

VARIATION DES TAUX DE MATIÈRE ORGANIQUE DANS DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE CULTURE DANS LE BASSIN VERSANT DE KITI AU CENTRE- BÉNIN

*M. A. AHOGLÉ AGASSIN**, *F. KOUELO ALLADASSI**, *J. AVAKOUDJO***,
*T. M. AKPLO**, *G. DAGBENONBAKIN****, *H. A. AZONTONDE**** & *P.*
*HOUNGNANDAN**

**Laboratoire de Microbiologie des Sols et d'Ecologie Microbienne (LMSEM),
Faculté des Sciences Agronomiques, UAC, BP 711 Abomey-Calavi, Bénin –
Email : ahoglearcadius@gmail.com, Tél : (229) 66181852*

***Laboratoire d'Ecologie Appliquée, Faculté des Sciences Agronomiques (LEA),
UAC, Bénin 05 BP 1752 Cotonou*

****Laboratoire Sciences des Sols, Eaux et Environnement, Institut National
de Recherches Agricoles du Bénin (LSSEE/INRAB) 01 BP 884*

RÉSUMÉ

Une teneur élevée en matière organique est généralement recherchée pour les sols cultivés, en raison de son influence positive sur la fertilité des sols. L'objectif de cette étude a été d'évaluer l'effet de différents systèmes de culture et de la pente sur la matière organique du sol dans le bassin versant de Kiti au Centre-Bénin. Des échantillons de sol ont été collectés sur une profondeur de 40 cm, coupés en quatre sections de 10 cm chacune (0-10, 10-20, 20-30 et 30-40 cm). Ces échantillons ont été prélevés sur un sol à pente variable : pente faible et pente moyenne et sur quatre transects parallèles traversant cinq systèmes de culture : maïs-coton, plantation de teck, jachère de 5 ans, igname-maïs et jachère de 30 ans. Les résultats ont montré un effet significatif ($p < 0,0001$) des systèmes de culture sur la teneur en matière organique du sol. Le taux de matière organique le plus élevé a été observé au niveau de la jachère de 30 ans (4,20%). Dans le plan vertical, il diminue significativement de la surface vers la profondeur ($p < 0,0001$), pour tous les systèmes de culture. La distribution de la matière organique dans le profil du sol varie d'un système de culture à un autre ($p = 0,0003$). Les résultats de cette étude constituent des données de choix pour des travaux plus approfondis sur la recherche de pratiques de gestion durables des sols au Bénin.

Mots clés :

Mots clés : Carbone organique du sol, pente, transect, jachère, maïs-coton.

SOIL ORGANIC MATTER CHANGE IN DIFFERENTS CROPPING SYSTEMS IN KITI WATERSHED IN THE CENTRE-BENIN

ABSTRACT

A high content of Soil Organic Matter (SOM) is usually sought for cultivated soils due to its preponderant role for the monitoring of soil fertility. This study aimed at assessing the effect of cropping systems and slope on soil organic matter at Kiti watershed in the Centre-Benin. Soil samples were collected from top to 40 cm depth and severed into four sections of 10 cm each (0-10, 10-20, 20-30 and 30-40 cm). Soil sampling was done following four parallel transects. These transects follow two slope steepness: low slope (<5%) and medium slope (5-10%) and four cropping systems (maize-cotton, teak plantation, 5-years fallow, corn-yam mixed cropping and 30-years fallow). The results showed a significant ($p < 0.0001$) effect of cropping systems on soil organic matter content. The highest SOM content were recorded in 30-year fallow. Soil organic matter content decreases significantly with the depth ($p < 0,0001$). However, the distribution of soil organic matter throughout soil profile varies with different cropping systems ($p = 0.0003$). Findings from this study provide key data for further research in soil sustainable management practices regarding soil organic matter storage.

Keywords : Soil organic carbon, slope, transect, fallow, maize-cotton.

INTRODUCTION

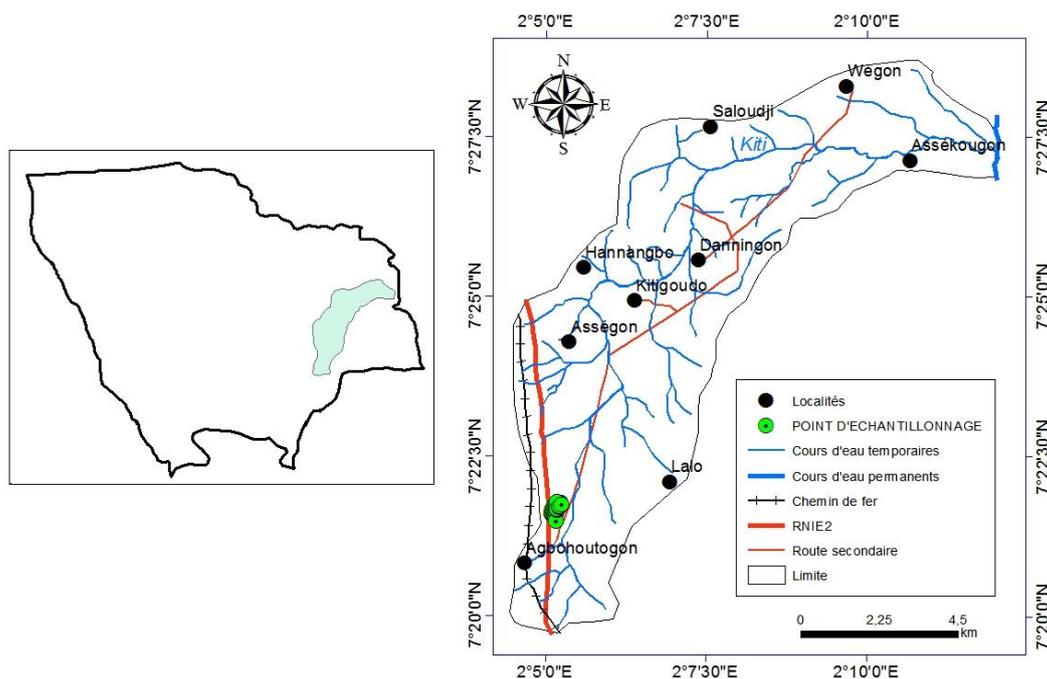
La demande sans cesse croissante en produits agricoles a induit la mise en culture des terres marginales et la conversion des prairies et des terres sous couvert forestier en terres agricoles avec des pratiques agricoles intensives (Bashagaluke *et al.*, 2018 ; Benbrahim *et al.*, 2004). Dans ce contexte de forte croissance démographique et de pression accrue sur les ressources naturelles, les sols tropicaux sont particulièrement plus menacés (GrosClaude *et al.*, 2006). En Afrique Subsaharienne, la dégradation généralisée des sols est l'une des principales causes de la faible productivité agricole et de l'insécurité alimentaire (de Ridder *et al.*, 2004). D'après plusieurs auteurs, cette dégradation de plus en plus poussée des sols est attribuée en partie à la perte d'une partie de la matière organique du sol (MOS) et au relief accidenté des terres mises en culture à travers l'érosion et le drainage des particules du sol (Akplo *et al.*, 2017, Azontodé *et al.*, 2016 ; Kouelo *et al.*, 2015a). Au Bénin, le problème de la baisse de la fertilité des sols reste une préoccupation majeure (Saïdou 2005). Selon Kintché (2011) les pratiques culturales provoquent de profondes modifications des caractéristiques des sols. Certaines de ces modifications sont fugaces et réversibles, relevant des variations saisonnières alors que d'autres, dues aux effets cumulatifs des systèmes de culture, affectent le sol d'une façon permanente (Houngbo, 2004). Dans l'optique de rendre les systèmes de culture durables, l'accent est de plus en plus mis, de nos jours, sur la recherche de pratiques culturales de conservation du sol, par la restitution et le maintien de la MOS et les pratiques de séquestration des gaz à effet de serre (Aholoukpè, 2013). Ainsi, l'étude de l'évolution des sols dans un contexte de changement des modes de gestion des terres est primordiale pour accompagner la mise en place de systèmes agricoles durables et plus productifs. De plus, l'importance de la matière organique du sol dans la gestion de la fertilité des sols pour une agriculture durable au Bénin a été démontrée à travers plusieurs travaux de recherches (Amadji *et al.*, 2009; Aholoukpè *et al.*, 2016 ; Koussihouédé *et al.*, 2017 ; Bello *et al.*, 2017). Des études ont par ailleurs, évalué l'effet des pratiques de conservation des sols sur la dégradation du sol au niveau des bassins versants du Bénin (Akplo *et al.*, 2017 ; Toko & Sinsin, 2008 ; Avakoudjo *et al.*, 2015 ; Kouelo *et al.*, 2015b). Cependant, l'effet des systèmes de culture et de la pente sur la matière organique du sol est peu documenté au Bénin. La présente étude s'inscrit dans ce cadre et vise à évaluer la variation de la matière organique du sol en fonction de différents systèmes de cultures et de la pente sur le bassin versant de Kiti au Centre-Bénin.

MATERIELS ET METHODES

Zone d'étude

L'étude a été réalisée sur les sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes, au niveau du bassin versant de Kiti dans la Commune de Djidja, au centre du Bénin. Le bassin versant de Kiti est situé à l'Est de la Commune de Djidja entre 2°4'00"-2°12'00"E et 7°20'00"-7°29'00"N et s'étend sur environ 85 690,8 ha

répartis entre les Arrondissements de Dan et de Setto. Ces sols ont une texture argilo-sableuse. La commune de Djidja est dans la zone agro-écologique 5 : zone cotonnière du Centre-Bénin. Le cours d'eau principal de ce bassin versant est Kiti un affluent du fleuve Zou (Figure 1). Le bassin versant de Kiti jouit d'un climat de type subéquatorial, caractérisé par deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches. La pluviométrie annuelle moyenne est d'environ 1200 mm. On rencontre quatre types de sols sur le bassin versant de Kiti : les sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes, les sols ferrugineux tropicaux appauvris peu ferruginisés, les sols ferrugineux tropicaux modaux non concrétionnés et les sols hydromorphes minéraux. Les sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes sont les plus dominants au niveau du bassin versant et sont moyennement profonds, de texture sablo-argileuse et graveleuse en surface avec une faible perméabilité de l'argile de profondeur qui provoque une stagnation de l'eau de pluie dans les horizons sus-jacents et même un engorgement à moyenne profondeur (Azontondé *et al.*, 2016). D'après ces auteurs, ces sols ont un niveau de fertilité bas. La végétation est une savane arborée claire à *Vitellaria paradoxa*, *Azadirachta indica*, *Terminalia macroptera*, *Nauclea latifolia*, *Chromolaena odorata*, *Imperata cylindrica*, *Cleome viscosa*, *Danielia oliveri*, *Isoblerlinia doka*, etc.



Sources: Fond de carte IGN (1992); Travaux de terrain (2017)

Figure 1. Situation géographique de la zone d'étude

Description des facteurs d'étude

L'étude a été conduite sur cinq systèmes de culture : maïs-coton, plantation de teck, jachère de 5 ans, igname-maïs et jachère de 30 ans, et deux modalités de pente : pente faible (<5 %) et pente moyenne (5 %-10 %) au niveau du bassin versant de Kiti. Ces systèmes de culture ont été retenus après une étude préliminaire qui a révélé que les systèmes de cultures maïs-coton (culture relais), igname-maïs (association culturale), plantation de teck et la pratique de la jachère sont les systèmes de culture les plus dominants dans la zone d'étude.

Le système maïs-coton est un système de culture relais caractérisé par le labour en billon d'une profondeur de 20-25 cm. En effet, le coton (*Gossypium spp.*) est la principale culture de rente dans cette zone agro-écologique (Zone cotonnière du Centre-Bénin) et le maïs (*Zea mays*) la principale céréale entrant dans l'alimentation de base de la population. Le maïs est semé au début de la grande saison pluvieuse (entre mi-mars et mi-avril) tandis que le coton est semé vers la période de maturité des épis de maïs (entre le 15 juillet et le 30 Août). Le coton est la seule culture fertilisée à 150 Kg/ha de NPK (15-15-15) et de 50 Kg/ha d'Urée (46% N). Après la récolte du maïs, les pailles sont étalées dans les sillons puis incorporées au sol, au cours des opérations de sarclage. Quant au coton, ses tiges sont rassemblées et brûlées pour éliminer les risques de maladies potentielles. La plantation de teck (*Tectona grandis*) a été installée depuis 1998 et couvre une superficie d'environ 02 ha. Elle est installée sur des terres difficiles à travailler à de la présence de concrétion dans le sol. Le système de Jachère de 5 ans est constitué de terres laissées en jachère depuis cinq ans. On y retrouve beaucoup d'espèce de mauvaises herbes et d'arbustes par endroit (*Vitellaria paradoxa*, *Azadirachta indica*, *Nauclea latifolia*, *Danielia oliveri*, *Imperata cylindrica*, *Cleome viscosa*, ...). Le système d'association igname-maïs est caractérisé par le labour en butte d'une profondeur d'environ 45 cm. Le maïs est cultivé en association avec la culture d'igname sans apport d'engrais avec restitution totale des résidus de récolte par enfouissement lors des opérations de labour l'année suivante. La jachère de 30 ans est un ensemble de terre en jachère depuis 30 ans où l'on retrouve quelques arbres (dominé par *Terminalia macroptera*, *Isobertinia doka*, *Vitellaria paradoxa* et *Azadirachta indica*), beaucoup d'arbustes et de mauvaises herbes (*Nauclea latifolia*, *Danielia oliveri*, *Imperata cylindrica*, *Cleome viscosa*, . . .).

Pour ce qui est de la pente, le modelé est relativement plat dans la commune de Djidja, avec des pentes généralement moins de 5 %, mais quelques versants présentent des déclivités supérieures à 8 % (PADC, 2006). Deux classes de pente ont été considérées dans le cadre de cette étude : pente faible (Pf) pour toutes les pentes inférieures à 5 % et pente moyenne (Pm) pour toutes les pentes comprises entre 5 % et 10 %.

Méthodes d'échantillonnage

La méthode d'échantillonnage utilisée est inspirée de celle utilisée par Hairiah *et al.* (2001) et par Kouelo *et al.* (2015b). Les échantillons de sols ont été collectés au cours du mois d'Août 2017, suivant quatre transects parallèles à la topo-séquence et distants l'un de l'autre de 30 m. Sur chaque transect, les échantillons de sol ont été prélevés tous les 20 m à l'aide d'une sonde cylindrique de 6 cm de diamètre sur les profondeurs de 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm et 30-40 cm. Le nombre d'échantillons de sol par transect a été fonction de la longueur de chaque transect qui a été aussi fonction du nombre de système de culture traversés par chaque transect. Ainsi, 128 points ont été échantillonnés. Le carbone organique a été déterminé par la méthode de Walkley & Black (1934) modifiée par Tekalign *et al.* (1991). L'absorbance des échantillons a été lue au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 600 nm. La teneur en matière organique du sol a été déterminée par la relation :

$$MO\% = \%C_{org.} \times 1,724$$

Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel SAS version 9.2. Les teneurs en matière organique obtenues ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) suivant la procédure General Linear Model (GLM). Les effets testés sont ceux des systèmes de culture, les classes de pente et la profondeur ainsi que ceux de leurs combinaisons. La plus petite différence significative (PPDS) au seuil de significativité de 5 % a été utilisée pour la structuration des moyennes.

RÉSULTATS

Le tableau 1 présente les résultats de l'analyse de variance de l'effet des systèmes de culture et de la pente sur la teneur en matière organique du sol. La teneur en matière organique varie significativement d'un système de culture à l'autre ($p < 0,0001$). Les systèmes de culture et la profondeur ont significativement influencé la teneur en matière organique du sol. En effet, le système jachère de 30 ans a présenté la teneur moyenne en matière organique la plus élevée (4,20%). Les systèmes maïs-coton, jachère de 5 ans, Igname-maïs et plantation de teck ont présenté les teneurs en matière organique les plus faibles (respectivement 2,99 % ; 2,89 % et 2,79 % et 2,58 %). Pour la profondeur, la teneur en matière organique diminue significativement de la surface vers la profondeur. La pente n'a pas eu d'effet significatif sur la teneur en matière organique du sol.

L'interaction entre système de culture et pente n'a pas eu d'effet significatif sur la teneur en matière organique du sol (Figure 2).

Tableau 1. Effet des systèmes de culture et de la pente sur la teneur en matière organique du sol au niveau du bassin versant

Facteurs	Modalités	Matière organique (%)
Système de Culture	Maïs-coton	2,99 ± 0,52b
	Plantation teck	2,58 ± 1,57b
	Jachère 5ans	2,89 ± 1,59b
	Igname-maïs	2,79 ± 1,59b
	Jachère 30ans	4,20 ± 1,47 a
	<i>PPDS</i>	<i>0,52</i>
Pente	Pf	3,01 ± 0,98a
	Pm	3,10 ± 1,7a
	<i>PPDS</i>	<i>0,56</i>
Profondeur	0 à 10 cm	3,83 ± 1,44a
	10 à 20 cm	2,84 ± 1,28b
	20 à 30 cm	1,80 ± 0,84c
	30 à 40 cm	1,69 ± 0,92c
	<i>PPDS</i>	<i>0,5339</i>
<i>Significativité des facteurs</i>		
Système de Culture	< 0,0001***	
Pente	0,4338ns	
Profondeur	< 0,0001***	
Système de Culture*Pente	0,055ns	

ns : non significatif au seuil de 5% ($P > 0,05$) ; * : significatif au seuil de 5% ; ** : hautement significatif au seuil de 1% ;

*** : très hautement significatif au seuil de 1%. Pf = Pente faible ; Pm = Pente moyenne Pour un même facteur et pour la même variable, les valeurs accompagnées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

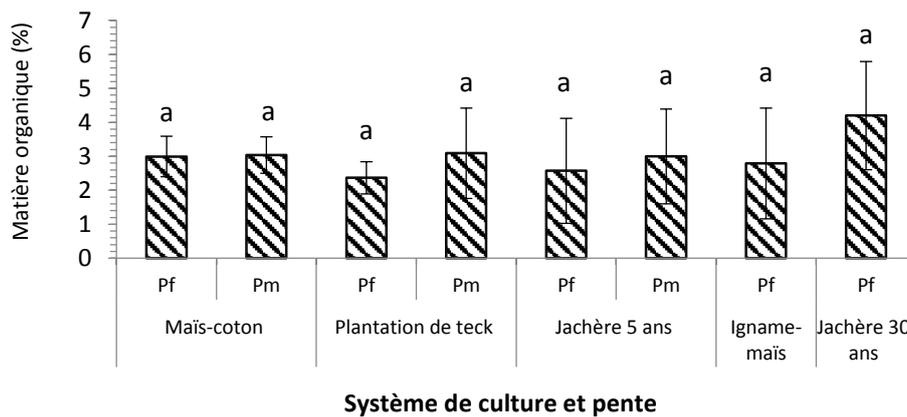


Figure 2. Effet combiné des systèmes de culture et de la pente sur la teneur en matière organique

La teneur en matière organique est plus élevée au niveau de la jachère de 30 ans. Pour tous les systèmes de culture, la teneur en matière organique est plus élevée sur la couche de 0-10 cm et décroît de la surface vers la profondeur, sauf pour le système igname-maïs où elle décroît en dent de scie de la surface vers la profondeur (Figure 3).

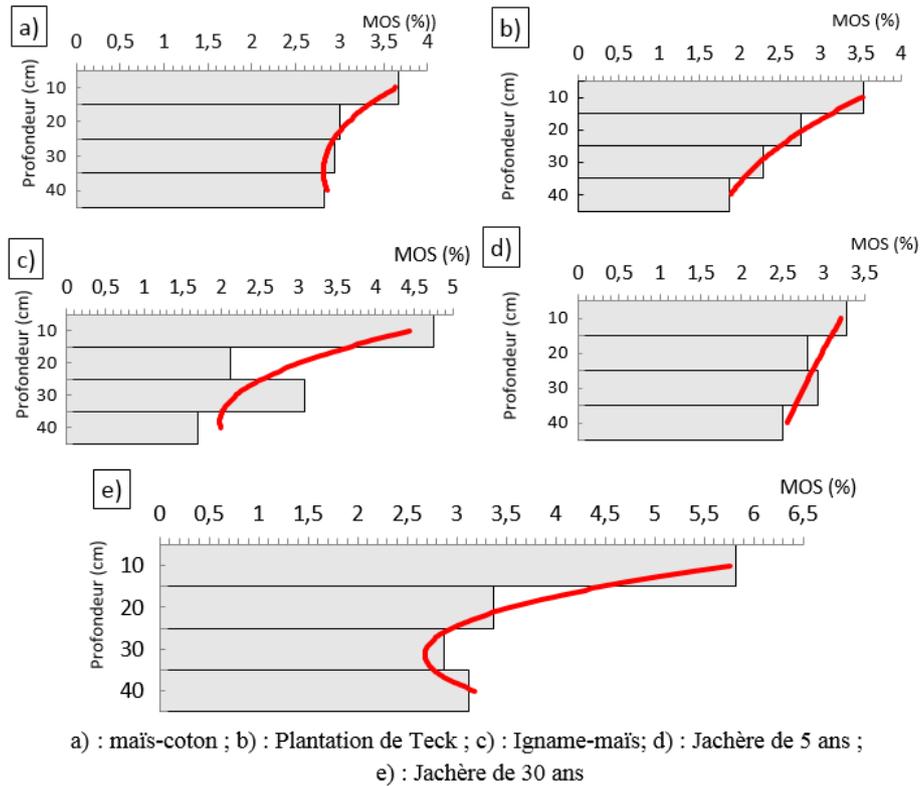


Figure 3. Distribution de la matière organique du sol par système de culture suivant la profondeur

DISCUSSION

La matière organique du sol est un indicateur de fertilité du sol. Les résultats issus de cette étude ont révélé des teneurs moyennes en matière organique comprises entre 2,5 % et 4,2 % sur la couche de 0-20 cm du sol. Ces sols peuvent être considérés comme riches à très riches en matière organique totale selon la synthèse réalisée par Boyadgiev (1980). La teneur en MOS est significativement plus élevée au niveau de la jachère de 30 ans comparativement aux autres systèmes de cultures étudiés. En effet, les jachères constituent d'importantes phases d'accumulation de matière organique et d'éléments minéraux (Saïdou, 2005). Ces résultats confirment ceux de Koussihouédé *et al.* (2017) qui ont montré l'effet positif des jachères sur la teneur en matière organique du sol. Cependant, la jachère de 5 ans n'a pas eu un effet significatif sur la teneur en matière organique du sol. D'après

Miranda *et al.* (2009), un système de jachère de courte durée (moins de 5 ans) sans amendement n'induit pas une amélioration conséquente de la fertilité du sol. De plus Kouelo (2016) abonde dans ce sens en concluant qu'il faut 30 ans de jachère au minimum en Afrique sub-saharienne pour la restauration de la fertilité d'un sol dégradé. Selon Atchada *et al.* (2018), la durée des jachères est déterminante pour le rétablissement de l'équilibre dans le sol. Ainsi, le type de jachère ainsi que sa durée déterminent la dynamique du processus de restauration de la fertilité et d'amélioration des propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol. Les teneurs en matière organique observées au niveau de cette étude sont globalement supérieures à celles obtenues par Houndagba (2012) sur le bassin versant d'Amou (0,92%-2,04 %) dans la Commune de Djidja, par Azontondé *et al.* (2016) à travers la réalisation de la carte de fertilité des sols du Bénin par zone agro-écologique du Bénin (1,12 %) et par Igue *et al.* (2013) à travers l'évaluation de la fertilité des sols au sud et au centre du Bénin (1,12 %). Ces résultats peuvent s'expliquer d'une part par l'accumulation des colloïdes organiques par dépôt d'alluvion et de particules érodées provenant de l'amont sous l'effet du ruissellement et d'autre part par les pratiques de conservation des sols (labour perpendiculaire à la pente, paillage ou l'enfouissement des résidus de récolte) adoptées par les producteurs dans le bassin versant pour réduire les pertes de terre (Akplo *et al.*, 2019 ; Kouelo *et al.*, 2015b) dans les systèmes maïs-coton et igname-maïs, les chutes de litière dans la plantation de teck et les jachères (Koussihouédé *et al.* 2017). En effet, de nombreux travaux de recherches (Djenontin *et al.*, 2011 ; Kihara *et al.*, 2011 ; Ouédraogo *et al.*, 2006 ; Wu *et al.* 2002) ont mis en évidence l'effet bénéfique de l'incorporation des résidus de récolte dans les systèmes cultivés et les plantations sur l'amélioration des teneurs en matière organique du sol. Nos résultats ont montré que la teneur en matière organique du sol diminue significativement de la surface vers la profondeur quel que soit le système de culture. Ces résultats sont en adéquation avec ceux obtenus par Aholoukpè *et al.* (2016) et Atchada *et al.* (2018) qui ont montré que les taux de carbone décroissent avec la profondeur par rapport au plan vertical. Ainsi, la matière organique s'accumule dans les centimètres de surface à travers la litière, la biomasse racinaire et la stabilité des colloïdes organiques. Dans l'association culturale igname-maïs la teneur en matière organique du sol a décru en dent de scie de la surface vers la profondeur. Ce résultat peut s'expliquer par le mode de labour en butte réalisé dans ce système de culture. En effet, ce mode de labour favorise un enfouissement de la matière organique en profondeur et par suite une distribution de cette matière le long du profil du sol (Maliki *et al.*, 2012). Etant donné la complexité des systèmes de culture implémentés sur le bassin versant de Kiti, des travaux plus approfondis à travers l'étude des systèmes de culture par unité de paysage avec des méthodes de traçage du carbone, permettront d'identifier avec plus de précisions les facteurs ainsi que les mécanismes qui interagissent sur la matière organique du sol.

CONCLUSION

Au terme de cette étude qui avait pour objectif d'évaluer l'effet des systèmes de culture et de la pente sur la teneur en matière organique du sol au niveau du bassin versant de Kiti, il ressort que la variation spatiale de la matière organique dans le bassin versant est principalement due aux types de systèmes de culture et à l'horizon du sol considéré. Les systèmes de jachère de 30 ans ont présenté les teneurs en matière organique les plus élevées. Les systèmes maïs-coton, igname-maïs, plantation de teck et jachère de 5 ans ont présenté les plus faibles teneurs en matières organiques. Dans le plan vertical, la teneur en matière organique du sol diminue de la surface vers la profondeur. Les systèmes à base de jachère restent, ainsi de bonnes pratiques pour une accumulation plus importante de la matière organique du sol. Cependant, le type de jachère ainsi que sa durée détermine le processus de restauration de la fertilité du sol. Dans le contexte actuel de pression foncière et d'intensification de la pression sur les terres agricoles, l'implémentation de jachères de durée relativement longue est devenue irréalisable à cause de l'insuffisance de terres fertiles et des changements climatiques. Les résultats de cette étude constituent des données de choix pour des travaux plus approfondis sur la recherche de pratiques de gestion durables des sols au Bénin.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AHOLOUKPE H. 2013. Matière organique du sol et développement du palmier à huile sous différents modes de gestion des feuilles d'élagage. Cas des palmeraies villageoises du département du Plateau au Bénin. Thèse de doctorat, Centre International d'Etudes Supérieures en sciences Agronomiques-France et Université d'Abomey-Calavi-Bénin, 324p.
- AHOLOUKPE H. N. S., AMADJI G. L., BLAVET D., CHOTTE J. L., DELEPORTE P., DUBOS B., FLORI A. & JOURDAN C. 2016. Effet de la gestion des feuilles d'élagage du palmier à huile sur le stock de carbone et les propriétés physico-chimiques du sol dans les palmeraies villageoises du Bénin. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 20 (2) : 171-182.
- AKPLO T. M., KOUELO ALLADASSI F., HOUNGNANDAN P., AZONTONDÉ H. A., AGONVINON M. S. & BOKOSSA T. S. (2019b). Factors Influencing Soil Erosion Control Practices Adoption in Centre of the Republic of Benin: Use of Multinomial Logistic. *Journal of Agricultural Science*, 11 (17): 110-122. DOI:10.5539/jas.v11n17p110.
- AMADJI G. L., SAÏDOU A. & CHITOU L. 2009. Recycling of residues in compost to improve coastal sandy soil properties and cabbage shoot yield in Benin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 3, (2): 192-202.
- ATCHADA C. C., ZOFFOUN A. G., AKPLO T. M., AZONTONDE H. A., TENDE A. B. & DJEGO J. G. 2018. Modes d'utilisation des terres et stock de carbone organique du sol dans le bassin supérieur de Magou au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(6): 2818-2829.
- AVAKOUDJO J., KOUELO A. F., KINDOMIHOV V., AMBOUTA K. & SINSIN B. 2015. Effet de l'érosion hydrique sur les caractéristiques physicochimiques du sol des zones d'érosion (dongas) dans la Commune de Karimama au Bénin. *Agronomie Africaine* 27 (2) : 127- 143.
- AZONTONDE H. A., IGUE A. M. & DAGBENONBAKIN G. 2016. La carte de fertilité des sols du Bénin par zone agro-écologique. Rapport final, Laboratoire des Sciences du Sol, Eaux et Environnement, LSSEE/CRA INRAB/MAEP-Bénin, 139p.
- BASHAGALUKE J. B., LOGAH V., OPOKU A., TUFFOUR H. O., SARKODIE-ADDO J. & QUANSAH C. 2018. Soil loss and run-off characteristics under different soil amendments and cropping systems in the semi-deciduous forest zone of Ghana. *Soil Use Manage.* (00): 1-13. DOI: 10.1111/sum.12531.

- BELLO O. D., SAÏDOU A., AHOTON E. L., AVALIGBE J. F. Y., EZIN A. V., AKPONIKPE P. B. I. & AHO N. 2017. Assessment of organic carbon stock in cashew plantations (*Anacardium occidentale* L.) in Benin (West Africa). *International Journal of Agriculture and Environmental Research*, 03 (4) 25p.
- BENBRAHIM K. F., ISMAILI M., BENBRAHIM S. F. & TRIBAK A. 2004. Problèmes de dégradation de l'environnement par la désertification et la déforestation : impact du phénomène au Maroc. *Sécheresse*, 15 (4): 307p.
- BOYADGIEV T. G. 1980. Création d'un service des sols. Haute-Volta. Etat des connaissances des sols. AG: DP/UPV/74/007-Rapport technique I. PNUD/FAO, Rome, 1980, 33 p.
- DE RIDDER N., BREMAN H., VAN KEULEN H. & STOMPH T. J. 2004. Revisiting a 'cure against land hunger': soil fertility management and farming systems dynamics in the West African Sahel. *Agricultural Systems*, 80 (2):109-131.
- DJENONTIN A. J., DAGBENONBAKIN G, IGUE A. M., AZONTONDE H. A. & MENSAH G. A. 2011. Gestion de la matière organique du sol : valorisation des résidus de récolte par l'enfouissement au Nord du Bénin. Fiche technique INRAB-MAEP / Bénin, 11p.
- GROSCLAUDE I. V., DEBERRE J. C., MARTIN M. A. & MATHERON G. 2006. Le semis direct sur couverture (SCV) : Une solution alternative aux systèmes de culture conventionnels dans les pays du sud. Agence française de développement, 68p.
- HAIRIAH K., SITOMPUL S. M., VAN N. M. & PALM C. A., 2001. Methods for sampling carbon stocks above and below ground. International Centre for Research in Agroforestry, Bogor. 31p.
- HOUNDAGBA M. F. E. 2012. Potentialités et contraintes des terres agricoles dans le Bassin-versant d'Amou : Commune de Djida. Mémoire de maîtrise en géographie, Faculté Des Lettres, Arts et Sciences Humaines, 100p.
- HOUNGBO N. E. 2004. Analyse des coûts d'opportunité de l'adoption de la jachère *Mucuna* pour les paysans du bas Bénin. 271-281. *In* : Gbégo I., Adjanooun A., Bankolé B., Agbo B. P., Ganglo J., Sagbohan J., Igué K. & Matthes A. (eds). Proceedings of the Scientific Workshop 3, Niaouli, Benin.
- IGUE A. M., SAÏDOU A., ADJANOOUN A., EZUI G., ATTIOGBE P, KPAGBIN G, GOTOECHAN-HODONOU H., YOUL S., PARE T., BALOGOUN I., OUEDRAOGO J., DOSSA E., MANDO A. & SOGBEDJI J. M. 2013. Evaluation de la fertilité des sols au sud et centre du Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, Numéro spécial Fertilité du maïs, 12-23.
- KIHARA I., BATIONO A., MUGENDI D. N., MARTIUS C. & VLEK P. L. G. 2011. Conservation tillage, local organic resources and nitrogen fertilizer combinations affect maize productivity, soil structure and nutrient balances in semi-arid Kenya: 155-167. *In* : Bationo A. Waswa B., Okeyo J. M., Maina F. & Kihara J. (Eds). *Innovations as key to the Green Revolution Africa 1 : Exploring the scientific facts*. Ed. Springer Dordrecht Heidelberg London New York.
- KINTCHE K. 2011. Analyse et modélisation de l'évolution des indicateurs de la fertilité des sols cultivés en zone cotonnière du Togo. Thèse de Doctorat, Sciences de la Terre et de l'Environnement, Université de Bourgogne – France, 215 p.
- KOUELO ALLADASSI F., HOUNGNANDAN P., AZONTONDE H. A., DEDEHOUANOU H., & GANGNON S. O. A. (2015a). Farmers' Perceptions on Soil Degradation and Their Socioeconomic Determinants in Three Watersheds of Southern Benin. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 5 (22), 29-39.
- KOUELO ALLADASSI F., HOUNGNANDAN P., AZONTONDE H. A., BENMANSOUR M., RABESIRANANA N. & MABIT L. 2015b. Assessment of the level of soil degradation in three watersheds affected by intensive farming practices in Benin. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 3 (6), 529-540.
- KOUELO A. F. 2016. Effets des pratiques culturales sur la dégradation du sol au niveau des trois bassins versants du sud Bénin. Thèse de Doctorat, Sciences Agronomiques, Universités d'Abomey-Calavi, Bénin, 239p.
- KOUSSIHOUÉDE K. I. H., AHOLOUKPE N. S. H., ASSOGBA K. F. V. & AMADJI G. L. 2017. Soil organic carbon status in a vegetable cropping systems in Southern Benin: A rapid assessment. *African Journal of Soil Science*, 5 (3): 410-419.

- MALIKI R., TOUKOUROU M., SINSIN B. & VERNIER P. 2012. Productivity of yam-based systems with herbaceous legumes and short fallows in the Guinea-Sudan transition zone of Benin. *Nutrient cycling in Agroecosystems*, 92 (1), 9p. DOI: 10.1007/s10705-011-9468-7.
- MIRANDA J. P., SILVA L. M., LIMA R. L., DONAGEMMA G. K., BERTOLINO A. V. A., FERNANDES N. F., CORREA F. M., POLIDORO J. C. & TATO G. 2009. Fallow effects on improving soil properties and decreasing erosion: Atlantic forest, South-eastern Brazil. *Mountain Research and Development*, 33 (4):391-403.
- OUÉDRAOGO E., MANDO A. & STROOSNIJDER L. 2006. Effects of tillage, organic resources and nitrogen fertilizer on soil carbon dynamics and crop nitrogen uptake in semiarid West Africa. *Soil and Tillage Research*, 91 (1-2): 57-67.
- PADC. 2006. Monographie de Djidja, 44 p.
- SAÏDOU A. 2005. Capitalisation des expériences et pratiques en matière de restauration et de gestion de la fertilité des sols et lutte antiérosive. Rapport principal, MAEP, PAMRAD, CTB. 115p.
- TEKALIGN T., HAQUE I. & ADUAYI E. A. 1991. Soil, plant, water, fertilizer, animal manure and compost analysis manual. Plant Science Division Working Document 13, ILCA, Addis Ababa, Ethiopia.
- TOKO I. & SINSIN B. (2008). Les phénomènes d'érosion et d'effondrement naturels des sols (dongas) du Parc national du W et leur impact sur la productivité des pâturages. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 19 (3) : 193-200.
- WALKLEY A. & BLACK I. A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed chromic acid titration method. *Soil Science*, 37 : 29-38.
- WU Z. J., ZHANG H. J., XU G. S., ZHANG Y. H. & LIU C. P. 2002. Effect of returning corn straw into soil on soil fertility. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 13 : 539-542.