

Variation de la matière organique du sol selon la géomorphologie dans les agro-paysages en zone soudano-sahélienne au Burkina

Roger KISSOU^{1*}, Zacharia GNANKAMBARY², Hassan Bismarck NACRO³
et Michel Papoaba SÉDOGO²

¹ Bureau National des Sols (BUNASOLS), 03 BP 7142 Ouagadougou 03, Burkina Faso

² Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), 04 BP 8645 Ouagadougou 04, Burkina Faso

³ Université Nazi Boni, Laboratoire d'Etude et de Recherche sur la Fertilité du Sol (LERF),
01 BP 1091 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

* Correspondance, courriel : kissouroger@yahoo.fr

Résumé

L'objectif de l'étude est d'investiguer la variation des compartiments organiques du sol en relation avec la géomorphologie dans quatre sites (Bingo, Borgo, Boursouma et Yilou) en zone soudano-sahélienne au Burkina Faso. Des prélèvements d'échantillons ont été réalisés dans les profondeurs 0-20 cm, 20-40 cm et 40-60 cm le long des toposéquences. Les analyses chimiques ont concerné la quantification du carbone total et de l'azote total, dans les fractions granulométriques (200 - 2000 μm), (50 - 200 μm), (20 - 50 μm) et (0 - 20 μm). Les résultats indiquent, dans les 20 premiers centimètres du sol, des teneurs en carbone total et en azote total plus élevées dans les bas-fonds que sur les moyennes pentes. Le fractionnement granulométrique de la matière organique montre une prédominance du carbone et de l'azote de la fraction fine (0 - 20 μm) quelles que soient les unités géomorphologiques avec toutefois des valeurs plus élevées dans les bas-fonds. La contribution de l'azote de la fraction fine à l'azote total est importante. Les coefficients d'enrichissement en carbone et en azote sont élevés dans la fraction fine et dans une moindre mesure, dans la fraction grossière (200 - 2000 μm). Le rapport C/N est élevé dans les fractions grossières 200 - 2000 μm et 50 - 200 μm , mais décroît dans les fractions fines 20 - 50 μm et 0 - 20 μm .

Mots-clés : *géomorphologie, fractionnement granulométrique, matière organique, Burkina Faso.*

Abstract

Variation of soil organic matter content in relation to geomorphology in the agricultural landscapes in the sudano-sahelian zone of Burkina Faso

The objective of this study is to investigate the variation of soil organic compartments in relation to geomorphology in four villages (Bingo, Borgo, Boursouma and Yilou) in the sudano-sahelian zone of Burkina Faso. Soil samples have been taken in 0-20 cm, 20-40 cm and 40-60 cm depth. Total carbon and total nitrogen were determined in four particle size distribution (200 - 2000 μm), (50 - 200 μm), (20 - 50 μm) and (0 - 20 μm). The results show higher contents of carbon and nitrogen in the fine fraction (0-20 μm) whatever the geomorphologic units with higher values in the shallows. The contribution of nitrogen of fine fraction contribution to total nitrogen is very important. The enrichment coefficients of carbon and nitrogen are high in fine fraction, with a less extent in coarse fraction. The ratio C/N is high in the coarse fractions 200-2000 μm and 50-200 μm but decreases in the fine fractions 20 - 50 μm and 0 - 20 μm .

Keywords : *geomorphology, particle size distribution, organic matter, Burkina Faso.*

1. Introduction

La matière organique du sol, désigne les matériaux d'origine organique, principalement végétale, provenant de la flore naturelle ou apportée par l'homme. Elle est présente dans la plupart des horizons pédologiques particulièrement dans l'épipédon. L'altération de ces matériaux donne naissance à l'humus. La matière organique du sol peut être différenciée en deux grandes classes : la matière organique fraîche sensu stricto composée de feuilles mortes, brindilles, résidus de récoltes, racines mortes, cellules microbiennes, cadavres d'animaux et la matière organique libre ou non humifiée représentant la fraction légère à C/N élevé, facilement biodégradable, pouvant être séparée des argiles par des moyens physiques [1]. La matière organique est le pivot de la fertilité physique du sol [2]. Sur le plan chimique, elle contribue à augmenter la CEC, la capacité d'adsorption des bases échangeables, indispensables à la nutrition des plantes [3]. Elle est considérée comme un indicateur de la durabilité des systèmes à base de cultures annuelles. La matière organique est intimement associée à plusieurs processus de formation et d'évolution des sols [4 - 6]. Les facteurs de la déperdition sont essentiellement les températures élevées, les conditions humides et le labour qui augmentent la cinétique de la minéralisation avec comme conséquence, des émissions de dioxyde de carbone à effet de serre [7]. Les méthodes de caractérisation de la matière organique sont nombreuses : fractionnement physique [8], fractionnement chimique, de type extraction après hydrolyse acide ou alcaline [9] et le fractionnement isotopique [10]. Au Burkina Faso, les travaux portant sur le fractionnement granulométrique ont généralement été réalisés afin de comprendre les effets des systèmes de culture sur l'évolution des compartiments organiques dans les zones sud-soudanienne et nord-soudanienne [11, 12]. Les études sur la variation des teneurs en matière organique du sol selon la géomorphologie, sont peu documentées particulièrement en zone soudano-sahélienne. Ainsi, l'objet de cette étude est donc d'investiguer la distribution et la variation des compartiments organiques du sol en relation avec la géomorphologie dans les agro-paysages de la zone soudano-sahélienne au Burkina Faso à travers les terroirs de Bingo, Borgo, Boursouma et de Yilou. Elle est également une contribution à la gestion durable de la fertilité des sols, particulièrement dans un contexte de pression foncière où les pratiques de la jachère sont quasi-absentes.

2. Matériel et méthodes

2-1. Milieu biophysique

L'étude a été menée dans les terroirs de Bingo ($2^{\circ} 03' 09,5''W$, $12^{\circ} 49' 12,4''N$), Borgo ($2^{\circ} 03' 44,2''W$, $12^{\circ} 47' 56,5''N$), Boursouma ($2^{\circ} 22' 13,5''W$, $13^{\circ} 29' 51,9''N$) et Yilou ($1^{\circ} 32' 54,6''W$, $13^{\circ} 01' 06,8''N$). (**Figure 1**). Le climat est de type soudano-sahélien avec une pluviosité annuelle de 613 mm. Le substratum géologique est constitué de roches volcano-sédimentaires et de micaschistes à grenat [13]. Les terroirs sont situés sur des glacis de raccordement. La végétation correspond aux paysages agrestes dominés par *Faidherbia albida* (Delile) A. Chev, *Vitellaria paradoxa* G. Don et *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. Ex G. Don [14]. La couverture pédologique est largement dominée par les sols ferrugineux tropicaux lessivés.

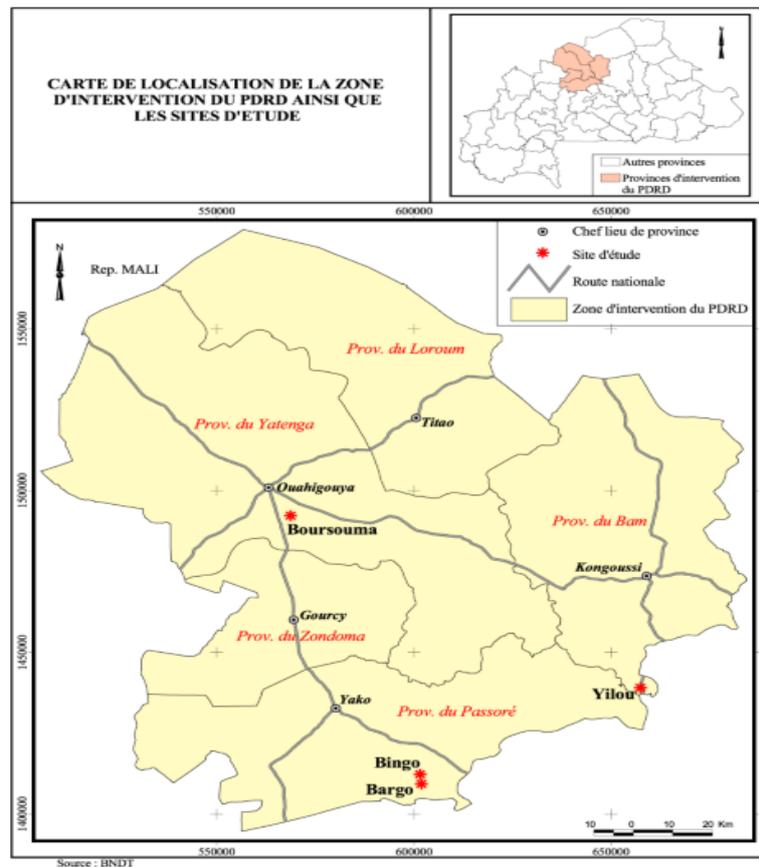


Figure 1 : Carte de localisation des sites

2-2. Méthode

2-2-1. Méthode de prospection

La méthode de prospection pédologique suivie a été la méthode toposéquentielle. Les fosses pédologiques ont été décrites selon les Directives FAO [15]. Les sols ont été classifiés selon [4, 6]. Des échantillons ont été prélevés en effectuant quatre répétitions selon les profondeurs suivantes : 0-20 cm, 20-40 cm et 40-60 cm. Les échantillons ont été analysés au laboratoire du Bureau National des Sols (BUNASOLS) et de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), à Ouagadougou, Burkina-Faso.

2-2-2. Méthodes d'analyses chimiques

Le carbone total a été dosé par la méthode de [16], l'azote total par la méthode Kjeldal [17]. Le fractionnement granulométrique s'est effectué selon le principe de [18]. Le fractionnement s'effectue par des tamisages successifs avec deux tamis de 200 µm et 50 µm préalablement mouillés à l'eau permutée. La fraction < 50 µm obtenue après tamisage à 50 µm est passée aux ultra-sons puis tamisée avec un tamis de 20 µm. Les fractions retenues sont : (1) fraction 200-2000 µm, (2) fraction 50-200 µm, (3) fraction 20-50 µm (4) fraction 0-20 µm. Les teneurs en carbone et en azote de chaque fraction ont été quantifiées selon la même méthode utilisée pour le dosage du carbone total et l'azote total. Les coefficients d'enrichissement en carbone (EC) et en azote (EN) de chaque compartiment ont été déterminés selon les **Formules** suivantes [19] :

$$EC = \frac{mg\ C\ g^{-1}\ fraction}{mg\ C\ g^{-1}\ du\ sol\ non\ fractionné} \quad (1)$$

$$EN = \frac{mg\ N\ g^{-1}\ fraction}{mg\ N\ g^{-1}\ du\ sol\ non\ fractionné} \quad (2)$$

3. Résultats et discussion

3-1. Unités taxonomiques

Les types de sols selon les classifications [4, 6] sont consignés dans le **Tableau 1**.

Tableau 1 : Types de sols et leur distribution selon les unités géomorphologiques

Unité géomorphologique	Classification WRB (2014)	CPCS (1967)
Haut de pente de glacis	Plinthosols épipétriés	Sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés superficiels (20 cm)
Moyenne pente de glacis	Lixisols chromiques (cutaniques)	Sols ferrugineux tropicaux lessivés modaux
Bas-fond	Gleysols eutriés	Sols hydromorphes peu humifères à gley profond (> 80 cm)

Les types de sols décrits sur les toposéquences sont des plinthosols épipétriés qui occupent les hauts de pente des glacis de raccordement. Ils sont caractérisés par la présence d'une cuirasse ferrugineuse qui apparaît à une profondeur de 20 centimètres. Les lixisols chromiques (cutaniques) sont situés sur les moyennes pentes des glacis. Ils sont profonds, sans obstacle structural, de couleur brun jaunâtre (7,5YR 7/8) dans l'horizon B avec des revêtements cutaniques. Les gleysols ont été décrits dans les bas-fonds. L'horizon B est bariolé de nombreuses taches de gley avec un taux de saturation de 70 %.

3-2. Teneurs en carbone total en moyennes pentes et dans les bas-fonds

Les teneurs en carbone total dans les 20 premiers centimètres de sol, dans les bas-fonds (gleysols), sont plus élevées ($6,09 \pm 0,75\ mg.\ g^{-1}$) que celles en moyennes pentes (lixisols) ($5,02 \pm 0,30\ mg.\ g^{-1}$). En mi-profondeur, les teneurs sont quasi-identiques dans les bas-fonds et en moyennes pentes respectivement, $3,74 \pm 0,30\ mg.\ g^{-1}$ et $3,45 \pm 0,65\ mg.\ g^{-1}$. En profondeur, les teneurs en carbone sont toujours élevées dans les bas-fonds ($3,59 \pm 0,52\ mg.\ g^{-1}$) par rapport aux pentes moyennes ($2,76 \pm 0,41\ mg.\ g^{-1}$) (**Figure 2**).

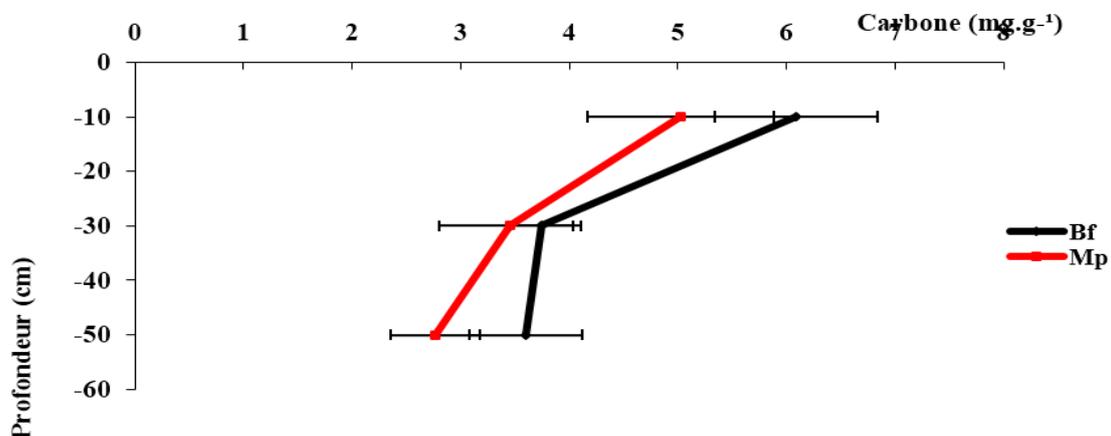


Figure 2 : Teneurs en carbone total en moyenne pente (Mp) et dans les bas-fonds (Bf)

3-3. Teneurs en azote total en moyennes pentes et dans les bas-fonds

Dans les bas-fonds (gleysols), les teneurs en azote sont supérieures ($0,45 \pm 0,03 \text{ mg. g}^{-1}$) à celles des moyennes pentes (lixisols) ($0,37 \pm 0,05 \text{ mg. g}^{-1}$). En profondeur moyenne, elles sont identiques dans les bas-fonds ($0,33 \pm 0,02 \text{ mg. g}^{-1}$) comme en mi- pente (lixisols) ($0,33 \pm 0,04 \text{ mg. g}^{-1}$). En profondeur, les teneurs sont légèrement supérieures dans les bas-fonds qu'en pentes moyennes respectivement ($0,32 \pm 0,03 \text{ mg. g}^{-1}$) et ($0,26 \pm 0,02 \text{ mg. g}^{-1}$) (**Figure 3**).

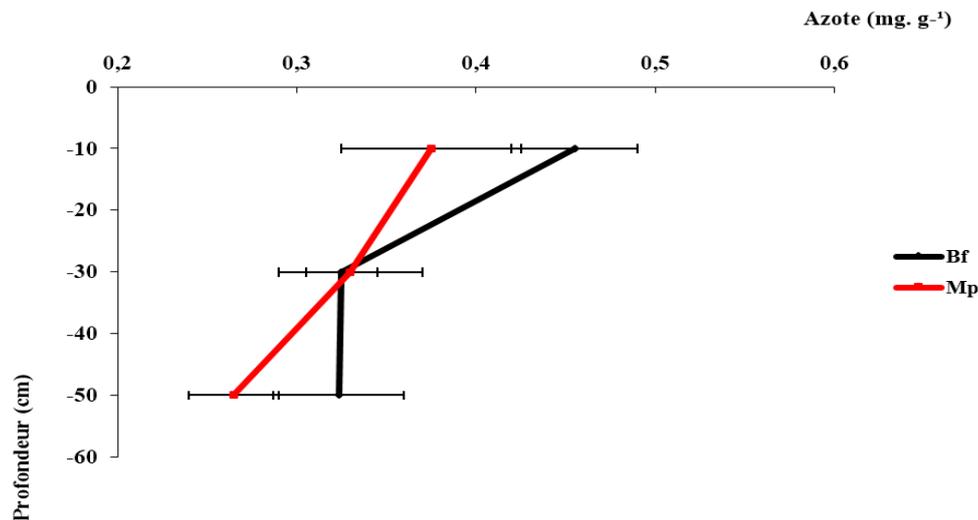


Figure 3 : Teneurs en azote total en moyenne pente (Mp) et dans les bas-fonds (Bf)

Les teneurs en carbone total et en azote total plus élevées dans les bas-fonds (gleysols) que dans les sols de moyennes pentes (lixisols) s'expliquent par le fait que les bas-fonds sont des milieux d'accumulation de sédiments organiques de nature diverse [20, 21]. Toutefois, les teneurs demeurent faibles car dans la zone soudano-sahélienne du Burkina, les bas-fonds sont très exploités en raison du caractère erratique des pluies. En année de mauvaise pluviométrie, les récoltes sont meilleures à celles des hautes terres. Cependant, les techniques culturales inadaptées qui y sont pratiquées contribuent à une déperdition de la matière organique et au comblement des bas-fonds. Les amendements organiques en vue de compenser les pertes sont insuffisants pour rehausser le niveau de fertilité des sols. Par ailleurs, il faut également souligner la faible teneur des sols du Burkina Faso en matière organique, généralement inférieure à 1 %. Les pertes annuelles par minéralisation varient entre 2 et 4 % [22]. Elles provoquent une diminution de la stabilité structurale des sols, une baisse de la rétention en eau et de la réserve en éléments nutritifs et contribuent également à l'augmentation du risque d'érosion des sols. L'une des conséquences majeures est la réduction de l'efficacité d'utilisation des fertilisants minéraux et la baisse de la capacité productive des sols [23].

3-4. Fractionnement granulométrique de la matière organique

3-4-1. Carbone

Les teneurs en carbone de la fraction fine (0-20 μm) sont plus élevées quelles que soient les unités géomorphologiques, avec des valeurs élevées dans les bas-fonds (gleysols), ($3,58 \text{ mg. g}^{-1}$). La fraction grossière (200-2000 μm) enregistre des valeurs moyennes, notamment en haut de pente (plinthosols) ($1,58 \text{ mg. g}^{-1}$). Elles deviennent faibles dans la fraction 50-200 μm ($0,79 \text{ mg. g}^{-1}$ en haut de pente, $0,78 \text{ mg. g}^{-1}$ en mi- pente et $0,66 \text{ mg. g}^{-1}$ dans les bas-fonds) et dans la fraction 20-50 μm ($0,77 \text{ mg. g}^{-1}$ en haut de pente, $0,75 \text{ mg. g}^{-1}$ en moyenne pente et $0,94 \text{ mg. g}^{-1}$ dans les bas-fonds) (**Figure 4**).

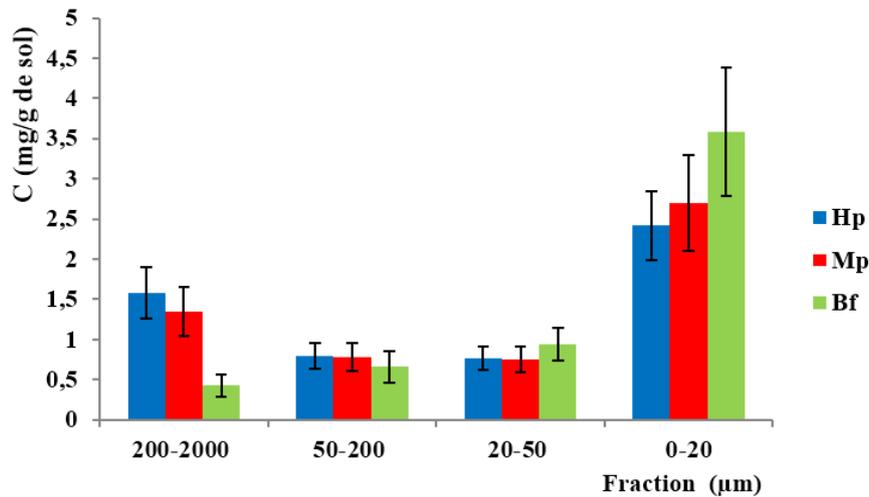


Figure 4 : Teneurs en carbone selon les unités géomorphologiques

3-4-2. Azote

Les teneurs en azote de la fraction fine (0-20 µm) dominent quelles que soient les unités géomorphologiques, avec des valeurs plus élevées dans les bas-fonds (gleysols) (0,36 mg. g⁻¹). En haut de pente et en moyenne pente, les teneurs sont respectivement 0,23 mg. g⁻¹ et 0,26 mg. g⁻¹. Les autres fractions enregistrent de faibles valeurs. Dans la fraction 200-2000 µm, les teneurs en azote sont de 0,1 mg. g⁻¹ en haut de pente et en moyenne pente, 0,03 mg. g⁻¹ dans les bas-fonds. La fraction 50-200 µm donne les valeurs suivantes : 0,06 mg. g⁻¹ en haut de pente comme en moyenne pente et 0,05 mg. g⁻¹ dans les bas-fonds. Dans la fraction 20-50 µm les valeurs augmentent des hauts de pente aux bas-fonds : 0,06 mg. g⁻¹ en haut de pente, 0,07 mg. g⁻¹ en moyenne pente et 0,09 mg. g⁻¹ dans les bas-fonds (*Figure 5*).

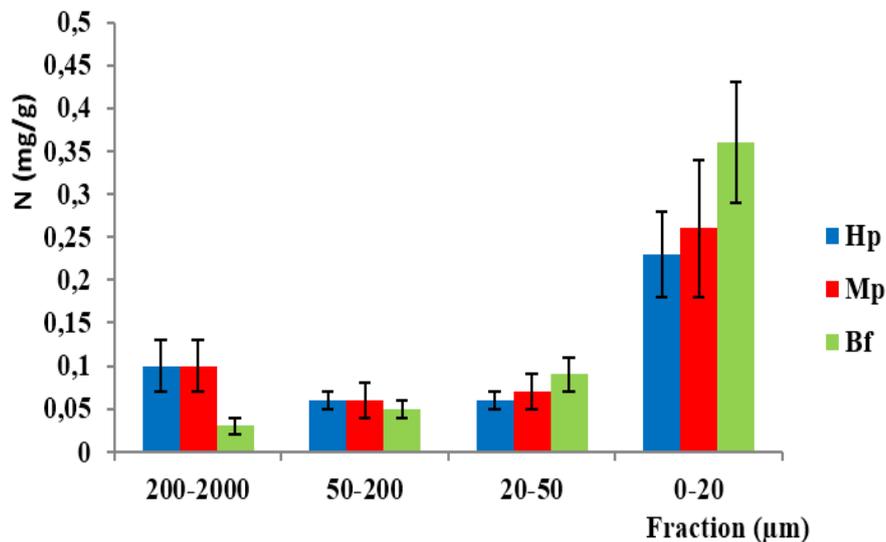


Figure 5 : Teneurs en azote selon les unités géomorphologiques

Les teneurs en carbone et en azote dans la fraction 200-2000 µm diminuent des hauts de pente (plinthosols) aux bas-fonds (gleysols). Dans cette fraction, c'est la portion du carbone dite labile qui est minéralisée par les microorganismes du sol [24] ; ce qui explique en partie la faible disponibilité de la plupart des sols en matière organique. Les teneurs en carbone de la fraction fine (0-20 µm) sont élevées quelles que soient les unités

géomorphologiques. Elles augmentent des hauts de pente aux bas-fonds qui sont des milieux d'accumulation de matière organique. Le carbone stocké dans cette fraction est très évolué, stable, intimement lié au limon fin et à l'argile, non reconnaissable, par conséquent mieux protégé contre la dégradation; c'est l'humus sensu stricto [9]. La concentration en carbone dans la fraction fine (0-20 µm) est due à l'activité microbienne et à la formation de complexes organo-minéraux stables [19].

3-5. Contribution du carbone et de l'azote des fractions au carbone total et à l'azote total

3-5-1. Contribution du carbone

La fraction fine (0-20 µm) contribue davantage au carbone total du sol. Les taux augmentent graduellement : 43,01 % en haut de pente (plinthosols), 46,55 % en moyenne pente (lixisols) et 65,30 % dans les bas-fonds (gleysols). Dans la fraction grossière (200-2000 µm), les contributions sont essentiellement enregistrées en haut de pente (26,23 %) et en moyenne pente (lixisols) (22,68 %). Les fractions 50-200 µm et 20-50 µm contribuent faiblement toutefois, dans la fraction 20-50 µm, il est noté une contribution de 25,20 % dans les bas-fonds (*Figure 6*).

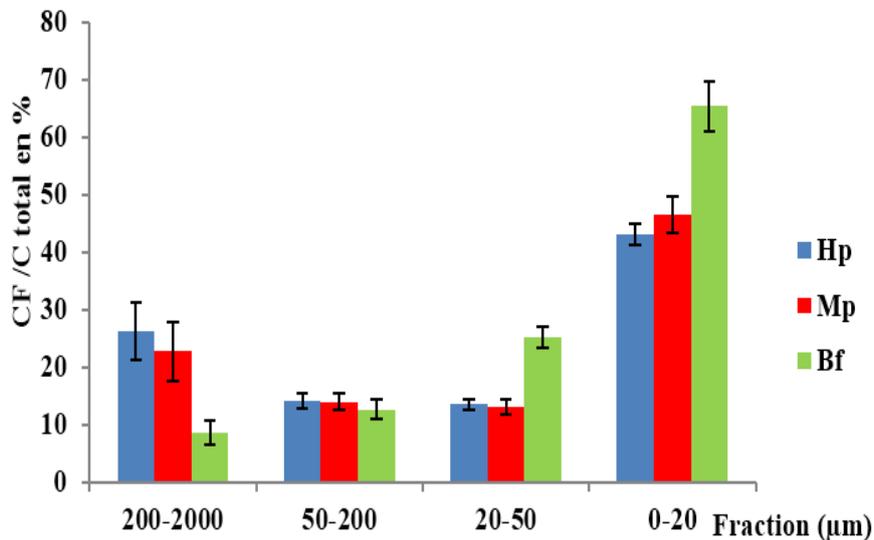


Figure 6 : Contribution du carbone des fractions au carbone total

3-5-2. Contribution de l'azote

L'azote de la fraction fine (0-20 µm) contribue beaucoup à l'azote total du sol. Les proportions augmentent des hauts de pente (plinthosols) (57,34 %) aux bas-fonds (gleysols) (86,21 %). Dans la fraction grossière (200-2000 µm), les taux de contribution sont quasi- identiques en hauts de pente et en pentes moyennes (lixisols), respectivement 24,16 % et 22,37 % mais restent plus élevés par rapport à ceux de la fraction 50-200 µm (14,63 % en haut de pente, 15,01 % en mi- pente et 12,22 % dans les bas-fonds). L'azote de la fraction 20-50 µm contribue pour 26,15 % particulièrement au niveau des bas-fonds (*Figure 7*).

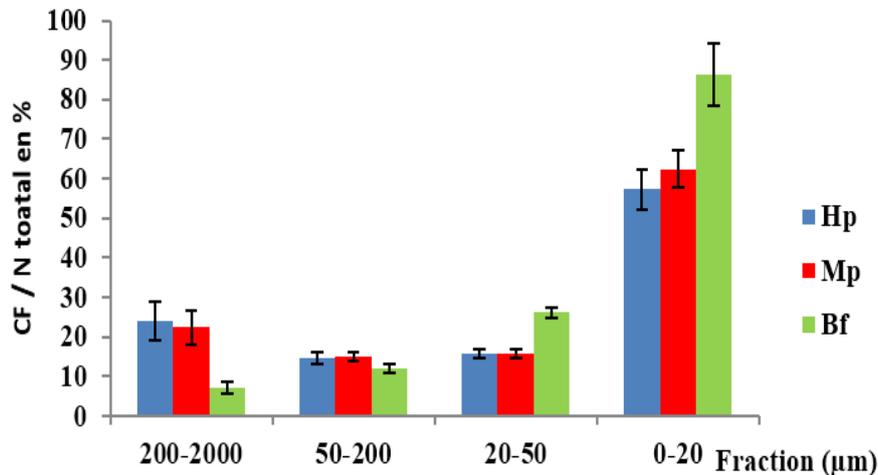


Figure 7 : Contribution de l'azote des fractions à l'azote total

En ce qui concerne les contributions, le carbone et l'azote de la fraction fine (0-20 µm) contribuent davantage au carbone total et à l'azote total du sol. L'azote présente particulièrement des taux élevés (86,21 %). Des auteurs comme [25] ont montré que la contribution de l'azote de la fraction fine à l'azote total était importante, dépassant 70 % dans les sols à texture fine mais ils ont souligné qu'il est moins stable que le carbone à cause de sa fugacité.

3-6. Rapport C / N

Dans la fraction grossière (200-2000 µm), le rapport C/N s'élève à $16,03 \pm 1,60$ dans les bas-fonds (gleysols). Il est de $15,26 \pm 1,57$ en haut de pente (plinthosols) et de $13,06 \pm 1,18$ en mi-pente (lixisols). Dans la fraction 50-200 µm, il atteint respectivement $13,43 \pm 0,44$ en haut de pente, $12,50 \pm 0,97$ en moyenne pente et $14,15 \pm 0,38$ dans les bas-fonds, alors qu'à partir de la fraction (20-50 µm) il amorce une diminution : $11,90 \pm 0,35$ en haut de pente, $11,32 \pm 0,79$ en moyenne pente et $12,30 \pm 0,11$ dans les bas-fonds. Les plus faibles valeurs de C / N sont enregistrées dans la fraction fine (0-20 µm) : $10,64 \pm 0,56$ en haut de pente, $10 \pm 0,77$ en mi-pente et $9,93 \pm 0,10$ dans les bas-fonds (**Figure 8**).

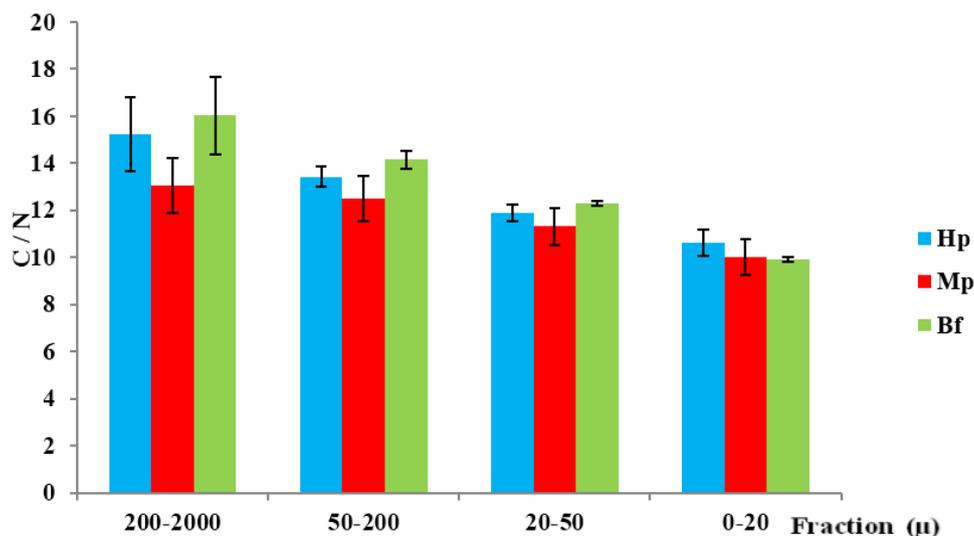


Figure 8 : Rapport C / N des fractions

Le rapport C/N est un indicateur du degré de décomposition et de qualité de la matière organique du sol. Les résultats de la présente étude montrent que le rapport C/N est élevé dans les fractions grossières, traduisant ainsi une biodégradation lente de la matière organique. La matière organique des fractions grossières est essentiellement constituée de carbohydrates végétaux pauvres en azote. Dans les fractions fines, le rapport C/N est bas ; ce qui indique une minéralisation rapide de la matière organique. La matière organique des fractions fines est formée de carbohydrates microbiens riches en azote, ce qui fait que le rapport C/N est bas. De tels résultats ont été soulignés dans des études menées au Burkina [1].

3-7. Coefficient d'enrichissement en carbone total et en azote total des quatre fractions

3-7-1. Coefficient d'enrichissement en carbone total des quatre fractions

Le coefficient d'enrichissement en carbone (E_c) est plus élevé dans la fraction fine (0-20 μm) : 2,3 en haut de pente (plinthosols), 1,91 en moyenne pente (lixisols) et 1,44 dans les bas-fonds (gleysols). Dans la fraction grossière (200-2000 μm), il est de 1,7 dans les bas-fonds, 1,34 en moyenne pente et 0,83 en haut de pente (plinthosols) mais il est faible dans les fractions 50-200 μm (0,57 en haut de pente, 0,44 en mi-pente et 0,77 dans les bas-fonds) et 20-50 μm (0,65 en haut de pente, 0,58 en pente moyenne et 0,64 dans les bas-fonds) (*Figure 9*).

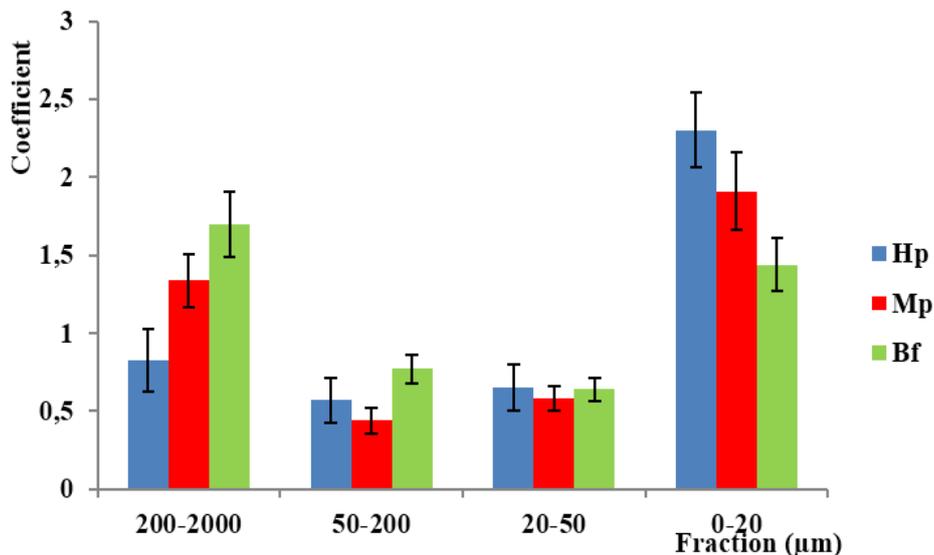


Figure 9 : Coefficient d'enrichissement en carbone total des 4 fractions

3-7-2. Coefficient d'enrichissement en azote total des quatre fractions

La fraction fine (0-20 μm) contribue davantage à l'enrichissement en azote : 3,03 en haut de pente (plinthosols), 2,26 en moyenne pente (lixisols) et 2,12 dans les bas-fonds (gleysols). Dans la fraction grossière (200-2000 μm), le coefficient est de 1,36 dans les bas-fonds, 1,33 en moyenne pente et 0,80 en haut de pente mais faible dans les fractions 50-200 μm (0,58 en haut de pente, 0,46 en mi-pente et 0,75 dans les bas-fonds) et 20-50 μm (0,73 en haut de pente, 0,67 en moyenne pente et 0,71 dans les bas-fonds) (*Figure 10*).

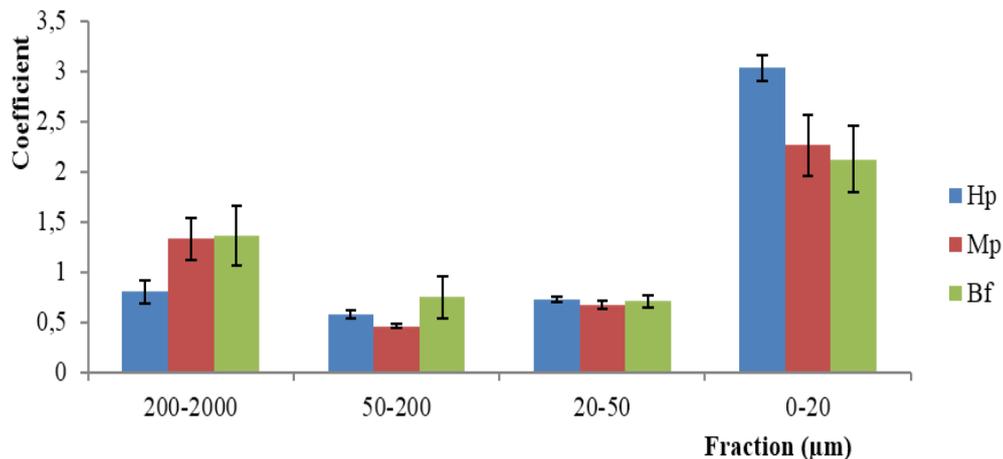


Figure 10 : Coefficient d'enrichissement en azote des 4 fractions

Les coefficients d'enrichissement en carbone sont élevés dans la fraction fine (0-20 μm) et dans une moindre mesure dans la fraction grossière (200-2000 μm). L'enrichissement dans la fraction fine, est lié aux teneurs en argile, particulièrement en haut de pente où le coefficient est plus important qu'en moyennes pentes et dans les bas-fonds. L'enrichissement en carbone est lié à la texture du sol [26]. De forts coefficients sont également enregistrés au niveau de la fraction grossière, singulièrement dans les bas-fonds et sur les pentes moyennes. Cela peut s'expliquer par la présence dans ce compartiment, d'agrégats de taille comparable à celle des sables grossiers possédant un noyau constitué de particules organiques stables qui résistent aux effets de l'eau et à la dispersion [27]. Les argiles grossières ont des concentrations en carbone plus élevées que celles des argiles fines [28]. De forts coefficients d'enrichissement en azote ont été également constatés dans la fraction fine comme ceux du carbone d'autant plus que l'azote est intimement lié au carbone.

4. Conclusion

La présente étude a été menée dans l'objectif de comprendre et d'évaluer la distribution et la variation des teneurs de la matière organique du sol en relation étroite avec la géomorphologie dans les agro-paysages de la zone soudano-sahélienne au Burkina Faso. Les résultats montrent que les teneurs en matière organique totale et en azote total sont plus élevées dans les bas-fonds que dans les sols de moyenne pente. Toutefois, elles sont faibles en raison des techniques culturales inadaptées. Le fractionnement granulométrique de la matière organique indique que c'est dans la fraction fine que les teneurs en carbone et en azote sont plus importantes quelles que soient les unités géomorphologiques. Il s'est également avéré que c'est dans cette même fraction que le carbone et l'azote contribuent d'avantage au carbone total et à l'azote total. Quant au rapport C/N, il présente des valeurs plus élevées dans la fraction grossière alors que dans la fraction fine, il est bas. Les coefficients d'enrichissement en carbone et en azote sont plus élevés dans la fraction fine quelles que soient les unités géomorphologiques et dans une moindre mesure dans la fraction grossière. Ces résultats montrent le rôle important que joue la fraction fine dans la fertilité naturelle des sols. A cet effet, des amendements organiques de bonne qualité et des techniques culturales appropriées sont indispensables pour rehausser le niveau de fertilité des sols dans cette zone climatique du Burkina. De même, des études similaires pourraient être conduites dans les autres zones climatiques en vue d'une gestion durable des terres au Burkina Faso.

Références

- [1] - F. J. PALLO, N. SAWADOGO, N. P. ZOMBRE, M. P. SEDOGO, Statut de la matière organique des cambisols et des lxisols sous formations naturelles de longue durée en zone nord-soudanienne au Burkina Faso, *AGRON. AFR.* XXI, (3) (2009) 215 - 330
- [2] - J. R. DISNAR et A. BRUANDA, La matière organique des sols (MOS) : un héritage difficile mais fructueux. *Géochronique*, 104 (2007) 20 - 21
- [3] - E. BLANCHARD, A. ALBRECHT, M. BERMOUX, A. BRAUMAN, J. L. CHOTTE, C. FELLE, F. GANRY, F. E. HIEN, R. MANLAY, D. MASSE, S. SALL et C. VILLENAVE, Organic matter and biofonctioning in tropical sandy soils and implications, In "*Management of tropical soils for sustainable agriculture*", A holistic approach for sustainable development of problems soils in the tropics, 27th November-2nd December, Khon Kaen, Thailand, (2005)
- [4] - CPCS, Classification des sols, *Publ. ENSA-GRIGNON*, France, (1967) 87 p.
- [5] - U.S.D.A., Key to soil taxonomy, Soil management support services, *Technical monography*, N° 13 (1986) 244 p.
- [6] - FAO, World reference base for soil resource, World soil resource, report, 106 (2014) 192 p.
- [7] - J. R. BÉNITES, Effect of no-till on conservation of soil fertility, In "*No-Till Farming Systems*", special publication, N°3 (2008) 59 - 72
- [8] - C. FELLER, Une méthode de fractionnement granulométrique de la matière organique des sols, Vol. XVII, application aux sols tropicaux, à textures grossières, très pauvres en humus, *Cahier O.R.S.T.O.M.*, sér. Pédol., N° 4 (1979) 339 - 346
- [9] - C. FELLER, La matière organique des sols, questions, concepts et méthodologies, *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France*, 83 (6) (1997) 83 - 134
- [10] - A. GOLCHIN, J. M. OADES, J. O. SKJEMSTAD et P. CHARKE, Study of free and occluded particulate organic matter by particle-size fractionation : example for tropical soils, *Communication in Soil science and Plant Analysis*, 26 (11-12) (1994) 1749 - 1760
- [11] - B. OUATTARA, *Analyse-diagnostic du statut organique et de l'état structural des sols des agrosystèmes cotonniers de l'Ouest du Burkina Faso (Terroir de Bondoukui)*, Thèse de Docteur d'Etat ès-sciences naturelles, Option : système de production, Spécialité : science du sol, Université polytechnique de Bobo-Dioulasso, Institut du Développement Rural, (2009) 186 p.
- [12] - F. J. PALLO, N. SAWADOGO, L. SAWADOGO, M. P. SEDOGO et A. ASSA, Statut de la matière organique des sols dans la zone sud-soudanienne au Burkina Faso, *Biotechnol. Agrom. Soc. Environ.*, Vol. 12, N° 3 (2008) 291 - 301
- [13] - C. CASTAING, J. LE METOUR, M. BILLA, M. DONZEAU, P. CHEVREMONT, E. EGALE, B. ZIDA, I. OUEDRAOGO, S. KOTE., B. E. KABORE, C. OUEDRAOGO, D. THIEBLEMONT, C. GUERROT, A. COCHERIE, M. TEGYEY, J-R. MILESI, Y. ITARD, Carte géologique du Burkina Faso à l'échelle 1: 1000 000, (2003)
- [14] - S. GUINKO, Caractéristiques de la végétation du Burkina Faso et leurs impacts sur les sols, (1998) 13 p.
- [15] - FAO, Guidelines for soil description, fourth edition, 95 p.
- [16] - A. WALKLEY and I. A. BLACK, An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of chronic acid titration method, *Soil Science* 37, (1934) 29 - 38
- [17] - W. F. HILLEBRAND, G. E. F. LUNDELL, H. A. BRIGHT, J. I. HOFFMAN, *Applied Inorganic Analysis* (2nd edn), John Wiley, Sons, Inc : New York, USA, (1953) 1034 p.
- [18] - E. GAVINELLI, M. C. LARRE-LARRUY, B. BACYE, B. N. DJEGUI et J. D. D. NZILA, A routine method to study soil organic matter by size fractionation : examples for tropical soils, In "*Soil Science and Plant Analysis*"; (1995) 1749 - 1760

- [19] - B. T. CHRISTENSEN, Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover, *Eur. J. Soil Sci.*, 52 (2001) 45 - 353
- [20] - B. I. HATTAR, A. Y. TAIMEH, F.M. ZIADAT, Variation in soil chemical properties along toposéquences in arid region of the Levant *Catena* 83, (2010) 34-45
- [21] - R. KISSOU, *Classification et perception locales de la fertilité des sols en milieu mossé, peulh et jula au Burkina Faso*, Thèse unique, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, (2014) 169 p.
- [22] - B. KOULIBALY, Situation de la fertilisation des sols et de la gestion de la fertilité des sols au Burkina Faso, (2014) 29 p.
- [23] - DT. MESHESHA, A. TSUNEKAWA, M. TSUBO, Continuing land degradation : cause effect in Ethiopia's central Rift Valley, *Land degrade Dev*, 23 (2012) 130 - 143
- [24] - C. FELLER, F. BERNHARDT-REVERSAT, J. L. GARCIA, J. J. PANTIER, S. ROUSSOS et B. VAN VLIET-LANOE, Etude de la matière organique de différentes fractions granulométriques d'un sol sableux tropical, Effet d'un amendement organique (compost), *Cah. O.R.S.T.O.M., ser. Pédol.*, Vol. XX, N°3 (1983) 223 - 238
- [25] - I. DRIDI, T. GALLALI, Distribution de l'azote et caractérisation des sols de Tunisie Nord, *Geo-Eco-Trop*, 30, 2 (2006) 87 - 96
- [26] - C. C. LISBOA, R. T. CONANT, M. L. HADIX, C. E. P. CERRI and C. C. CERRI, Soil carbon turnover, *Ecosystems*, Vol. 12, N° 7 (2009) 1212 - 1221
- [27] - G. A. BUYANOVSKY, M. ASLAM, G. H. WAGNER, Carbon turnover in soil physical fractions, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58 (1994) 1167 - 1173
- [28] - J. BALESDENT, A. MARIOTTI et B. GRILLET, Natural ¹³C abundance as a tracer for studies of soil organic matter dynamics, *Soil Soil. Biochem*, 19 (1987) 25 - 30