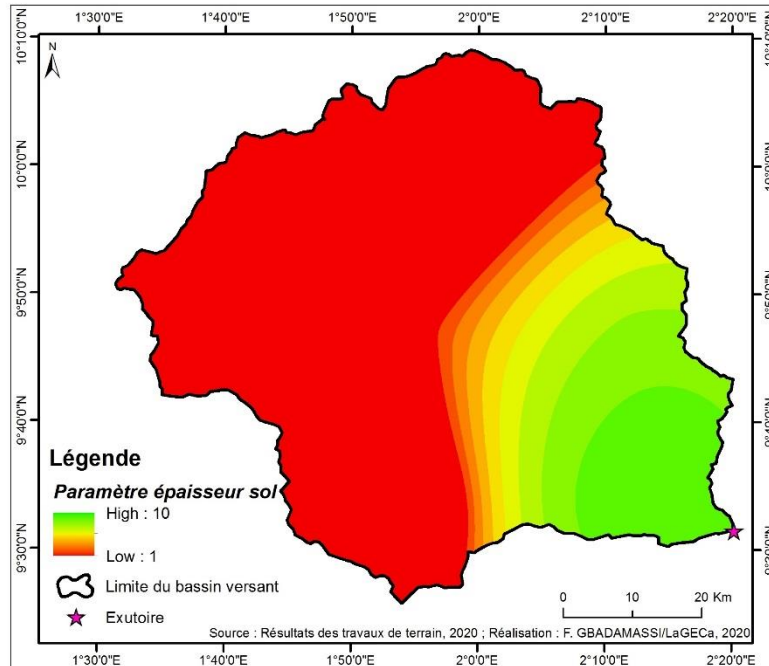


Figure 9 : Paramètre épaisseur du sol

La figure 9 montre que les faibles valeurs en rouge sont en amont et une partie du moyen bassin versant, par conséquent défavorable au labour. Les fortes valeurs en vert sont étendues en aval du bassin versant, favorable au labour.

La prise en compte de l'occupation du sol pour pratiquer les types de labour permet d'isoler les agglomérations, les surfaces rocheuses et les plans d'eau en blanc (figure 10).

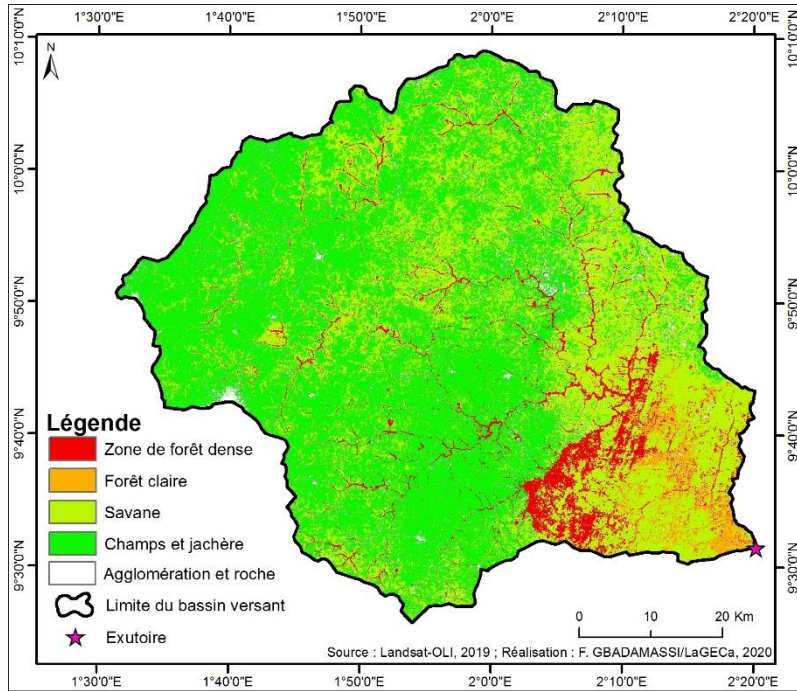


Figure 10 : Paramètre occupation du sol

La figure 10 indique que les zones en rouge et en blanc sont défendues de pratique culturale tandis que les zones en vert sont favorables à l'agriculture.

La combinaison de ces trois facteurs donne la carte d'aptitude aux types de labour (figure 11).

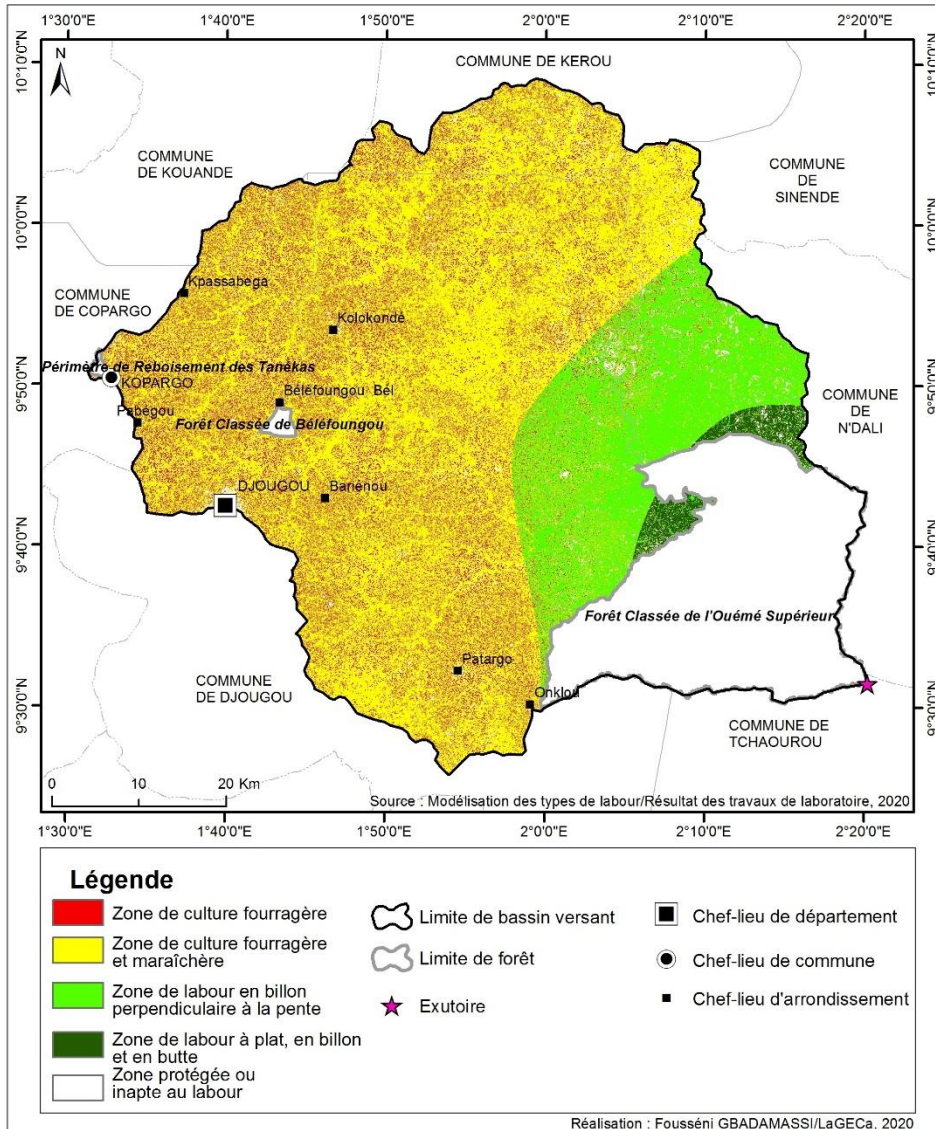


Figure 11 : Aptitude aux types de labour

D'après la figure 11, le vert-foncé (13,45 % de la superficie du bassin versant) est représenté par les sols relativement profonds où tout type de labour est possible. La grande partie de ces sols se trouve en aval du bassin versant majoritairement couvert par la forêt classée de l'Ouémé supérieur. Le vert-clair (17,92 % du bassin versant) correspond aux sols aptes au labour en billons perpendiculaires à la pente pour éviter considérablement l'érosion hydrique. La couleur jaune (56,17 % du bassin versant) représente les sols aptes au labour en planches perpendiculaires à la pente pour pratiquer les cultures maraîchères. Ces sols sont répartis dans les bas-fonds. Le rouge

(12,45 % du bassin versant) représente les sols qui ne sont pas destinés aux labours. Néanmoins, on y propose la production des fourrages tels que *Panicum maximum* Jacq. (paille à balai), *Andropogon gayanus* Kunth (herbe de guinée) et *Pennisetum purpureum* Schumach. (napier ou herbe à éléphant). Sur les flancs de collines, la culture en terrasse peut se pratiquer. Par ailleurs, il est important de mentionner que, c'est seulement dans le secteur en vert-foncé qu'on peut labourer avec la charrue. Dans les autres secteurs où le labour est possible, on prescrit uniquement l'usage de la daba pour labourer. Chaque type de labour correspond à une spéculation selon l'aptitude des sols aux cultures.

Discussion

Dans le bassin versant d'Affon-Donga, les cultivateurs utilisent principalement la daba et secondairement la charrue-tracteur pour le labour. Ces deux matériels permettent de travailler la terre pour fabriquer les billons, les buttes ou le labour à plat. Ces types de labour rendent vulnérable le sol face à l'érosion hydrique. La perte moyenne en sol y est évaluée à 1443,81 t/ha/an à l'aide du modèle RUSLE. Cette valeur très élevée témoigne de ce que le bassin versant est très érosif contrairement dans la commune de Karangosso vigué au Burkina Faso où la perte n'est que de 0,26 t/ha/an (Ouedraogo *et al.*, 2019). Cette différence extrêmement élevée s'explique par la pratique des labours inadaptés aux types de relief dans un bassin versant érosif qui provoque les pertes en sols supérieures aux pertes tolérables (Romain, 2009) qui est de 6,7 t/ha/an (Stone & Hilborn, 2016).

Au vu de l'existence de la menace de la perte en sol qui mine le bassin versant, un modèle des types de labour a été proposé en prenant en compte trois paramètres qui sont le risque érosif du sol issu du modèle RUSLE, l'épaisseur du sol, et l'occupation du sol. Le résultat issu de ce modèle permet de recommander les différents types de labours dans les zones de sédimentation moins érosives et très fertiles à la production agricole. Cette conclusion converge au résultat Chibani *et al.*, (2018) qui stipule qu'il existe une corrélation positive entre la résistance à l'érosion et la teneur en matières organiques des sols qui sont importantes dans la fertilisation des sols. Cependant, la solution innovante obtenue par Ouattara *et al.*, (2018) est le semis direct sous couvert végétal qui réduit significativement le ruissellement, l'érosion et favorise l'infiltration verticale de l'eau dans le sol. De même, pour réduire les apports des produits phytosanitaires dus à l'érosion et au ruissellement dans les cours d'eau, plusieurs mesures ont été mises en place pour les agriculteurs en suisse dont les principales consistent à favoriser l'infiltration la plus complète possible de l'eau de pluie dans le sol, à un travail du sol de faible intensité et à une préparation grossière du lit de semences (Prasuhn *et al.*, 2018). Ainsi, en Belgique une combiné de semis dite ERuiStop a été développé pour créer plusieurs séries de dépressions dans les interlignes

de semis, lesquelles dépressions permettent une meilleure gestion des eaux de ruissellement, en limitant les pertes en terre et en produits phytosanitaires (Jonathan, 2018). Tous ces propos mentionnés concourent à un même but qui est la vulgarisation des solutions d'une agriculture à faible risque d'érosion.

Conclusion

Cette étude a dans un premier temps énuméré les types de labour, les matériels utilisés dans le labour, les conséquences de ces labours et dans un second temps proposé un modèle spatiale qui indique les zones propices aux différents types de labour. Les matériels utilisés dans le labour sont entre autre la daba et la charrue-tracteur. En ce qui concerne les types de labour, ils sont le labour en billon majoritairement pratiqué dans le bassin versant par 93,8 % des enquêtés, le labour en buttes pratiqué par 89,5 % des enquêtés et le labour à plat minoritairement pratiqué.

Ces types de labour inappropriés accélèrent l'érosion hydrique des sols dont la perte a été quantifiée à une valeur de 633 562 753,72 t/an. Pour réduire cette perte, un modèle de territorialisation des types de labour a été proposé en combinant trois facteurs dont l'épaisseur du sol, la carte issue du modèle RUSLE du risque érosif du sol et la carte d'occupation du sol. La carte résultat générée par le modèle indique que 13,45 % de la superficie du bassin versant est relativement profonde où tout type de labour est possible ; 17,92 % du bassin versant correspond aux sols aptes au labour en billons perpendiculaires à la pente pour éviter considérablement l'érosion hydrique ; 56,17 % du bassin versant représente les sols aptes au labour en planches perpendiculaires à la pente pour pratiquer les cultures maraîchères et 12,45 % du bassin versant représente les sols qui ne sont pas destinés aux labours mais propices à la culture fourragère sans le labour.

Les solutions proposées dans cet article vont servir d'aide à la décision aux institutions compétentes dans le domaine pour asseoir une agriculture durable dans le bassin versant d'Affon-Donga.

References:

1. Akasbi, N. (2012). Une nouvelle stratégie pour l'agriculture marocaine : Le Plan Maroc Vert. *NEW MEDIT* N° 2, 12-23.
2. Aserar, N., Moussadek, R. & Douira. (2019). Etude quantitative de l'érosion hydrique des sols dans le bassin versant de Ben ahmed (Maroc Central). *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* 7 (2), 385-389.
3. Bonny, S. (2011). L'agriculture écologiquement intensive : nature et défis. *Cah Agric.* vol. 20, n° 6, 451-461.
4. Bouchet, H. (2010). *La terre agricole et son exploitation*. Conseil économique, Social et environnemental, France, 88 p.

5. Brabant, P. (2010). *Une méthode d'évaluation et de cartographie de la dégradation des terres*. Proposition de directives normalisées. Les dossiers thématiques du CSFD. N°8. CSFD/Agropolis International, Montpellier, France. 52 p.
6. Chibani, R., Bahri, H., Annabi, M. & Cheikh, M., H. (2018). L'agriculture de conservation comme alternative pour améliorer la résistance des sols à l'érosion hydrique dans le Nord de la Tunisie. *Annales de l'INRAT*, volume 91, ISSN : 0365-4761, 86-97.
7. Diarisso, T., Andrieu, N., Chirat, G., Corbeels, M. & Titonnel, P. (2012). « Construction d'un modèle des flux de biomasses pour analyser avec les acteurs l'impact de l'introduction de l'agriculture de conservation sur la gestion de la fertilité à l'échelle du territoire villageois. Cas du Burkina Faso », Actes du séminaire ASAP, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 1-7.
8. Driss, E. H., & Brahim, A. (2018). 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). *European Scientific Journal, ESJ*, 14(5), 373. <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n5p373>
9. FAO. (2002). *Relations terres-eau dans les bassins versants ruraux*, Acte de l'atelier électronique, ISSN 1607-808X, Rome, 102 p.
10. Igue, A., Mouïnou, A. V. & Ogouvide, T., F. (2008). Influence des systèmes d'exploitation agricole sur l'intensité de la dégradation des terres dans le Département des Collines au Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, Numéro 61, 39-51.
11. Jonathan, B. (2018). *Etude du combiné de semis ERuiStop dans la lutte contre l'érosion en culture de maïs*. Faculté des bioingénieurs, Université catholique de Louvain, Prom. : Bielders, Charles, Belgique, 107 p.
12. Mazouzi, K., Hmadi, A. E., Bouabid, R., & El Faleh, E. M. (2021). Quantification de l'érosion hydrique, par la méthode RUSLE, au niveau du bassin versant de l'Oued Mikkès en amont du barrage Sidi Chahed (région de Meknès, Maroc). *European Scientific Journal, ESJ*, 17(14), 256. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p256>
13. Modeste, M., Abdellatif, K., Nadia, M., & Zhang, H. (2016). Cartographie Des Risques De L'érosion Hydrique Par L'équation Universelle Révisée Des Pertes En Sols, La Teledétection Et Les Sig Dans Le Bassin Versant De L'ourika (Haut Atlas, Maroc). *European Scientific Journal, ESJ*, 12(32), 277. <https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n32p277>

14. Moniod, F. (1973). *Régime hydrologique de l'Ouémé (Dahomey)*, Bureau Central Hydrologique, Cah. O.R.S.T.O.M., sbr. Hydrol., vol. du, n° 2, Paris, 13 p.
15. Morelle, D. & Lejeune, P. (2000). Élaboration d'une méthode quantitative et globale d'évaluation de l'aptitude des terres à l'agriculture : application à la Région wallonne (Belgique). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 4 (1), p. 51–57.
16. Ngakiam, G., N., Mbela G., K., Pole, C., S., Kyela, C., M. & Komanda, J., A. (2019). Analyse des connaissances, attitudes et pratiques des maraîchers de la Ville de Kinshasa en rapport avec l'utilisation des pesticides et l'impact sur la santé humaine et sur l'environnement. *Afrique SCIENCE*, 15 (4) p. 122-133.
17. Ouallali, A., Aassoumi, H. & Moukhchane M. (2017). Cartographie et évaluation de l'érosion hydrique à l'aide d'un SIG dans le bassin versant Arbaa Ayacha, Rif Occidental. Maroc. *Acte de colloque CIJC*, p. 170-172.
18. Ouattara, B., Coulibaly, K., Kohio, E., Doumbia, S., Ouédraogo, S. & Nacro, H., B. (2018). Effets du Système de Culture sous couverture Végétale (SCV) sur les flux hydriques d'un sol ferrugineux à l'Ouest du Burkina Faso, *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 12(4), 1770-1783.
19. Ouédraogo, B., Kabore, O. & Kabore, M. (2019). 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) : 1638-1653.
20. Ouro-Koura, R. (2019). *L'agriculture urbaine face à l'insécurité alimentaire à Montréal : l'expérience des fermes Lufa*, Mémoire de maîtrise en géographie, Université de Québec à Montréal, Canada, 153 p.
21. Prasuhn, V., Doppler, T., Spycher, S. & Stamm C. (2018). Réduire les apports de produits phytosanitaires dus à l'érosion et au ruissellement, *Recherche Agronomique Suisse* 9 (2) : 44–51.
22. Renard, K., G., Foster, G., R., Weesies, G., A., & Porter, J., P. (1991) RUSLE: revised universal soil loss equation. *J Soil Water Conserv* 46(1):30–33.
23. Romain, A. (2009). Étude des états de surface du sol et de leur dynamique pour différentes pratiques de travail du sol. Mise au point d'un indicateur de ruissellement. *Géographie*. Université de Strasbourg, 210 p.
24. Savadogo, O., M., Ouattara, K., Barron, J., Ouedraogo, I., Gordon, L., Enfors, E. & Zombre, Nabsanna, P. (2015). Etats des écosystèmes sahéliens : reverdissement, perte de la diversité et qualité des sols. *Afrique SCIENCE*, 11(5), 433 – 446.

25. Soumaré M. & Havard M. (2017). Les zones cotonnières africaines : dynamiques et durabilité. Actes de colloque de Bamako, Deuxième Partie-Economie des Exploitations, 237-251.
26. Stone R., P. & Hilborn D. (2016). *Equation universelle des pertes en terre (usle)*, Fiche technique, Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des affaires rurales, Ontario.
27. Wicherek, P., S. & Laverdière, R., M. (1993). Les terres agricoles du Canada : dégradation et conservation. *Cahiers Agricultures*, 2, 245-255.
28. Wischmeier, H., W. & Smith, D., D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning*, N° 537, Departement of Agriculture, Science and Education Administration, 58 p.
29. Youssef, Ait Yacine, E.-A., Benzougagh, B., Nassiri, L., & Ibibjijen, J. (2021). Evaluation Des Risques D'érosion Hydrique Et Cartographie Des Zones Vulnérables Par La Méthode RUSLE Couplée Aux SIG Et À La Télédétection Dans Le Bassin Versant d'Agoudal En Amont De La Vallée d'Imilchil (Haut Atlas Central, Maroc). *European Scientific Journal, ESJ*, 17(21), 66.
<https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n21p66>