

# PROPRIETES HYDRIQUES DES SOLS DANS DEUX ZONES A ECOSYSTEMES CONTRASTES AU SAHEL

O. M. SAVADOGO\*<sup>1,2</sup>, K. OUATTARA<sup>1</sup>, I. OUEDRAOGO<sup>1,3</sup>, S. SAWADOGO / KABORE<sup>4</sup>, J. BARRON<sup>5</sup>, L. GORDON. E. ENFORS, P. N. ZOMBRE

<sup>1</sup>Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, 04 BP 8645 Ouagadougou 04 ; Emails : [savadogoouango@yahoo.fr](mailto:savadogoouango@yahoo.fr) de (OMS) ; [Korodjouma\\_ouattara@hotmail.fr](mailto:Korodjouma_ouattara@hotmail.fr) de (KO) ; [alwatdiors58@gmail.com](mailto:alwatdiors58@gmail.com) de (BO)

<sup>2</sup> Université Ouaga 1, Professeur Joseph KI-ZERBO, Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre, Laboratoire Sols, Matériaux et Environnement, 03 BP 7021 Ouagadougou 03 ;

<sup>3</sup> World Agroforestry Centre (ICRAF), United Nations Avenue, Gigiri, PO Box 30677, 00100 Nairobi, Kenya ; Email : [issadeh.ouedraogo@gmail.com](mailto:issadeh.ouedraogo@gmail.com)

<sup>4</sup> CAP-PPAAO/WAAPP Burkina, 01 BP 6285 Ouagadougou 01, Burkina Faso; Email : [phinekabore@yahoo.fr](mailto:phinekabore@yahoo.fr)

<sup>5</sup> Stockholm Environment Institute, University of York, York YO10 5DD, UK ; Email : [jennie.barron@sei-international.org](mailto:jennie.barron@sei-international.org)

## RESUME

Les sécheresses répétées du Sahel et la pression de la population ont eu un impact négatif sur l'environnement ont conduit à la dégradation des ressources naturelles. Mais depuis ces deux dernières décennies, l'état des ressources au Sahel est mitigé. C'est ainsi que, dans certaines zones, on parle de la perte de certaines fonctions du sol. Cette étude menée dans le Sahel et dans deux zones à écosystèmes contrastés a porté sur la détermination des propriétés hydrodynamiques et la caractérisation des sols en fonction de l'occupation des terres afin de déterminer la capacité du sol à soutenir certaines fonctions. Elle analyse l'influence de l'occupation des terres sur les propriétés hydriques des sols. Elle a utilisé un échantillonnage de sol, des mesures de densité apparente, d'humidité et l'infiltrométrie à succion contrôlée à trois niveaux de tensions en fonction de l'occupation des terres. L'analyse statistique donne des différences significatives en ce qui concerne la variation de l'argile avec la profondeur, très significatives pour l'analyse texturale en fonction de l'occupation des terres. Pour les propriétés hydriques, seule la conductivité hydraulique à la tension (-5) et la taille des pores par sites donnent une différence significative. Les résultats montrent une dégradation de la texture qui induit celle de la porosité texturale et de forte valeur de conductibilité hydraulique à Koalma.

**Mots clés :** Conductivité hydraulique ; texture du sol ; occupation des terres ; dégradation ; Sahel

## ABSTRACT

### SOIL WATER PROPERTIES IN TWO ZONES WITH CONTRASTED ECOSYSTEMS AT SAHEL

*Repeated droughts in the Sahel and the pressure of the population had a negative impact on the environment and led to the degradation of natural resources. But for the past two decades, the state of resources in the Sahel is mixed. Thus, in some areas, we talk about the loss of some soil functions. This study, in two contrasted ecosystems areas in the Sahel focused on determining hydrodynamic properties and characterization of soils based on land use so as to determine the soil's ability to support certain functions. It analyses the influence of land use on soils hydraulic properties was analysed. She used a soil sampling, bulk density, humidity and water infiltration with a tension infiltrometer at three different tensions depending on land use. The statistical analysis shows significant differences regarding the change in clay with depth, highly significant for textural analysis based on land use. For the hydraulic properties, only the hydraulic conductivity in the tension (-5) and the pore size by sites give a significant difference. The results showed a degradation of the texture of the textural induced porosity and high value of hydraulic conductivity to Koalma.*

**Keywords :** Tydraulic conductivity; soil texture; land use; degradation; Sahel

## INTRODUCTION

La végétation joue un rôle important en ce qui concerne la qualité des sols, la qualité de la recharge de la nappe phréatique, la création de micro climat. Ce changement au niveau du couvert végétal a une influence sur la bio géochimie, l'hydrologie et le climat de la terre (Hartemink *et al.*, 2008). La dégradation de la majorité des terres dans les pays de la zone tropicale et subtropicale aride et semi-aride s'est fait suite à l'importance de la pression humaine, animale et foncière sur les écosystèmes fragiles (Aloui *et al.*, 1996 ; Le Houérou, 1996). De ce fait, le sol qui est un milieu complexe, assurant plusieurs fonctions parmi lesquelles ceux qui concourent à la vie des animaux, des végétaux et de l'homme, se trouve dégradé.

En effet, la disparition de la flore arborée et herbacée, la réduction de l'activité biologique des sols, l'augmentation des phénomènes de ruissellement et d'érosion sont les signes de la dégradation des écosystèmes (Conedera *et al.*, 2010) qui contribuent à la perte de certaines fonctions du sol. La dégradation des sols se manifeste par la baisse du taux de matière organique engendrant la formation de croûte qui diminue la porosité du sol, la capacité d'infiltration de l'eau dans le sol et augmente le risque du sol à l'érosion hydrique et éolienne (Hoogmoed *et al.*, 1984 ; Belnap, 2001).

L'infiltration est d'une grande importance parce qu'elle contrôle plusieurs processus en hydrologie et alimente la nappe phréatique. De plus, les propriétés hydrique des sols sont énormément influencées par la structure et le type de sol (Folly, 1996). Et, ce sont ses propriétés physiques et la conductivité hydraulique qui constituent les composantes de base de la fertilité des sols (Azontonde, 1991). Ainsi, l'infiltration et le stockage de l'eau du sol permettent d'accroître la productivité des sols (Ouattara *et al.*, 2007 ; Moroke *et al.*, 2009).

La conductivité hydraulique représente ainsi un facteur important pour l'évaluation agronomique et de la performance environnementale (Carof *et al.*, 2007).

Et de ce fait, la plupart des études sur les propriétés hydriques des sols se sont généralement intéressées à l'impact du travail du sol, à l'utilisation de matière organique, à la formation des croûtes ou à l'utilisation des sols, à l'impact du passage de roues sur les propriétés

du sol et, le plus souvent, les méthodes utilisées sont celles de simple ou double anneaux (Roose *et al.*, 1993 ; Fiès *et al.*, 1995 ; Coquet *et al.*, 2004 ; Niang *et al.*, 2004 ; Ouattara *et al.*, 2007). Ainsi, après les controverses sur l'état du Sahel au sujet de la dégradation et du reverdissement, une étude menée au Burkina Faso. Cette étude réalisée dans deux zones à écosystèmes contrastés, l'une supposée en reverdissement et l'autre en dégradation a fait l'objet d'investigation pour mettre en évidence l'impact de l'amélioration du couvert végétal sur certaines propriétés et caractéristiques du sol.

L'objectif de cette étude est de déterminer les propriétés hydriques (taille des pores fonctionnels du sol, sorptivité, conductivité hydraulique) et les caractéristiques physiques des sols dans deux zones à écosystèmes contrastés au Sahel et dans différents types d'occupation des terres. Ceci en fin de comprendre la relation existante entre les propriétés hydriques et l'amélioration de la qualité des sols. Précisément, il s'agit d'étudier les effets du reverdissement sur les propriétés hydriques, sur les caractéristiques physiques des sols, et cela, dans différents types d'occupation des terres.

## MATERIEL ET METHODES

### DESCRIPTION DES SITES D'ETUDE

Situé dans le Sahel Burkinabè, les sites de Oula et Boursouma à Ouahigouya sont localisés dans la région du Nord et ceux de Lebda et Koalma à Kaya dans le Centre-Nord. Ils sont dans le climat semi-aride, possède une végétation de type savane arbustive et une pluviométrie annuelle variant entre 500 à 600 mm. Selon la classification FAO (1996), les grands types de sols observés dans cette zone sont les regosols qui sont des sols peu évolués, peu profonds qui sont issus des colluvions déposés sur des surfaces cuirassées et les luviosols qui s'apparentent aux sols ferrugineux tropicaux de la classification CPCS (1967).

Des études sur les valeurs des NDVI (Normalized Differential Vegetation Index ou Valeurs Normalisées de l'indice de végétation) au Sahel ont montré que les valeurs de cet indice se sont améliorées dans la zone du Nord (zone en reverdissement), alors que dans celle du Centre-Nord, la dégradation persiste (zone en dégradation).

## MESURE DE TERRAIN

Les mesures de terrain ont permis de collecter des données sur le sol. Cela permet l'évaluation des caractéristiques physiques et des propriétés hydriques des sols passant par la détermination de certains paramètres comme :

### Densité

La densité apparente ( $D_a$ ) a été mesurée par la méthode des cylindres. A l'aide d'un cylindre de volume ( $V$ ) connu (400 centimètre cube), on prélève un échantillon de sol humide sur les premiers centimètres du sol à raison de trois (03) répétitions par placette.

Au laboratoire, le sol de chaque cylindre est récupéré et séché à l'étuve à 105°C pendant 24h et ensuite pesé pour connaître son poids ( $P$ ). La densité est ensuite déterminée par la formule :

$$D_a = P/V \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

### Humidité du sol

Sur le terrain, à chaque point d'infiltration, des échantillons de sol ont été prélevés au voisinage immédiat de l'emplacement de l'essai pour la détermination de la teneur en eau initiale ( $\theta_i$ ). A la fin de l'infiltration, et immédiatement après avoir ôté l'infiltromètre, un autre échantillon de sol est également prélevé à l'emplacement du disque pour déterminer la teneur en eau finale ( $\theta_f$ ). Ces échantillons sont ensuite pesés pour déterminer le poids frais ( $P_f$ ).

Au laboratoire, ces échantillons sont séchés à l'étuve à 105°C pendant 24 h et pesé de nouveau ( $P_s$ ). La différence entre le poids frais ( $P_f$ ) et le poids sec ( $P_s$ ) donne le poids de l'eau ( $P_{\text{eau}}$ ).

$P_{\text{eau}} = P_f - P_s$  et l'humidité est trouvé en faisant :

$$\Theta = P_{\text{eau}} / P_s * 100 \text{ (en \%)}.$$

### Echantillonnage de sol

Des échantillons composites de sols ont été réalisés en 5 points de prélèvements dans un rayon de 100 m autour du point d'infiltration. Il a concerné les profondeurs 0-10 cm, 20 - 30 cm et 40 - 50 cm.

Pour ces échantillons, des analyses de granulométrie cinq fractions à savoir argile, limon fin, limon grossier, sable fin et sable grossier à l'aide de la méthode de la pipette de Robinson

ont été réalisées.

## Détermination des paramètres d'infiltration

Les mesures de la perméabilité du sol à l'eau ont été effectuées avec l'infiltromètre à tension contrôlée. L'appareil est constitué d'un anneau de 20 cm de diamètre, muni à sa base d'une membrane perméable à l'eau et permettant un apport contrôlé en eau grâce à un tube permettant de contrôler la tension.

L'infiltromètre à membrane SW 80 a été utilisé pour les mesures. Ces mesures ont été réalisées à trois niveaux de tensions de  $h = -10$  cm,  $h = -5$  cm et  $h = 0$  cm d'eau (à la pression atmosphérique). Trois répétitions ont été faites par unité d'occupation des terres (végétation naturelle, champs, bas-fonds et sol dégradé) au cours du mois d'Avril 2013. La mesure débutait avec la tension  $h = -10$  cm, ensuite  $h = -5$  cm et  $h = 0$  cm à la même place, puis on recommence une seconde fois et à un autre endroit avec  $h = 0$  cm d'eau pour l'estimation de la sorptivité du sol qui représente la capacité d'un sol à absorber l'eau lorsque l'écoulement se produit uniquement sous l'action du gradient de pression. Une mesure se fait durant au moins 35 mn et à chaque niveau de tension.

La conductivité hydraulique a été calculée en utilisant l'équation (1) publiée par (Wooding, 1968).

$$Q = \pi r^2 K [1 + 4 / \pi \alpha] \quad (1)$$

Où  $r$  (cm) est le rayon du disque,  $Q$  (cm<sup>3</sup>/h) est la quantité d'eau pénétrant dans le sol par unité de temps,  $K$  (cm / h) est la conductivité hydraulique,  $h$  est la tension et  $\alpha$  est une constante dépendant de la porosité du sol.

La conductivité hydraulique d'un sol non saturé varie avec le potentiel «  $h$  », (Gardner, 1958), selon la relation (2) :

$$K(h) = K_{\text{sat}} \exp(\alpha h) \quad (2)$$

$K_{\text{sat}}$  est la conductivité hydraulique à saturation.

L'infiltromètre mesure la quantité d'eau  $Q$  pénétrant dans le sol pour au moins deux tensions ( $h_1$  et  $h_2$ ). Ainsi pour un sol non saturé, en substituant  $h_1$ ,  $h_2$  par «  $h$  » et  $K_{\text{sat}}$  par «  $K$  » en (1), on obtient :

$$Q(h_1) = \pi r^2 K_{\text{sat}} \exp(\alpha h_1) [1 + 4 / \pi \alpha] \quad (3)$$

$$Q(h_2) = \pi r^2 K_{\text{sat}} \exp(\alpha h_2) [1 + 4 / \pi \alpha] \quad (4)$$

Le rapport (3) sur (4) permet de dégager á.

$$\text{On a } \alpha = \ln(Q_2/Q_1) / h_2 - h_1 \quad (5)$$

$Q_1$  et  $Q_2$  sont mesurés,  $h_1$  et  $h_2$  sont connus alors  $\alpha$  on peut calculer et avec  $\alpha$ ,  $K_{\text{sat}}$  peut être calculé avec l'équation (3) ou (4).

La sorptivité est déterminée durant les premiers stades de l'infiltration en utilisant équation de (Philip, 1957).

La taille des pores du sol ( $\lambda_m$ ) a été déterminée par la formule :

$$\lambda_m = \sigma \alpha / (\rho g) = \sigma (\theta_s - \theta_i) K / (\rho g b S^2) \quad (6)$$

Où  $\sigma$  est la tension à la surface de l'eau ( $7,2 \times 10^{-2} \text{ N s m}^{-2}$ ),  $\rho$  la masse volumique de l'eau ( $1000 \text{ Kg}^{-3}$ ),  $g$  la constante gravitationnelle ( $9,81 \text{ ms}^{-2}$ ),  $K$  la conductivité hydraulique pour une pression donnée,  $S$  correspond à la sorptivité et  $b$  une constante usuelle et vaut 0,55.

La moyenne de la taille des pores  $\lambda_{m1}$  en utilisant l'équation (6) et la valeur á pour les pressions -10 et -5 cm. Cependant pour le calcul de  $\lambda_{m2}$  les pressions -5 et 0 cm ont été utilisées.

#### ANALYSE STATISTIQUE

Le calcul des différentes valeurs s'est fait par placette avant d'effectuer l'analyse statistique

avec *GenStat Discovery edition 4*. L'ANOVA (Analysis of Variance) a été utilisée pour la conductivité hydraulique, la sorptivité, la taille des pores du sol, la densité apparente, l'humidité et la granulométrie. Les comparaisons des moyennes ont été faites au seuil de probabilité  $P = 0,05$ .

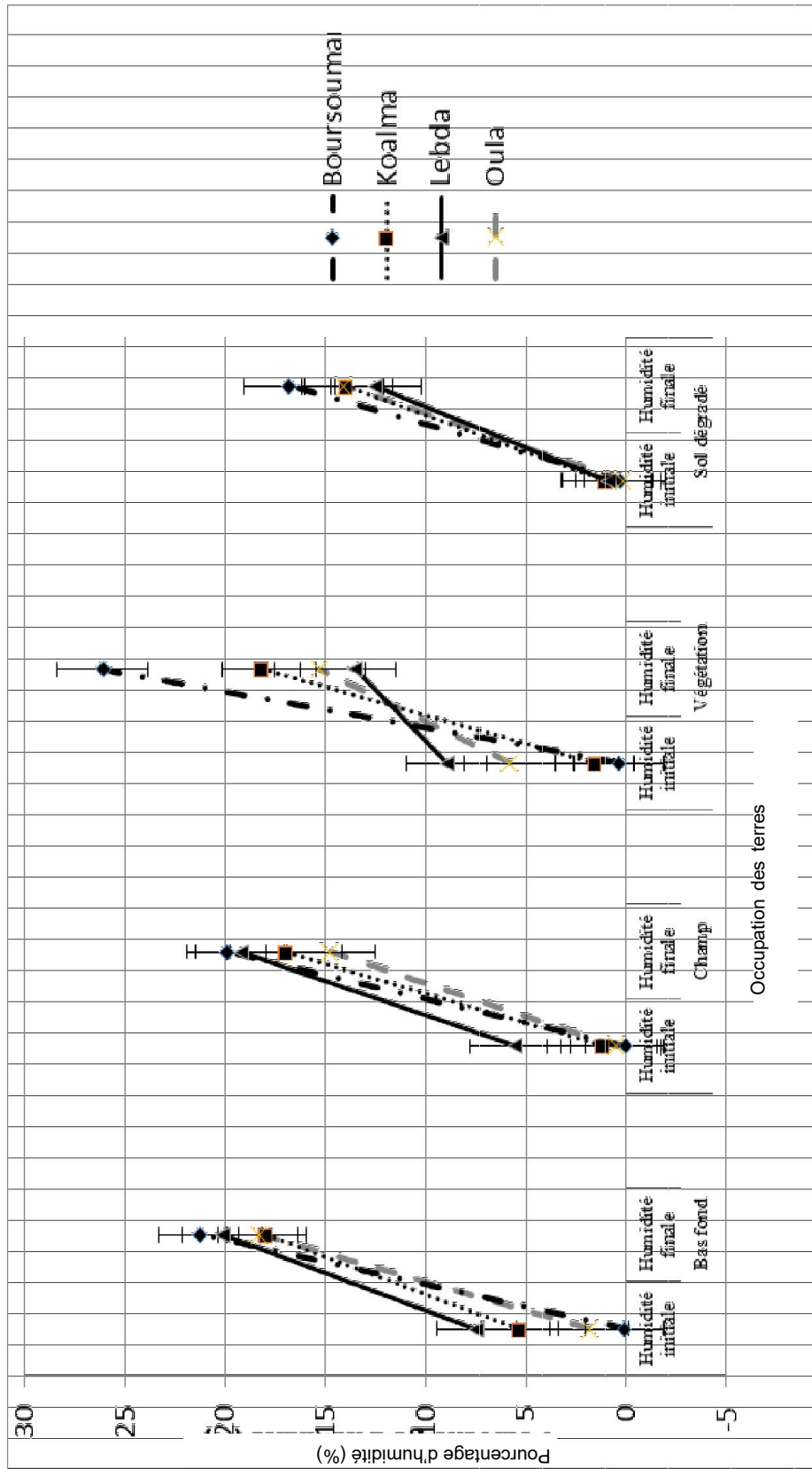
## RESULTATS

### CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DES SOLS ET OCCUPATION DES TERRES

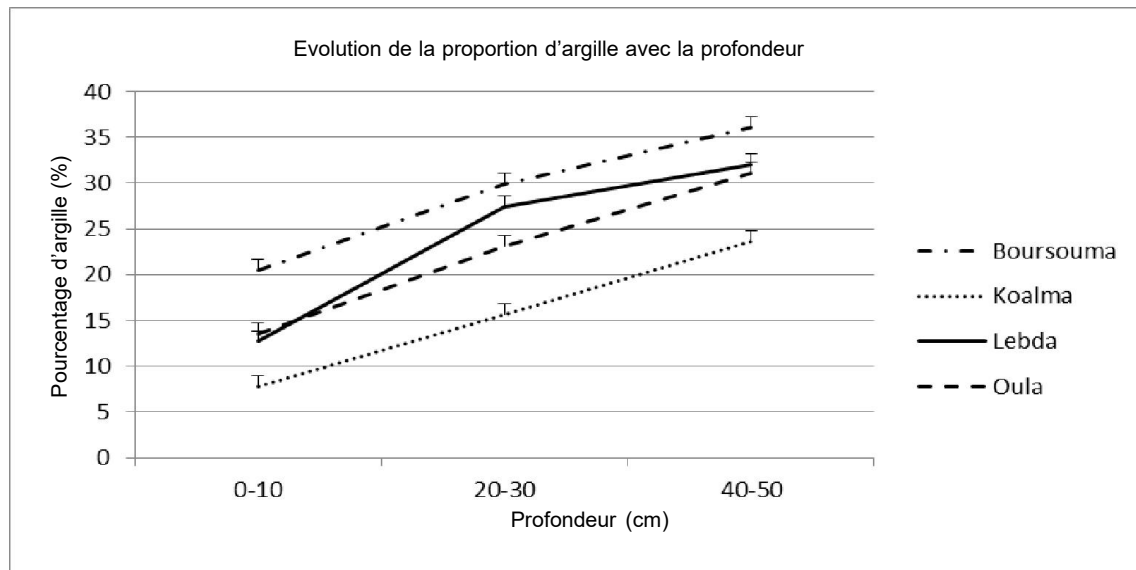
Les différences sont très significatives en ce qui concerne les zones, les sites et les unités d'occupation des terres pour les densités apparentes avec les valeurs les plus importantes au niveau de la végétation et des sols dégradés (Tableau 1). La différence n'est pas significative pour l'humidité initiale et finale au niveau des différents types d'occupations des terres (Figure 1) mais pour l'évolution de la proportion d'argile avec la profondeur, les différences sont significatives pour ce qui est des sites (Figure 2). La différence est hautement significative pour la proportion des éléments de la texture en fonction de l'occupation des terres (Tableau 2).

**Tableau 1** : Densité apparente en fonction de l'occupation des terres  
*Bulk density depending on land use*

	Bas-fonds ± S.E	Champs ± S.E	Végétation ± S.E	Sol dégradé ± S.E
Boursouma	1.52 ± 0.03	1.63 ± 0.03	1.60 ± 0.04	1.76 ± 0.03
Koalma	1.69 ± 0.03	1.67 ± 0.04	1.77 ± 0.03	1.80 ± 0.03
Lebda	1.66 ± 0.03	1.82 ± 0.03	1.85 ± 0.03	1.87 ± 0.03
Oula	1.53 ± 0.03	1.80 ± 0.04	1.91 ± 0.03	1.54 ± 0.03
F.Pr			< 0,001	



**Figure 1** : Evolution de l'humidité du sol avant et après l'infiltration. Barre représente l'erreur standard (S.E.)  
 Evolution of soil moisture before and after infiltration. Bar represents the standard error (S.E.)



**Figure 2** : Evolution de la proportion d'argille avec la profondeur. Barre représente l'erreur standard (S.E)

*Evolution of the proportion of clay with depth. Bar represents the standard error (S.E.)*

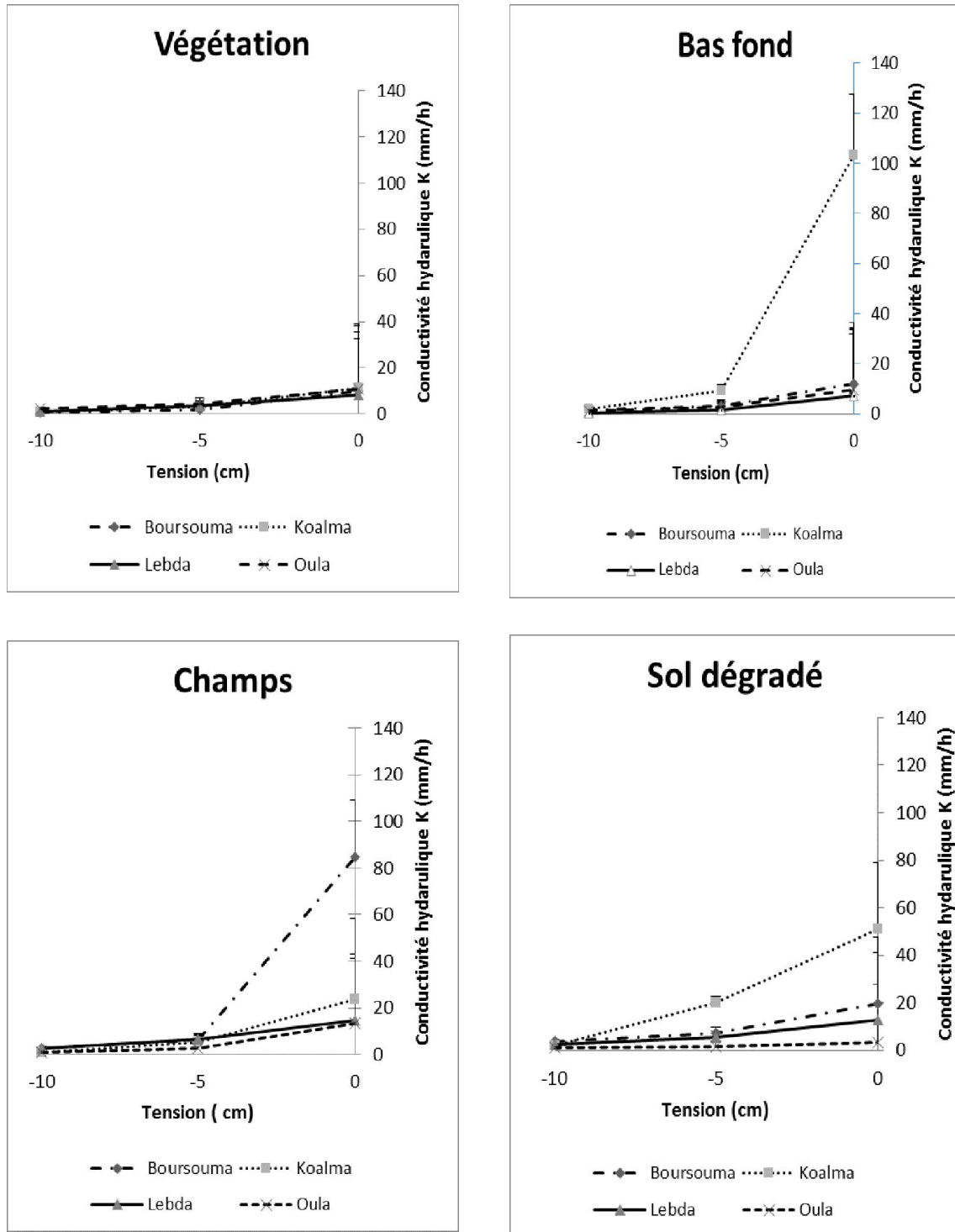
**Tableau 2** : Proportion des différents éléments de la texture en fonction de l'occupation des terres  
*Proportion of the different elements of the texture depending on land use*

		Bas fond	Champ	Végétation	Sol dégradé	LDS
Argile	Boursouma	27,58	23,57	32,59	31,35	4,72
	Koalma	14,3	17,2	17,59	14,61	
	Lebda	22,51	17,56	28,42	27,35	
	Oula	19,69	19,59	26,82	24,64	
Limon fin	Boursouma	15,14	8,41	13,03	9,39	3,85
	Koalma	6,28	5,46	7,95	4,92	
	Lebda	14,38	5,92	16,79	10,81	
	Oula	9,52	4,79	7,4	11,1	
Limon grossier	Boursouma	23,62	18,96	12,83	21,87	4,22
	Koalma	14,64	11,51	12,41	10,77	
	Lebda	20,26	10,6	11,21	9,04	
	Oula	17,51	8,93	16,41	19,43	
Sable fin	Boursouma	29,64	37,5	31,66	29,61	6,06
	Koalma	43,97	33,56	34,89	36,1	
	Lebda	35,57	35,08	18,27	25,44	
	Oula	42,17	46,21	29,46	37,62	
Sable grossier	Boursouma	4,01	11,55	9,89	7,78	5,35
	Koalma	20,81	32,27	27,16	33,6	
	Lebda	7,28	30,84	25,32	27,35	
	Oula	11,11	20,48	19,91	7,21	

#### INFLUENCE DE L'OCCUPATION DES TERRES SUR LES PARAMETRES D'INFILTRATION DE L'EAU

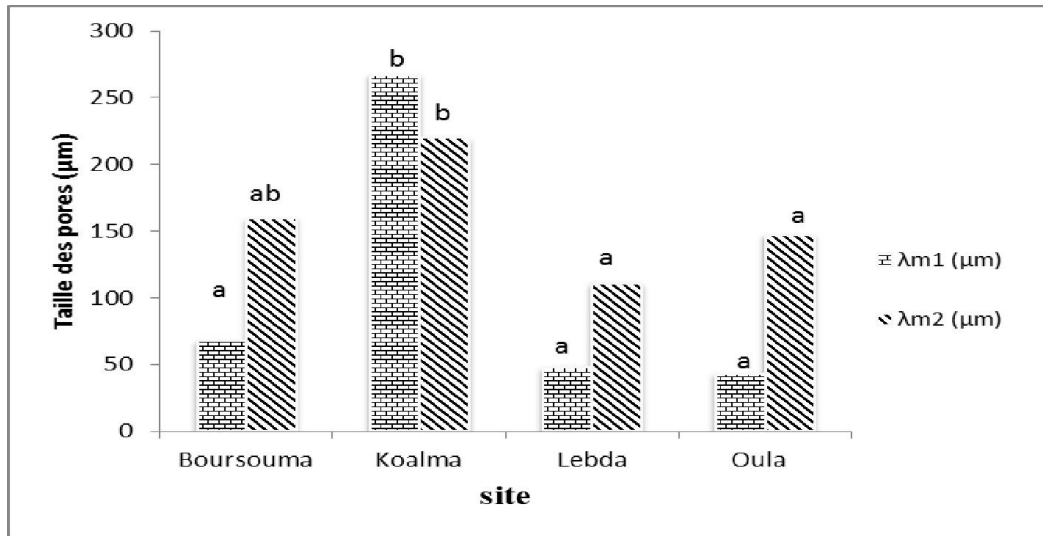
Pour K (-5), les différences sont significatives pour les unités et les sites, et avec de fortes valeurs de K (-5) de la végétation et des zones dégradées à Koalma (Figure 3). On note aussi

des différences au niveau de la taille des pores ( $\lambda_{m1}$  et  $\lambda_{m2}$ ) avec les fortes valeurs de la taille des pores à Koalma (Figure 4). La différence pour la taille des pores ( $\lambda_{m1}$  et  $\lambda_{m2}$ ) en fonction de l'occupation des terres n'est pas significative mais Koalma possède les fortes valeurs (Figure 5).



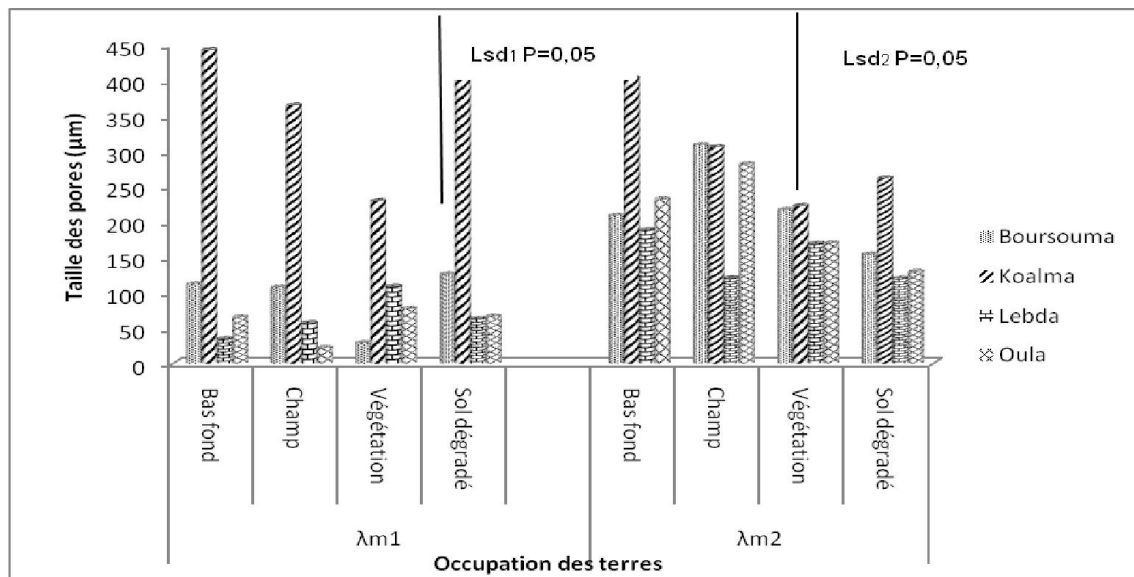
**Figure 3** : Conductivité hydraulique des sols en fonction de l'occupation des sols. Barre représente l'erreur standard (S.E)

*Soil hydraulic conductivity as a function of land use. Bar represents the standard error (S.E.)*



**Figure 4 :** Taille des pores fonctionnels du sol par site. Les moyennes avec des lettres différentes pour chaque série de tailles indiquent les différences significatives au seuil de 5 %

*Functional pore size per site. Means with different letters for each series of sizes indicate significant differences at the 5 %*



**Figure 5 :** Taille des pores fonctionnels selon l'occupation des terres

*Functional pore size depending on land use*

**SORPTIVITE ET CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DES SOLS**

La sorptivité pour les différents types d'occupation des terres, n'est pas significativement différente (Tableau 3) mais pour ce qui est de l'humidité, la densité apparente et la sorptivité

du sol des différents sites, les différences sont significatives (Tableau 4). Les sites de Lebda et Boursouma possèdent les valeurs les plus importantes d'humidité. Ceux de Koalma et Lebda ont les fortes densités apparentes et Lebda et Oula les fortes sorptivités.



**Tableau 3** : Sorptivité du sol en fonction de l'occupation des terres*Soil sorptivity according to land use*

	Bas fond ± S.E	Champ ± S.E	Végétation ± S.E	Sol dégradé ± S.E
Boursouma	0.064±0.058	0.068±0.058	0.079±0.067	0.024±0.067
Koalma	0.064±0.058	0.066±0.082	0.090±0.058	0.032±0.067
Lebda	0.162±0.058	0.096±0.067	0.079±0.058	0.087± 0.067
Oula	0.136±0.058	0.122±0.067	0.415±0.067	0.092±0.058
F.Pr	N.S	N.S	N.S	N.S

**Tableau 4** : Humidité, densité apparente et sorptivité par site*Humidity, bulk density and sorptivity per site*

	Humidité ± S.E	Densité apparente ± S.E	Sorptivité ± S.E
Boursouma	13.62 ± 3.32	1.63 ± 0.02	0.06 ± 0.03
Koalma	10.50 ± 3.22	1.73 ± 0.02	0.06 ± 0.03
Lebda	25.90 ± 3.07	1.79 ± 0.02	0.11 ± 0.03
Oula	10.10 ± 3.20	1.67 ± 0.02	0.20 ± 0.03
F.Pr	0.001	< 0.001	0.025

## DISCUSSION

Les éléments fins (argile et limon fin) du sol sont très importants car c'est la partie la plus impliquée dans la stabilité. L'argile forme avec l'humus le complexe argilo-humique qui, intervient dans la fertilité des sols et joue le rôle de stockage et protecteur du carbone du sol et y contribue aussi à le séquestrer. Boursouma est le site le plus argileux et on note une augmentation de la proportion d'argile avec la profondeur sur tous les sites. Pour les profondeurs 40 - 50, qui sont généralement les moins anthropisés, les teneurs en argiles sont supérieures à 23 % avec plus de 35 % à Boursouma. En regard de la végétation, considérée comme le milieu le moins perturbé, là où les actions anthropiques sont les moindres, on s'aperçoit que pour ce qui est de Lebda et Koalma (zone en dégradation), que les proportions en argiles pour la profondeur 0 - 10 sont les plus faibles et que la teneur en argile est en baisse pour les champs et pour tous les sites. Cela est un signe de dégradation dû à l'anthropisation de ses unités sachant le rôle direct joué par l'argile en association aux autres éléments du squelette sur la rétention de l'eau (Chretien *et al.*, 1988).

Les sites de Koalma et de Lebda (zone en dégradation) ont de grande proportion en sable grossier (25 % et +) et cela est due, soit à la structure même du sol ou soit à la dégradation des sites et donc, sont soumis à l'effet de l'érosion hydrique et éolienne qui amplifient la

dégradation. La richesse de Koalma en sable (élément grossier) fait d'elle le site ayant une forte conductivité hydraulique et les fortes valeurs en ce qui concerne la taille des pores. Pour tous les sites et les différents types d'occupation de terres, la conductivité hydraulique diminue avec la pression, ces résultats corroborent ceux de (Sanou *et al.*, 2010) qui, dans une étude au Centre sud du Burkina, ont trouvé que la conductivité hydraulique diminuait avec la pression de mesure (de -5 cm à -10 cm).

S'agissant des tensions de mesure, pour celle de -10 cm, le bas fond de Lebda a la plus faible conductivité hydraulique (0,38) et le sol dégradé de Boursouma la plus forte (3,59). Pour ce qui est de la tension de -5 cm, le bas fond de Lebda a toujours la petite valeur (1,56) et le sol dégradé de Koalma la plus grande avec (20,28) pour la conductivité hydraulique. Et à la tension de 0 cm, on a 3,28 comme plus faible valeur pour le sol dégradé de Oula et les valeurs les plus importantes sont observées à Koalma pour les bas-fonds 103,04 et les sols dégradés 50, 95. La végétation enregistre les faibles conductivités hydrauliques aux trois différents niveaux de tension. Pour Roger-Estrade *et al.* (2011), l'absence de labour diminue la porosité du sol, et son amplitude dépend du type de sol, du climat et des systèmes de cultures. Ce qui pourrait expliquer le fait qu'au niveau de la végétation, les valeurs de conductibilité hydraulique soient faibles. La faiblesse de la conductivité hydraulique semble aussi liée à la présence d'éléments grossiers au niveau de la

structure du sol (Chalhoub *et al.*, 2009). Et cela est lié à la mise en culture des terres et la diminution de l'activité de la microfaune du sol d'où la réduction des macroporosités qui a un impact majeur sur la conductivité saturée. Par contre, les bas-fonds et les sols dégradés à Kaolma se laissent facilement traverser par l'eau. Ce qui pourrait en ce qui concerne les sols dégradés due à la proportion importante de sable grossier et pour les bas-fonds, à leurs états de dégradation. Généralement, les bas-fonds sont argileux, et l'existence de macroporosités et la perte d'éléments fins contribuent à l'augmentation de la porosité texturale. Assie *et al.* (2010) en étudiant les propriétés hydrodynamiques des sols sous différents agrosystèmes au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire, ont trouvé que l'infiltrabilité au niveau des bas-fonds diminuait et cela pourrait être lié à l'obstruction de la porosité texturale. Car le système de macropores permet un transport rapide caractérisé par une faible résistance, tandis que les micropores constituent la majeure partie de la capacité du stockage de tout le milieu.

En plus, les mesures de sorptivité permettent d'évaluer la compaction du sol ou la capacité du sol à piéger l'eau et, elle a une valeur généralement grande dans les sols sableux (Moroke *et al.*, 2009). La végétation qui possède de fortes valeurs, a une faible capacité à piéger l'eau et montre que son sol est compacté. A Oula, la forte valeur s'explique par la présence de cuirasse dans la formation végétale qui ne permet pas au sol de piéger l'eau. Les grandes valeurs des sols dégradés, eux s'expliquent par la structure du sol qui est généralement gravillonnaire ou sableuse.

## CONCLUSION

La structure du sol est fonction de la nature du sol et de l'occupation du sol. En profondeur, on retrouve généralement une forte proportion en argile parce que, ce sont les zones non anthropisées. Les bas-fonds, champ, végétation et sol dégradé du site de Koalma sont dégradés.

L'amélioration de la couverture végétale n'a pas induit celle des propriétés hydriques dans toutes les unités d'occupation mais, on constate une légère amélioration des éléments fins et des propriétés des champs à Boursouma. De plus à Boursouma, les sols ont une meilleure capacité de rétention de l'humidité qui pourrait

être due à la présence de matière organique ou des éléments fins. Les fortes valeurs de conductivité hydraulique à Koalma, surtout à K(0) s'explique par la perte d'éléments fins dans toutes les unités. À Koalma, les bas-fonds sont dégradés, alors qu'à Lebda, ce sont les champs qui présentent des signes de dégradation.

## REMERCIEMENT

Cette étude a été financée par le projet Re-greening avec le partenariat de l'Université de Stockholm. Nous remercions les présidents des CVD des différents villages. Nos remerciements vont également à Adama Ouedraogo, Adam Toudou, Moustapha Adamou et nos amis doctorants de l'Université de Stockholm et Abdou Moumouni de Niamey.

## REFERENCES

- Aloui T., Ghezal L. 1996. Dégradation physico-chimique des sols comme manifestation des processus opérant à l'interface « milieu naturel - population ». *Méditerranée* 1: 28-31.
- Assie K. H., Angui K. T. P., Adanho D. M., Tamia A. J. and Savane I. 2010. Effets des contraintes morpho-pédologiques sur les propriétés hydrodynamiques des sols. *Journal of Applied Biosciences* 34 : 2145 - 55.
- Azontonde H. A. 1991. Propriétés physiques et hydrauliques des sols au Bénin. *Soil Water Balance in the Sudano-Sahelian Zone*, Niamey, IAHS.
- Belnap J. 2001. Comparative structure of physical and biological soil crust. *Biological soil crust: Structure, Function, and Management*. E. studies. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag. 150: 177- 91.
- Carof M., De Tourdonnet S., Coquet Y., Hallaire V. and Roger-Estrade J. 2007. Hydraulic conductivity and porosity under conventional and no-tillage and the effect of three species of cover crop in northern France. *Soil Use and Management* 23 : 230 - 7.
- Chalhoub M., Vachier P., Coquet Y., Darwish T., Dever L. and Mroueh M. 2009. Caractérisation des propriétés hydrodynamiques d'un sol de la Bekaa (Liban) sur les rives du fleuve Litani. *Étude et Gestion des Sols* 16 (2) : 67 - 84.
- Chretien J., Tessier D. 1988. Influence du squelette sur les propriétés physiques des sols:

- Hydratation, gonflement et aération. *Science du sol* 26 (4) : 255 - 68.
- Conedera M., Bomio-Pacciorini N., Bomio-Pacciorini P., Sciacca S., Grandi L., Boureima A., *et al.*, 2010. Reconstitution des écosystèmes dégradés sahéliers. *Bois et Forêts des Tropiques* 304 (2) : 61 - 71.
- Coquet Y., Desbourdes-Coutadeur C., Vachier P., Simunek J. and Roger-Estrade J. 2004. Influence de la variabilité spatiale de la structure des sols cultivés sur les transferts de l'eau et de l'ion bromure. *Étude et Gestion des Sols* 11 (1) : 81 - 93.
- CPCS 1967. *Classification des sols. Travaux de la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols (1963-1967)*, Paris, ENSA-Grignon, 96.
- FAO 1996. Burkina Faso : Rapport de pays pour la conférence technique internationale de la FAO sur les ressources phytogénétiques. FAO, 38.
- Fiès J. C. and Panini T. 1995. Infiltrabilité et caractéristique physique de croûtes formées sur massifs d'agrégats initialement sec ou humides soumis à des pluies simulées. *Agronomie* 15 : 205 - 20.
- Folly A. 1996. Soil surface Roughness and Infiltration in the Savanna Ecosystem and its Impact on Erosion. *Danish Journal of Geography* 96 : 32 - 9.
- Gardner W. R. 1958. Some steady-state solution of the unsaturated moisture flow equation with application to evaporation from a water table. *Soil Sciences* 85 : 228 - 32.
- Hartemink A. E., Veldkamp T. and Bai Z. 2008. Land cover change and soil fertility decline in tropical regions. *Turk J Agric For* 32 : 195 - 213.
- Hoogmoed W. B. and Stroosnijder L. 1984. Crust formation on sandy soils in the sahel. I: rainfall and infiltration. *Soil & Tillage Research* 4 : 5 - 23.
- Le Houérou H. N. 1996. Drought-tolerant and water-efficient trees and shrubs for rehabilitation of tropical and subtropical arid lands of Africa and Asia. *Land-Husbandry* 1 : 43 - 64.
- Moroke T. S., Dikinya O. and Patrick C. 2009. Comparative assessment of water infiltration of soils under different tillage systems in eastern Botswana. *Physical and Chemistry of the Earth* 34 (316 - 323).
- Niang D., Mermoud A., Yacouba H. and Karambiri H. 2004. Fonctionnement hydrique de différents types de formations éoliennes en milieu sahélier burkinabé. *Sud sciences & Technologies* 12 : 4 -12.
- Ouattara K., Ouattara B., Nyberg G., Sedogo M. P. and Malmer A. 2007. Ploughing frequency and compost application effects on soil infiltration in cotton-maize (*Gossypium hirsutum-Zea mays L.*) rotation system on a ferric Luvisol and a ferric Lixisol in Burkina Faso. *Soil & Tillage Research* 95 : 288 - 97.
- Philip J. R. 1957. Theory of infiltration. 4. Sorptivity and algebraic infiltration equations. *Soil Sciences* 84 : 257 - 64.
- Roger-Estrade J., Labreuche J. and Richard G. 2011. Effets de l'adaptation des techniques culturales sans labour (TCSL) sur l'état physique des sols: conséquences sur la protection contre l'érosion hydrique en milieu tempéré. *Cahiers Agricultures* 20 (3) : 186 - 93.
- Roose E., Blancaneaux P. and De Freitas P. 1993. Un simple test de terrain pour évaluer la capacité d'infiltration et le comportement hydrodynamique des horizons pédologiques superficiels : méthode et exemples. *Cahiers-ORSTOM. Pédologie* 28 (2) : 413 - 9.
- Sanou J., Zougmore R., Bayala J. and Teklehaimanot Z. 2010. Soil infiltrability and water content as affected by Baobab (*Adansonia digitata L.*) and Néré (*Parkia biglobosa (Jacq.) Benth.*) trees in farmed parklands of West Africa. *Soil Use and Management* 26 75 - 81.
- Wooding R. A. 1968. Steady infiltration from a shallow circular pond. *Water Resources Research* 4 : 1259 - 73.