



ISSN: 0975-833X

Available online at <http://www.journalcra.com>

INTERNATIONAL JOURNAL
OF CURRENT RESEARCH

International Journal of Current Research
Vol. 13, Issue, 10, pp.19348-19354, October, 2021

DOI: <https://doi.org/10.24941/ijcr.42481.10.2021>

RESEARCH ARTICLE

DÉTERMINATION DE QUELQUES CARACTÈRES HYDRODYNAMIQUES DE LA COUVERTURE PÉDOLOGIQUE D'UN VERSANT À VÉGÉTATION DE SAVANE ARBORÉE DANS LA LOCALITÉ DE BROBO AU CENTRE DE LA CÔTE D'IVOIRE

*KOUAKOU Yao Kouman Nestor¹, YAO Guy Fernand², GALA Bi Trazié Jérémie¹, KOUADIO Kouassi Gérard¹, BAKA Derving¹ et YAO-KOUAME Albert¹

¹UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Laboratoire des Sciences du Sol, de l'Eau et des Géomatériaux, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

²Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Laboratoire Central Sols, Eaux, Plantes; Programme Gestion durable des Sols et Maîtrise de l'Eau, Bouaké, Côte d'Ivoire

ARTICLE INFO

Article History:

Received 16th July, 2021

Received in revised form

19th August, 2021

Accepted 17th September, 2021

Published online 30th October, 2021

Key Words:

Couverture Pédologique, Sol, Hydrodynamique, Densité Apparente, Brobo, Côte d'Ivoire.

ABSTRACT

Un versant pénégé d'une superficie de 10ha dans la localité de Brobo, au Centre de la Côte d'Ivoire a fait l'objet d'une caractérisation physique et hydrodynamique au niveau de sa couverture pédologique. Sept (7) points de mesure ont été créés dont un (1) à chaque sommet de la parcelle, un (1) au milieu des côtés situés en amont et en aval et un (1) dernier au centre de la parcelle. Quatre paramètres physiques que sont la densité apparente, la porosité totale, l'humidité pondérale et la réserve utile en eau ont été déterminés dans les tranches de profondeur 0-20 cm et 20-40 cm. La densité apparente a été déterminée par la méthode au sable et la perméabilité des sols a été réalisée par des essais Porchet à côté des fosses ouvertes. Les échantillons de sol issus de la méthode au sable, ont été traités au laboratoire pour la détermination de l'humidité pondérale par la méthode gravimétrique. La moyenne de la perméabilité du site est de 80mm/h et les valeurs de la densité apparente maximale à 1,96 g/cm³, minimale à 1,01 g/cm³ sont en deçà des valeurs critiques indiquant des propriétés hydrodynamiques et physiques de sols dégradés. Les valeurs de la porosité totale varient de 36,67 % à 61,85% dans les horizons compris entre 0-20 cm de profondeur et de 25,86% à 55,23% au niveau des horizons compris entre 20-40 cm de profondeur. L'humidité pondérale varie de 1,97% à 8,22% et la réserve utile en eau varie d'un point d'observation à un autre dans les horizons 0-20 cm. En définitive, les sols étudiés présentent un bon état physique au plan hydrodynamique.

*Corresponding author:

KOUAKOU Yao Kouman Nestor

Copyright © 2021. KOUAKOU Yao Kouman Nestor et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: KOUAKOU Yao Kouman Nestor, YAO Guy Fernand, BAKA Derving, GALA Bi Trazié Jeremie, KOUADIO Kouassi Gerard et YAO-KOUAME Albert. "Détermination de quelques caractères hydrodynamiques de la couverture pédologique d'un versant à végétation de savane arborée dans la localité de brobo au centre de la Côte D'ivoire", 2021. International Journal of Current Research, 13, (10), 19348-19354.

INTRODUCTION

La couverture pédologique dans les régions intertropicales est reconnue pour sa diversité (Ruellan et Dosso, 1993) avec des facteurs du milieu déterminant des processus évolutifs qui impriment les caractères du sol. Ces caractères, variables et nombreux permettent de connaître les sols et maîtriser leur gestion. Ainsi, conscient du fait que la dynamique de l'eau joue un rôle important dans les processus de pédogenèse et de morphogenèse et qu'il existe une étroite relation entre l'organisation et les caractéristiques hydrodynamiques des

horizons des sols tel que souligné par Santos *et al.* (1998), il est paru utile de se pencher sur la détermination de quelques paramètres hydrodynamiques de la couverture pédologique d'un versant à Brobo, localité située au centre de la Côte d'Ivoire. En effet, cette localité ne bénéficie pas d'une documentation fournie en terme d'étude pédologique et est aujourd'hui en pleine mutation agricole passant d'une zone productrice de vivriers à une zone de culture de rente (culture d'anacarde). La maîtrise du milieu sol et surtout la maîtrise de l'eau paraît un enjeu important, quand on sait l'importance de l'eau pour le développement des plantes. Ainsi, cette étude permettra non seulement de constituer une base de données

pédologiques, mais permettra également une meilleure appréhension des sols étudiés dans la perspective d'une gestion durable.

MATERIEL ET METHODES

Caractéristiques du site de l'étude

Localisation: Le site de l'étude se localise dans la sous-préfecture de Brobo au centre de la Côte d'Ivoire, entre les longitudes ($4^{\circ}29'51,31''W$ et $4^{\circ}54'30,07''W$) et les latitudes ($7^{\circ}31'03,63''N$ et $7^{\circ}53'03,07''N$) à une cinquantaine de km de Bouaké (Figure 1).

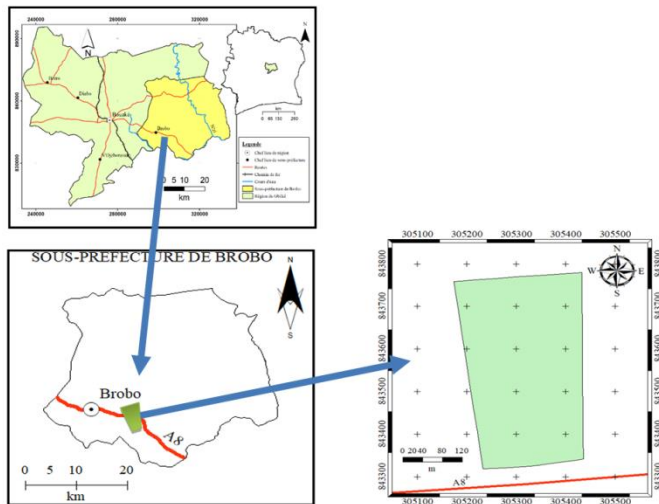


Figure 1. Localisation du site de l'étude

Climat et végétation : La localité de Brobo fait partie d'une région de transition climatique baignant à la fois dans le climat subtropical et/ou dans le climat tropical (Konan, 2013). Cependant, elle est sous l'influence d'un climat de type tropical humide caractérisé par un régime à quatre saisons : une grande saison des pluies (Avril à Juin), une petite saison sèche (Juillet), une petite saison des pluies (Août à Septembre) et une grande saison sèche (Octobre à Mars). La température et la pluviométrie annuelle y sont en moyenne, respectivement de $28^{\circ}C$ et 1200 mm (Konan, 2013). Le climat y est aussi marqué par l'harmattan et la végétation est dominée par la savane boisée, avec une forte densité d'arbustes, surplombés parfois de grands arbres, comme les fromagers (*Ceibapentadra*). Au niveau des bas-fonds, les cours d'eau sont recouverts par des forêts galeries (Touré, 1992).

Relief et hydrographie : Le relief de cette localité est constitué de collines à sommet arrondi élevant l'altitude moyenne à 320 m contre 240 m pour la moyenne régionale (Kouassi, 2014). Au niveau de l'hydrographie, le cours d'eau majeur est le N'Zi, un affluent du Bandama. Il prend sa source au Nord de la Côte d'Ivoire dans la région de Ferkessédougou à une altitude de 400 m (Kouassi, 2007). On y rencontre également des cours d'eaux moins importants et non permanents.

Géologie et pédologie : D'un point de vue géologique, Brobo fait partie du sillon Oumé-Toumodi-Féttékro (Gnanzouet et al., 2018). Ainsi, ce secteur contient des graniotides (granites à deux micas, granites à biotite, granodiorites), des roches basiques (gabbros, diorites), des roches métamorphiques (gneiss), métavolcanites (pyroclastites) et des métasédiments (micaschistes, schistes, grauwackes, quartzites) (Yao, 1988). Selon Ouattara et al. (2012), la zone est marquée par un accident de direction N-S.

La largeur de la zone déformée varie entre 3 et 6 km et se traduit par des formations blastomylonitisées sur le terrain. Les sols rencontrés sont principalement des ferralsols avec une forte tendance au cuirassement (Monnier, 1978). A côté de ces ferralsols se trouvent des sols hydromorphes de bas-fond de types arenosols stagnic et fluvisols gleyic (Konan et al., 2017).

Méthodologie utilisée

Choix du site: Le choix de la parcelle s'est fait en se basant sur la représentativité à l'égard de la zone de Brobo et à la prise en compte des indices liés à la tendance au cuirassement des sols et à la présence de cultures et de jachères. De ce fait, le site retenu est une parcelle de 10 ha, de forme plus ou moins rectangulaire.

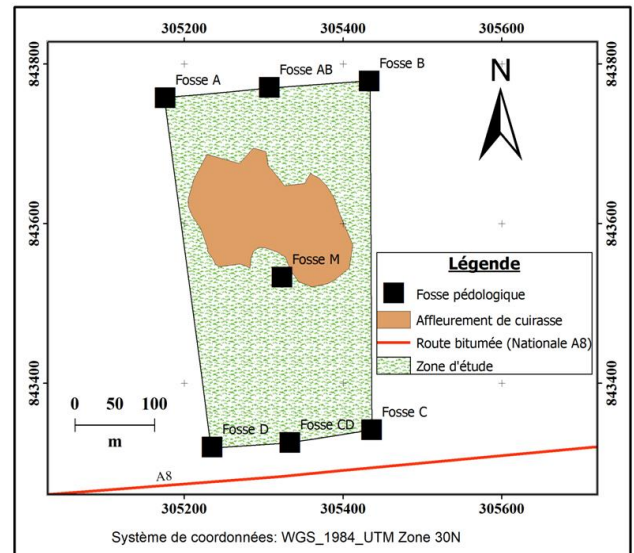


Figure 2. Disposition des fosses pédologiques sur le terrain

Etude des caractéristiques de la couverture pédologique : Cette phase a nécessité l'ouverture de sept (7) fosses pédologiques, profondes chacune de 120 cm. Une (1) fosse est ouverte à chaque angle et trois (3) autres suivant la ligne médiane à celles ouvertes aux angles (figure 2). Plusieurs critères ont été pris en compte dont l'épaisseur des horizons, la couleur, la structure et la cohésion, la texture, le taux et la nature des éléments grossiers, aboutissant à la détermination du type de sol.

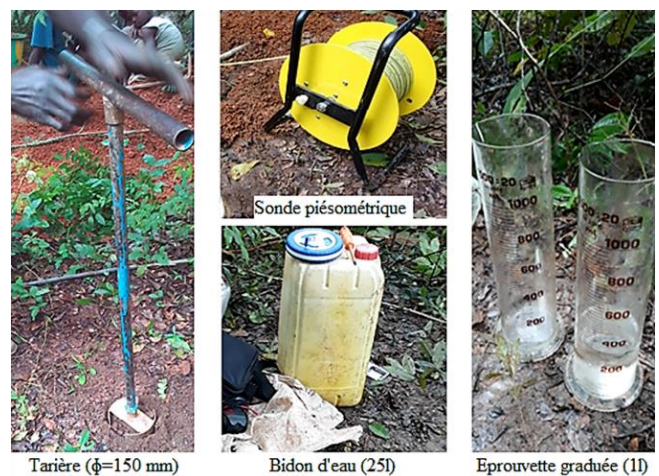


Figure 3. Matériel pour la réalisation de l'essai Porchet

Détermination de la perméabilité des sols : La perméabilité des sols (K_{sat}) a été réalisée par des essais Porchet. Muni d'une tarière de 15 cm de diamètre (figure 3), cinq (5) trous de 70 cm de profondeur chacun ont été fait à côté des fosses A, B,

C, D et M. Ensuite, chaque trou a été imbibé d'eau potable ne contenant pas de sodium à l'aide d'éprouvettes graduées jusqu'à une hauteur de 45 cm au-dessus du fond. Cette hauteur d'eau est maintenue durant quatre (04) heures afin de saturer le sol. Par la suite, le trou est complètement vidé et nettoyé. Juste après, se fait la phase de mesure. A ce niveau, 45 cm d'eau sont versés à nouveau dans le trou et la hauteur de la surface libre de l'eau dans le trou est régulièrement relevée tous les 10 min. Après chaque mesure, les pertes d'eau sont compensées par apport d'eau mesurée par une éprouvette graduée ramenant la surface libre de l'eau à 45 cm. Cette opération est répétée durant une heure afin d'apprécier l'aptitude à l'infiltration des sols.

Détermination de la densité apparente: La densité apparente (D_a) des sols a été déterminée selon la méthode au sable telle que défini par Yoro en 1992. Pour les tranches d'épaisseurs 0-20cm et 20-40cm, le poids sec et le volume de chaque échantillon de sol prélevé sous une plaque d'acier perforée (15 cm de diamètre) (figure 4a) sont d'abord déterminés. La cavité est ensuite remplie à l'excès, avec le sable marin de 2,5kg (figure 4b) préalablement calibré. La surface de la plaque est rasée et l'excédent récupéré dans un sachet. Au laboratoire, le reliquat est pesé, et on détermine ainsi la quantité de sable versée. Cette valeur est la différence entre le poids initial de sable et celui du reliquat. Le volume (V) de l'échantillon prélevé et séché se déterminant par la relation:

$$V = [(Poids\ de\ sable\ calibré - Poids\ de\ sable\ restant)] \times 1,56$$

La densité apparente de chacun des sept (7) essais au sable est déterminée par la formule:

$$D_a = P / V$$

avec D_a : densité apparente (g/cm^3), P : poids sec de l'échantillon (g) et V : volume de l'échantillon prélevé et séché (cm^3).



Figure 4. Matériel pour la mise en œuvre de la méthode au sable (a: plaque d'acier; b: sable marin)

Détermination de la porosité totale : La porosité totale (P_t) a été déterminée en tenant compte de l'équation défini par Nsanzimfura en 2015. Elle est le rapport du volume des vides (V_v) accessible à l'eau et à l'air au volume total apparent (V), du sol. La porosité est toujours inférieure à 1 ; elle peut aussi être exprimée en pourcentage.

Mesure de l'humidité pondérale: L'humidité pondérale (H_p) des sols a été déterminée par la méthode gravimétrique (Vilain, 1997). Pour ce faire, des prélèvements d'échantillons de sol ont été effectués dans les horizons compris entre 0 et 20 cm, puis entre 20 et 40 cm de profondeur. Avant leurs pesées, les échantillons ont été conservés dans une glacière.

Le poids frais (P_i) de chaque échantillon a été déterminé *in situ* avec une balance de précision au $1/100^e$. Les échantillons ont été ensuite séchés à l'air libre au laboratoire. Ensuite, des sous échantillons de 150 g représentatifs de chaque échantillon ont été constitués pour être séchés à l'étude à $105^{\circ}C$ pendant 48 heures. Les échantillons étuvés ont été ensuite pesés pour déterminer leur poids sec (P_f). La masse d'eau contenue dans le sol au moment où les échantillons ont été prélevés correspond à la différence entre (P_i) et (P_f). Cette masse d'eau est ensuite rapportée au poids sec pour obtenir l'humidité massique ou pondérale (H_p) selon l'équation:

$$H_p = [(P_i - P_f) / P_f] \times 100$$

Détermination du stock d'eau: L'évaluation du stock d'eau dans les sols s'est faite par la détermination de la capacité de stockage en eau (CSE) et la réserve utile en eau (RU). La capacité de stockage en eau (CSE) a été calculée à partir de la formule établie par le GEPPA (1981):

$$CSE = H_p \times E \times D_a$$

avec: CSE: capacité de stockage en eau (mm), H_p : humidité pondérale (%), E : épaisseur de sol en (dm), D_a : densité apparente.

Quant à la réserve utile en eau (RU), elle est calculée à partir de la formule établie par le GEPPA (1981):

$$RU = 1/2 \times CSE$$

avec : RU: réserve utile en eau (mm) et CSE : capacité de stockage en eau (mm).

Analyses statistiques : Les données de terrain et les résultats d'analyse ont été saisis à l'aide du tableur Microsoft Excel 2016 puis traitées par le logiciel de statistique Xlstat 2014. Elles ont subi un test de corrélation de type Person avec une p-valeur inférieure à 0,05 pour déterminer les relations qui lient les différents paramètres mesurés.

RESULTATS

Carte des sols : Les sols décrits sont constitués de Haplic Ferralsols (Endopetric) et de Anthropogenic Leptosols (figure 5). Le secteur étudié est majoritairement composé de ferralsols.

Perméabilité des sols du périmètre étudié : Les valeurs de perméabilité obtenues sur l'ensemble du site, évoluent de 74,8 mm/h à 87,05mm/h (tableau I). La valeur la plus élevée est obtenue au point PM et la plus basse au point D soit, respectivement, 87,05mm/h et 74,80mm/h. La moyenne de la valeur K_{sat} obtenue sur l'ensemble du site est de 80mm/h.

Densité apparente des sols étudiés: Les résultats obtenus montrent que la densité apparente est plus élevée au niveau des horizons situés entre 20 et 40 cm de profondeur (figure 6), sauf au niveau de la fosse M. La valeur maximale est $1,96\ g/cm^3$ alors que la plus basse est $1,01\ g/cm^3$.

Porosité totale des sols étudiés: Les valeurs de la porosité totale varient de 36,67 % à 61,85% dans les horizons compris entre 0-20 cm et de 25,86% à 55,23% au niveau des horizons compris entre 20-40 cm de profondeur.

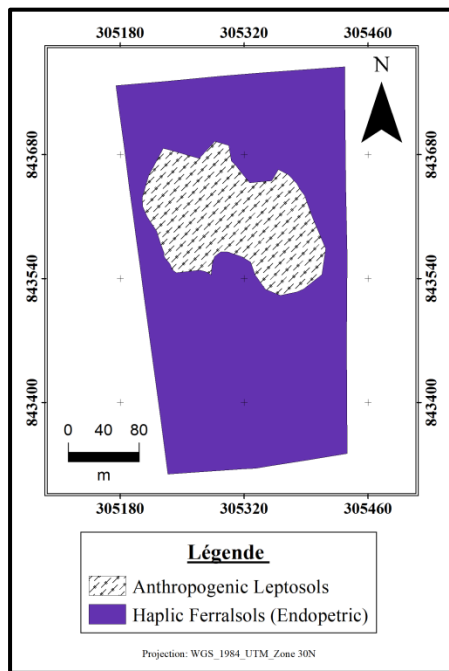


Figure 5. Carte des sols du site étudié

Tableau I. Résultats de l'essai de perméabilité

Fosses	Ksat (mm/h)	Appreciation
FC	80,81	bonne
FD	80,88	bonne
FA	74,80	bonne
FB	75,01	bonne
FM	87,05	bonne

Il a été constaté que cette valeur décroît avec la profondeur au niveau de tous les points de mesure à l'exception de la fosse M (figure 7).

Humidité pondérale des sols étudiés: Les valeurs d'humidité pondérale mesurées aux différentes stations réparties uniformément dans le périmètre d'étude varient de 1,97% à 8,22%. La valeur la plus élevée est celle des horizons compris entre 20-40 cm de profondeur, au niveau de chaque point d'observation (figure 8)

Détermination du stock d'eau : mesure de la réserve utile: La figure 9 indique l'évolution de la RU en fonction de la profondeur. Elle varie de 0,05mm à 5,67mm avec une valeur maximale mesurée au point AB précisément entre 20 et 40 cm de profondeur. Quant à la valeur minimale elle correspond à celle des horizons de la fosse D compris entre 20 et 40 cm de profondeur. La variation des valeurs d'un point à l'autre est plus faible dans les horizons compris entre 0 et 20 cm. Sur les graphiques, la réserve utile en eau est croissante avec la profondeur au niveau des points A, AB et M, tandis qu'elle décroît aux points B, C, D et DC.

Corrélations entre les différents paramètres mesurés : Les tests de corrélations réalisés entre les variables des sols ont donné plusieurs significativités (tableaux II et III). Les relations existantes entre les différents paramètres mesurés sont d'autant plus significatives que l'on évolue en profondeur. Ainsi, au niveau des horizons compris entre 0 et 20 cm (tableau II), des corrélations significatives n'ont été observées qu'entre la densité apparente et la porosité totale (Da-Pt) d'une part et, entre la réserve utile en eau et l'humidité pondérale (RU-Hp) d'autre part.

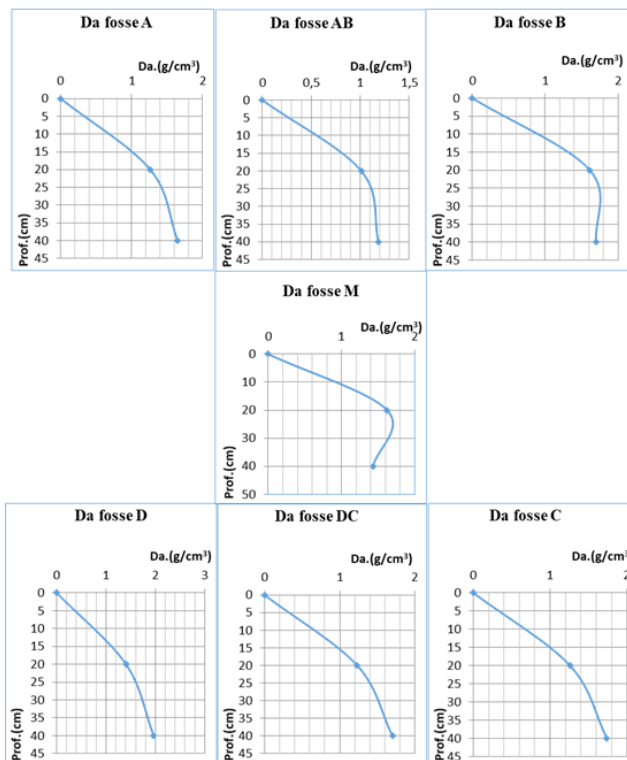


Figure 6. Evolution de la densité apparente du sol suivant la profondeur

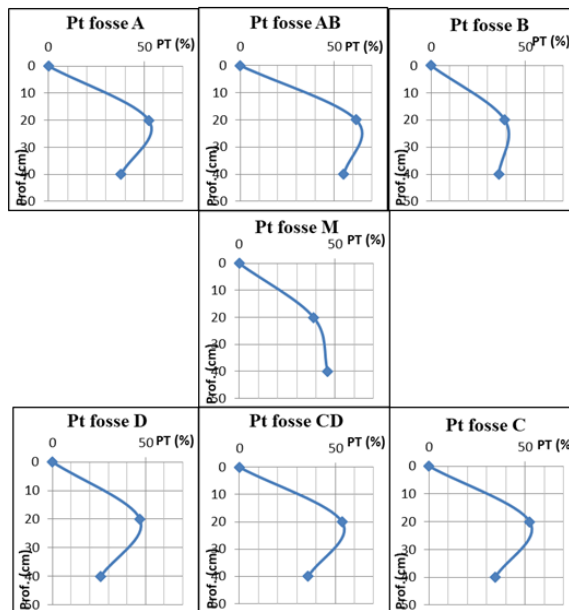


Figure 7. Evolution de la porosité totale des sols suivant la profondeur

Les coefficients de variations pour ces couples sont respectivement (r=-1) et (r=0,77). Quant aux horizons situés entre 20 et 40 cm (tableau III), les corrélations sont beaucoup plus significatives. A ce niveau, de fortes dépendances ont été décelées pour les couples (Da-Pt) et (RU-Hp) aussi bien que pour les couples (Da-Hp), (Da-RU), (Pt-Hp) et (Pt-RU) avec des coefficients de corrélations respectivement égaux à (r=-1), (r=0,89), (r=-0,83), (r=-0,96), (r=0,83) et (r=0,96). En outre, seuls les coefficients des corrélations incluant la densité apparente (Da) sont négatifs.

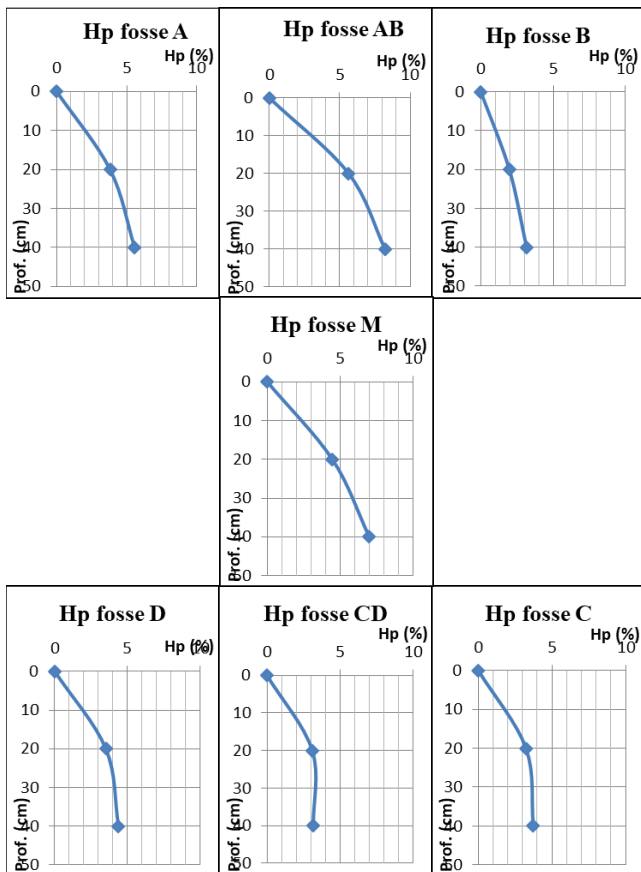


Figure 8. Evolution de l'humidité pondérale suivant la profondeur

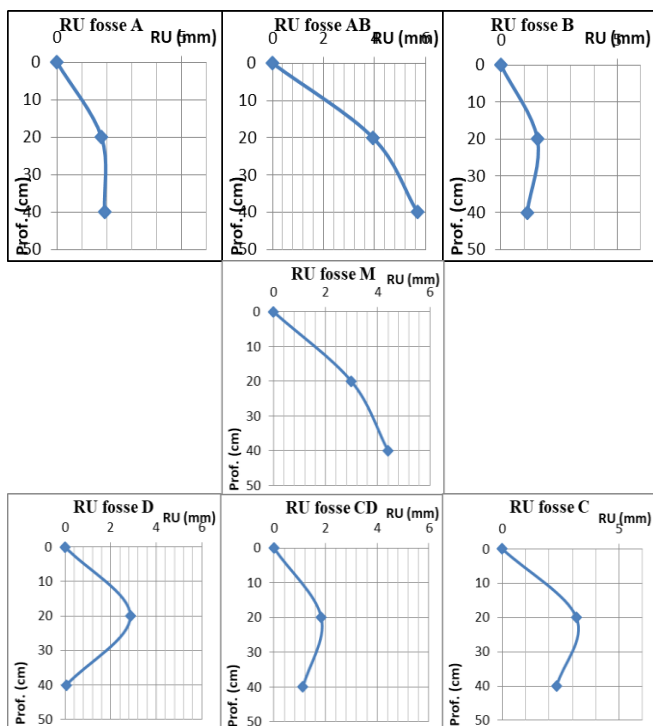


Figure 9. Evolution de la réserve utile en eau suivant la profondeur

Tableau II. Tests de corrélation (Da, Hp, Pt, RU) entre les profondeurs 0 et 20 cm

Variation	Da (g/cm ³)	Pt (%)	Hp (%)	RU (mm)
Da (g/cm ³)	1			
PT (%)	-1,000	1		
Hp (%)	-0,534	0,534	1	
RU (mm)	-0,426	0,426	0,779	1

Tableau III. Tests de corrélation (Da, Hp, Pt, RU) entre les profondeurs 20 et 40 cm

	Da (g/cm ³)	Pt (%)	Hp (%)	RU (mm)
Da (g/cm ³)	1			
PT (%)	-1,000	1		
Hp (%)	-0,834	0,834	1	
RU (mm)	-0,958	0,958	0,894	1

DISCUSSION

Les ferralsols décrits à Brobo ont dans l'ensemble des valeurs de densité apparente plus élevées entre les tranches 20-40 cm, variant très peu dans les 20 premiers centimètres. Ce constat est d'autant plus intéressant que Yao et Amadou (1988) ont abouti à cette même conclusion après leurs travaux à proximité du lac Kossou, dans la même zone agro-écologique que Brobo, où les valeurs des densités apparentes variaient de 1,2 à 1,3 dans les 20 premiers centimètres et de 1,6 à 1,7 dans les 20 centimètres suivants. D'ailleurs, Halitim (2006) affirmait que la densité apparente est basse dans les horizons supérieurs par rapport aux horizons inférieurs et que celle-ci est d'autant plus élevée que la teneur en matière organique est plus faible. Sur le site, l'écart minime entre les valeurs de la densité apparente témoigne de la quasi homogénéité du sol, avec des valeurs soulignant qu'il n'y aurait pas une mauvaise aération du sol, un ralentissement des processus d'infiltration et de drainage et des difficultés de croissance des racines telles qu'indiquées par Nsanzimfura (2015). La relation entre la densité apparente et la porosité totale traduit bien le caractère inverse qui les lie. Ici, pendant que la porosité décroît dans les horizons profonds, l'on remarque que la densité apparente augmente avec la profondeur. Ainsi, plus on descend en profondeur, plus le sol devient dense. En effet, contrairement à d'autres paramètres physiques et comme l'a indiqué Boyer (1982), la densité apparente est sensible aux actions anthropiques qui peuvent être de nature agricoles, comme indiquées à Brobo. Dans ce cas, la compaction des sols réduirait les vides en profondeur.

L'humidité pondérale des sols, faible en surface et moyenne en profondeur, serait due aux racines des plantes (herbes et arbustes) de la zone, situées entre les profondeurs 0 et 20 cm qui auraient puisé l'eau pour leurs survies. De même, l'argile constituerait une barrière conférant aux horizons profonds plus d'imperméabilité entraînant un ralentissement de la perte de l'eau par gravité au niveau de ces tranches et donc une augmentation de l'humidité pondérale. Dans tous les cas, et comme mentionné par Tabiou (2015), la progression de l'humidité avec la profondeur est réelle quel que soit le mode de gestion du sol. Au niveau de la réserve utile, la variation spatiale observée pourrait être attribuée à la variation de la perméabilité, de la porosité et de la granulométrie. Dembélé et Somé (1991), Goulard et Voltz (1994) et Tabiou (2015) en ont auparavant rapporté cela en signifiant que la réserve utile diffère d'un type de sol à un autre. De même, la distribution croissante de la RU avec la profondeur des sols sur des portions du site de Brobo rejoint en cela les constats de Pallo et Thiombiano (1989), Dembélé et Somé (1991), Ben *et al.* (2002) affirmant dans leurs travaux respectifs que l'horizon de profondeur à une RU plus élevée que celui de surface. En revanche, les points B, C, D et CD ont révélé une décroissance de la RU avec la profondeur qui peut s'expliquer par le rôle joué par la matière organique dans la rétention de l'eau par le sol, d'autant plus que ces points cités sont topographiquement situés plus bas, recouverts de particules plus fines (argiles,

limons) leur conférant une bonne capacité de rétention en surface. Ce constat est similaire aux dires de Schwen *et al.* (2014) expliquant que la rétention d'eau est plus importante dans les parties supérieures des profils et considérablement plus faible dans les couches inférieures. Au niveau des corrélations, la négativité des coefficients impliquant la densité apparente est l'expression mathématique de l'antagonisme de l'effet du tassement et des propriétés hydrodynamiques des sols. En effet, l'augmentation de la densité apparente entraîne une baisse de la porosité, de l'humidité pondérale et de la réserve utile, situation affectant l'alimentation de la plante en eau et la circulation des eaux chargées de nutriments. Par contre, les coefficients ($r=0,779$), ($r=0,958$) et ($R=0,894$) correspondant respectivement aux interactions (Hp-RU) dans les profondeurs [0-20] puis (PT-RU) et (Hp-RU) dans les profondeurs [20-40] révèlent qu'il existe de fortes corrélations positives entre l'humidité pondérale et la réserve utile d'une part puis entre la porosité totale et la réserve utile d'autre part et que tous ces paramètres évoluent dans le même sens. Ainsi, une augmentation de la porosité totale ou de l'humidité pondérale entraîne une augmentation de la réserve utile en eau du sol à ces différentes profondeurs. Une relation similaire existe entre la porosité totale et l'humidité pondérale dans les profondeurs [20-40]. Cette analyse révèle d'une certaine manière la conséquence que pourrait avoir le passage des engins lourds, des animaux de traction, de fortes précipitations sur les sols nus qui occasionneraient le tassement des sols.

CONCLUSION

L'étude de quelques caractères hydrodynamiques dans la localité de Brobo a permis d'obtenir des informations sur la perméabilité, la densité apparente, la porosité totale, l'humidité pondérale et la réserve utile en eau. La densité apparente du site est relativement faible et varie de $1,01 \text{ g/cm}^3$ à $1,96 \text{ g/cm}^3$. Quant à la porosité totale, elle est comprise entre 25,86% et 61,85%. Au niveau de l'humidité pondérale, la valeur minimale est 1,97% pour un maximal de 8,22%. En ce qui concerne la réserve utile en eau, elle varie de 0,05mm à 5,67mm. L'analyse statistique a montré que les relations entre les différents paramètres sont plus importantes dans les horizons profonds qu'en surface où seules les corrélations (densité apparente/porosité totale) et (humidité pondérale et réserve utile sont significatif) existent. Outre ces corrélations, cette analyse a également exposé les conséquences du tassement des sols qui sont principalement d'ordre hydrodynamiques.

REFERENCES

- Ben Salem M., Ben Hassine H., Bonin G., Braudeau E. et Zidi C., 2003. Réserve utile des sols du Nord-ouest tunisien, évolution sous culture. *Étude et Gestion des Sols*, Volume 10, 1, pp19-33.
- Boyer J., 1982. Les sols ferrallitiques : facteurs de fertilité et utilisation des sols. Paris : ORSTOM édit. Tome X, 3e trimestre, 384p.
- Dembélé Y. et Somé L., 1991. Propriétés hydrodynamiques des principaux types de sol du Burkina Faso. *Soil Water Balance in the Sudano-Sahelian Zone* (Proceedings of the Niamey Workshop), IAHS, n°199, pp217-227.
- Gnanzou A., Daï Bi S. M., Ouattara G., Koffi G. et Coulibaly I., 2018. Mise en évidence de nouvelles structures géologiques dans la région de Brobo (centre de la Côte d'Ivoire). Aide à la compréhension de la tectonique du Paléoproterozoïque du craton ouest africain, *European Scientific Journal*, 21p.
- GEPPA (Groupe d'étude des problèmes de pédologie appliquée), 1981. Synthèse des travaux de la commission de cartographie 1970-1981, Doc. Multicopié, 20p.
- Goulard M. et Voltz M., 1994. Spatial interpolation of soil moisture retention curves. *Geoderma*: 62, pp109-123.
- Halitim S., 2006. Contribution à l'étude de la réserve utile en eau des sols de cédraines dans les autres : influence des facteurs édaphiques, mémoire pour l'obtention du diplôme de magister, pédologie, Université EL HADJ LAKHDAR de Batna, Algérie, 138p.
- Konan K. F., 2013. Diagnostic minéral d'un sol de bas-fond secondaire développé sur matériaux granito-gneissique en région centre de la Côte d'Ivoire : essai comportemental de riziculture irriguée, mémoire de DEA, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, pp 13-20.
- Konan K. F., Koné B., Koné W. A., Traore M. J., N'Gazoua K. R., Akassimadou E. F., Zadi F., Yao G. F., Yao-Kouamé A. et Koné D., 2017. Soil organic carbon as observed in lowlands of continuous rice cropping in guinea savanna ecology: Towards an improvement of organic matter amendment. *Journal of Research in Environment and Earth Science*, Vol. 3, N°3, pp (2348 – 2532).
- Kouassi K. L., 2007. Hydrologie, transport solide et modélisation de la sédimentation dans les lacs des barrages hydroélectriques de Côte d'Ivoire : cas du lac de Taabo, Thèse de Doctorat de l'Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire, 209p.
- Kouassi Y. D., 2014 : la cartographie du réseau hydrographique de la région de Gbêkê, mémoire de Master, Université Alassane Ouattara de Bouaké, Côte d'Ivoire, 98p.
- Monnier Y., 1978. Les sols, pp. 20-21. In P. Vernetier. "Atlas de la Côte d'Ivoire". Editions J.A., Paris, 72p.
- Nsanzimfura T., 2015. Etude de la densité apparente et de la porosité du sol dans le dispositif expérimental crop-news de kamboinse (Burkina Faso), mémoire pour l'obtention du master en ingénierie de l'eau et de l'environnement, Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement, Ouagadougou, Burkina Faso, 74p.
- Ouattara G., Koffi G.B. et Yao K. A., 2012. Contribution des images satellitaires Landsat 7 ETM+ à la cartographie lithostructurale du Centre-Est de la Côte d'Ivoire (Afrique de l'Ouest), *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 1 No. 1 Nov., 2012, pp. 61-75.
- Pallo F. et Thiombiano L., 1989. Les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions du Burkina Faso : Caractéristiques et contraintes pour l'utilisation agricole, *Soltrop* 89 éd. Ouagadougou : BUNASOLS, Ouagadougou, Burkina Faso, p 316.
- Ruellan A. et Dosso M. (1993). Regards sur le sol. Collection « Universités francophones », Éditions Foucher AUPELF, Paris, 192 p.
- Santos J.C. L., Grimaldi M., Curmi P., Hallaire V. et De Castro S. S., 1998. Comportement hydrodynamique de sols sur grès au Brésil : conséquences sur la pédogenèse et le relief. 16^{ème} Congrès mondial des sciences du sol, Poster, enregistrement n°608.
- Schwen A., Zimmermann M. et Bodner G., 2014. Vertical variations of soil hydraulic properties within two soil profiles and its relevance for soil water simulations.

- Determ. Soil Moisture Meas. Theor. Approaches 516, pp (169–181).
- Tabiou G., 2015. Humidités caractéristiques et réserve utile des sols du dispositif expérimental crop-news de Kamboinse (Burkina Faso), mémoire pour l'obtention du master en ingénierie de l'eau et de l'environnement, Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), Burkina Faso, 58p.
- Touré A. T., 1992 : milieux naturels et humanisation des bas-fonds en savane subsoudanaise: l'exemple de la région de Katiola (centre-nord ivoirien), thèse de 3ème cycle, université de Cocody, pp 289-340.
- Yao D. B., 1988. Lithostratigraphie et pétrologie des formations birimiennes de Toumodi-Féttékro (Côte-d'Ivoire) : Implication pour l'évolution pour l'évolution crustale du Paléoprotérozoïque du craton Ouest-Africain, Thèse doctorat, université d'Orléans, France, 191p.
- Yao N.R. et Amadou O., 1988. Humidité du sol le long de la toposéquence du lac de Kossou. Profils et variation des stocks hydriques d'un sol ferrallitique. Bull. du GEHN 23 : 39 – 52.
- Yoro G., 1992. La méthode au sable : protocole et utilisation pratique, Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XXVII, no 2, 1992, pp (365-372).
