



Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER EN GENIE CIVIL ET HDRAULIQUE

OPTION : infrastructures et réseaux hydrauliques

Présenté et soutenu publiquement le 06/07/2017 Par

- **Mèdogbè Christelle Manuela HOUNDAYI**

Sous la direction de :

Dr Dial NIANG : Enseignant-chercheur

Cheick Oumar ZOURE : Doctorant 2iE.

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr Mahamadou KOITA

Membres et correcteurs : Dr Amadou KEITA

M. Bassirou BOUBE

Dr Dial NIANG

Promotion [2016/2017]

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

DEDICACES

A toute ma famille et mes amis

REMERCIEMENTS

Nos sincères remerciements

- ✚ **Au Docteur Dial NIANG**, enseignant chercheur à l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), mon encadreur principal, qui a bien voulu accepter de me guider tout au long de ce travail. Je lui exprime ici ma vive gratitude;
- ✚ **Monsieur ZOURE Cheick Oumar**, dont les conseils et les critiques m'ont beaucoup aidé pour l'établissement de ce document.
- ✚ A tout le corps professoral et à l'administration du 2iE qui ont participé à notre formation depuis notre intégration dans l'école jusqu'à ce jour ;
- ✚ A tout le personnel de terrain;
- ✚ Nos sincères remerciements à nos parents, amis et tous ceux qui de près ou de loin nous ont assistés pendant les moments difficiles et qui ont contribué à l'aboutissement heureux de ce travail.
- ✚ Nous ne saurions terminer sans témoigner nos sincères reconnaissances aux honorables membres du jury qui ont accepté d'apprécier notre travail malgré leurs diverses occupations.

RESUME

Le bassin versant de Tougou, situé dans la tranche sahélienne du Burkina Faso est sujet à une dégradation poussée des ressources naturelles plus spécifiquement le sol. Cette dégradation des sols a tendance à engendrer une baisse notable des rendements agricoles avec un accroissement important du ruissellement. Pour y remédier des stratégies visant à inverser cette tendance à travers la mise en œuvre de pratiques culturales telles que le zai les cordons pierreux et la demi-lune sont initiées. En vue d'établir la relation infiltration-ruissellement découlant de la mise en œuvre de ces pratiques, une étude portant sur la caractérisation des paramètres hydrodynamique de surface du sol a été initiée sur les 8 parcelles du dispositif expérimental de Tougou.

L'infiltromètre à disque a été utilisé pour déterminer la conductivité hydraulique non saturée, la taille moyenne des pores fonctionnels et quelques temps et longueur caractéristiques. Quand l'infiltromètre double anneau, il a servi pour déterminer la conductivité hydraulique saturée.

L'analyse des résultats montre une différence entre les valeurs obtenues suivant les pratiques culturales. La conductivité hydraulique non saturée sur le zai est de 11,17cm/h contre 5,03cm/h, 3,97 cm/h et 4,51cm/h respectivement sur le cordon pierreux, la demi-lune et le témoin. Les pores actifs obtenus sur ces pratiques ont pour dimensions 0,088mm, 0,038mm, 0,032mm et 0,025 respectivement sur le zai, le cordon pierreux, la demi-lune et le témoin. Ces valeurs sont associées à celles du temps gravitaires obtenues sur ces mêmes parcelles et qui sont 12,85 min, 48,29min, 70,16min et 77,83min. la pratique de zai est donc celle qui favorisent l'amélioration des paramètres hydrodynamique.

Mots clés : Conductivité hydraulique non saturée, infiltromètre, infiltration, pores fonctionnels, paramètres hydrodynamiques.

ABSTRACT

The Tougou watershed, located in the Sahelian section of Burkina Faso, is subject to a degradation of natural resources more specifically the soil. This land degradation tends to lead to a marked decline in agricultural yields with a significant increase in runoff. To remedy strategies to reverse this trend through the implementation of cultural practices such as zai the stony cords and the half-moon are initiated. In order to establish the infiltration-runoff relation resulting from the implementation of these practices, a study on the characterization of soil surface hydrodynamic parameters was initiated on the 8 plots of the Tougou experimental system.

The disk infiltrometer was used to determine the unsaturated hydraulic conductivity, the average pore size, and some characteristic time and length. When the double ring infiltrometer, it was used to determine the saturated hydraulic conductivity.

The analysis of the results shows a difference between the values obtained according to the cultivation practices. The unsaturated hydraulic conductivity on the zai is 11.17 cm / h against 5.03 cm / h, 3.97 cm / h and 4.51 cm / h respectively on the stony cord, the half-moon and the control. The active pores obtained on these practices have the dimensions 0.088 mm, 0.038 mm, 0.032 mm and 0.025 respectively on the zai, the stony cord, the half-moon and the control. These values are associated with those of the gravity time obtained on these same plots and which are 12.85 min, 48.29min, 70.16min and 77.83min. The practice of zai is therefore one that promote the improvement of hydrodynamic parameters.

Keys words : Unsaturated hydraulic conductivity, Infiltrometer, Infiltration, hydrodynamic Parameters, active pore Tougou.

LISTE DES ABREVIATIONS

C : Capacité capillaire	[L]
D : Diffusivité capillaire	[L/T]
div : Divergent	
FNGN : fédération nationale des groupements Naam	[-]
g : Accélération de la pesanteur	[m/s ²]
grad : Gradient	
H : Charge hydraulique ou énergie totale	[m]
h : Hauteur de pression	[m]
I(t) : Infiltration cumulée	[mm]
i(t) : Flux d'infiltration	[mm/h]
K : Conductivité hydraulique non saturée	[L/T]
Ks : Conductivité hydraulique à la saturation	[L/T]
r : Rayon	[L]
S : Sorptivité capillaire	[L/t ^{1/2}]
tgéo : Temps géométrique	[mn]
tgrav : Temps gravitaire	[mn]
tp : Temps de submersion	[mn]
tstab : Temps de stabilisation	[mn]
z : Charge gravitationnelle	[m]
α , n, m : Constantes du sol	[-]
η : Paramètre de forme	[-]
θ : Teneur en eau	[-]
θ_{cr} : Teneur en eau de capacité de rétention	[-]
θ_f : Teneur en eau final	[-]
θ_i : Teneur en eau initial	[-]
θ_{pf} : Teneur en eau de capacité flétrissement permanent	[-]
θ_r : Teneur en eau résiduelle	[-]
θ_s : Teneur en eau à la saturation	[-]
λ_c : Longueur capillaire	[L]
λ_m : Dimension moyenne des pores fonctionnels	[L]
ρ_w : Masse volumique de l'eau	[Kg/m ³]
ψ : Succion	[mm]
Φ_0 : Potentiel du flux	[L ² /T]
2iE : Institut Internationale d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement	
BUNASOLS : Bureau National des Sols	

Table des matières

<i>dédicaces</i>	<i>i</i>
<i>Remerciements</i>	<i>ii</i>
<i>Résumé</i>	<i>iii</i>
ABSTRACT	<i>iv</i>
<i>Liste des abréviations</i>	<i>v</i>
<i>Table des matières</i>	<i>vi</i>
<i>Liste des figures</i>	<i>ix</i>
LISTE DES TABLEAUX	<i>ix</i>
LISTE DES PHOTOS	<i>x</i>
<i>Introduction générale</i>	<i>1</i>
chapitre 1 : pratiques culturales	3
1.1. Définition et historique des pratiques culturales	3
1.2. Principales pratiques culturales du site expérimental de Tougou	3
Chapitre 2 : généralités sur les sols	6
2.1. Définition du sol	6
2.2. Description des différentes phases du sol	6
2.3. Principales fonctions du sol.....	7
2.4. Equations générales des transferts	9
Chapitre 3 : Matériels et méthodes	11
3.1. présentation du milieu d'étude	11
3.1.1. Situation géographique	11
3.1.2. Situation climatique	12
3.1.3. Géologie	13
3.1.4. Pédologie.....	13
3.1.5. Végétation.....	14
3.1.6. Activités économiques.....	15
3.1.7. Présentation du site expérimental:	15
3.2. Matériels	16

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

3.3. Méthodes	18
Chapitre 5 : résultats	26
5.1. Caractérisation physique.....	26
5.2. Détermination des paramètres hydrodynamiques	28
5.3. Longueurs caractéristiques	33
5.4. Temps caractéristiques	35
5.5. Relation entre taille moyenne des pores fonctionnels et l'humidité volumique à 10cm.....	39
5.6. Étude du drainage à 1m	39
Chapitre 6 : discussion.....	41
<i>Bibliographie</i>	45
<i>Annexes</i>.....	48
Annexe 1:Feuille de calcul pour l'humidité I	48
Annexe 2 : Feuille de calcul pour la succion 20 mm en régime transitoire III.....	48
Annexe 3 : Feuille de calcul pour la succion 40mm en régime transitoire XIV	48
Annexe 4 : Feuille de calcul pour la succion 60mm en régime transitoir XXX.....	48
Annexe 5: Feuille de calcul de la conductivité hydraulique à saturation XLVI.....	48
Annexe 1:Feuille de calcul pour l'humidité	I
Annexe 2 : Feuille de calcul pour la succion 20 mm en régime transitoire.....	III
Annexe 3 : Feuille de calcul pour la succion 40mm en régime transitoire.....	XIV
Annexe4: Feuille de calcul de la succion 60mm en régime transitoire.....	XXX
Annexe4.1 :	XXX
Succion 60 mm.....	XXX
Parcelle : témoin.....	XXX
Position : bloc A , amont.....	XXX
Rayon du disque : 100mm	XXX
Rayon du réservoir : 22,25mm.....	XXX
temps (s)	Erreur ! Signet non défini.
h(mm)	Erreur ! Signet non défini.
t^(1/2) (s^0,5).....	Erreur ! Signet non défini.

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

v1(mm3)	Erreur ! Signet non défini.
icum (mm)	Erreur ! Signet non défini.
dI	Erreur ! Signet non défini.
dt/dt^{1/2} (mm.s^{-0,5})	Erreur ! Signet non défini.
Annexe 5: Feuille de calcul de la conductivité hydraulique à saturation	XLVII

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Les trois phases du sol	6
Figure 2: Carte de situation géographique du bassin versant de Tougou.....	12
Figure 3: Précipitations journalières Tougou pour la saison des pluies 2016.....	12
Figure 4: Précipitations et évapotranspirations de référence moyenne interannuelle	13
Figure 5: Carte des sols du bassin versant de Tougou	14
Figure 6: Carte des végétations du bassin versant de Tougou	15
Figure 7: graphique de la conductivité hydraulique à saturation	19
Figure 8: Schéma de l'infiltromètre à membrane de portée.....	20
Figure 9: Exemple de relation entre $dI/d\sqrt{t}$ et \sqrt{t}	23
Figure 10: Triangle textural.....	26
Figure 11: Répartition granulométrique au niveau de chaque horizon	27
Figure 12: Conductivité hydraulique à saturation	28
Figure 13: Evolution de la conductivité hydraulique sous différentes succions	31
Figure 14: Evolution de la conductivité hydraulique non saturée en fonction des parcelles de mesures.....	32
Figure 15: Evolution de la sorptivité sur les différentes parcelles	33
Figure 16: Evolution de la longueur capillaire sur les parcelles des deux blocs à la succion 20 mm.....	34
Figure 17: Evolution de la taille moyenne des pores fonctionnels suivant les parcelles de mesures.....	35
Figure 18: Evolution du temps gravitaire suivant les succions	36
Figure 19: Evolution du temps géométrique suivant les succions	38
Figure 20: Evolution du temps de stabilisation suivant les succions	39

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Densité apparente sur les parcelles du dispositif expérimental.....	27
Tableau 2 : Porosité sur les 10 premiers centimètres du sol du dispositif expérimental.....	28
Tableau 3: valeurs des conductivités hydraulique à saturation sur les parcelles du bloc A.....	28

LISTE DES PHOTOS

Photo 1: Parcelle de zai	4
Photo 2: Parcelle de cordons pierreux	4
Photo 3: Parcelle de demi-lune.....	5
Photo 4: Parcelles sous cordon pierreux, demi-lune, zai et parcelle témoin	16
Photo 5: le double anneau (Muntz)	17
Photo 6: Infiltromètre à disque à membrane de porté	18

INTRODUCTION GENERALE

Le Burkina Faso est un pays essentiellement agricole dont l'agriculture occupe une part très importante de l'économie avec une participation de l'ordre de 34% du produit intérieur brut (**banque mondiale, 2016**). Malheureusement cette agriculture connaît d'énormes difficultés dues essentiellement à une dégradation continue des ressources naturelles (particulièrement les sols) sous l'effet conjugué des aléas climatiques et des actions climatiques. Pour parer à ce goulot d'étranglement de cette agriculture essentiellement pluviale, plusieurs stratégies ont été initiées. Il s'agit de la mise en place de programmes et d'aménagements hydro-agricoles tendant à favoriser l'adaptation de ce secteur aux effets des changements climatiques.

En effet, la succession de plusieurs cycles de sécheresse a entraîné la dégradation des sols avec corollaire une modification de la structure superficielle du sol à l'origine de la modification de la relation ruissellement-infiltration (**Casenave et Valentin, 1989**). Ainsi, avec ces sols dénudés (absence de végétation) on assiste alors à un dérèglement du régime hydrique du sol et l'apparition d'un pédoclimat présentant une aridité prononcée. Pour ralentir ou freiner ce processus, de nombreuses actions ont été menées par les populations avec le soutien des Organisations Non Gouvernementales (ONG), des projets de développement et des organismes publics. D'importants investissements à la fois financiers et humains ont été déployés pour la mise au point et la diffusion de techniques de conservation des eaux et des sols. Les principales actions entreprises ont été la mise en place de nouvelles pratiques culturales comme le zaï, la demi-lune, le cordon pierreux, la bande enherbée pouvant favoriser l'infiltration par rapport au ruissellement comme l'ont montré plusieurs études au nord du Burkina Faso (**Vlaar, 1992, Zombré, 2003, Sermé, 2014**). Ces différentes études se sont surtout intéressées en grande partie sur l'amélioration de la productivité mais pas sur les processus de transfert de l'eau dans la zone saturée. Alors dans une bonne perspective de lutte contre l'érosion et le maintien de la fertilité de ces sols, la quantification des processus d'infiltration (détermination de la capacité d'infiltration et de la conductivité hydraulique) reste l'une des démarches les plus adéquates. C'est dans ce contexte que cette étude a été initiée.

L'objectif général de cette recherche est l'étude de l'évolution spatiale des propriétés hydrodynamiques des sols du bassin versant de Tougou selon différentes pratiques culturales. Il s'agira spécifiquement:

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

- ✓ de caractériser les propriétés physiques de ces sols
- ✓ d'étudier les paramètres hydrodynamiques de ces sols ;
- ✓ d'établir une relation entre le type de pratique culturale et l'infiltrabilité.

Le présent mémoire est articulé de la manière suivante : la première partie regroupe l'ensemble de la formulation des différents concepts de sol et des équations de transfert complété par la présentation des pratiques culturales, quant à la seconde partie, elle est consacrée à la présentation de la zone d'étude, des matériels et méthodes de cette étude, la troisième partie présente les principaux résultats obtenus et la discussion et la dernière partie regroupe la conclusion et les recommandations.

CHAPITRE 1 : PRATIQUES CULTURALES

Le sahel localisé en Afrique, marque une zone de transition entre le sud du désert saharien et la ceinture soudano-sahélienne moins aride. (Maertens, 2012) Malgré les nombreuses études effectuées dans la zone il demeure difficile d'évaluer statistiquement la proportion occupée par ladite zone compte tenu de son évolution sous les effets des changements climatiques.

Selon Dumont (2012) la zone sahéenne peut être délimitée par un périmètre contenant les pays que sont le Soudan, Mauritanie, Niger, Mali et le Tchad, le Burkina Faso, le Sénégal. Cette zone est sujette à de nombreuses études à cause des nombreux défis environnementaux et de leurs conséquences sur le développement agricole. En effet la pauvreté de ces sols en carbone et en nutriments entrave leur fertilisation et augmente le risque d'érosion.

Face à une telle situation plusieurs stratégies ont été élaborées en vue d'augmenter les rendements à travers la mise en œuvre de méthodes de récupération et de conservation des eaux et des sols.

1.1. Définition et historique des pratiques culturales

Les pratiques culturales sont des technologies de lutte anti érosive qui favorise une meilleure gestion du ruissellement et dont le but est d'accroître le rendement agricole. La particularité de ces pratiques est qu'elles sont mises en œuvre sur un sol dégradé c'est-à-dire un sol dont les fonctions de production végétale et de siège d'activité biologiques sont quasi inexistantes. En effet les sols dégradés présentent une dégradation physique qui s'illustre par un compactage, une mauvaise aération et une diminution de la profondeur d'enracinement. Cette dégradation peut être chimique et se traduit en général par une faible teneur en éléments minéraux et organiques (PIERI, 1989).

1.2. Principales pratiques culturales du site expérimental de Tougou

1.2.1. Zai-diguette

C'est une technique de conservation des eaux et du sol propre au Yatenga initiée par les paysans et vulgarisée grâce à l'appui des encadreurs de la fédération nationale des groupements Naam (FNGN) dès 1993. Modernisée par le FNGN, le zai suit désormais des normes. Ainsi sont aménagés sur un sol dénudé ou dégradé des poquets de 20 à 50 cm de diamètre et 15 à 30cm de profondeur (Photo.1) suivant le type de cultures. Le déblai issu de chaque poquet est posé en aval de ce dernier en forme de croissant pour limiter le

ruissellement. Les poquets sont disposés en quinconce et perpendiculairement à l'écoulement. Cette technique est efficace sur les sols en zones de fortes pentes, de sols situés sur les versants de collines et les glacis. Le but de cette technique est l'amélioration du rendement agricole par la réhabilitation des terres dégradées, l'amélioration de la fertilité et la conservation de l'humidité, la régénération des espèces herbeuses et ligneuses et la favorisation de la croissance et du développement des plantes.



Photo 1: Parcelle de zaï

1.2.2. Cordon pierreux

Cette technique vise la réduction du ruissellement sur les champs grâce à un alignement semi perméable constitué de 2 à 3 lignes de pierres polymorphes (Photo.2). Ces pierres sont disposées suivant les courbes de niveau avec une emprise au sol de 10 à 15 cm. La hauteur moyenne de l'alignement varie entre 20 et 30 cm pour une largeur en crête allant de 15 à 25 cm. Les lignes sont disposées perpendiculairement au sens d'écoulement avec des espacements faibles.



Photo 2: Parcelle de cordons pierreux

1.2.3. Demi-lunes

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

C'est un dispositif constitué de cuvettes en forme de demi-cercle (photo3.3) conçu pour la récupération des terres dénudées. Elles sont disposées perpendiculairement à l'écoulement et ont pour diamètre 3 m. Leur profondeur varie de 10 à 20 cm et le déblai est disposé en forme de croissant à leur aval. Adéquates pour les zones de faibles pluviométrie, elles ne doivent pas être réalisées sur des sols hydromorphes et sableux.



Photo 3:Parcelle de demi-lune

CHAPITRE 2 : GENERALITES SUR LES SOLS

2.1. Définition du sol

Selon **Hillel (1980)** le sol représente la fine couche de la croûte terrestre soumise à diverses intempéries et qui résulte d'un long processus d'altération physique et chimique des roches et qui est le siège d'une importante activité biologique.

2.2. Description des différentes phases du sol

Dans le contexte des transferts hydriques, le sol est défini comme un milieu triphasique (Fig.1). En effet, il est composé de la phase liquide ou solution du sol, de la phase solide ou matrice du sol et de la phase gazeuse

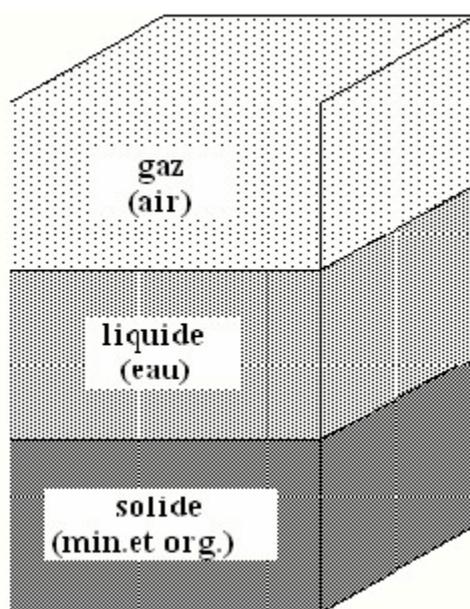


Figure 1: Les trois phases du sol

Phase liquide : elle est composée d'eau et de solutés qui peuvent être des sels, des substances organiques ou encore des gaz.

Phase solide : elle représente la matrice du sol et est constituée d'éléments de deux natures que sont minérale et organique. Les éléments minéraux sont composés de particules de tailles et formes diverses qui permettent de les catégoriser soit en éléments grossiers (>2mm), soit en éléments fins (<2mm) mais encore en argile lorsque les particules sont inférieures à 2 μ m. quant aux éléments organiques ils sont composés de débris de végétaux ou animaux en état de décomposition avancé.

Phase gazeuse : elle est représentée par l'air du sol avec une quantité de CO₂ plus importante

que celle se trouvant dans l'air atmosphérique.

En présence de ces trois phases le milieu est dit zone non saturée.

2.3. Principales fonctions du sol

2.3.1. Capillarité

La capacité capillaire correspond à la capacité du sol à être mouillé ou non en cas de fluctuation du niveau de l'eau ou du soluté. Elle met en exergue la relation entre la teneur en eau θ et la charge de pression h (Eq.1)

$$C = \frac{\delta\theta}{\delta h} \quad (1)$$

La courbe de pression capillaire ou de rétention obtenue à partir de cette relation a suscité l'intérêt de travaux dont l'objectif était de mettre en exergue les relations de dépendances parmi lesquelles la plus utilisée est celle de (**Van Genuchten, 1980**) (Eq.2)

$$\frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} = \left(1 + \left(\frac{h}{hg}\right)^n\right)^m \quad (2)$$

avec hg un paramètre d'échelle ayant la dimension d'une longueur et n, m des paramètres de forme obtenus par les équations :

- $n = \frac{2}{1-m}$ (Burdine 1953) (2.1)

- $n = \frac{1}{1-m}$ (Mualem 1976) (2.2)

2.3.2. Diffusivité capillaire

Elle correspond à l'aptitude du sol à répandre la capillarité auquel il est soumis. Il est donc également un paramètre exprimant la relation entre la pression h et la teneur en eau θ . Cette fonction du sol peut être définie selon plusieurs approches:

Pour **Gardner et Mayhugh (1958)**, elle s'écrit sous la forme exponentielle (Eq.3)

$$D(\theta) = Ae^{B(\theta)} \quad (3)$$

Quant à la diffusivité en masse de Dirac, elle est considérée comme nulle sauf au voisinage de la saturation et est donnée par la formulation mathématique (Eq.4) :

$$D(\theta) = \frac{1}{2} S^2 \delta\left(1 - \frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r}\right) \quad (4)$$

avec δ la fonction de Dirac et S la sorptivité capillaire

Enfin **Crank (1956)** considère la diffusivité comme une constante pour un sol linéaire avec l'équation (Eq.5)

$$D(\theta) = D_0 \quad (5)$$

2.3.3. Sorptivité

Elle représente la capacité d'un sol à absorber l'eau par capillarité. Il existe dans la littérature plusieurs expressions de ce paramètre dont la plus utilisée est celle de **Parlange (1975)** du fait de sa précision excepté pour les sols linéaires (**Kutilek et Valenteva (1986)**). Elle peut être définie par l'équation (Eq.6)

$$S^2 = 2 \int_{\theta_n}^{\theta_0} (\theta_0 + \theta - 2\theta_n) D(\theta) d\theta \quad (6)$$

2.3.4. Conductivité hydraulique

Toutes les approches d'estimation des paramètres qui suivent ont été faites grâce à la formule de **Wooding (Eq.7)** établie pour les sols homogènes avec un régime d'écoulement permanent

$$q_{\infty} = K_0 + \frac{4\phi_0}{\pi r} \quad (7)$$

La conductivité hydraulique, facteur très déterminant de la dynamique de l'eau dans le sol est un coefficient de proportionnalité entre le débit volumique par unité de surface q , et le gradient de charge hydraulique H . elle correspond à la capacité d'un milieu solide, d'un sol à transférer un fluide notamment l'eau sous l'effet d'un gradient hydraulique d'après (**Margat, 1999**). Sa détermination a suscité de nombreux travaux ce qui a conduit à plusieurs expressions de cette dernière. Elle peut être exprimée en fonction des paramètres θ et h .

Ainsi développé par (**Brooks et Corey, 1964**) la conductivité hydraulique k est exprimée en fonction de θ et est donnée par (Eq.8)

$$\frac{K}{K_s} = \left(\frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} \right)^\eta \quad (\text{Eq.8})$$

avec

K_s = conductivité hydraulique à saturation

θ_s = teneur en eau à saturation

θ_r = teneur en eau résiduelle

η = paramètre de forme

nous retrouvons également dans la littérature l'expression de la conductivité hydraulique en fonction de la charge de pression développée par (**Gardner, 1958**) (Eq.9)

$$K(h) = K_s e^{\alpha h} \quad (9)$$

ou α est une constante.

Cette équation est plus convenable au sol hétérogène comme il en est généralement le cas sur le terrain (**Wooding, 1968**). (Pour les α -sols, α est le rapport de la conductivité au potentiel d'écoulement)

Bien que cette expression présente des facilités d'application analytique, elle ne prend pas en compte l'effet d'une pression d'entrée ha non nulle (**Pullan, 1990**). Ainsi pour y remédier, ce dernier a intégré ce paramètre dans l'équation de **Gardner**. (Eq.10)

$$K(h) = K_s e^{\alpha(h-h_a)} \quad (10)$$

Ce modèle appelé modèle quasi-linéaire est plus affecté par l'effet d'hystérésis contrairement à la conductivité hydraulique exprimée en fonction de θ et qui est non linéaire (**Thony, 1970**)

2.4. Equations générales des transferts

L'infiltration de l'eau ou des solutés est un transfert de ces derniers de la surface du sol aux horizons inférieurs. Ce type d'écoulement est dit rampant car il est caractérisé par des vitesses faibles. Ce processus est régi par deux principales notions que sont le mouvement et la variation de stock. Le mouvement est un changement de position du liquide au niveau de la matrice solide qui se décrit par une loi dynamique. Quant à la variation de stock elle exprime le changement de quantité entre deux instants donnés et s'exprime grâce à la loi de conservation de la matière.

2.4.1. Equation du mouvement

Dans le cas de l'étude des écoulements dans le sol plusieurs lois dynamiques sont disponibles dans littérature dont celle qui sera utilisée dans notre cas est la loi de Darcy car le fluide étudié est l'eau.

En adaptant la loi dynamique qui stipule que le flux J résultant de l'action d'une force motrice est proportionnel au gradient du potentiel énergétique ϕ au contexte sol-eau, Darcy propose l'équation (Eq.11) :

$$q = -K \text{grad}H \quad (11)$$

K la conductivité hydraulique et H la charge hydraulique

Il est à noter qu'en milieu non saturé la conductivité hydraulique est fonction de la teneur en eau volumique (Eq.12). Ainsi

$$q = -K(\theta) \text{grad}H \quad (12)$$

2.4.2. Equation de continuité

Loi de conservation de la matière

$$\frac{\partial E}{\partial t} = -\text{div}J + \Sigma r \quad (13)$$

Avec E la concentration volumique de l'élément ici prise égale à θ

L'équation générale du transfert de l'eau dans un sol non saturé est obtenue en combinant les équations (12) et (13)

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = -\mathit{div} \mathbf{q} \quad (13)$$

Soit :

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \mathit{div} K(\theta) \mathit{grad} H \quad (14)$$

avec l'hypothèse d'un écoulement unidimensionnel vertical le gradient de H correspond au rapport entre les variations de charge hydraulique H_i aux positions z_i et les variations des profondeurs z_i (Eq.15)

Ainsi
$$\mathbf{q} = K(h) \frac{\Delta H}{\Delta Z} \quad (15)$$

CHAPITRE 3 : MATERIELS ET METHODES

3.1. PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

3.1.1. Situation géographique

Le bassin versant de Tougou est localisé dans la zone nord du Burkina Faso qui est la partie sahélienne du pays (Fig.2). Il est situé dans la province du Yatenga à 22km de Ouahigouya et relie cette ville à Titao grâce à la RN2. D'une superficie totale de trente-sept (37 km²), ce bassin est constitué de deux sous bassins: le premier est celui de Bawogo-Pooré dont la superficie est de six (6) km² localisé en zone entièrement cultivée alors que le second est situé en zone dégradée (Faogodo) avec une superficie de trente-un (31) km².

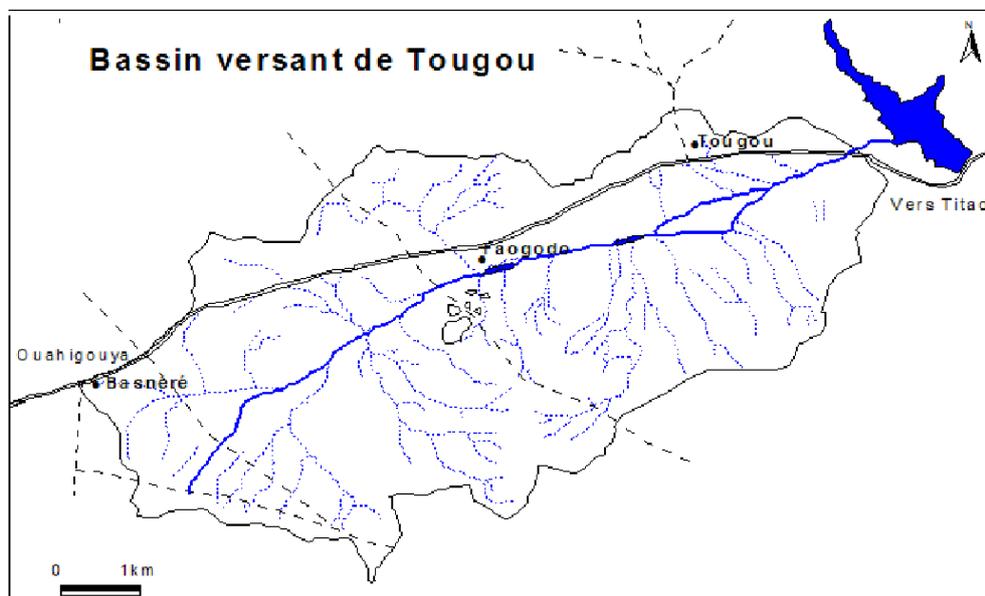
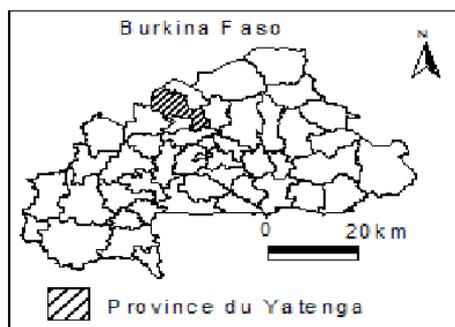


Figure 2: Carte de situation géographique du bassin versant de Tougou

3.1.2. Situation climatique

Situé en zone sahélienne, le bassin versant de Tougou est soumis à un climat de type sahélien avec une pluviométrie moyenne interannuelle de l'ordre 600 mm (Fig.3). Il est caractérisé par deux types de saisons :

➤ une petite saison pluvieuse qui varie de juin à octobre où les précipitations maximales sont enregistrées durant le mois d'août. Durant cette période, des vents de nature pseudo-moussons sont observés avec des vitesses pouvant atteindre 15km/h en début de saison en particulier quand ils précèdent les orages

Ensuite vient la saison sèche d'une durée d'environ 7 mois (novembre à mai) caractérisée par deux périodes froide et chaude.

➤ La période froide (novembre à janvier) présente une température moyenne mensuelle de l'ordre de 18°C durant le mois de janvier (valeur minimale de l'année);

➤ La période chaude quant à elle dure de février à mai avec une température moyenne mensuelle de l'ordre de 42°C enregistrée durant le mois d'avril (mois le plus chaud de l'année). La figure 6 présente l'ensemble des pluies journalières obtenue durant la période hivernale 2016 avec une hauteur totale de 424 mm ce qui correspond à une année déficitaire.

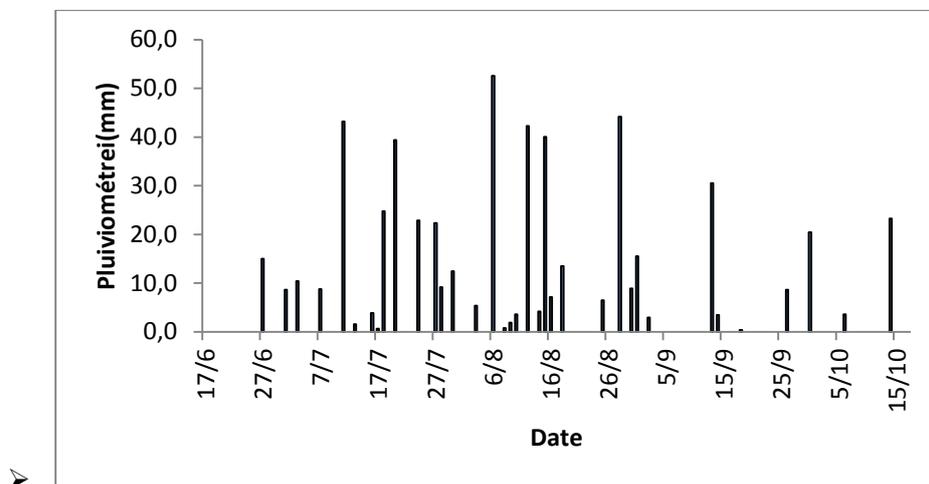


Figure 3: Précipitations journalières Tougou pour la saison des pluies 2016

L'évapotranspiration de référence moyenne interannuelle est estimée à 2090 mm (1961-2010). Cette zone est caractérisée par un déficit hydrique sur l'ensemble des mois sauf pour juillet et août (Fig.7) où la pluviométrie mensuelle est supérieure à l'évapotranspiration de référence.

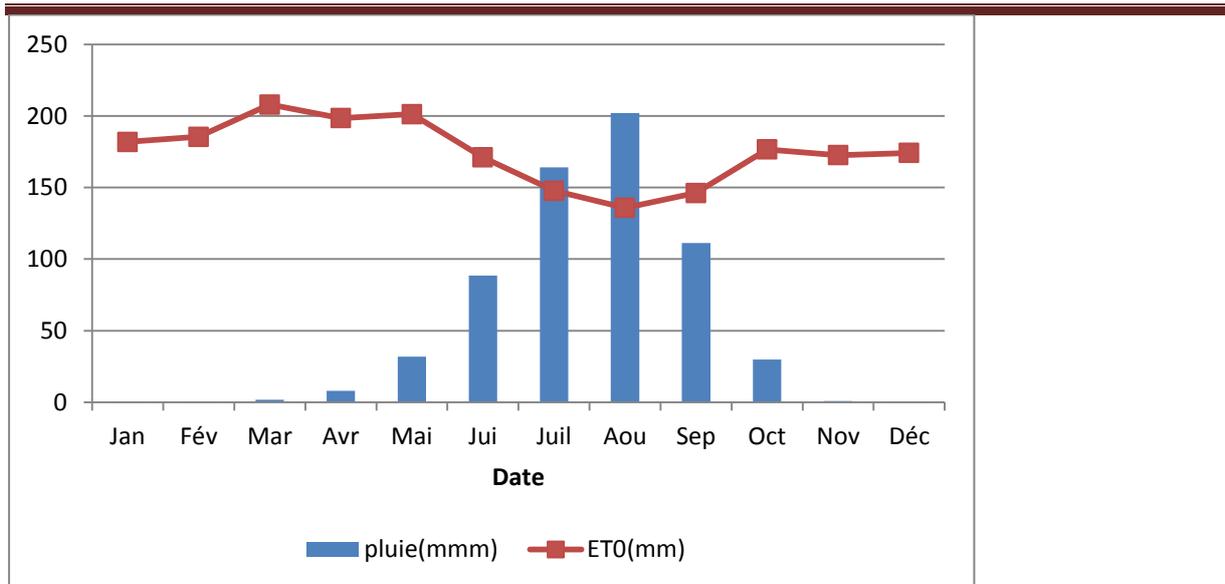


Figure 4: Précipitations et évapotranspirations de référence moyenne interannuelle

3.1.3. Géologie

Le bassin versant de Tougou présente un relief peu accidenté avec par endroit une succession de collines d'altitudes très basses reliées aux axes d'écoulement par de longs glacis.

3.1.4. Pédologie

Dans la zone de Tougou, il existe trois classes de sols (Fig.5) réparties comme suit :

- les sols minéraux bruts d'érosion qui sont des cuirasses ferrugineuses
- les sols hydro morphes à pseudo-gley d'ensemble constitués de matériaux argilo-sableux à argileux issus des schistes argileux ou de matériaux d'altération ancien.

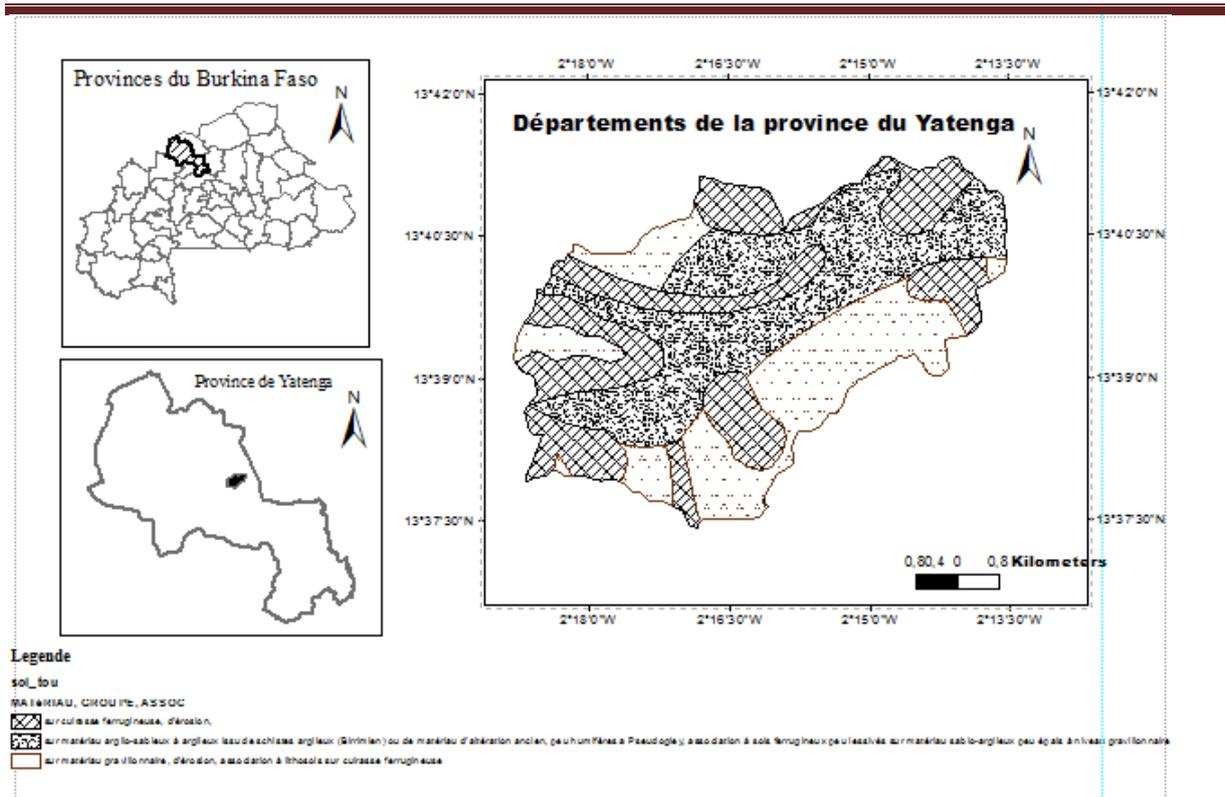


Figure 5: Carte des sols du bassin versant de Tougou (données sig Burkina Faso)

3.1.5. Végétation

Sur ce relief accidenté on distingue une végétation de type steppes arbustives sur les hauts de glaciés et de steppes ou de savanes arborées au niveau des vallées. La figure 9 représente les zones occupées par les différents types de végétation et les principales espèces végétales observées sont l'Acacia abilda et le karité (*Vitellaria paradoxa*).

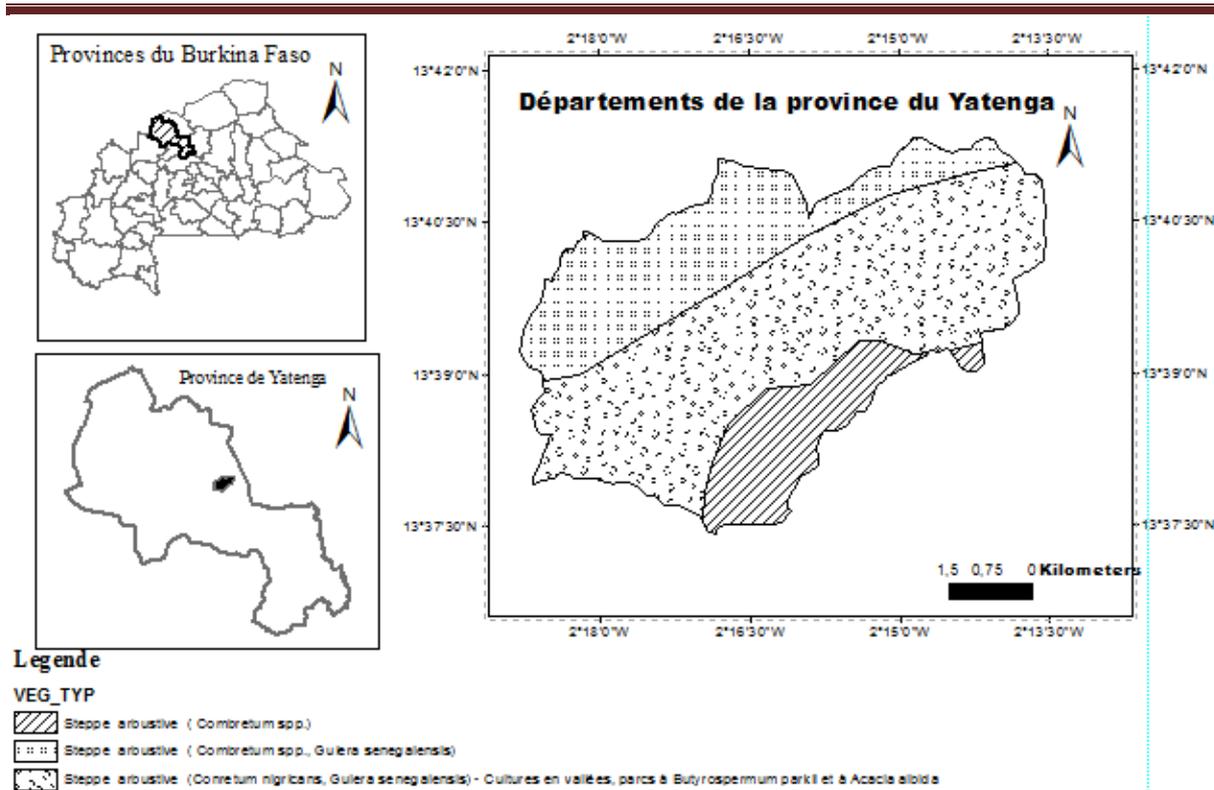


Figure 6: Carte des végétations du bassin versant de Tougou (données sig Burkina-Faso)

3.1.6. Activités économiques

L'agriculture pluviale constitue la principale activité économique de la population de Tougou. Les cultures pratiquées sont essentiellement le mil et le sorgho. Les cultures maraichères occupent une place prépondérante dans cette zone à cause de la présence du barrage de Tougou.

3.1.7. Présentation du site expérimental:

Le site aménagé pour la présente étude est localisé sur le sous bassin de Faogodo en rive gauche du cours d'eau en zone dégradée. Il est constitué de deux blocs de Fisher A et B dont la répartition des 4 parcelles s'est faite de façon aléatoire (Photo.4). Les 4 traitements par bloc sont notés respectivement T0, T1, T2 et T3. La parcelle T0 indique la parcelle sur laquelle labour traditionnel est effectué tandis que les parcelles T1, T2 et T3 indiquent respectivement les parcelles de pratique culturale cordon pierreux, demi-lune et de zai-diguette. Chaque parcelle a pour dimension 20 m x 10m et est équipée chacune de 5 cannes tensiométriques et d'un tube à accès d'humidimètre placé à 120 cm de profondeur. En aval de chaque parcelle est installé un partiteur métallique de 1m de diamètre suivi d'un fut de 250 litres pour la collecte des eaux de ruissellement.



Photo 4: Parcelles sous cordon pierreux, demi-lune, zai et parcelle témoin

La culture retenue est le «*Pennisetum glaucum*» qui a un cycle de 70 jours composé comme suit:

le stade initial d'une durée de 10 jours

le stade de développement d'une durée de 17 jours

le stade de mi-saison d'une durée de 26 jours

le stade d'arrière-saison d'une durée de 17 jours.

Ce dispositif expérimental est doté de deux pluviomètres (un manuel et un automatique).

3.2. Matériels

L'infiltromètre à anneaux encore appelé Muntz est l'un des premiers dispositifs de mesure utilisé dans la détermination in situ des paramètres d'infiltration qui a peu à peu laissé place à l'infiltromètre à disque. En effet l'infiltromètre à anneaux est un dispositif destructeur de la structure du sol du fait de son enfoncement dans ce dernier et qui nécessite l'utilisation d'une quantité d'eau et un temps importants. En outre, il ne fonctionne qu'à pression positive ce qui limite la gamme résultats obtenus. Ce dispositif ne permettant pas de reproduire le comportement de la pluie à la surface du sol, les acteurs du domaine se sont tournés vers l'infiltromètre à disque qui permet d'imposer des pressions négatives. Désirant observer le comportement du sol en présence de pression négative et positive, les deux matériels ont été

utilisés sur le site expérimental.

3.2.1. Infiltromètre double anneau

Le dispositif de mesure est constitué de deux anneaux concentriques. L'anneau extérieur a pour but de favoriser un écoulement unidirectionnel vertical dans l'anneau intérieur. Une lame d'eau de 3cm est maintenue constante dans l'anneau intérieur. Dans le cas du présent travail les anneaux intérieurs ont pour diamètre 28, 30 et 32 cm.



Photo 5: le double anneau (Muntz)

3.2.2. Infiltromètre à disque

L'appareil de mesure utilisé est le TRIMS ou infiltromètre à disque à membrane de portée. Il fonctionne à pressions négatives et est constitué d'un réservoir gradué qui sert à déterminer le volume d'eau imposé pour la mesure. Grâce à un tube de succion contenu dans le vase de Mariotte l'opérateur impose la pression à laquelle il désire réaliser la mesure. L'eau contenue dans le vase de Mariotte est soumise à la pression atmosphérique en ouvrant la pince de Mohr. Cette charge est communiquée au sol par l'intermédiaire d'un disque constitué d'un grillage et d'une toile en nylon de maille normalisée de 20 μ m relié au tube de succion par un caoutchouc. Cet appareil permet de mesurer le débit d'eau dans un sol non saturé en fonction du temps sous différentes charge de pression. Une succion est appliquée à la surface par l'intermédiaire d'un tube de réglage de la succion et de la membrane de portée. Dans le cas présent, les succions appliquées sont de 20, 40 et 60 mm à 3 répétitions.

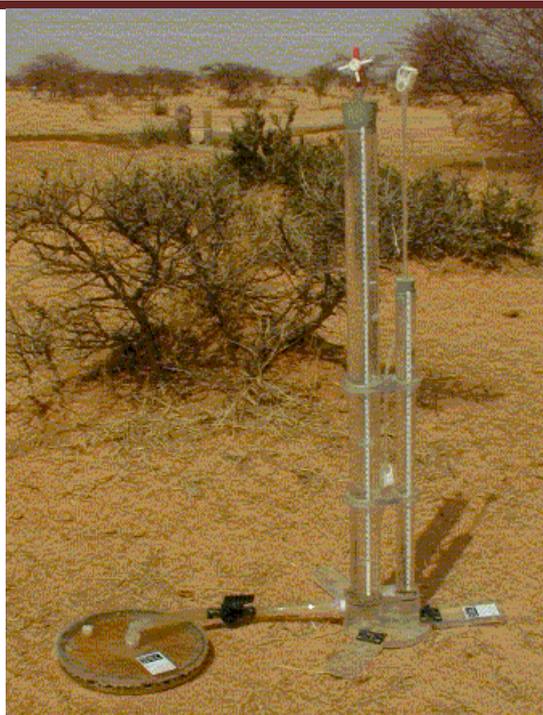


Photo 6: Infiltromètre à disque à membrane de porté

3.3. Méthodes

3.3.1. Caractérisation des propriétés physiques du sol

La caractérisation des propriétés physiques du sol se résume à la description des différents profils pédologiques et à la détermination de la porosité des 10 premiers centimètres de chaque traitement. L'obtention de la porosité passe d'abord par la détermination de la masse volumique apparente sèche à partir de l'équation (Eq.16)

$$\rho_{as} = \frac{M_s}{V_t} \quad (16)$$

avec M_s la masse sèche de l'échantillon et V_t son volume total

Quant à la porosité, elle est calculée à partir des équations (Eq.17) ou (Eq.18)

$$f = \frac{V_v}{V_t} \quad (17)$$

avec V_v et V_t respectivement le volume occupé par les vides et le volume total de l'échantillon.

$$f = 1 - \frac{\rho_{as}}{\rho_r} \quad (18)$$

avec ρ_{as} et ρ_r sont respectivement la masse volumique apparente sèche de l'échantillon et la masse volumique réelle du sol prise égale à $2,65\text{g/cm}^3$

3.3.2. Paramètres hydrodynamiques du sol

- Conductivité hydraulique à saturation

L'infiltromètre double anneau est le matériel utilisé pour la détermination de la capacité d'infiltration et de la conductivité hydraulique à saturation du sol. Durant l'essai une charge constante de 3cm est maintenue à la surface du sol jusqu'à l'obtention du régime permanent caractérisé par une variation constante du volume d'eau. Une répétition de trois essais est faite sur chacune des parcelles. La courbe de la capacité d'infiltration est obtenue en fonction du temps moyen et le point de jonction de l'asymptote à cette courbe et de l'axe des ordonnées correspond à la conductivité hydraulique à saturation.

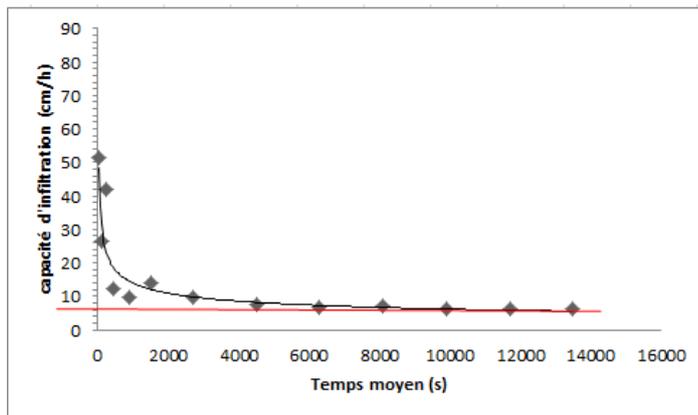


Figure 7: graphique de la conductivité hydraulique à saturation

- conductivité hydraulique non saturée

Ce paramètre est mesuré grâce à l'utilisation de l'infiltromètre à disque à succion contrôlée. Les mesures sont faites sur chacune des parcelles aux succions 20, 40 et 60 mm avec une répétition de 3 par succion en vue d'obtenir des valeurs représentatives de chaque parcelle.

Avant le début de chaque essai, trois échantillons de sols ont été prélevés et l'humidité moyenne a été retenue comme teneur en eau initiale.

L'infiltromètre à disque permet de mesurer le flux d'infiltration axisymétrique de l'eau dans le sol à travers un disque. La pression de l'eau déterminée par l'opérateur à l'interface disque/sol reste constante durant l'essai. L'infiltromètre à disque s'est vulgarisé dans la détermination in situ des propriétés hydrauliques de surface des sols car il permet de réaliser une étude au voisinage de la saturation (Vandervaere, 1995). Les propriétés hydrauliques obtenues sont la conductivité hydraulique K et la sorptivité capillaire S .

Lors de la mesure, il est nécessaire de s'assurer d'un contact parfait entre le disque et la surface du sol afin d'éviter les porches d'air. Malheureusement la surface du sol n'étant pas en général plane, l'opérateur a recours à une mise en œuvre de couche de sable d'environ 3cm d'épaisseur sur le sol afin de l'aplanir. Cette couche de sable doit présenter des

caractéristiques bien distinctes de celles du sol à savoir une conductivité hydraulique et une sorptivité largement élevée afin d'assurer sa saturation en un temps court (Ndiaye, 2001) mais aussi une granulométrie fine pour pallier à l'effet de barrière capillaire aux faibles valeurs de succion (Niang, 2006).

Aussi la difficulté majeure notée durant l'essai est la lecture du niveau d'eau dans le réservoir à des pas de temps très court ce qui augmente les imprécisions de lectures (Vandervaere, 1995).

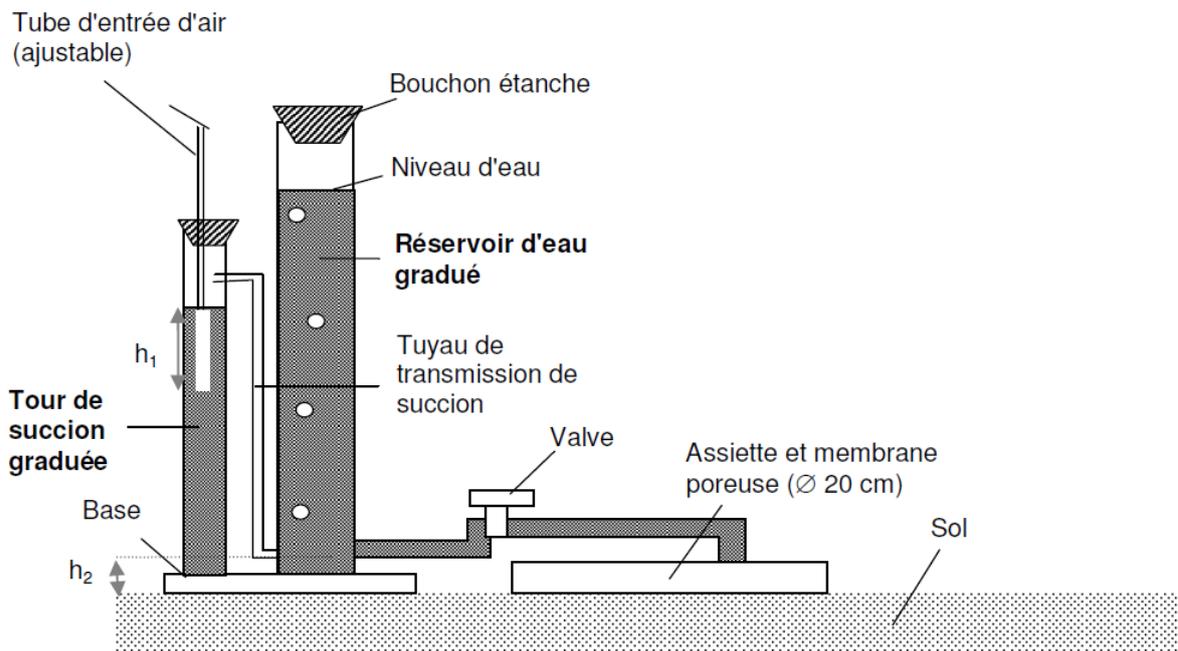


Figure 8: Schéma de l'infiltromètre à membrane de portée

a) Les méthodes d'analyses

Wooding (1968) en établissant l'équation (Eq.7) permettant de calculer le flux en régime permanent à partir d'un disque de rayon r a révolutionné les connaissances des mesures d'infiltromètre à disque.

$$q_{\infty} = K_0 + \frac{4\phi_0}{\pi r} \quad \text{avec :}$$

K_0 la conductivité hydraulique à la charge de pression h_0

ϕ_0 est la transformation de Kichhoff ou encore le potentiel d'écoulement selon Gardner, 1958 définit par

$$\phi_0 = \int_{h_n}^{h_0} K(h) dh \quad (19)$$

Cette équation repose sur les hypothèses suivantes :

- Un sol isotrope et homogène

- La pression initiale h_i du sol est constante sur tout le profil
 - Un sol quasi linéaire et la relation $K(h)$ est de type exponentiel (**Gardner 1958**)
- équation (8)

$$K(h) = K_s e^{\alpha h}$$

Pour la réalisation des mesures à pressions négatives, la méthode multi- disque qui nécessitent l'utilisation d'au moins deux disques ou la méthode mono disque qui elle n'utilise qu'un seul disque peuvent être utilisées. L'appareil de mesure dont nous disposons n'ayant qu'un seul rayon alors la méthode mono disque est celle utilisée pour ce travail.

Méthode multi-potentiels

Cette méthode permet de coupler les flux obtenus en un même point à différents potentiels pour pallier au problème de variabilité spatiale et aussi résoudre l'équation (Eq.8) ou la conductivité hydraulique à saturation K_s et le coefficient α sont les inconnues de cette équation. Cette méthode est adéquate lorsque le profil vertical du sol ne présente pas une hétérogénéité poussée. Elle est appliquée sur notre site pour la détermination du drainage à 1m quatre fosses de 1m de profondeur ont été réalisées dans lesquelles deux mesures aux pressions (-20) et (-40) mm sont effectuées. α est obtenu par la transformation logarithmique de l'équation (8)

$$\alpha = \frac{\ln[Q(h_2)/Q(h_1)]}{h_2 - h_1} \text{ avec}$$

h_1 et h_2 les différentes charges de pression auxquelles la mesure est réalisée

$Q(h_1)$ et $Q(h_2)$ sont respectivement les pentes des droites de régression linéaires des points nuages obtenus aux charges de pressions h_1 et h_2 .

$$K_s = \frac{Q(h_1)\alpha e^{-\alpha h_1}}{r(\pi r \alpha + 4)}$$

La conductivité hydraulique non saturée $K(h)$ obtenue à base de l'équation (Eq.8), le drainage est déterminé par l'équation (Eq.15)

Méthode mono-potentiel

Cette méthode consiste à appliquer une succion à un potentiel au point de mesure à l'aide d'un seul rayon. Cette méthode permet de s'affranchir des problèmes de variabilité spatiale horizontale et verticale et donc limite le nombre de répétition.

Pour l'exploitation des données recueillies par la méthode mono-potentiel, **White et al (1992)** ont établi une équation de détermination de la sorptivité et de la conductivité hydraulique basée sur l'équation de **Philip (1957)** pour une infiltration horizontale.

$$I = S\sqrt{t} \quad (20)$$

avec I l'infiltration cumulée et t le temps

Nous avons alors l'équation pour une infiltration verticale

$$I = S\sqrt{t} + At \quad (21)$$

Avec A un coefficient qui exprime l'inexistence de l'effet de gravité

Le régime permanent étant une condition difficile à respecter, plusieurs chercheurs ont décrit l'infiltration en régime transitoire à partir d'une source circulaire à la surface du sol. Ainsi **Smetten et al (1994)** ont montré que le terme additionnel convenable aux effets latéraux pour un écoulement linéaire dans le temps est

$$I_{3D} - I_{1D} = \frac{\gamma S^2}{R(\theta_0 - \theta_n)} t \quad (22)$$

Sur la base de l'équation (Eq.20) **Haverkamp et al (1994)** établissent une relation entre l'infiltration cumulée I, la sorptivité S et la conductivité hydraulique non saturée K .

$$I_{3D} = S\sqrt{t} + \left(\frac{2-\beta}{3} K + \frac{\gamma S^2}{R(\theta_0 - \theta_n)} \right) t \quad (23)$$

En posant $\left(\frac{2-\beta}{3} K + \frac{\gamma S^2}{R(\theta_0 - \theta_n)} \right) = C2$ et $S = C1$

En supposant les effets latéraux négligeables alors $\frac{\gamma S^2}{R(\theta_0 - \theta_n)} = 0$. Ainsi le paramètre

$$C2 = \frac{2-\beta}{3} K$$

Avec $\beta = [0,1]$ La valeur de 0,6 est proposée par Vandervaere 1995 qui est une valeur médiane en supposant une loi de distribution log normale de la conductivité hydraulique

La détermination des coefficients C1 et C2 suite aux mesures d'infiltration peut se faire de deux façons : la première consiste à utiliser l'équation (Eq.23) sous cette forme et en appliquant l'optimisation des moindres carrés et la seconde quant à elle consiste à rendre l'équation (Eq.23) linéaire en la divisant par \sqrt{t} .

b) Méthodes de traitement

Flux d'infiltration et Infiltration cumulée

Les points obtenus sont représentés dans un repère dans lequel le temps est représenté en abscisse et le débit en ordonnée s'il s'agit du flux d'infiltration, ou de de l'infiltration s'il s'agit de l'infiltration cumulée. Les deux fonctions obtenues sont monotones et les valeurs de C1 et C2 sont des valeurs approchées. L'inconvénient de cette technique de traitement réside dans le fait que ces valeurs ne sont pas physiquement vérifiables.

Linéarisation cumulative et Linéarisation différentielle

Les points du nuage ont pour coordonnées $(\sqrt{t}, \frac{I}{\sqrt{t}})$ quand il s'agit de la linéarisation cumulative et $(\sqrt{t}, \frac{dI}{d\sqrt{t}})$ quand c'est la linéarisation différentielle. La droite de régression obtenue à partir de ces points a pour ordonnée à l'origine la valeur de la sorptivité la valeur du paramètre C2 est la pente ou la moitié de la pente respectivement en cas de linéarisation cumulative et linéarisation différentielle. Cette technique offre l'avantage de vérifier la véracité des valeurs obtenues.

La méthode de linéarisation différentielle a été utilisée pour analyser nos essais.

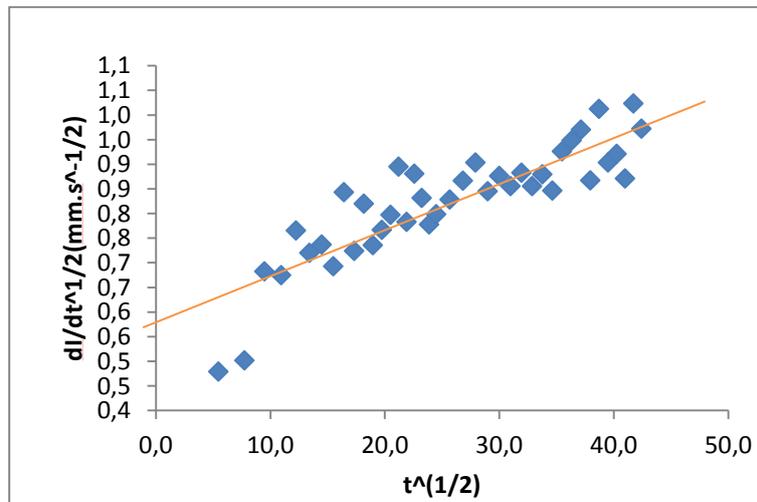


Figure 9: Exemple de relation entre $\frac{dI}{d\sqrt{t}}$ et \sqrt{t}

- Sorptivité du sol:

4.3.3. Autres paramètres du sol :

- Taille moyenne des pores fonctionnels :

A l'échelle macroscopique pour un sol et un potentiel donné, il existe une longueur sorptive correspondant à la prépondérance de l'effort des forces capillaire sur celle gravitaire (**Philip, 1983**). **White et Sully, (1987)** propose l'expression de la longueur capillaire λ_c qui équivaut à la moitié de la longueur sorptive calculée par l'équation 24.

$$\lambda_c = (K(h_o) - K(h_i))^{-1} \int_{h_i}^{h_o} K(h) dh \quad (24)$$

où h_i est la pression initiale de l'eau du sol

Si $K(h_i)$ est négligeable devant $K(h_o)$ et que l'expression de k utilisée est celle exponentielle alors :

$$\lambda_c(h_o) = \frac{\phi(h_o)}{K(h_o)} = \alpha^{-1} \quad (25)$$

$$\lambda_c = \frac{bS_0^2}{K_0\Delta\theta} \quad (26)$$

où $\Delta\theta$ représente la variation des teneurs en eau volumique entre l'instant final et initial et qui est obtenue par l'équation (Eq.19) :

$$\theta = \frac{V_w}{V_t} \quad (27)$$

Où V_w et V_t représentent respectivement le volume d'eau et le volume total.

Le paramètre b quant à lui est donné par $b = \Delta\theta \int_{h_i}^{h_0} K(h)dh \left\{ 2 \int_{h_i}^{h_0} (\theta - \theta_i) \frac{K(h)}{F(h, h_i, h_0)} dh \right\}^{-1}$

et sa valeur varie entre $1/2$ et $\pi/4$. Soit $b = 0,55$

Quant à la taille moyenne des pores fonctionnels, elle peut être déduite à partir de l'équation

$$\lambda_m(h_0) = \frac{\sigma}{\rho_w g \lambda_c(h_0)} \quad (28)$$

avec

σ La tension superficielle de l'eau = 0.072N/m

ρ_w La masse volumique de l'eau = 10 kg/m³

g L'accélération de la pesanteur = 9.81m²/s

Selon **Philip (1987)** et **White et Sully (1987)** ce paramètre correspond à la taille du pore par laquelle l'eau d'infiltration transite.

- Temps géométrique

C'est le temps à partir duquel l'effet de la géométrie du système domine celui de l'écoulement monodimensionnel vertical et est exprimé par

$$t_{geom} = \left(\frac{r\Delta\theta}{S_0}\right)^2 \quad (29)$$

avec r est le rayon de la source ; $\Delta\theta$ la variation de la teneur en eau volumique et S_0 la sorptivité

- Temps gravitaire

C'est le temps à partir duquel l'effet des forces gravitaires devient prépondérant sur l'effet des forces capillaires. Il correspond au temps de convergence monodimensionnel vertical (**Phillip, 1969**) et est donné par

$$t_{grav} = \left(\frac{S_0}{K_0 - K_i}\right)^2 \quad (30)$$

Avec S_0 la sorptivité et K_0 et K_i les conductivités hydrauliques non saturées entre deux instants successifs

- Temps de stabilisation

Il représente le temps à partir duquel le régime pseudo permanent est établi et est donné par l'équation (30) :

$$t_{stab} = \left[\frac{S}{K + \frac{4bS^2}{\pi r \Delta \theta}} \right]^2 \quad (31)$$

avec

$$b = 0.55$$

K La conductivité hydraulique non saturée

S la sorptivité capillaire

$\Delta \theta$ représente la variation des teneurs en eau volumique entre l'instant final et initial

- Le temps de submersion

Il correspond au temps requis pour que l'infiltration soit pratiquement nulle avec de grand pas de temps. Ainsi le sol atteint la saturation et seule une partie de la pluie qu'il reçoit s'infiltré ; l'autre partie s'accumule en surface pour engendrer ou non un ruissellement. Pour la détermination théorique du temps de submersion t_p , nous procédons à une moyenne géométrique des valeurs $t_{p, inf}$ et $t_{p, sup}$.

$$\text{Avec } t_{p, inf} = \frac{S^2}{2ipK} \ln\left(\frac{ip}{ip-K}\right) \quad (32)$$

$$\text{Avec } t_{p, sup} = \frac{S^2}{2ip(ip-K)} \quad (33)$$

Le paramètre ip des équations (Eq.32) et (Eq.33) représente l'intensité de pluie

CHAPITRE 5 : RESULTATS

5.1. Caractérisation physique

La caractérisation des propriétés physiques des sols du bassin versant de Tougou consiste à étudier les profils pédologiques et à la détermination de la porosité des horizons de surface.

5.1.1. Profil pédologique

Cette étude a été effectuée par le BUNASOLS et la démarche a consisté à ouvrir quatre fosses au niveau des deux blocs. Plusieurs échantillons de sol ont été prélevés et analysés au laboratoire en utilisant le triangle textural référentiel pédologique (figure 10).

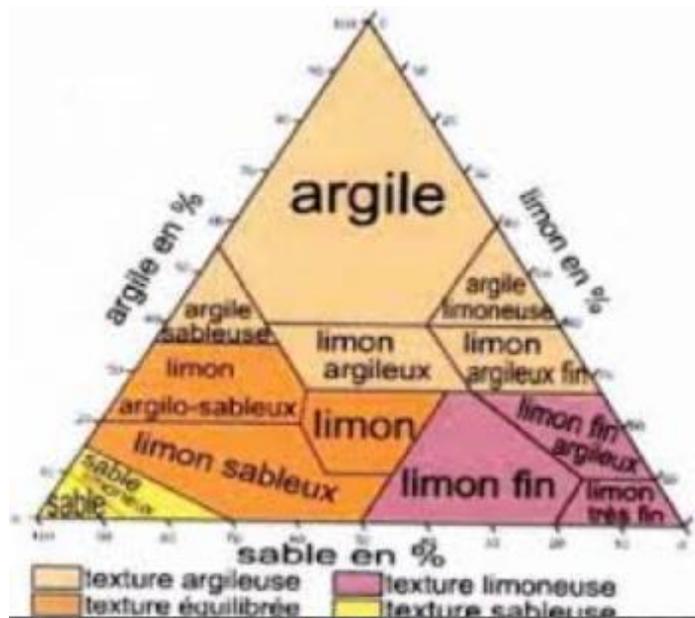


Figure 10: Triangle textural

Les résultats obtenus sont reportés à la figure 11. L'analyse de cette figure montre l'existence de quatre horizons. .

- **Horizon 1** : il varie de la surface du sol jusqu'à 22cm de profondeur et est de nature sablo-limoneuse avec un taux de matière organique élevé compte tenu de l'activité biologique engendrée par les termites ;
- **Horizon 2** : variant de 22 à 56 cm, ce sol est de nature limono-argileuse caractérisé par une faible activité biologique ;
- **Horizon 3** : il se situe entre 56 et 83 cm de profondeur et est constitué essentiellement de limon avec une texture limono-argileuse.

- **Horizon 4** : il est constitué de roche argileuse et est localisé entre les profondeurs 83 et 120 cm.

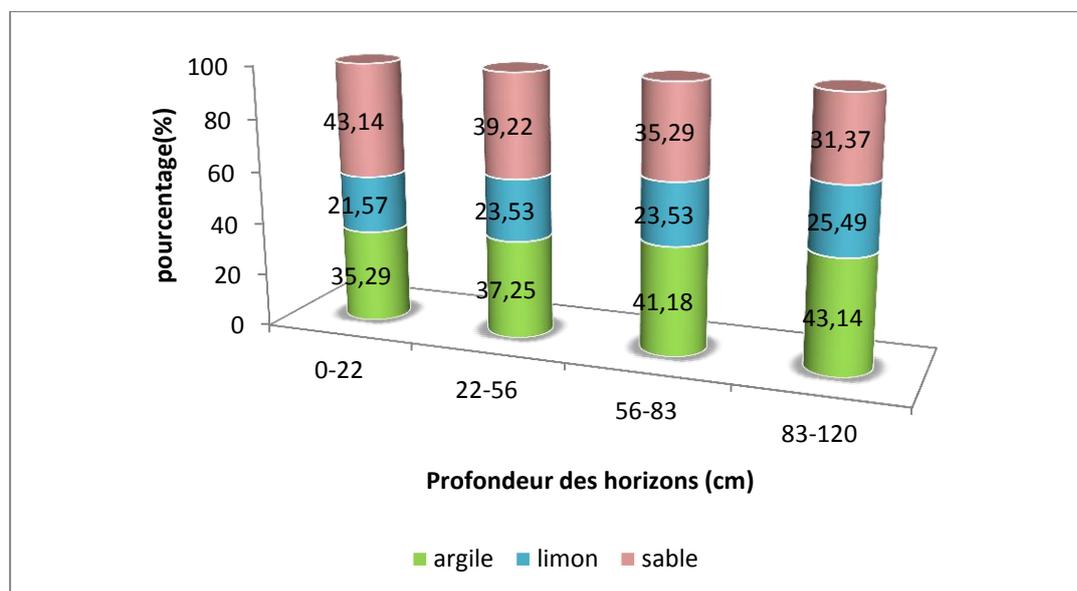


Figure 11: Répartition granulométrique au niveau de chaque horizon

Dans le cas de la présente étude, seul l'horizon 1 nous intéresse car il représente l'horizon superficiel du sol

5.1.2. Densité apparente et porosité du sol

Cette étude de la densité apparente sèche et de la porosité des premiers centimètres du sol s'est effectuée sur 24 échantillons de sol ce qui équivaut à 3 échantillons par parcelle et la valeur moyenne a été retenue. Les résultats montrent des valeurs de densité apparente sèche comprises entre 1,49 et 1,84 (Tableau 1). Nous remarquons que les valeurs les plus importantes se retrouvent au niveau de la parcelle de zaï contrairement aux autres où la valeur moyenne tourne autour de 1,54. Cette différence pourrait provenir de la présence de la matière organique présente dans le zaï et prélevée avec les échantillons de sol.

Tableau 1: Densité apparente sur les parcelles du dispositif expérimental

Parcelles	T0A	T1A	T2A	T3A	T0B	T1B	T2B	T3B
da	1,56± 0,04 ¹	1,55± 0,06	1,51± 0,01	1,80± 0,04	1,68± 0,03	1,59± 0,04	1,77± 0,12	1,79± 0,01
	(1,52-1,60)	(1,49-1,59)	(1,52-1,53)	(1,77-1,84)	(1,64-1,70)	(1,55-1,63)	(1,68-1,91)	(1,78-1,80)

¹: écart type ; ^a: valeurs minimale et maximale

A partir de ces valeurs de densité apparente, nous avons déterminé la porosité au niveau des différentes parcelles et les résultats obtenus sont reportés au tableau 2. Les valeurs de la porosité sont comprises entre 47 et 75% sur l'ensemble des sites avec le maximum sur les

parcelles de demi-lune. Ce résultat est à lier avec la constitution de cette pratique où une partie du sol est totalement décapée pour laisser place aux horizons profonds.

Tableau 2 : Porosité sur les 10 premiers centimètres du sol du dispositif expérimental

Parcelles	T0A	T1A	T2A	T3A	T0B	T1B	T2B	T3B
f(%)	70± 5 ¹	71± 6	75± 2	47± 3	58± 3	66±5	50± 10	48± 1
	(66-75) ^a	(67-78)	(74-77)	(44-50)	(56-62)	(63-72)	(39-58)	(47-49)

¹: écart type ; ^a: valeurs minimale et maximale

5.2. Détermination des paramètres hydrodynamiques

5.2.1. Conductivité hydraulique à saturation

Les mesures de conductivité hydraulique à saturation ont été effectuées uniquement sur les parcelles du bloc A et au total 12 essais ont été faits. L'obtention de la conductivité hydraulique à saturation correspond à l'asymptote de la figure 12 et les résultats durant cette campagne de mesures 2017 sont reportés au tableau 3.

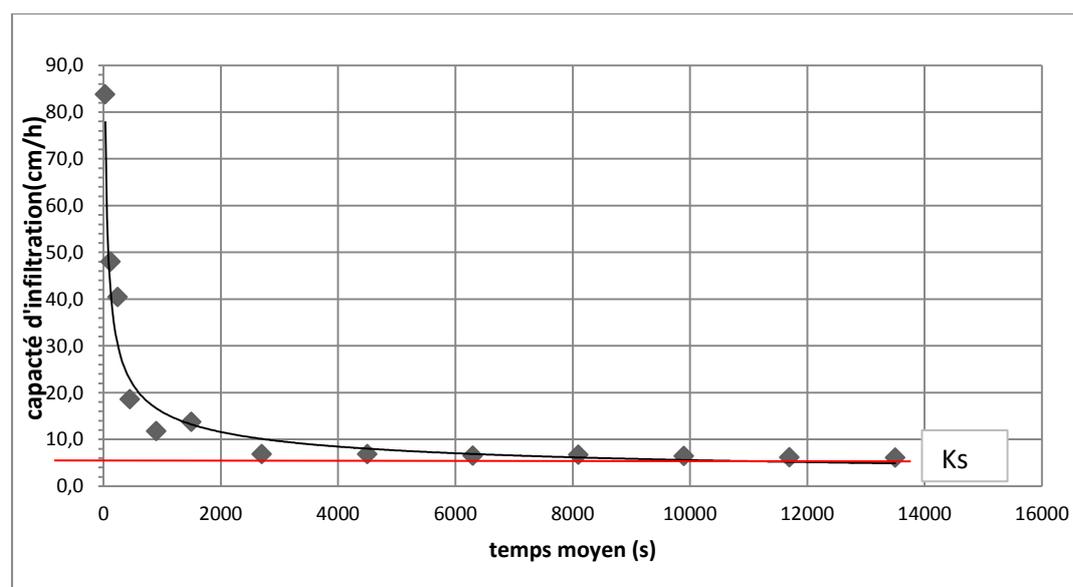


Figure 12: Conductivité hydraulique à saturation

Tableau 3: valeurs des conductivités hydraulique à saturation sur les parcelles du bloc A

Parcelles	T0A	T1A	T2A	T3A
K _S (cm/h)	5,002± 1,251 ¹	7,15± 1,194	1,645± 0,84	7,615± 1,624
	(5,842-3,565) ^a	(8,224-5,868)	(2,51-0,833)	(8,575-5,74)

¹: écart type ; ^a: valeurs minimale et maximale

L'examen de ce tableau 3 montre des différences de comportement entre les parcelles. En effet, les valeurs de conductivité hydraulique saturée sur les parcelles de zaï sont plus

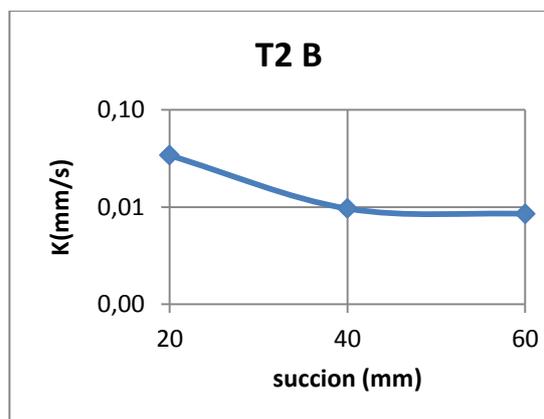
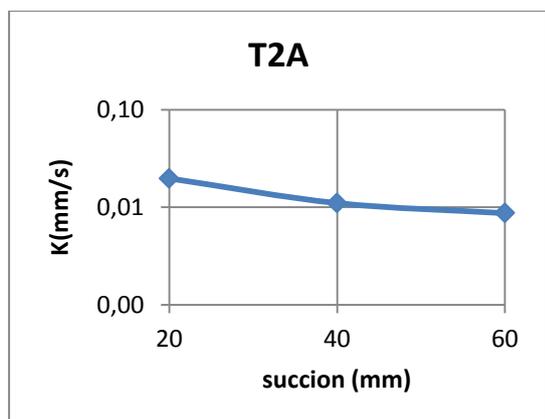
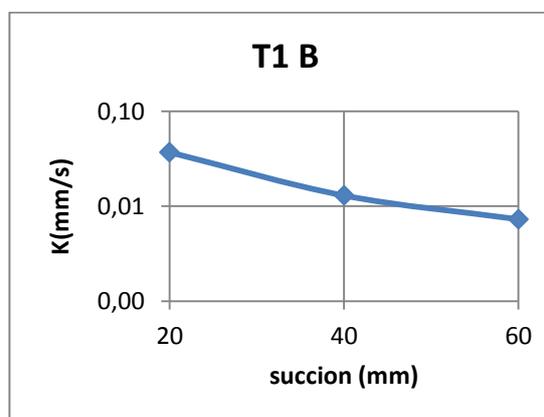
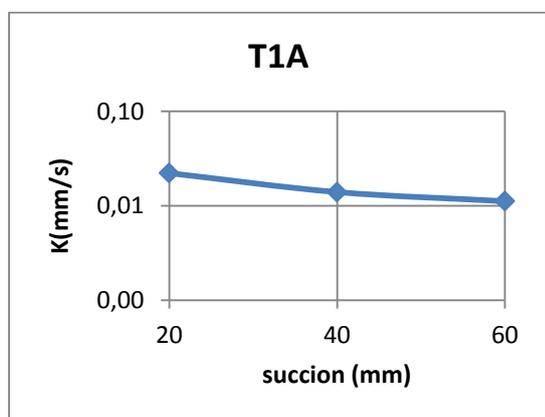
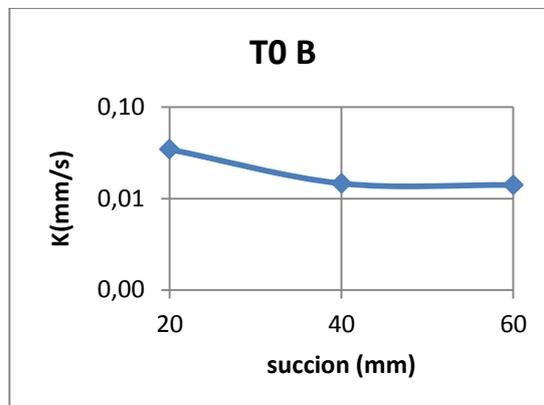
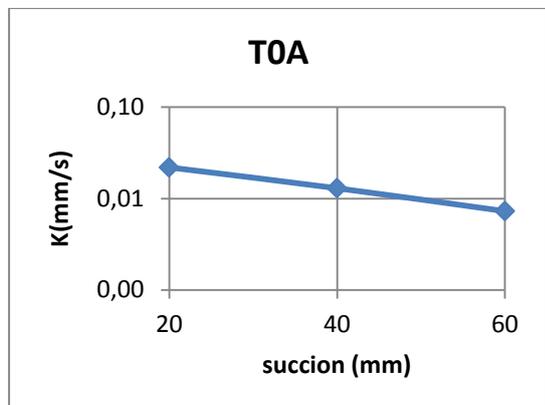
importantes par rapport à celles de la parcelle témoin. Ceci est dû certainement au fait que cette pratique culturale a plus tendance à favoriser l'infiltration que le ruissellement en ce sens que la partie superficielle du sol est détruite contrairement à la parcelle témoin. Quant à la parcelle cordons pierreux, la valeur obtenue est meilleure à celle de la parcelle témoin même si le dispositif n'est que à sa deuxième année et que plusieurs études ont montré que c'est à partir de la troisième année qu'un tel dispositif commence à produire des effets sur le comportement hydrodynamique des sols.

5.2.2. Conductivité hydraulique non saturée

Au total 24 essais d'infiltrométrie à disque ont été effectués sur l'ensemble des parcelles et les variations de la conductivité hydraulique non saturée en fonction de la succion sont représentés à la figure 12. L'examen de cette figure montre une diminution non linéaire de la conductivité hydraulique lorsque la succion augmente. Ceci traduit une diminution de la mobilisation des pores dès lors qu'on s'éloigne de la saturation.

Sur l'ensemble des parcelles les valeurs de conductivité hydraulique non saturée pour les succions 60, 40 et 20 mm varient respectivement de 0,007 mm/s à 0,021 mm/s, de 0,013 mm/s à 0,039 mm/s et enfin de 0,022 mm/s à 0,047 mm/s.

Nous remarquons également une nette amélioration de ce paramètre suite aux traitements de zai et de cordons pierreux (figure 14). En effet, les valeurs de conductivité hydraulique non saturée des parcelles de zai et de cordons pierreux sont plus importantes que celles de la parcelle témoin. Ce résultat résulte du fait que pour le zai l'augmentation de la rugosité de la surface du sol permet de ralentir le ruissellement et de favoriser ainsi l'infiltration. Quant aux cordons pierreux, son avantage est la mise en place d'un filtre entraînant une augmentation de la capacité d'infiltration du sol. Par contre c'est au niveau des parcelles de demi-lune que nous observons les valeurs de conductivité hydraulique non saturée les plus faibles. Ceci est certainement dû au fait que cette pratique culturale a tendance à transporter beaucoup de matières en suspension qui lors de la phase de dessèchement ont tendance à colmater le sol rendant ainsi très faible la capacité d'infiltration.



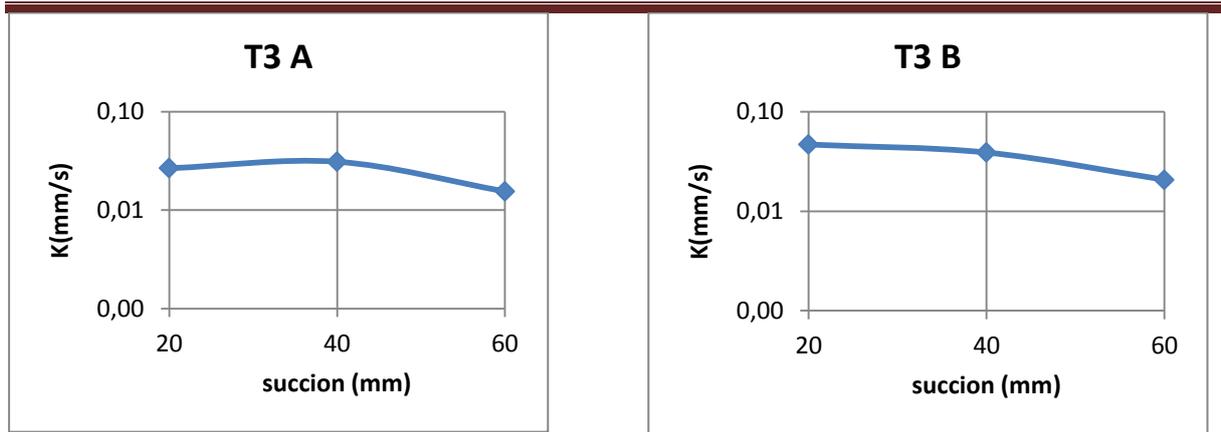
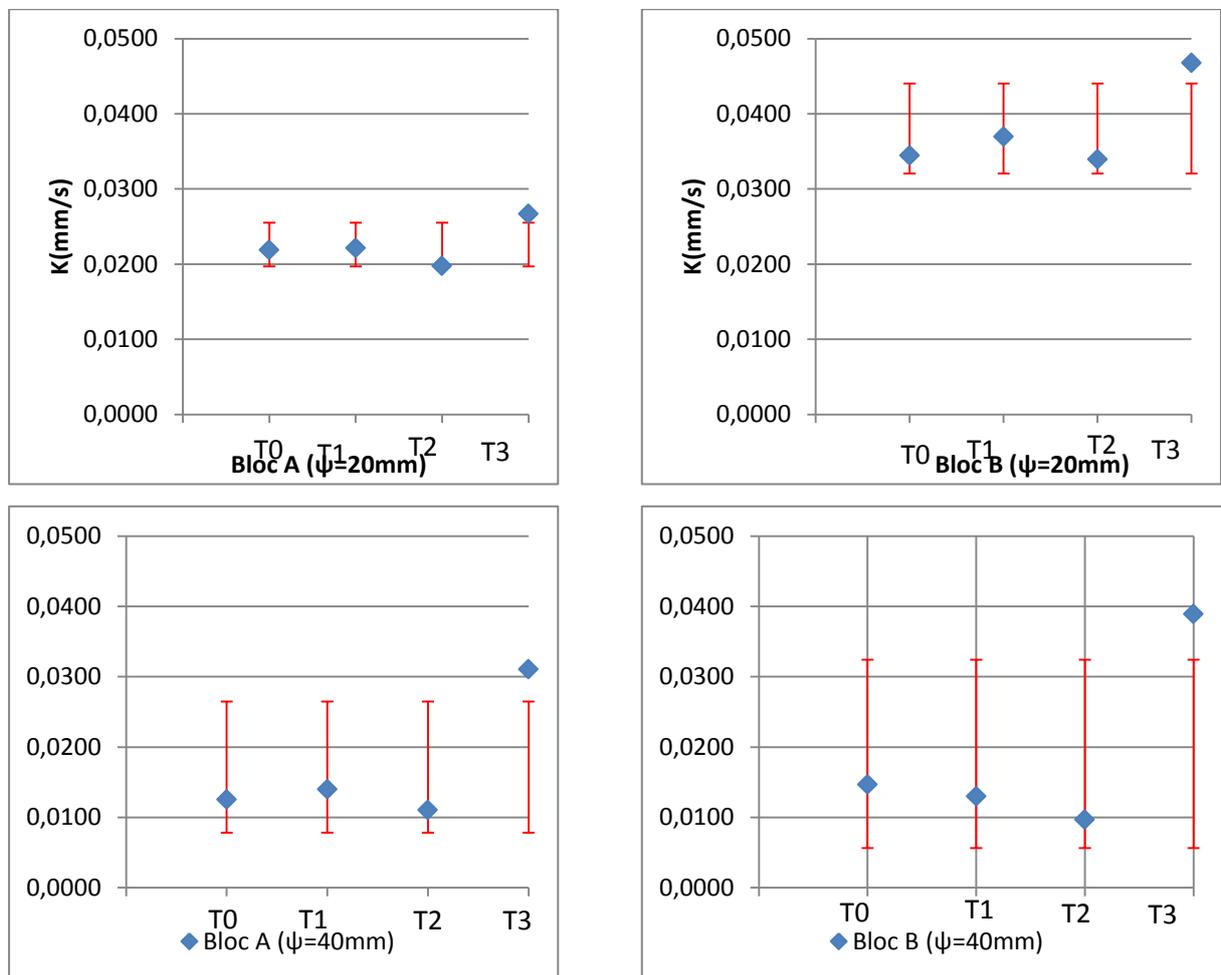


Figure 13: Evolution de la conductivité hydraulique sous différentes succions



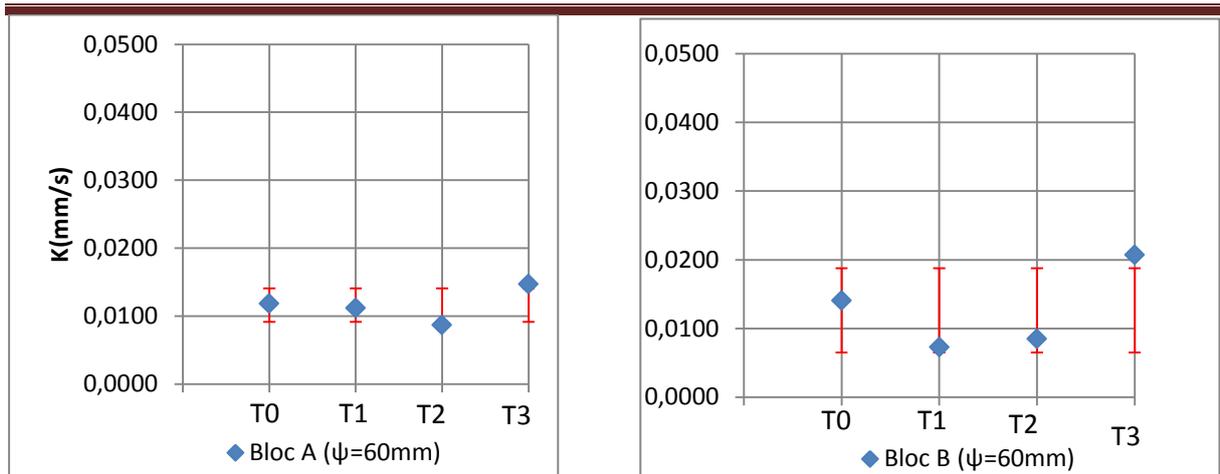
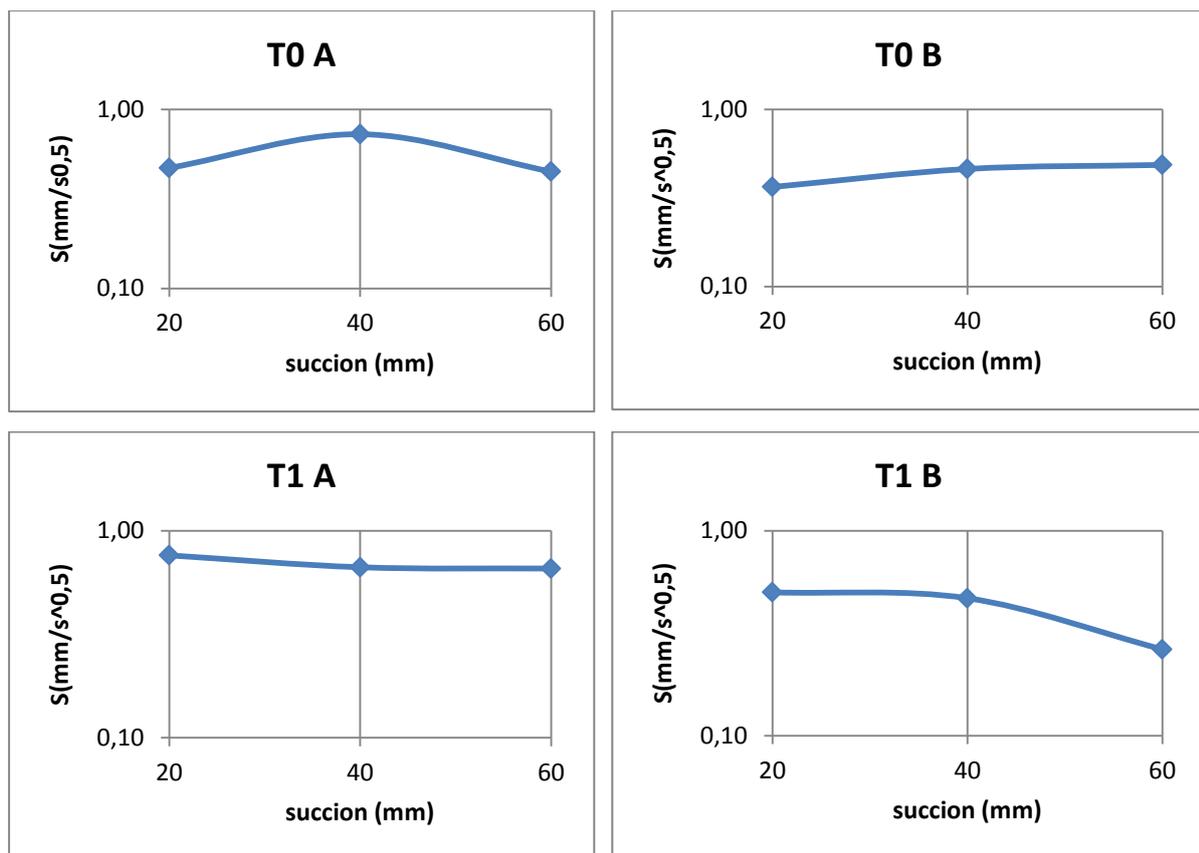


Figure 14: Evolution de la conductivité hydraulique non saturée en fonction des parcelles de mesures

5.2.3. Sorptivité

La sorptivité de même que la conductivité hydraulique non saturée suit une loi logarithmique et évolue également de façon décroissante lorsque la succion augmente (figure 15).



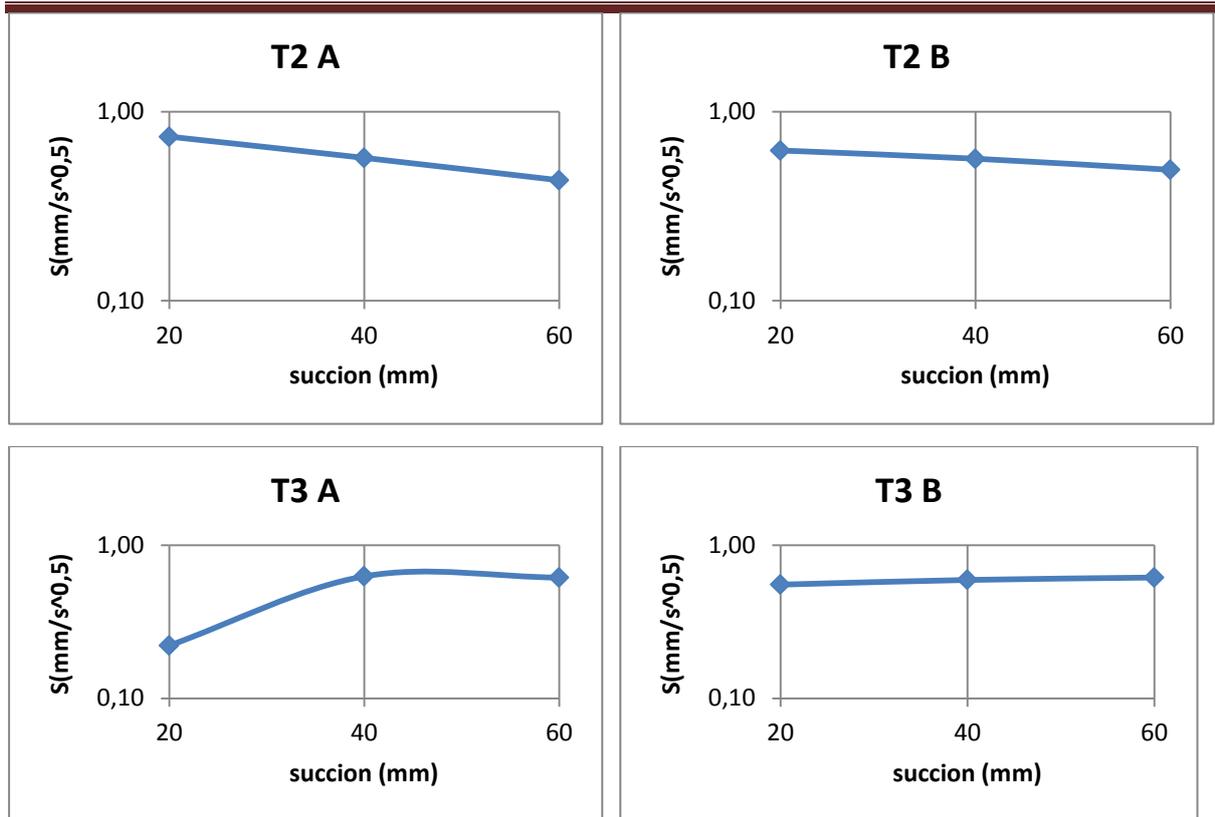


Figure 15: Evolution de la sorptivité sur les différentes parcelles

Nous remarquons également qu'au niveau des parcelles T0A et T0B à la succion 40 mm une valeur très importante de la sorptivité contrairement à la conductivité hydraulique non saturée à la même succion de 40 mm. Ceci est dû à l'existence d'une porosité vésiculaire qui va entraîner une réduction de l'infiltrabilité, se traduisant par un accroissement des risques de ruissellement et d'érosion hydrique. Il en résulte une diminution des quantités d'eau stockées dans le sol.

5.3. Longueurs caractéristiques

5.3.1. Longueur capillaire

La longueur capillaire est une échelle macroscopique qui exprime l'importance relative des forces capillaires et gravitaires agissant sur l'infiltration de l'eau dans le sol. La figure 16 présente la variation de la longueur capillaire sur les parcelles des deux blocs à la succion 20 mm. Nous remarquons que cette longueur capillaire est différente selon les pratiques culturales mises en place dans le bassin versant de Tougou mais varie aussi en fonction du bloc. La valeur la plus importante se retrouve sur la parcelle de demi-lune en ce sens que cette pratique culturelle en retenant beaucoup dans sa cuvette va mettre en jeu un certain de forces par rapport aux autres pratiques culturales.

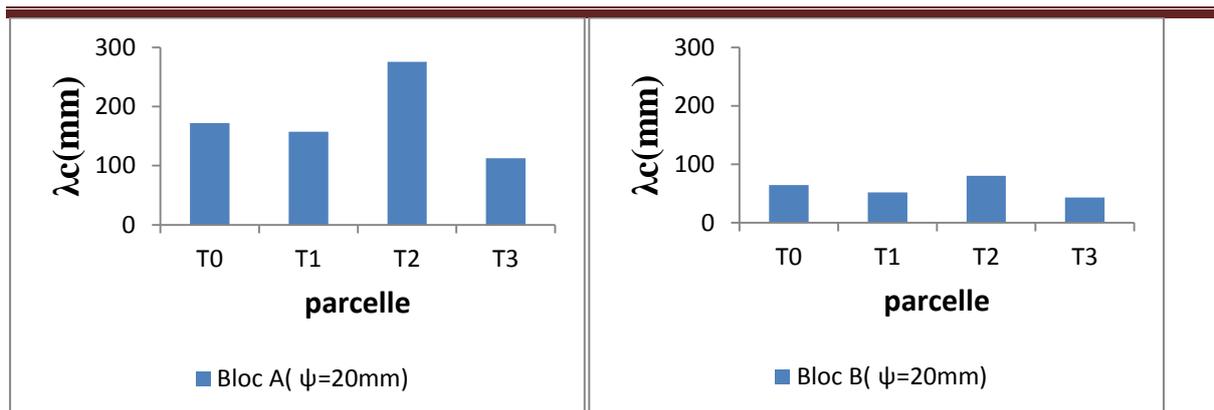
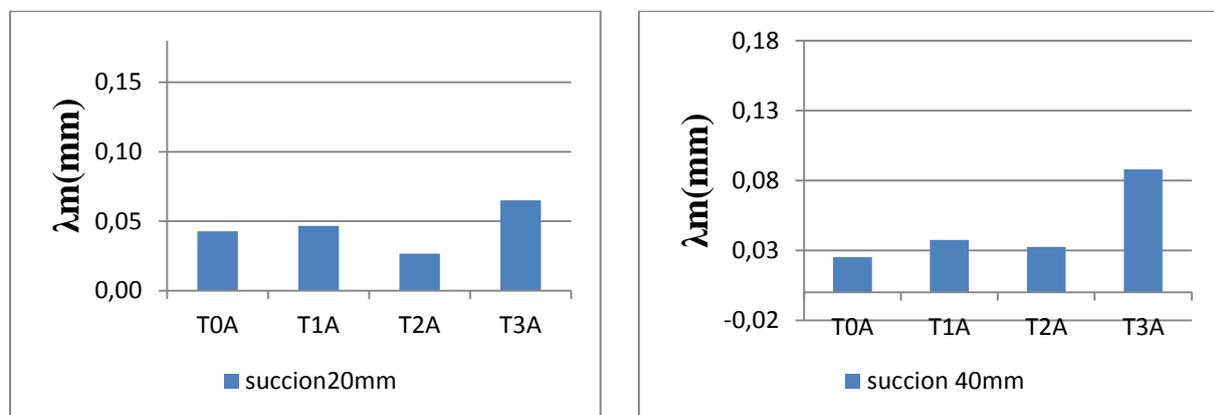


Figure 16: Evolution de la longueur capillaire sur les parcelles des deux blocs à la succion 20 mm

5.3.2. Taille moyenne des pores fonctionnels

La taille moyenne des pores fonctionnels traduit la prise en compte des pores actifs dans le sol. Cette évolution est représentée à la figure 17 dont l'examen montre une mobilisation de pores beaucoup plus importante sur les parcelles de zai. Ceci est totalement en accord avec les résultats obtenus pour la conductivité hydraulique non saturée. Ceci est certainement dû à l'amendement en matière organique effectué sur cette pratique qui permet d'accroître l'activité microbiologique du sol. Cette dernière a tendance à favoriser la création de chemin d'écoulement préférentiel de l'eau dans le sol d'où l'importance de cette capacité d'infiltration.



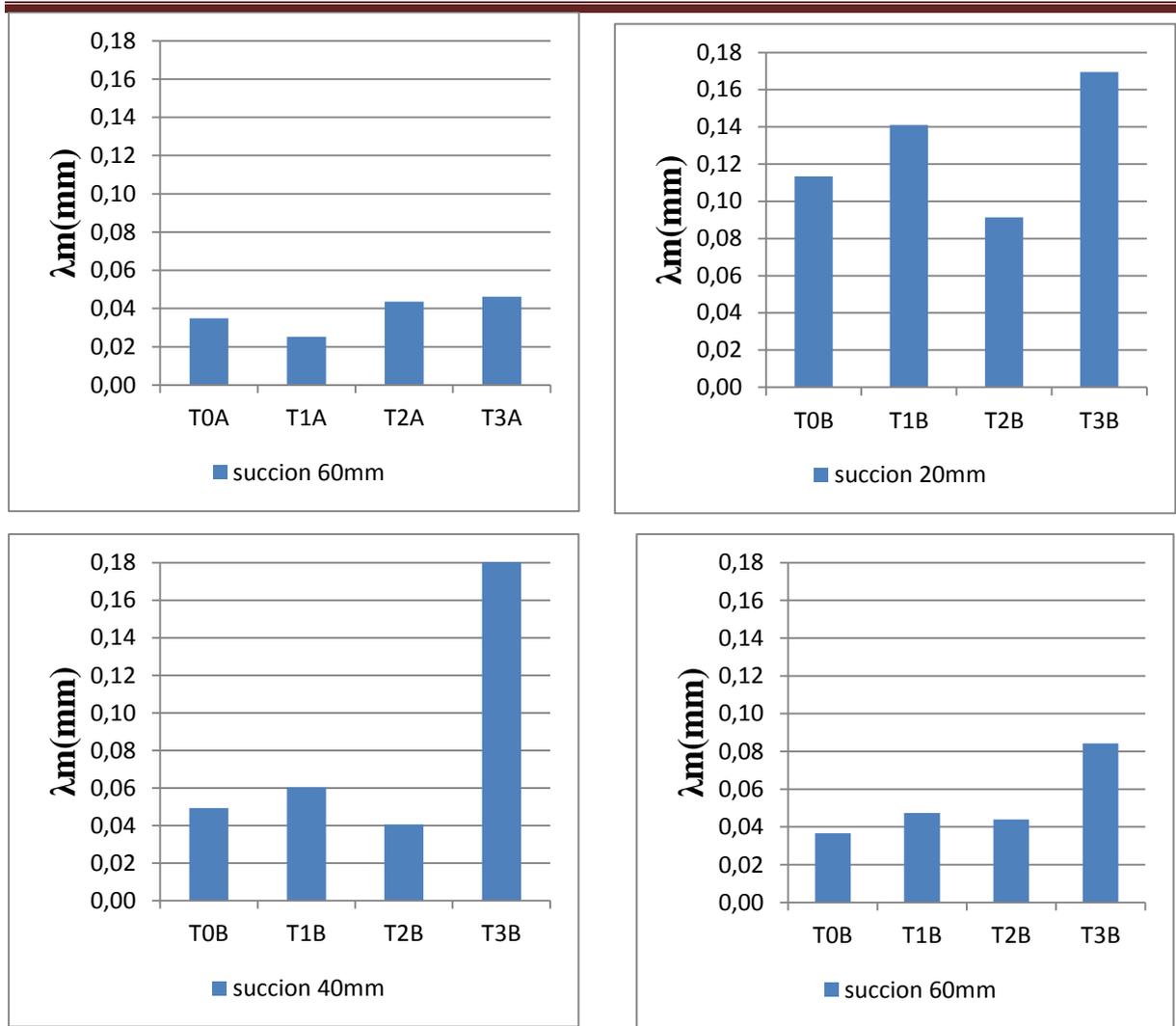


Figure 17: Evolution de la taille moyenne des pores fonctionnels suivant les parcelles de mesures

5.4. Temps caractéristiques

5.4.1. Temps gravitaire

La figure 18 présente l'évolution du temps gravitaire au niveau des différentes pratiques culturales. Cette figure révèle que le temps gravitaire augmente lorsque la succion croît. En effet, dans un écoulement tridimensionnel quand la succion croît, elle s'accompagne systématiquement d'une augmentation des forces gravitaires et capillaires. Ce temps gravitaire correspond au temps à partir duquel la gravité va primer sur le capillaire.

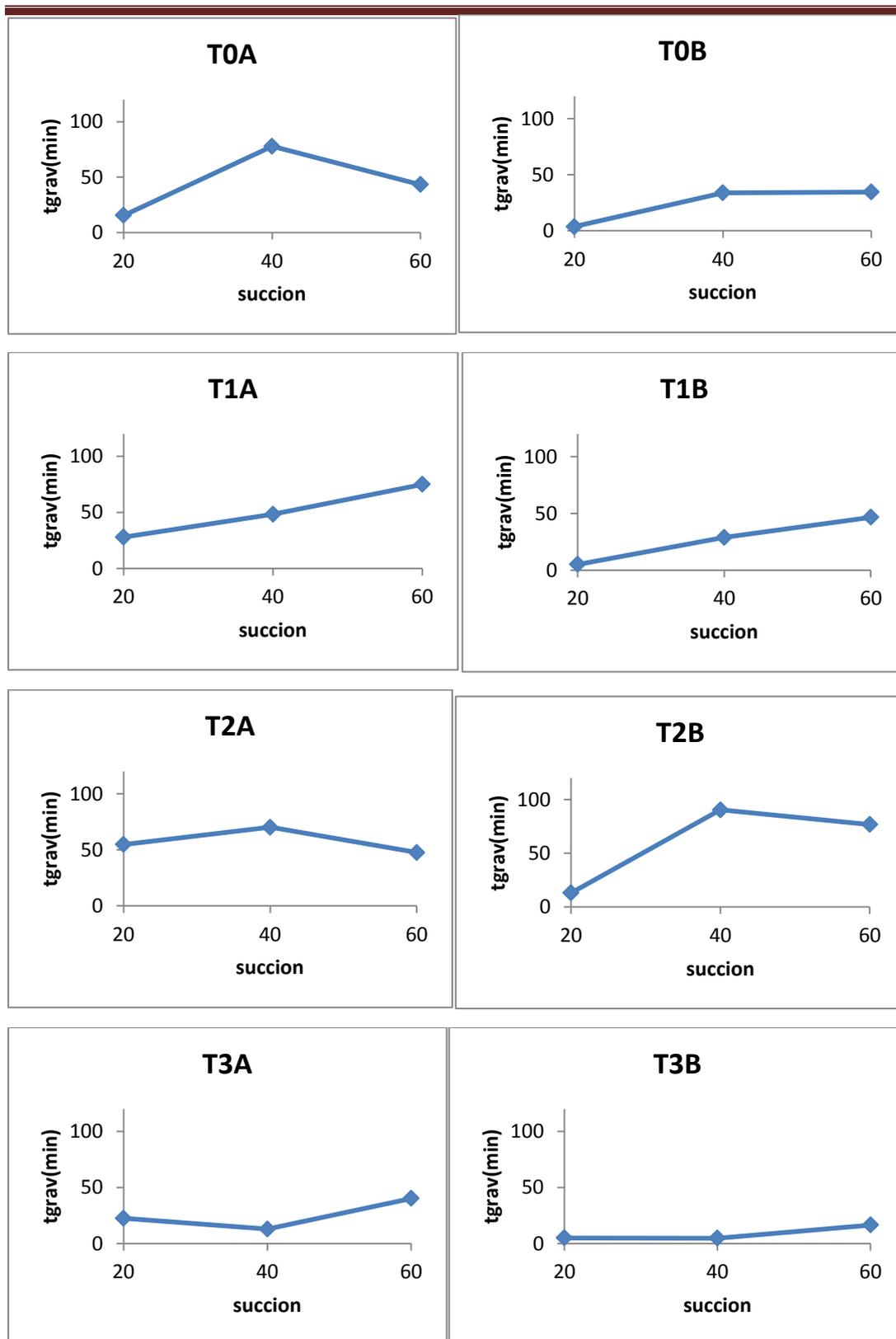


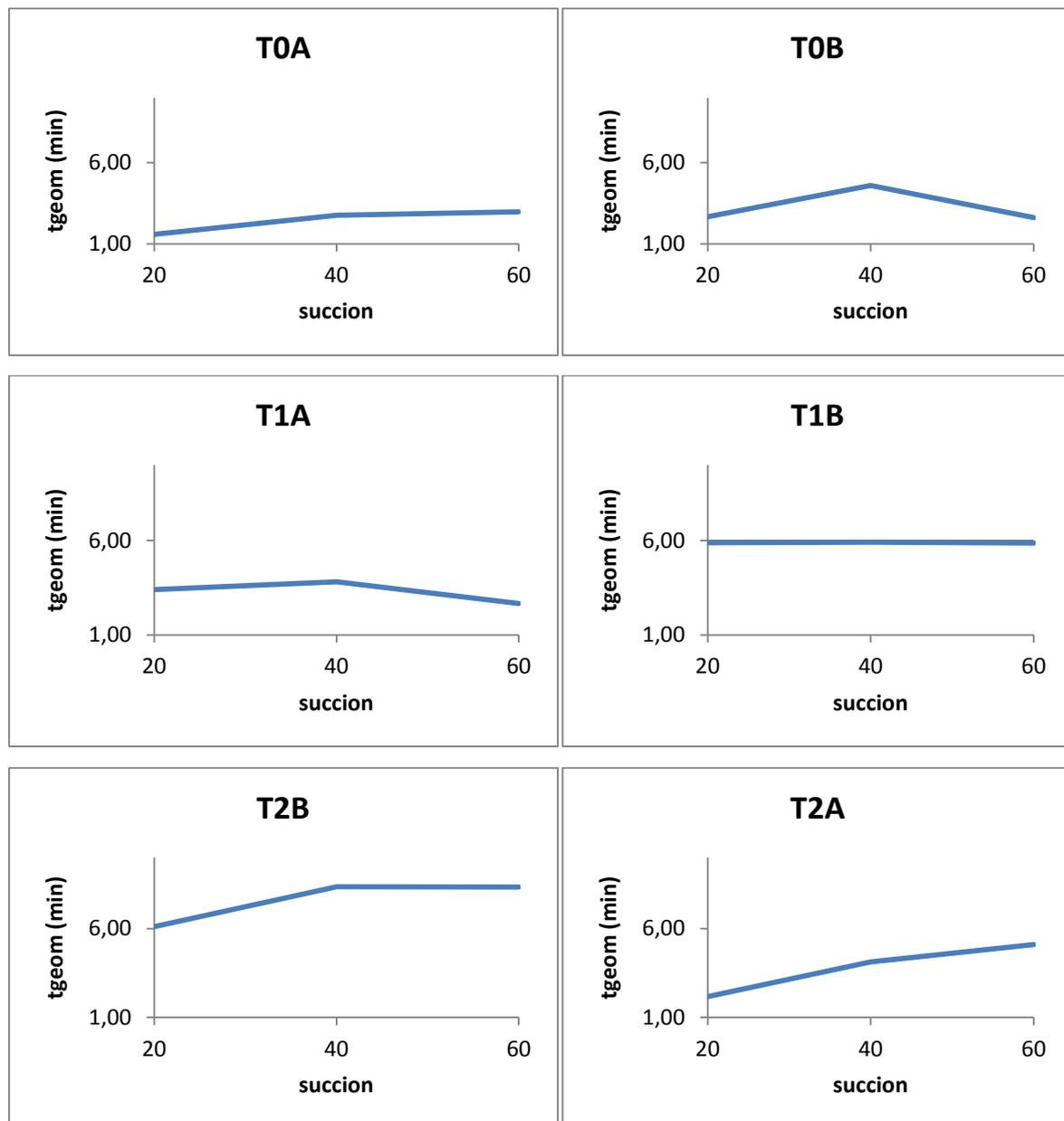
Figure 18: Evolution du temps gravitaire suivant les succions

Les parcelles de demi-lune disposent des valeurs de temps gravitaire les importantes en ce

sens que cette pratique culturale retenant dans la cuvette une grande quantité d'eau va plus favoriser le mouvement vertical aux dépens de mouvements latéraux.

5.4.2. Temps géométrique

L'évolution du temps géométrique en fonction de la succion sur l'ensemble des parcelles est représentée à la figure 19.



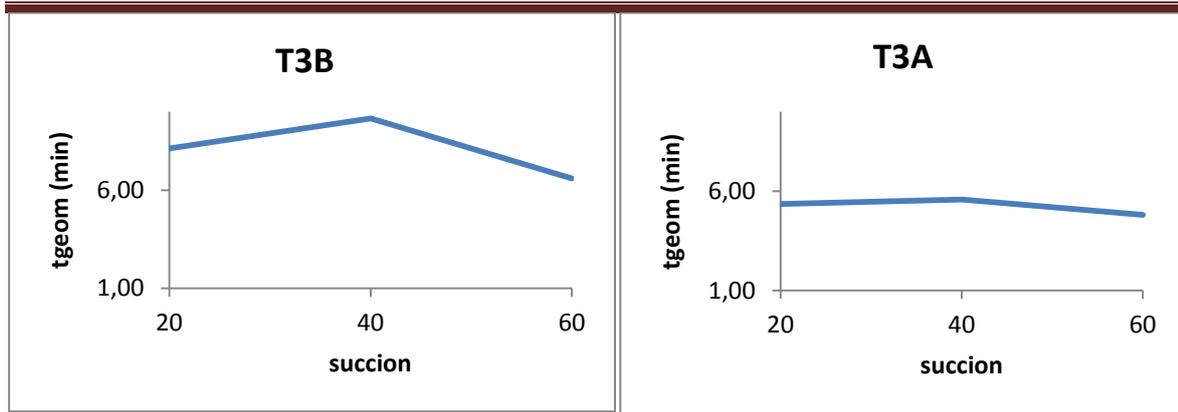
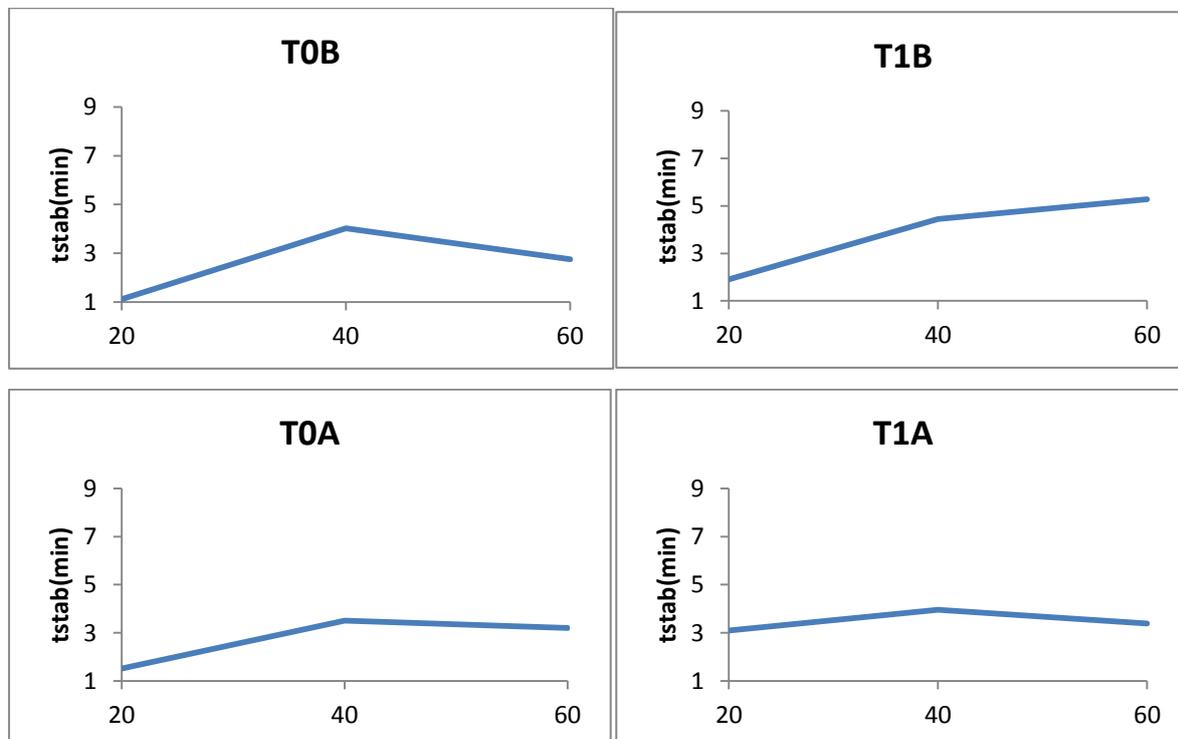


Figure 19: Evolution du temps géométrique suivant les succions

Ce paramètre augmente aussi lorsque la succion croit de façon moins prononcée que les autres temps vus précédemment. Les valeurs les plus importantes sont relevées sur les parcelles de zaï et de demi-lune. Ceci est certainement dû à l'importance du temps de résidence de l'eau dans les trous pour le zaï et de la cuvette dans le cas de la parcelle de demi-lune.

5.4.3. Temps de stabilisation

La figure 20 présente les variations du temps de stabilisation sur les différentes parcelles. Ce temps évolue de façon identique au temps géométrique ce qui permet d'affirmer que le régime permanent est établi lorsque seul l'effet de la géométrie du système est le facteur décisif de l'écoulement.



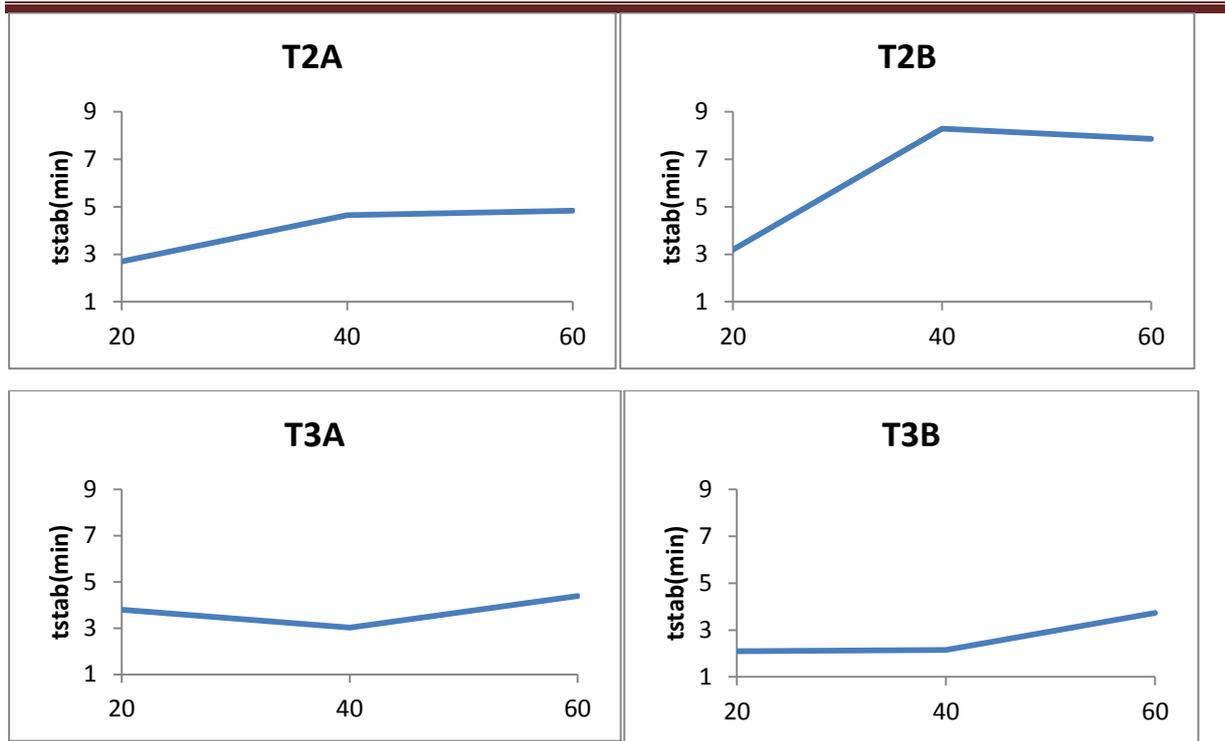


Figure 20: Evolution du temps de stabilisation suivant les succions

5.4.4. Temps de ruissellement

Les études menées sur les sols du bassin versant de Tougou montrent que le temps de ruissellement est compris dans l'intervalle : $3.08 \text{ mn} < t_p < 4.3 \text{ mn}$

5.5. Relation entre taille moyenne des pores fonctionnels et l'humidité volumique à 10cm

5.6. Étude du drainage à 1m

Si l'on admet que la relation qui lie la conductivité hydraulique non saturée à la charge de pression h peut être représentée par une fonction du type $K(h) = K_s e^{\alpha h}$ (Gardner, 1958), on peut déduire $K(h)$ des essais de l'infiltromètre à disque. Le tableau 4 fournit les valeurs de K_s et de α obtenues à 100 cm de profondeur à partir d'essais effectués aux charges de pression - 20 et - 40 mm. La Figure 21 présente les fonctions $K(h)$ qui en résultent pour les deux blocs.

Tableau 4 : Valeurs de K_s et de α à 100 cm de profondeur pour les blocs A et B

	K_s cm/h	α cm^{-1}	K_s cm/h	α cm^{-1}
Bloc A	0,91	0,11	4,49	0,26
Bloc B	0,46	0,06	0,40	0,06

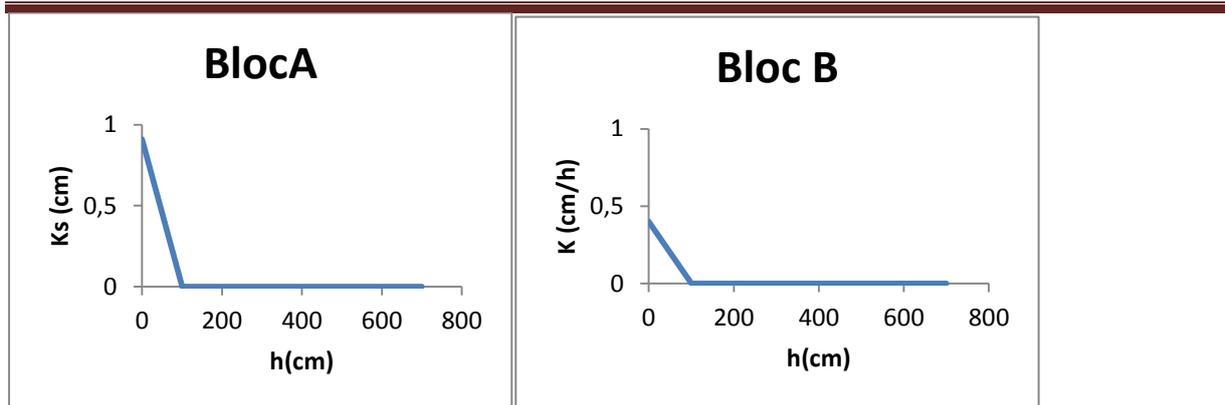


Figure 21 : Représentation graphique des fonctions $K(-h)$ à la profondeur 100 cm pour les blocs A et B

L'examen du tableau 4 et de la Figure 21 fait ressortir des valeurs réduites de conductivité hydraulique à saturation sur les deux blocs accompagnées, en général, par une décroissance rapide lorsque la charge de pression diminue; dans tous ces cas, les mesures à 100 cm de profondeur concernent des sols argileux

CHAPITRE 6 : DISCUSSION

Lors de nos essais d'infiltrométrie, nous avons remarqué que la conductivité hydraulique non saturée et la sorptivité diminuent lorsque la succion augmente. En effet, ces deux paramètres qui suivent une loi logarithmique, varient avec la teneur en eau et la succion. Aux succions proches de la saturation, le mouvement de l'eau est contrôlé par la macroporosité la plus grossière. Le sol a une forte conductivité hydraulique associée à une forte porosité. Au fur et à mesure que le sol se dessature, les pores les plus gros se vident et la conduction s'opère dans les pores de plus en plus petits selon des cheminements de plus en plus tortueux.

Nos résultats confirment une différenciation prononcée de ces sols selon la pratique culturale avec pour conséquence une accentuation de la discontinuité spatiale, tant du point de vue de la rugosité de surface que de leur comportement vis à vis de l'eau. En plus de la mise en évidence de cette diversité des états de surface, l'analyse des résultats obtenus au niveau des propriétés hydrauliques de surface révèle une forte variation des coefficients de ruissellement. Les plus fortes valeurs se rencontrent sur les parcelles de zaï tandis que les plus faibles se retrouvent sur les parcelles témoin. Ces différences sont sans doute imputables aux réorganisations des états de surface par la mise en place des pratiques culturales car une modification de l'organisation du système poral des horizons superficiels entraîne une diminution de la conductivité hydraulique à saturation (Vandervaere, 1995; Niang, 2000 et Ndiaye, 2001). Les valeurs de conductivité hydraulique des parcelles témoin correspondent à celles rencontrées sur les sols dégradés. Il s'agit d'un comportement hydrodynamique de sols constitués généralement de glakis. Ces sols présentent une pellicule superficielle caractérisée par une faible capacité d'infiltration due à une porosité réduite, ce qui apparente cette organisation pelliculaire à une véritable barrière hydraulique qui limite fortement l'entrée de l'eau dans le sol. Ce type de surfaces génère des ruissellements importants et conduit corrélativement, à une très faible accumulation d'eau dans le sol. Par rapport à la parcelle témoin, les valeurs de conductivité hydraulique obtenues sur les parcelles de zaï et de cordons pierreux sont plus importantes que celles de la parcelle témoin. Ces deux pratiques culturales ont tendance à améliorer la capacité d'infiltration du sol. Pour le zaï, la destruction de la couche superficielle du sol va favoriser la capture du ruissellement et de sa charge solide et soluble a tendance à augmenter la capacité d'infiltration (Kaboré et al., 1993). Ceci se traduit par des valeurs de conductivité hydraulique très importantes issues de l'amélioration de la

rugosité du sol. En effet, la gestion du ruissellement, la conservation du fumier et la concentration des éléments fertilisants vont créer des conditions de transferts optimales de l'eau dans le sol à travers la mise en œuvre de chemins d'écoulement préférentiels (forte activité des termites). Des études menées en zone soudanienne (comme à Mbissiri au Cameroun) où les pluies dépassent 80 mm par jour et 1200 mm l'année, ce type de pratique culturale présente dans les cuvettes des infiltrations très importantes (Kaboré et al., 1993) de l'ordre de 180 mm par jour et 2700 mm par an) Quant aux parcelles de cordons pierreux, les améliorations des paramètres hydrodynamiques ne sont pas très importantes par rapport à la parcelle témoin en ce sens que l'expérience est à sa deuxième année et plusieurs recherches (Zombré, 2003, Sermé, 2014) effectuées dans cette région du Burkina Faso ont montré qu'une telle pratique devient efficiente après trois années.

Les résultats obtenus sur la demi-lune témoignent de valeurs très faibles comparées à celles de la parcelle témoin. Ceci est certainement dû au fait que cette pratique culturale a tendance à transporter beaucoup de matières en suspension qui lors de la phase de décantation ont tendance à colmater le sol rendant ainsi très faible la capacité d'infiltration Karambiri, (2003). En comparant certains essais d'infiltrométrie, nous avons remarqué que la conductivité hydraulique non saturée et la sorptivité n'évoluent pas toujours de la même manière ; En effet, la décroissance de la conductivité hydraulique est beaucoup plus importante que celle de la sorptivité. Cette situation est due à plusieurs facteurs parmi lesquels on peut citer la présence d'une porosité vésiculaire qui réduit la capacité d'infiltration. Cette porosité vésiculaire apparaît suite aux pluies et se forme par piégeage de l'air lors des fortes averses. En effet, certains auteurs (Valentin, 1981) ont montré qu'en zone subdésertique les caractéristiques hydrodynamiques des microhorizons superficiels pouvaient être affectées par l'apparition de ces vésicules. Cette porosité vésiculaire est liée à l'existence d'un microhorizon sous-jacent à porosité réduite surmontant, le plus souvent, un matériau à faible diffusivité gazeuse (Valentin, 1981). Il en résulte une conductivité hydraulique également réduite des organisations superficielles. Or, plusieurs auteurs ont montré qu'en zone sahélienne ce sont les caractéristiques hydrodynamiques des microhorizons superficiels qui conditionnent, pour une grande part, l'infiltrabilité de l'ensemble du sol. Il est donc possible de considérer la présence de ces vésicules proches de la surface comme un indice de faible perméabilité (Valentin, 1981) car l'analyse statistique met en évidence une très bonne relation entre l'abondance de ces pores et l'aptitude au ruissellement (Albergel et al., 1986).

Conclusion et recommandations

La présente étude menée sur le bassin versant de Tougou en utilisant l'infiltromètre à disque a permis de caractériser la partie superficielle du sol suivant les pratiques culturales qui y sont mises en œuvre. Au nombre de ces pratiques nous avons le témoin, le cordon pierreux, la demi-lune et le zai. La compréhension des propriétés hydrodynamiques de ces sols a permis d'identifier la pratique culturelle la mieux adaptée en termes d'efficacité d'infiltration.

Il ressort de cette étude une variabilité des propriétés hydrodynamiques du sol selon le type de pratique culturale. Nos résultats montrent que la conductivité hydraulique non saturée et la sorptivité sont inversement proportionnelles à la succion. En effet, aux succions proches de la saturation, le mouvement de l'eau est contrôlé par la macroporosité la plus grossière. Le sol a une forte conductivité hydraulique associée à une forte porosité. Au fur et à mesure que le sol se dessature, les pores les plus gros se vident et la conduction s'opère dans les pores de plus en plus petits selon des cheminements de plus en plus tortueux. En outre ces deux paramètres sont meilleurs sur la pratique de zai car la réorganisation superficielle que cette pratique engendre la macroporosité devient très élevée. Quant à la demi-lune la capacité d'infiltration devient très faible à cause du colmatage des pores actifs. Pour la parcelle de cordons pierreux, nous notons une légère amélioration par rapport à la parcelle témoin du fait que cette pratique devient efficiente à partir de la troisième année.

Afin d'approfondir la connaissance de l'évolution des paramètres hydrodynamiques des sols de Tougou, il s'avère nécessaire d'explorer d'autres pistes parmi lesquelles:

- Étude de l'évolution diachronique des paramètres hydrodynamiques (saison sèche et saison humide)
- Une modélisation des transferts d'eau en prenant en compte la dynamique d'évolution des propriétés hydrauliques de surface.

BIBLIOGRAPHIE

- ABDOU, M, 2014.** Etats de surface et fonctionnement hydrodynamique multi-échelles des bassins sahéliens; études expérimentales en zones cristalline et sédimentaire, thèse en océan atmosphère et hydrologie, 251p.
- ANKENY. M, AHMED. M, C, KASPAR et HORTON, R, 1991.** Simple field method for determining unsaturated hydraulic conductivity. Soil Science Society of America Journal, 55, 467-470,4p.
- BARRO, A, ZOUGMORE, R, DUGUE P, 2011.** Etude de cas sur la récupération des sols dégradés dans le plateau central du Burkina Fas: un chemin vers une agriculture durable, 6p.
- BOIVIN, P, 1988.** Caractérisation de l'infiltrabilité d'un sol par la méthode MUNTZ, variabilité des mesures. Orstom Bondy, 14-24p.
- BOIVIN, P et TOUMA, J ,1988.** Mesure de l'infiltrabilité du sol par la méthode du double anneau. ORSTOM, service pédologie, vol XXIV, n°1,27-37p
- CASENAVE, A, ET VALENTIN C, 1989.** Les états de surface de la zone sahélienne, influence sur l'infiltration. ORSTOM, 204p.
- COQUET, Y, BOUCHER A, ET AL 2000.** Caractérisation hydrodynamique des sols à l'aide de l'infiltromètre à disques. Etude et gestion des sols, 7, 1, 7-24p.
- COULIBALY, F, 2015.** Caractérisation des propriétés hydrodynamiques des sols du dispositif expérimental CROP-NEWS de KAMBOINSE. Master d'ingénierie en infrastructure et réseaux hydraulique à 2iE, 33p .
- DAPOLA, E, YACOUBA H, YONKEU S, 2008.** Unités morphologiques et gestion de la fertilité des sols dans le Centre-Nord du Burkina Faso par les populations locales. Internatonal Formula Group, 10p.
- DUMONT, R, 2012.** L'Afrique noire est mal partie,.
- GUEDENON, E, 2010.** « Détermination des propriétés hydrodynamiques des sols du bassin versant de Singou (analyse sous plusieurs succion en utilisant l'infiltromètre à disque). Master d'ingénierie en infrastructure et réseaux hydraulique à 2iE,41p .
- Hillel, D, 1980.** Applications to soils physics . Academic press.
- KABORE, V, ROOSE, E, GUENAT,C, 1993.** Fonctionnement, limites et amélioration d'une pratique traditionnelle africaine de réhabilitation de la végétation et de la productivité des terres dégradées en région soudano- sahélienne (Burkina Faso). Cahiers-

ORSTOM.Pédologie, vol 28, n°2, 159-173p.

KARAMBIRI, H, 2003. Crues et érosion hydrique au sahel : étude et modélisation des flux d'eau et matières sur un petit bassin versant pastoral au nord du Burkina Faso. Thèse de Doctorat de l'université Paris VI, 341p.

LENHARDT, A, GLENNIE, J, INTSCHER, N ALI, A. Un Burkina Faso plus vert. Techniques agricoles et amélioration des moyens de subsistance », s. d.

MAERTENS, L, 2012. La sécurité environnementale et le processus de sécurisation: définitions et enjeux théoriques. Fiches de l'Irsem, n° 17 ().

MARGAT, J, 1999. Exploitations et utilisations des eaux souterraines dans le monde. UNESCO et BRGM.

Mazzucato, V, et Niemeijer, D 2000. Le Sahel: une dégradation des terres exagérée, un potentiel paysan sous –estimé, 25p.

MERMOUD, A 2006. Propriétés de base du sol et de la phase liquide, cours de physique du sol, 29p.

NIANG, D, 2006. Fonctionnement hydrique de différents types de placage sableux dans le sahel Burkinabé. Thèse de Doctorat de l'Ecole Polytechnique Fédérale Lausanne, 167p.

NIANG, D, MERMOUD, A, YACOUBA, H, RIBOLZI, O, 2012. Temporal evolution of the hydrodynamic behaviour of sandy deposits in the sahelian part of Burkina Faso. Journal of Soil Science and Environmental Management Vol. 3(12), 297-307p.

PIERI, C. 1989. Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherches et de développement agricoles au sud du Sahara, CIRAD, Coopération Française, 444p.

PULLAN, A.J , 1990. The quasilinear approximation for unsaturated porous media flow. Water resources research vol 26, n°6 1219-1234p.

SIBONE, E, 2012. Analyse des déterminants de la gestion de la fertilité des sols dans les exploitations cotonnières au Burkina Faso: cas de la zone Faso Coton. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur du développement durable à l'IDR, 57p.

THONY, JL, 1970. Etude expérimentale des phénomènes d'hystérésis dans les éléments en milieu poreux non saturé. Thèse de Doctorat de l'université des sciences de GRENOBLE, 140p.

VANDERVAERE, J, 1995. « Caractérisation hydrodynamique du sol in situ par infiltromètre à disques. Analyse critique des régimes pseudo-permanents, méthodes transitoires et cas des sols encroutés. Thèse de Doctorat de l'université JOSEPH FOURIER-

GRENOBLE1, 316p.

VANDERVAERE, J, M VAUCLIN, ET D ELRICK, 2000. « Transient Flow from Tension Infiltrimeters: I. The Two-Parameter Equation ». *Soil Sci. Soc. Am. J*, 1263-1272.

VAN GENUCHTEN, MT, 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil science society of America journal*, vol 44, n°5, 892-898 p.

VLAAR, J, 1992. Les techniques de conservation des eaux des sols dans les pays du sahel. Rapport d'une étude entre le comité interafricain d'Etudes Hydrauliques (CIEH) et l'Université Agronomique Wageningen(UAW), 121p.

WEYNANTS, M, 2005. Caractérisation des propriétés hydrodynamiques et étude de la possibilité d'agrégation de trois types de sol au Fakara, Niger. Mémoire pour l'obtention du grade de bio-ingénieur à l'université catholique de Louvain, 101p.

ZOMBRE, N, 2003. Les sols dégradés (zipella) du centre Nord du Burkina Faso : dynamique, caractéristiques morpho-bio-pédologiques et impacts des techniques de. Thèse de Doctorat de l'Université de Ouagadougou,

ANNEXES

Sommaire des annexes

Annexe 1:Feuille de calcul pour l'humidité I
Annexe 2 : Feuille de calcul pour la succion 20 mm en régime transitoire III
Annexe 3 : Feuille de calcul pour la succion 40mm en régime transitoire XIV
Annexe 4 : Feuille de calcul pour la succion 60mm en régime transitoir**Erreur ! Signet non défini.**
Annexe 5: Feuille de calcul de la conductivité hydraulique à saturation..... XLVII

Annexe 1:Feuille de calcul pour l'humidité

bloc	Parcelle	ψ	Θ_{ini}	θ_{fin}			$\Delta\theta$			
				20	40	60	20	40	60	
Succion (mm)				20	40	60	20	40	60	
A	témoïn (t0)	amont	0,05	0,185	0,162	0,129	0,135	0,112	0,079	
		milieu	0,05	0,18	0,16	0,132	0,06	0,04	0,08	
		aval	0,05	0,169	0,159	0,131	0,119	0,109	0,081	
		moy	0,05	0,176	0,160	0,131	0,126	0,110	0,081	
		ecart.								
	Type	0	0,008	0,002	0,002					
	CP (T1)	amont	0,05	0,177	0,167	0,132	0,13	0,12	0,08	
		milieu	0,05	0,183	0,164	0,127	0,13	0,11	0,08	
		aval	0,05	0,179	0,160	0,125	0,13	0,11	0,08	
		moy	0,05	0,180	0,164	0,128	0,13	0,11	0,08	
		ecart								
	Type	0	0,003	0,004	0,004					
	DL (T2)	amont	0,05	0,184	0,159	0,132	0,13	0,11	0,08	
		milieu	0,05	0,18	0,165	0,133	0,13	0,12	0,08	
		Aval	0,05	0,176	0,164	0,129	0,13	0,11	0,08	
		Moy	0,050	0,180	0,163	0,131	0,130	0,113	0,081	
		ecart								
	Type	0	0,004	0,003	0,002					
Zai(T3)	amont	0,06	0,179	0,160	0,128	0,12	0,10	0,07		
	milieu	0,06	0,167	0,158	0,135	0,11	0,10	0,08		
	aval	0,06	0,181	0,155	0,126	0,12	0,10	0,07		
	moy	0,06	0,176	0,158	0,130	0,18	0,16	0,13		
	ecart	0	0,008	0,003	0,005					

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

bloc	Parcelle	ψ	Θ_{ini}	θ_{fin}			$\Delta\theta$		
B	témoin (t0)	amont	0,05	0,179	0,158	0,130	0,13	0,11	0,08
		milieu	0,05	0,181	0,160	0,128	0,13	0,11	0,08
		aval	0,05	0,179	0,161	0,133	0,13	0,11	0,08
		moy	0,05	0,180	0,160	0,130	0,130	0,11	0,08
		ecart Type	0	0,001	0,002	0,003			
	CP (T1)	amont	0,06	0,184	0,161	0,130	0,12	0,10	0,07
		milieu	0,06	0,181	0,161	0,136	0,12	0,10	0,08
		aval	0,06	0,185	0,163	0,131	0,13	0,10	0,07
		moy	0,06	0,183	0,162	0,132	0,12	0,10	0,07
		ecart. Type	0	0,002	0,001	0,003			
		DL (T2)	amont	0,06	0,182	0,159	0,127	0,12	0,10
	milieu		0,06	0,180	0,161	0,131	0,12	0,10	0,07
	aval		0,06	0,184	0,157	0,129	0,12	0,10	0,07
	moy		0,06	0,182	0,159	0,129	0,18	0,16	0,13
	ecart Type		0	0,002	0,002	0,002			
	Zai(T3)	amont	0,05	0,181	0,159	0,132	0,13	0,11	0,08
		milieu	0,05	0,179	0,155	0,131	0,13	0,11	0,08
		aval	0,05	0,179	0,162	0,127	0,13	0,11	0,08
		Moy	0,05	0,180	0,159	0,130	0,18	0,16	0,13
		ec. Type		0,001	0,004	0,003			

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

Annexe 2 : Feuille de calcul pour la succion 20 mm en régime transitoire

Annexe2.1 :

Succion 20 mm

Parcelle : témoin

Position : bloc A , amont

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	t ^(1/2) (s)	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl (mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
0	18	0	0	0		
30	160	5,5	220850,4	7,0	7,0	1,3
60	188	7,7	264398,4	8,4	1,4	0,6
90	215	9,5	306391,1	9,8	1,3	0,8
120	240	11,0	345273,2	11,0	1,2	0,8
150	268	12,2	388821,2	12,4	1,4	1,1
180	294	13,4	429258,6	13,7	1,3	1,1
210	315	14,5	461919,6	14,7	1,0	1,0
240	335	15,5	493025,3	15,7	1,0	1,0
270	355	16,4	524130,9	16,7	1,0	1,1
300	375	17,3	555236,6	17,7	1,0	1,1
330	394	18,2	584787,1	18,6	0,9	1,1
360	414	19,0	615892,7	19,6	1,0	1,2
390	430	19,7	640777,3	20,4	0,8	1,0
420	447	20,5	667217,1	21,2	0,8	1,1
450	465	21,2	695212,3	22,1	0,9	1,2
480	480	21,9	718541,5	22,9	0,7	1,1
510	497	22,6	744981,4	23,7	0,8	1,2
540	514	23,2	771421,2	24,6	0,8	1,3
570	528	23,9	793195,2	25,2	0,7	1,1
600	545	24,5	819635,0	26,1	0,8	1,4
660	575	25,7	866293,6	27,6	1,5	1,2

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}$ (s)	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl (mm)	$dI/dt^{1/2}$ (mm.s ^{-0,5})
720	605	26,8	912952,1	29,1	1,5	1,3
780	635	27,9	959610,7	30,5	1,5	1,4
840	660	29,0	998492,8	31,8	1,2	1,2
900	690	30	1045151,3	33,3	1,5	1,5

Annexe2.2 :

Succion 20 mm

Parcelle : témoin

Position : bloc A , milieu

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}$ (s ^{0,5})	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl (mm)	$dt/dt^{1/2}$ (mm.s ^{-0,5})
0	18	0	0	0		
30	160	5,5	220850,4	7,0	7,0	1,3
60	188	7,7	264398,4	8,4	1,4	0,6
90	215	9,5	306391,1	9,8	1,3	0,8
120	240	11,0	345273,2	11,0	1,2	0,8
150	268	12,2	388821,2	12,4	1,4	1,1
180	294	13,4	429258,6	13,7	1,3	1,1
210	315	14,5	461919,6	14,7	1,0	1,0
240	335	15,5	493025,3	15,7	1,0	1,0
270	355	16,4	524130,9	16,7	1,0	1,1
300	375	17,3	555236,6	17,7	1,0	1,1
330	394	18,2	584787,1	18,6	0,9	1,1
360	414	19,0	615892,7	19,6	1,0	1,2
390	430	19,7	640777,3	20,4	0,8	1,0
420	447	20,5	667217,1	21,2	0,8	1,1
450	465	21,2	695212,3	22,1	0,9	1,2
480	480	21,9	718541,5	22,9	0,7	1,1

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}$ (s ^{0,5})	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl (mm)	$dt/dt^{1/2}$ (mm.s ^{-0,5})
510	497	22,6	744981,4	23,7	0,8	1,2
540	514	23,2	771421,2	24,6	0,8	1,3
570	528	23,9	793195,2	25,2	0,7	1,1
600	545	24,5	819635,0	26,1	0,8	1,4
660	575	25,7	866293,6	27,6	1,5	1,2
720	605	26,8	912952,1	29,1	1,5	1,3
780	635	27,9	959610,7	30,5	1,5	1,4
840	660	29,0	998492,8	31,8	1,2	1,2
900	690	30	1045151,3	33,3	1,5	1,5

Annexe2.3 :

Succion 20 mm

Parcelle : témoin

Position : bloc A , aval

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}$ (s ^{0,5})	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl (mm)	$dl/dt^{1/2}$ (mm.s ^{-0,5})
0	24	0	0	0		
30	128	5,5	161749,6	5,1	5,1	0,9
60	155	7,7	203742,3	6,5	1,3	0,6
90	188	9,5	255066,7	8,1	1,6	0,9
120	215	11,0	297059,4	9,5	1,3	0,9
150	235	12,2	328165,1	10,4	1,0	0,8
180	256	13,4	360826,1	11,5	1,0	0,9
210	270	14,5	382600,0	12,2	0,7	0,6
240	285	15,5	405929,3	12,9	0,7	0,7
270	295	16,4	421482,2	13,4	0,5	0,5
300	315	17,3	452587,9	14,4	1,0	1,1
330	325	18,2	468140,7	14,9	0,5	0,6

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl (mm)	$dI/dt^{1/2} (mm.s^{-0,5})$
360	340	19,0	491470,0	15,6	0,7	0,9
390	350	19,7	507022,8	16,1	0,5	0,6
420	365	20,5	530352,1	16,9	0,7	1,0
450	373	21,2	542794,4	17,3	0,4	0,6
480	384	21,9	559902,5	17,8	0,5	0,8
510	398	22,6	581676,5	18,5	0,7	1,0
540	410	23,2	600339,9	19,1	0,6	0,9
570	421	23,9	617448,0	19,7	0,5	0,9
600	432	24,5	634556,2	20,2	0,5	0,9
660	445	25,7	654774,9	20,8	0,6	0,5
720	463	26,8	682770,0	21,7	0,9	0,8
780	480	27,9	709209,8	22,6	0,8	0,8
840	496	29,0	734094,4	23,4	0,8	0,8
900	515	30,0	763644,8	24,3	0,9	0,9
960	532	31,0	790084,6	25,1	0,8	0,9
1020	553	31,9	822745,6	26,2	1,0	1,1
1080	564	32,9	839853,7	26,7	0,5	0,6

Annexe2.4 :

Succion 20 mm

Parcelle : cordon pierreux(T1)

Position : bloc A , amont

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl	$dI/dt^{1/2} (mm.s^{-,5})$
0	28	0	0	0		
30	158	5,5	202187,0	6,4	6,4	1,2
60	205	7,7	275285,4	8,8	2,3	1,0
90	245	9,5	337496,8	10,7	2,0	1,1
120	280	11,0	391931,7	12,5	1,7	1,2

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl	$dI/dt^{1/2} (mm.s^{-,5})$
150	310	12,2	438590,3	14,0	1,5	1,1
180	338	13,4	482138,3	15,3	1,4	1,2
210	364	14,5	522575,7	16,6	1,3	1,2
240	388	15,5	559902,5	17,8	1,2	1,2
270	410	16,4	594118,8	18,9	1,1	1,2
300	435	17,3	633000,9	20,1	1,2	1,4
390	500	19,7	734094,4	23,4	3,2	1,3
420	520	20,5	765200,1	24,4	1,0	1,3
450	540	21,2	796305,8	25,3	1,0	1,4
480	560	21,9	827411,5	26,3	1,0	1,4
510	580	22,6	858517,2	27,3	1,0	1,5
540	600	23,2	889622,9	28,3	1,0	1,5
570	619	23,9	919173,3	29,3	0,9	1,5
600	638	24,5	948723,7	30,2	0,9	1,5
660	672	25,7	1001603,4	31,9	1,7	1,4

Annexe2. :

Succion 20 mm

Parcelle : cordon pierreux

Position : bloc A , milieu

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl	$dI/dt^{1/2} (mm.s^{-0,5})$
0	17	0	0	0		
30	130	5,5	175747,2	5,6	5,6	1,0
60	190	7,7	269064,3	8,6	3,0	1,3
90	223	9,5	320388,7	10,2	1,6	0,9
120	248	11,0	359270,8	11,4	1,2	0,8
150	270	12,2	393487,0	12,5	1,1	0,8

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}$ (s ^{0,5})	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl	dI/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
180	288	13,4	421482,2	13,4	0,9	0,8
210	305	14,5	447922,0	14,3	0,8	0,8
300	362	17,3	536573,2	17,1	2,8	1,0
330	378	18,2	561457,8	17,9	0,8	0,9
360	394	19,0	586342,3	18,7	0,8	1,0
420	424	20,5	633000,9	20,1	1,5	1,0
450	438	21,2	654774,9	20,8	0,7	1,0
480	452	21,9	676548,9	21,5	0,7	1,0
510	466	22,6	698322,8	22,2	0,7	1,0
540	480	23,2	720096,8	22,9	0,7	1,1
570	494	23,9	741870,8	23,6	0,7	1,1
660	533	25,7	802526,9	25,5	1,9	1,1
720	557	26,8	839853,7	26,7	1,2	1,0
780	582	27,9	878735,9	28,0	1,2	1,1
840	608	29,0	919173,3	29,3	1,3	1,2
900	630	30,0	953389,5	30,3	1,1	1,1
960	652	31,0	987605,8	31,4	1,1	1,1
1020	674	31,9	1021822,1	32,5	1,1	1,1
1080	696	32,9	1056038,3	33,6	1,1	1,2

Annexe2.6 :

Succion 20 mm

Parcelle : cordon pierreux(T1)

Position : bloc A , aval

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}$ (s ^{0,5})	V1(mm ³)	Icum (mm)	Di	dt/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
0	23	0	0	0		
60	147	7,74596669	192855,3	6,1	6,1	0,8

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	Icum (mm)	Di	$dt/dt^{1/2}$ (mm.s ^{-0,5})
90	194	9,48683298	265953,7	8,5	2,3	1,3
120	220	10,9544512	306391,1	9,8	1,3	0,9
150	260	12,2474487	368602,5	11,7	2,0	1,5
180	297	13,4164079	426148,0	13,6	1,8	1,6
210	330	14,4913767	477472,4	15,2	1,6	1,5
240	360	15,4919334	524130,9	16,7	1,5	1,5
270	390	16,4316767	570789,5	18,2	1,5	1,6
300	410	17,3205081	601895,2	19,2	1,0	1,1
330	440	18,1659021	648553,7	20,6	1,5	1,8
360	462	18,973666	682770,0	21,7	1,1	1,3
390	484	19,7484177	716986,3	22,8	1,1	1,4
420	507	20,4939015	752757,8	24,0	1,1	1,5
450	526	21,2132034	782308,2	24,9	0,9	1,3
480	549	21,9089023	818079,8	26,0	1,1	1,6
510	568	22,5831796	847630,2	27,0	0,9	1,4
540	588	23,2379001	878735,9	28,0	1,0	1,5
570	606	23,8746728	906731,0	28,9	0,9	1,4
600	624	24,4948974	934726,1	29,8	0,9	1,4

Annexe2.7 :

Succion 20 mm

Parcelle : Demi-lune (T2)

Position : bloc A , amont

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl (mm)	$dI/dt^{1/2}$ (mm.s ^{-0,5})
0	21	0	0	0		
30	188	5,5	259732,5	8,3	8,3	1,5
60	253	7,7	360826,1	11,5	3,2	1,4

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl (mm)	$dI/dt^{1/2}$ (mm.s ^{-0,5})
90	298	9,5	430813,9	13,7	2,2	1,3
120	338	11,0	493025,3	15,7	2,0	1,3
150	378	12,2	555236,6	17,7	2,0	1,5
180	412	13,4	608116,3	19,4	1,7	1,4
210	448	14,5	664106,6	21,1	1,8	1,7
240	480	15,5	713875,7	22,7	1,6	1,6
270	512	16,4	763644,8	24,3	1,6	1,7
300	542	17,3	810303,3	25,8	1,5	1,7
330	573	18,2	858517,2	27,3	1,5	1,8
360	606	19,0	909841,6	29,0	1,6	2,0
390	628	19,7	944057,8	30,1	1,1	1,4
420	655	20,5	986050,5	31,4	1,3	1,8
450	683	21,2	1029598,5	32,8	1,4	1,9

Annexe2.8 :

Succion 20 mm

Parcelle : Demi-lune (T2)

Position : bloc A , milieu

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl (mm)	$dI/dt^{1/2}$ (mm.s ^{-0,5})
0	30	0	0	0		
30	187	5,5	244179,7	7,8	7,8	1,4
60	250	7,7	342162,6	10,9	3,1	1,4
90	300	9,5	419926,9	13,4	2,5	1,4
120	340	11,0	482138,3	15,3	2,0	1,3
150	380	12,2	544349,6	17,3	2,0	1,5
180	415	13,4	598784,6	19,1	1,7	1,5
210	442	14,5	640777,3	20,4	1,3	1,2
240	471	15,5	685880,6	21,8	1,4	1,4
270	500	16,4	730983,8	23,3	1,4	1,5

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	$dl/dt^{1/2} (mm.s^{-0,5})$
300	525	17,3	769865,9	24,5	1,2	1,4
330	552	18,2	811858,6	25,8	1,3	1,6
360	573	19,0	844519,6	26,9	1,0	1,3
450	660	21,2	979829,4	31,2	4,3	1,9
480	682	21,9	1014045,6	32,3	1,1	1,6
510	702	22,6	1045151,3	33,3	1,0	1,5

Annexe2.9 :

Succion 20 mm

Parcelle : Demi-lune (T2)

Position : bloc A , aval

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	$dl/dt^{1/2} (mm.s^{-0,5})$
0	23	0	0	0		
30	180	5,5	244179,7	7,8	7,8	1,4
60	225	7,7	314167,5	10,0	2,2	1,0
90	264	9,5	374823,6	11,9	1,9	1,1
120	294	11,0	421482,2	13,4	1,5	1,0
150	320	12,2	461919,6	14,7	1,3	1,0
180	348	13,4	505467,5	16,1	1,4	1,2
210	368	14,5	536573,2	17,1	1,0	0,9
240	390	15,5	570789,5	18,2	1,1	1,1
300	440	17,3	648553,7	20,6	2,5	1,4
360	464	19,0	685880,6	21,8	1,2	0,7
390	485	19,7	718541,5	22,9	1,0	1,3
420	503	20,5	746536,7	23,8	0,9	1,2
450	520	21,2	772976,5	24,6	0,8	1,2
480	535	21,9	796305,8	25,3	0,7	1,1
510	550	22,6	819635,0	26,1	0,7	1,1
540	566	23,2	844519,6	26,9	0,8	1,2

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

temps (s)	H(mm)	$t^{1/2} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	$dl/dt^{1/2} (mm.s^{-0,5})$
570	581	23,9	867848,9	27,6	0,7	1,2

Annexe2.10 :

Succion 20 mm

Parcelle : zai (T3)

Position : bloc A , amont

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{1/2} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	$dl/dt^{1/2} (mm.s^{-0,5})$
0	22	0	0	0		
30	290	5,5	416816,3	13,3	13,3	2,4
60	390	7,7	572344,8	18,2	5,0	2,2
90	470	9,5	696767,6	22,2	4,0	2,3
120	545	11,0	813413,9	25,9	3,7	2,5
150	610	12,2	914507,4	29,1	3,2	2,5
180	670	13,4	1007824,5	32,1	3,0	2,5
210	720	14,5	1085588,7	34,6	2,5	2,3

Annexe2.11 :

Succion 20 mm

Parcelle : zai (T3)

Position : bloc A , milieu

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{1/2} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	$dl/dt^{1/2} (mm.s^{-0,5})$
0	22	0	0	0		
30	180	5,5	245735,0	7,8	7,8	1,4
60	260	7,7	370157,8	11,8	4,0	1,7
90	314	9,5	454143,1	14,5	2,7	1,5
120	356	11,0	519465,1	16,5	2,1	1,4
150	395	12,2	580121,2	18,5	1,9	1,5

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

temps (s)	H(mm)	$t^{1/2} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl (mm)	$dl/dt^{1/2} (mm.s^{-0,5})$
180	430	13,4	634556,2	20,2	1,7	1,5
210	460	14,5	681214,7	21,7	1,5	1,4
240	490	15,5	727873,2	23,2	1,5	1,5
270	520	16,4	774531,8	24,7	1,5	1,6
300	545	17,3	813413,9	25,9	1,2	1,4
360	600	19,0	898954,6	28,6	2,7	1,6
390	620	19,7	930060,3	29,6	1,0	1,3
420	640	20,5	961166,0	30,6	1,0	1,3
450	665	21,2	1000048,1	31,8	1,2	1,7
480	685	21,9	1031153,8	32,8	1,0	1,4
510	705	22,6	1062259,5	33,8	1,0	1,5
540	725	23,2	1093365,2	34,8	1,0	1,5

Annexe2.12 :

Succion 20 mm

Parcelle : zai (T3)

Position : bloc A , aval

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{1/2} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl(mm)	$dl/dt^{1/2} (mm.s^{-0,5})$
0	30	0	0	0		
30	240	5,5	326609,8	10,4	10,4	1,9
60	320	7,7	451032,6	14,4	4,0	1,7
90	365	9,5	521020,4	16,6	2,2	1,3
120	403	11,0	580121,2	18,5	1,9	1,3
150	435	12,2	629890,3	20,1	1,6	1,2
180	463	13,4	673438,3	21,4	1,4	1,2
210	490	14,5	715431,0	22,8	1,3	1,2
240	515	15,5	754313,1	24,0	1,2	1,2
270	540	16,4	793195,2	25,2	1,2	1,3

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl(mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
300	562	17,3	827411,5	26,3	1,1	1,2
360	603	19,0	891178,1	28,4	2,0	1,2
390	625	19,7	925394,4	29,5	1,1	1,4
420	644	20,5	954944,8	30,4	0,9	1,3
450	663	21,2	984495,2	31,3	0,9	1,3
480	684	21,9	1017156,2	32,4	1,0	1,5
510	705	22,6	1049817,2	33,4	1,0	1,5
540	727	23,2	1084033,4	34,5	1,1	1,7
570	748	23,9	1116694,4	35,5	1,0	1,6

Annexe 3 : Feuille de calcul pour la succion 40mm en régime transitoire

Annexe3.1 :

Succion 40 mm

Parcelle : témoin

Position : bloc A , amont

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl(mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{0,5})
0	22	0	0	0		
30	90	5,5	105759,4	3,4	3,4	0,6
60	132	7,7	171081,3	5,4	2,1	0,9
90	159	9,5	213074,0	6,8	1,3	0,8
120	180	11,0	245735,0	7,8	1,0	0,7
150	200	12,2	276840,7	8,8	1,0	0,8
180	215	13,4	300169,9	9,6	0,7	0,6
210	230	14,5	323499,2	10,3	0,7	0,7
240	245	15,5	346828,5	11,0	0,7	0,7
270	260	16,4	370157,8	11,8	0,7	0,8

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl(mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{0,5})
300	273	17,3	390376,5	12,4	0,6	0,7
330	287	18,2	412150,4	13,1	0,7	0,8
390	311	19,7	449477,3	14,3	1,2	0,8
420	323	20,5	468140,7	14,9	0,6	0,8
450	335	21,2	486804,1	15,5	0,6	0,8
480	345	21,9	502357,0	16,0	0,5	0,7
510	358	22,6	522575,7	16,6	0,6	1,0
540	368	23,2	538128,5	17,1	0,5	0,8
570	378	23,9	553681,4	17,6	0,5	0,8
600	388	24,5	569234,2	18,1	0,5	0,8
660	410	25,7	603450,5	19,2	1,1	0,9
720	428	26,8	631445,6	20,1	0,9	0,8
780	448	27,9	662551,3	21,1	1,0	0,9
840	465	29,0	688991,1	21,9	0,8	0,8
900	484	30,0	718541,5	22,9	0,9	0,9
960	500	31,0	743426,1	23,7	0,8	0,8
1020	518	31,9	771421,2	24,6	0,9	0,9
1080	535	32,9	797861,1	25,4	0,8	0,9
1140	552	33,8	824300,9	26,2	0,8	0,9
1200	568	34,6	849185,5	27,0	0,8	0,9
1260	583	35,5	872514,7	27,8	0,7	0,9
1320	600	36,3	898954,6	28,6	0,8	1,0
1380	614	37,1	920728,6	29,3	0,7	0,8
1440	628	37,9	942502,5	30,0	0,7	0,9
1500	640	38,7	961166,0	30,6	0,6	0,8
1560	656	39,5	986050,5	31,4	0,8	1,0
1620	670	40,2	1007824,5	32,1	0,7	0,9
1680	685	41,0	1031153,8	32,8	0,7	1,0

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl(mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{0,5})
1740	700	41,7	1054483,0	33,6	0,7	1,0
1800	713	42,4	1074701,7	34,2	0,6	0,9
1860	724	43,1	1091809,9	34,8	0,5	0,8
1920	742	43,82	1119804,99	35,64	0,9	1,3

Annexe3.2 :

Succion 40 mm

Parcelle : témoin

Position : bloc A , milieu

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{0,5})
0	22	0	0	0		
30	90	5,5	105759,4	3,4	3,4	0,6
60	132	7,7	171081,3	5,4	2,1	0,9
90	159	9,5	213074,0	6,8	1,3	0,8
120	180	11,0	245735,0	7,8	1,0	0,7
150	200	12,2	276840,7	8,8	1,0	0,8
180	215	13,4	300169,9	9,6	0,7	0,6
210	230	14,5	323499,2	10,3	0,7	0,7
240	245	15,5	346828,5	11,0	0,7	0,7
270	260	16,4	370157,8	11,8	0,7	0,8
300	273	17,3	390376,5	12,4	0,6	0,7
330	287	18,2	412150,4	13,1	0,7	0,8
390	311	19,7	449477,3	14,3	1,2	0,8
420	323	20,5	468140,7	14,9	0,6	0,8
450	335	21,2	486804,1	15,5	0,6	0,8
480	345	21,9	502357,0	16,0	0,5	0,7
510	358	22,6	522575,7	16,6	0,6	1,0
540	368	23,2	538128,5	17,1	0,5	0,8

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}$ (s ^{0,5})	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
570	378	23,9	553681,4	17,6	0,5	0,8
600	388	24,5	569234,2	18,1	0,5	0,8
660	410	25,7	603450,5	19,2	1,1	0,9
720	428	26,8	631445,6	20,1	0,9	0,8
780	448	27,9	662551,3	21,1	1,0	0,9
840	465	29,0	688991,1	21,9	0,8	0,8
900	484	30,0	718541,5	22,9	0,9	0,9
960	500	31,0	743426,1	23,7	0,8	0,8
1020	518	31,9	771421,2	24,6	0,9	0,9
1080	535	32,9	797861,1	25,4	0,8	0,9
1140	552	33,8	824300,9	26,2	0,8	0,9
1200	568	34,6	849185,5	27,0	0,8	0,9
1260	583	35,5	872514,7	27,8	0,7	0,9
1320	600	36,3	898954,6	28,6	0,8	1,0
1380	614	37,1	920728,6	29,3	0,7	0,8
1440	628	37,9	942502,5	30,0	0,7	0,9
1500	640	38,7	961166,0	30,6	0,6	0,8
1560	656	39,5	986050,5	31,4	0,8	1,0
1620	670	40,2	1007824,5	32,1	0,7	0,9
1680	685	41,0	1031153,8	32,8	0,7	1,0
1740	700	41,7	1054483,0	33,6	0,7	1,0
1800	713	42,4	1074701,7	34,2	0,6	0,9
1860	724	43,1	1091809,9	34,8	0,5	0,8
1920	742	43,82	1119804,99	35,64	0,9	1,3

Annexe3.3 :

Succion 40 mm

Parcelle : témoin

Position : bloc A , aval

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{1/2}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl (mm)	$dl/dt^{1/2} (mm.s^{-0,5})$
0	21	0	0	0		
30	135	5,5	177302,5	5,6	5,6	1,0
60	220	7,7	309501,7	9,9	4,2	1,9
90	280	9,5	402818,7	12,8	3,0	1,7
120	324	11,0	471251,3	15,0	2,2	1,5
150	358	12,2	524130,9	16,7	1,7	1,3
180	388	13,4	570789,5	18,2	1,5	1,3
210	415	14,5	612782,2	19,5	1,3	1,2
240	440	15,5	651664,3	20,7	1,2	1,2
270	460	16,4	682770,0	21,7	1,0	1,1
300	480	17,3	713875,7	22,7	1,0	1,1
330	500	18,2	744981,4	23,7	1,0	1,2
360	520	19,0	776087,1	24,7	1,0	1,2
420	558	20,5	835187,9	26,6	1,9	1,2
450	573	21,2	858517,2	27,3	0,7	1,0
480	590	21,9	884957,0	28,2	0,8	1,2
510	605	22,6	908286,3	28,9	0,7	1,1
540	623	23,2	936281,4	29,8	0,9	1,4
570	638	23,9	959610,7	30,5	0,7	1,2
600	653	24,5	982939,9	31,3	0,7	1,2
660	680	25,7	1024932,6	32,6	1,3	1,1
720	710	26,8	1071591,2	34,1	1,5	1,3
780	738	27,9	1115139,1	35,5	1,4	1,3
840	760	29,0	1149355,4	36,6	1,1	1,0

Annexe3.4 :

Succion 40 mm

Parcelle : cordon pierreux(t1)

Position : bloc A , amont

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps	H(mm)	$t^{1/2}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	$dl/dt^{1/2} (mm.s^{-0,5})$
0	26	0	0	0		
30	65	5,5	60656,1	1,9	1,9	0,4
60	88	7,7	96427,7	3,1	1,1	0,5
90	113	9,5	135309,8	4,3	1,2	0,7
120	129	11,0	160194,3	5,1	0,8	0,5
150	144	12,2	183523,6	5,8	0,7	0,6
180	160	13,4	208408,2	6,6	0,8	0,7
210	175	14,5	231737,4	7,4	0,7	0,7
240	183	15,5	244179,7	7,8	0,4	0,4
270	201	16,4	272174,8	8,7	0,9	0,9
300	212	17,3	289283,0	9,2	0,5	0,6
330	224	18,2	307946,4	9,8	0,6	0,7
360	234	19,0	323499,2	10,3	0,5	0,6
390	245	19,7	340607,4	10,8	0,5	0,7
420	256	20,5	357715,5	11,4	0,5	0,7
450	266	21,2	373268,3	11,9	0,5	0,7
480	276	21,9	388821,2	12,4	0,5	0,7
510	286	22,6	404374,0	12,9	0,5	0,7
540	296	23,2	419926,9	13,4	0,5	0,8
570	306	23,9	435479,7	13,9	0,5	0,8
600	316	24,5	451032,6	14,4	0,5	0,8
660	332	25,7	475917,1	15,1	0,8	0,7
720	350	26,8	503912,2	16,0	0,9	0,8
780	368	27,9	531907,4	16,9	0,9	0,8
840	383	29,0	555236,6	17,7	0,7	0,7
900	398	30,0	578565,9	18,4	0,7	0,7
960	417	31,0	608116,3	19,4	0,9	1,0
1020	432	31,9	631445,6	20,1	0,7	0,8
1080	446	32,9	653219,6	20,8	0,7	0,7

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

temps	H(mm)	$t^{(1/2)}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
1140	461	33,8	676548,9	21,5	0,7	0,8
1200	476	34,6	699878,1	22,3	0,7	0,8
1260	490	35,5	721652,1	23,0	0,7	0,8
1320	503	36,3	741870,8	23,6	0,6	0,8
1380	518	37,1	765200,1	24,4	0,7	0,9
1440	531	37,9	785418,8	25,0	0,6	0,8
1500	547	38,7	810303,3	25,8	0,8	1,0
1560	561	39,5	832077,3	26,5	0,7	0,9
1620	574	40,2	852296,0	27,1	0,6	0,9
1680	587	41,0	872514,7	27,8	0,6	0,9
1740	597	41,7	888067,6	28,3	0,5	0,7
1800	613	42,4	912952,1	29,1	0,8	1,1
1860	625	43,1	931615,5	29,7	0,6	0,8
1920	638	43,8	951834,2	30,3	0,6	0,9
1980	651	44,5	972052,9	30,9	0,6	0,9
2040	664	45,2	992271,6	31,6	0,6	1,0
2100	679	45,8	1015600,9	32,3	0,7	1,1
2160	689	46,5	1031153,8	32,8	0,5	0,8
2220	701	47,1	1049817,2	33,4	0,6	0,9
2280	714	47,7	1070035,9	34,1	0,6	1,0
2340	726	48,4	1088699,3	34,7	0,6	1,0
2400	738	49,0	1107362,7	35,2	0,6	1,0

Annexe3.5 :

Succion 40 mm

Parcelle : cordon pierreux(T1)

Position : bloc A , milieu

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
0	28	0	0	0		

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}$ (s ^{0,5})	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
30	155	5,5	197521,2	6,3	6,3	1,1
60	210	7,7	283061,8	9,0	2,7	1,2
90	238	9,5	326609,8	10,4	1,4	0,8
120	266	11,0	370157,8	11,8	1,4	0,9
150	292	12,2	410595,2	13,1	1,3	1,0
180	315	13,4	446366,7	14,2	1,1	1,0
210	337	14,5	480583,0	15,3	1,1	1,0
240	357	15,5	511688,7	16,3	1,0	1,0
270	379	16,4	545904,9	17,4	1,1	1,2
300	397	17,3	573900,1	18,3	0,9	1,0
330	415	18,2	601895,2	19,2	0,9	1,1
360	432	19,0	628335,0	20,0	0,8	1,0
390	448	19,7	653219,6	20,8	0,8	1,0
420	464	20,5	678104,1	21,6	0,8	1,1
450	480	21,2	702988,7	22,4	0,8	1,1
480	495	21,9	726318,0	23,1	0,7	1,1
510	510	22,6	749647,2	23,9	0,7	1,1
540	524	23,2	771421,2	24,6	0,7	1,1
570	539	23,9	794750,5	25,3	0,7	1,2
600	553	24,5	816524,5	26,0	0,7	1,1
660	579	25,7	856961,9	27,3	1,3	1,1
720	607	26,8	900509,8	28,7	1,4	1,2
780	630	27,9	936281,4	29,8	1,1	1,0
840	654	29,0	973608,2	31,0	1,2	1,1
1020	722	31,9	1079367,6	34,4	3,4	1,1
1080	744	32,9	1113583,9	35,4	1,1	1,2

Annexe3.6 :

Succion 40 mm

Parcelle : cordon pierreux(T1)

Position : bloc A , aval

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{1/2}$ (s ^{0,5})	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	$dt/dt^{1/2}$ (mm.s ^{-0,5})
0	22	0	0	0		
30	160	5,5	214629,3	6,8	6,8	1,2
60	210	7,7	292393,5	9,3	2,5	1,1
90	250	9,5	354604,9	11,3	2,0	1,1
120	280	11,0	401263,5	12,8	1,5	1,0
150	308	12,2	444811,4	14,2	1,4	1,1
180	332	13,4	482138,3	15,3	1,2	1,0
210	353	14,5	514799,2	16,4	1,0	1,0
240	376	15,5	550570,8	17,5	1,1	1,1
270	396	16,4	581676,5	18,5	1,0	1,1
300	416	17,3	612782,2	19,5	1,0	1,1
330	433	18,2	639222,0	20,3	0,8	1,0
360	450	19,0	665661,9	21,2	0,8	1,0
390	467	19,7	692101,7	22,0	0,8	1,1
480	519	21,9	772976,5	24,6	2,6	1,2
780	629	27,9	944057,8	30,1	5,4	0,9
840	654	29,0	982939,9	31,3	1,2	1,2
900	681	30,0	1024932,6	32,6	1,3	1,3
960	705	31,0	1062259,5	33,8	1,2	1,2
1020	730	31,9	1101141,6	35,1	1,2	1,3
1080	754	32,9	1138468,4	36,2	1,2	1,3

Annexe3.7 :

Succion 40 mm

Parcelle : demi-lune (T2)

Position : bloc A , amont

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps	H(mm)	$t^{1/2}$ (s ^{0,5})	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	$dl/dt^{1/2}$ (mm.s ^{-0,5})
-------	-------	-------------------------------	----------------------	-----------	---------	---------------------------------------

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

temps	H(mm)	$t^{1/2}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl (mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
0	21	0	0	0		
30	80	5,5	91761,8	2,9	2,9	0,5
60	110	7,7	138420,3	4,4	1,5	0,7
90	135	9,5	177302,5	5,6	1,2	0,7
120	155	11,0	208408,2	6,6	1,0	0,7
150	174	12,2	237958,6	7,6	0,9	0,7
180	190	13,4	262843,1	8,4	0,8	0,7
210	208	14,5	290838,2	9,3	0,9	0,8
240	222	15,5	312612,2	10,0	0,7	0,7
270	236	16,4	334386,2	10,6	0,7	0,7
300	248	17,3	353049,6	11,2	0,6	0,7
330	260	18,2	371713,0	11,8	0,6	0,7
360	274	19,0	393487,0	12,5	0,7	0,9
390	285	19,7	410595,2	13,1	0,5	0,7
420	298	20,5	430813,9	13,7	0,6	0,9
450	309	21,2	447922,0	14,3	0,5	0,8
480	320	21,9	465030,1	14,8	0,5	0,8
510	330	22,6	480583,0	15,3	0,5	0,7
540	340	23,2	496135,8	15,8	0,5	0,8
570	350	23,9	511688,7	16,3	0,5	0,8
600	360	24,5	527241,5	16,8	0,5	0,8
660	380	25,7	558347,2	17,8	1,0	0,8
720	400	26,8	589452,9	18,8	1,0	0,9
780	417	27,9	615892,7	19,6	0,8	0,8
840	433	29,0	640777,3	20,4	0,8	0,8
900	449	30,0	665661,9	21,2	0,8	0,8
1020	480	31,9	713875,7	22,7	1,5	0,8
1080	497	32,9	740315,5	23,6	0,8	0,9
1200	521	34,6	777642,4	24,8	1,2	0,7
1260	537	35,5	802526,9	25,5	0,8	0,9
1320	553	36,3	827411,5	26,3	0,8	0,9

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

temps	H(mm)	$t^{1/2}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
1380	569	37,1	852296,0	27,1	0,8	1,0
1560	604	39,5	906731,0	28,9	1,7	0,7
1620	618	40,2	928505,0	29,6	0,7	0,9
1680	632	41,0	950279,0	30,2	0,7	0,9
1740	646	41,7	972052,9	30,9	0,7	1,0
1800	660	42,4	993826,9	31,6	0,7	1,0
1860	673	43,1	1014045,6	32,3	0,6	0,9
1920	686	43,8	1034264,3	32,9	0,6	0,9
1980	699	44,5	1054483,0	33,6	0,6	0,9

Annexe3.8 :

Succion 40 mm

Parcelle : demi-lune (T2)

Position : bloc A , milieu

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{1/2}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
0	20	0	0	0		
30	75	5,5	85540,7	2,7	2,7	0,5
60	114	7,7	146196,8	4,7	1,9	0,9
90	145	9,5	194410,6	6,2	1,5	0,9
120	170	11,0	233292,7	7,4	1,2	0,8
150	194	12,2	270619,5	8,6	1,2	0,9
180	212	13,4	298614,7	9,5	0,9	0,8
210	229	14,5	325054,5	10,3	0,8	0,8
300	280	17,3	404374,0	12,9	2,5	0,9
330	295	18,2	427703,3	13,6	0,7	0,9
360	305	19,0	443256,1	14,1	0,5	0,6
390	317	19,7	461919,6	14,7	0,6	0,8
420	328	20,5	479027,7	15,2	0,5	0,7
450	340	21,2	497691,1	15,8	0,6	0,8

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

temps (s)	H(mm)	$t^{1/2}$ (s ^{0,5})	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	$dl/dt^{1/2}$ (mm.s ^{-0,5})
480	351	21,9	514799,2	16,4	0,5	0,8
510	362	22,6	531907,4	16,9	0,5	0,8
540	371	23,2	545904,9	17,4	0,4	0,7
570	381	23,9	561457,8	17,9	0,5	0,8
600	391	24,5	577010,6	18,4	0,5	0,8
720	428	26,8	634556,2	20,2	1,8	0,8
780	444	27,9	659440,7	21,0	0,8	0,7
840	460	29,0	684325,3	21,8	0,8	0,8
900	477	30,0	710765,1	22,6	0,8	0,8
960	492	31,0	734094,4	23,4	0,7	0,8
1020	508	31,9	758978,9	24,2	0,8	0,8
1080	520	32,9	777642,4	24,8	0,6	0,6
1140	538	33,8	805637,5	25,6	0,9	1,0
1200	552	34,6	827411,5	26,3	0,7	0,8
1260	566	35,5	849185,5	27,0	0,7	0,8
1320	580	36,3	870959,4	27,7	0,7	0,8
1440	610	37,9	917618,0	29,2	1,5	0,9
1500	622	38,7	936281,4	29,8	0,6	0,8
1560	633	39,5	953389,5	30,3	0,5	0,7
1740	663	41,7	1000048,1	31,8	1,5	0,7
1860	682	43,1	1029598,48	32,7731375	0,9	0,7
1920	692	43,8	1045151,3	33,3	0,5	0,7

Annexe3.9 :

Succion 40 mm

Parcelle : demi-lune (T2)

Position : bloc A , aval

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}$ (s ^{0,5})	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
0	20	0	0	0		
30	135	5,5	178857,7	5,7	5,7	1,0
60	184	7,7	255066,7	8,1	2,4	1,1
90	214	9,5	301725,2	9,6	1,5	0,9
120	244	11,0	348383,8	11,1	1,5	1,0
150	272	12,2	391931,7	12,5	1,4	1,1
180	290	13,4	419926,9	13,4	0,9	0,8
210	314	14,5	457253,7	14,6	1,2	1,1
240	335	15,5	489914,7	15,6	1,0	1,0
270	355	16,4	521020,4	16,6	1,0	1,1
300	375	17,3	552126,1	17,6	1,0	1,1
330	395	18,2	583231,8	18,6	1,0	1,2
360	410	19,0	606561,0	19,3	0,7	0,9
450	466	21,2	693657,0	22,1	2,8	1,2
540	498	23,2	743426,1	23,7	1,6	0,8
570	513	23,9	766755,4	24,4	0,7	1,2
600	524	24,5	783863,5	25,0	0,5	0,9
660	548	25,7	821190,3	26,1	1,2	1,0
720	570	26,8	855406,6	27,2	1,1	1,0
780	590	27,9	886512,3	28,2	1,0	0,9
840	612	29,0	920728,6	29,3	1,1	1,0
960	642	31,0	967387,1	30,8	1,5	0,7
1020	662	31,9	998492,8	31,8	1,0	1,0
1080	682	32,9	1029598,5	32,8	1,0	1,1

Annexe3.10 :

Succion 40 mm

Parcelle : zai (T3)

Position : bloc A , amont

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

temps	H(mm)	$t^{(1/2)} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl(mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
0	20	0	0	0		
30	190	5,5	264398,4	8,4	8,4	1,5
60	260	7,7	373268,3	11,9	3,5	1,5
90	310	9,5	451032,6	14,4	2,5	1,4
120	352	11,0	516354,5	16,4	2,1	1,4
150	388	12,2	572344,8	18,2	1,8	1,4
180	418	13,4	619003,3	19,7	1,5	1,3
210	448	14,5	665661,9	21,2	1,5	1,4
240	474	15,5	706099,3	22,5	1,3	1,3
270	498	16,4	743426,1	23,7	1,2	1,3
300	524	17,3	783863,5	25,0	1,3	1,4
330	544	18,2	814969,2	25,9	1,0	1,2
360	566	19,0	849185,5	27,0	1,1	1,3
390	588	19,7	883401,7	28,1	1,1	1,4
420	608	20,5	914507,4	29,1	1,0	1,3
450	630	21,2	948723,7	30,2	1,1	1,5
480	646	21,9	973608,2	31,0	0,8	1,1
510	662	22,6	998492,8	31,8	0,8	1,2
540	678	23,2	1023377,3	32,6	0,8	1,2
570	696	23,9	1051372,5	33,5	0,9	1,4

Annexe3.11 :

Succion 40 mm

Parcelle : zai (T3)

Position : bloc A , milieu

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
0	18	0	0	0		
30	155	5,5	213074,0	6,8	6,8	1,2

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	$dl/dt^{1/2} (mm.s^{-0,5})$
60	208	7,7	295504,1	9,4	2,6	1,2
90	248	9,5	357715,5	11,4	2,0	1,1
120	280	11,0	407484,6	13,0	1,6	1,1
150	310	12,2	454143,1	14,5	1,5	1,1
180	336	13,4	494580,5	15,7	1,3	1,1
210	362	14,5	535017,9	17,0	1,3	1,2
240	386	15,5	572344,8	18,2	1,2	1,2
300	426	17,3	634556,2	20,2	2,0	1,1
330	446	18,2	665661,9	21,2	1,0	1,2
360	466	19,0	696767,6	22,2	1,0	1,2
390	486	19,7	727873,2	23,2	1,0	1,3
420	504	20,5	755868,4	24,1	0,9	1,2
450	520	21,2	780752,9	24,9	0,8	1,1
480	538	21,9	808748,1	25,7	0,9	1,3
510	554	22,6	833632,6	26,5	0,8	1,2
540	570	23,2	858517,2	27,3	0,8	1,2
570	586	23,9	883401,7	28,1	0,8	1,2
600	604	24,5	911396,8	29,0	0,9	1,4
660	630	25,7	951834,2	30,3	1,3	1,1
720	660	26,8	998492,8	31,8	1,5	1,3
780	690	27,9	1045151,3	33,3	1,5	1,4

Annexe3.12 :

Succion 40 mm

Parcelle : zai (T3)

Position : bloc A , aval

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	$dl/dt^{1/2} (mm.s^{-0,5})$
0	18	0	0	0		
30	195	5,5	275285,4	8,8	8,8	1,6

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}$ ($s^{0,5}$)	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	$dl/dt^{1/2}$ (mm. $s^{-0,5}$)
60	265	7,7	384155,3	12,2	3,5	1,5
90	310	9,5	454143,1	14,5	2,2	1,3
120	348	11,0	513244,0	16,3	1,9	1,3
150	380	12,2	563013,1	17,9	1,6	1,2
180	410	13,4	609671,6	19,4	1,5	1,3
210	435	14,5	648553,7	20,6	1,2	1,2
240	457	15,5	682770,0	21,7	1,1	1,1
270	480	16,4	718541,5	22,9	1,1	1,2
300	502	17,3	752757,8	24,0	1,1	1,2
330	524	18,2	786974,1	25,1	1,1	1,3
390	563	19,7	847630,2	27,0	1,9	1,2
420	584	20,5	880291,1	28,0	1,0	1,4
450	605	21,2	912952,1	29,1	1,0	1,4
510	640	22,6	967387,1	30,8	1,7	1,3
540	660	23,2	998492,8	31,8	1,0	1,5
570	680	23,9	1029598,5	32,8	1,0	1,6
600	700	24,5	1060704,2	33,8	1,0	1,6

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

ANNEXE4: FEUILLE DE CALCUL DE LA SUCCION 60MM EN REGIME TRANSITOIRE

ANNEXE4.1 :

SUCCION 60 MM

PARCELLE : TEMOIN

POSITION : BLOC A , AMONT

RAYON DU DISQUE : 100MM

RAYON DU RESERVOIR : 22,25MM

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)} (s^{0,5})$	V1(mm3)	Icum (mm)	dl (mm)	$dl/dt^{1/2} (mm.s^{-0,5})$
0	20	0	0	0		
30	87	5,5	104204,1	3,3	3,3	0,6
60	115	7,7	147752,0	4,7	1,4	0,6
90	142	9,5	189744,7	6,0	1,3	0,8
120	161	11,0	219295,1	7,0	0,9	0,6
150	180	12,2	248845,6	7,9	0,9	0,7
180	198	13,4	276840,7	8,8	0,9	0,8
210	214	14,5	301725,2	9,6	0,8	0,7
240	229	15,5	325054,5	10,3	0,7	0,7
270	245	16,4	349939,1	11,1	0,8	0,8
300	258	17,3	370157,8	11,8	0,6	0,7
330	270	18,2	388821,2	12,4	0,6	0,7
360	285	19,0	412150,4	13,1	0,7	0,9
390	295	19,7	427703,3	13,6	0,5	0,6
420	308	20,5	447922,0	14,3	0,6	0,9
450	320	21,2	466585,4	14,9	0,6	0,8
480	332	21,9	485248,8	15,4	0,6	0,9
510	342	22,6	500801,7	15,9	0,5	0,7
540	354	23,2	519465,1	16,5	0,6	0,9
570	363	23,9	533462,7	17,0	0,4	0,7
600	374	24,5	550570,8	17,5	0,5	0,9

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl (mm)	$dl/dt^{1/2} (mm.s^{-0,5})$
720	412	26,8	609671,6	19,4	0,9	0,8
780	432	27,9	640777,3	20,4	1,0	0,9
840	450	29,0	668772,4	21,3	0,9	0,8
900	468	30,0	696767,6	22,2	0,9	0,9
960	485	31,0	723207,4	23,0	0,8	0,9
1020	504	31,9	752757,8	24,0	0,9	1,0
1080	520	32,9	777642,4	24,8	0,8	0,9
1140	536	33,8	802526,9	25,5	0,8	0,9
1200	552	34,6	827411,5	26,3	0,8	0,9
1260	568	35,5	852296,0	27,1	0,8	0,9
1320	584	36,3	877180,6	27,9	0,8	0,9
1380	600	37,1	902065,1	28,7	0,8	1,0
1440	614	37,9	923839,1	29,4	0,7	0,9
1500	628	38,7	945613,1	30,1	0,7	0,9
1680	660	41,0	995382,2	31,7	1,6	0,7
1740	674	41,7	1017156,2	32,4	0,7	1,0
1800	688	42,4	1038930,2	33,1	0,7	1,0

Annexe4.2 :

Succion 60 mm

Parcelle : témoin (T0)

Position : bloc A , milieu

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

temps (s)	H(mm)	$t^{1/2}$ (s ^{0,5})	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl(mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
0	20	0	0	0		
30	87	5,5	104204,1	3,3	3,3	0,6
60	115	7,7	147752,0	4,7	1,4	0,6
90	142	9,5	189744,7	6,0	1,3	0,8
120	161	11,0	219295,1	7,0	0,9	0,6
150	180	12,2	248845,6	7,9	0,9	0,7
180	198	13,4	276840,7	8,8	0,9	0,8
210	214	14,5	301725,2	9,6	0,8	0,7
240	229	15,5	325054,5	10,3	0,7	0,7
270	245	16,4	349939,1	11,1	0,8	0,8
300	258	17,3	370157,8	11,8	0,6	0,7
330	270	18,2	388821,2	12,4	0,6	0,7
360	285	19,0	412150,4	13,1	0,7	0,9
390	295	19,7	427703,3	13,6	0,5	0,6
420	308	20,5	447922,0	14,3	0,6	0,9
450	320	21,2	466585,4	14,9	0,6	0,8
480	332	21,9	485248,8	15,4	0,6	0,9
510	342	22,6	500801,7	15,9	0,5	0,7
540	354	23,2	519465,1	16,5	0,6	0,9
570	363	23,9	533462,7	17,0	0,4	0,7
600	374	24,5	550570,8	17,5	0,5	0,9
660	394	25,7	581676,5	18,5	1,0	0,8
720	412	26,8	609671,6	19,4	0,9	0,8
780	432	27,9	640777,3	20,4	1,0	0,9
840	450	29,0	668772,4	21,3	0,9	0,8
900	468	30,0	696767,6	22,2	0,9	0,9
960	485	31,0	723207,4	23,0	0,8	0,9
1020	504	31,9	752757,8	24,0	0,9	1,0
1080	520	32,9	777642,4	24,8	0,8	0,9
1140	536	33,8	802526,9	25,5	0,8	0,9
1200	552	34,6	827411,5	26,3	0,8	0,9

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl (mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
1260	568	35,5	852296,0	27,1	0,8	0,9
1320	584	36,3	877180,6	27,9	0,8	0,9
1380	600	37,1	902065,1	28,7	0,8	1,0
1440	614	37,9	923839,1	29,4	0,7	0,9
1500	628	38,7	945613,1	30,1	0,7	0,9
1680	660	41,0	995382,2	31,7	1,6	0,7
1740	674	41,7	1017156,2	32,4	0,7	1,0
1800	688	42,4	1038930,2	33,1	0,7	1,0

Annexe4.3 :

Succion 60 mm

Parcelle : témoin (T0)

Position : bloc A , aval

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl(mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
0	19	0	0	0		
30	110	5,5	141530,9	4,5	4,5	0,8
60	145	7,7	195965,9	6,2	1,7	0,8
90	167	9,5	230182,1	7,3	1,1	0,6
120	186	11,0	259732,5	8,3	0,9	0,6
150	205	12,2	289283,0	9,2	0,9	0,7
180	220	13,4	312612,2	10,0	0,7	0,6
210	236	14,5	337496,8	10,7	0,8	0,7
240	253	15,5	363936,6	11,6	0,8	0,8
270	267	16,4	385710,6	12,3	0,7	0,7
300	280	17,3	405929,3	12,9	0,6	0,7
570	381	23,9	563013,1	17,9	5,0	0,8
600	392	24,5	580121,2	18,5	0,5	0,9
660	410	25,7	608116,3	19,4	0,9	0,7
720	432	26,8	642332,6	20,4	1,1	1,0

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}$ (s ^{0,5})	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
780	452	27,9	673438,3	21,4	1,0	0,9
840	470	29,0	701433,4	22,3	0,9	0,8
900	488	30,0	729428,5	23,2	0,9	0,9
960	508	31,0	760534,2	24,2	1,0	1,0
1020	524	31,9	785418,8	25,0	0,8	0,8
1080	544	32,9	816524,5	26,0	1,0	1,1
1140	559	33,8	839853,7	26,7	0,7	0,8
1200	578	34,6	869404,2	27,7	0,9	1,1
1320	610	36,3	919173,3	29,3	1,6	0,9
1380	627	37,1	945613,1	30,1	0,8	1,0
1440	644	37,9	972052,9	30,9	0,8	1,1
1500	660	38,7	996937,5	31,7	0,8	1,0
1560	676	39,5	1021822,1	32,5	0,8	1,0
1620	692	40,2	1046706,6	33,3	0,8	1,1

Annexe4.4 :

Succion 60 mm

Parcelle : cordon pierreux (T1)

Position : bloc A , amont

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps	H(mm)	$t^{(1/2)}$	V1(mm ³)	lcum (mm)	Di	dt/dt ^{1/2}
0	22	0	0	0		
30	52	5,5	46658,5	1,5	1,5	0,3
60	110	7,7	136865,1	4,4	2,9	1,3
90	159	9,5	213074,0	6,8	2,4	1,4
120	198	11,0	273730,1	8,7	1,9	1,3
150	231	12,2	325054,5	10,3	1,6	1,3
180	259	13,4	368602,5	11,7	1,4	1,2
210	283	14,5	405929,3	12,9	1,2	1,1
240	303	15,5	437035,0	13,9	1,0	1,0
270	324	16,4	469696,0	15,0	1,0	1,1

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl (mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
300	342	17,3	497691,1	15,8	0,9	1,0
330	360	18,2	525686,2	16,7	0,9	1,1
360	377	19,0	552126,1	17,6	0,8	1,0
390	393	19,7	577010,6	18,4	0,8	1,0
420	410	20,5	603450,5	19,2	0,8	1,1
450	424	21,2	625224,5	19,9	0,7	1,0
480	440	21,9	650109,0	20,7	0,8	1,1
510	454	22,6	671883,0	21,4	0,7	1,0
540	468	23,2	693657,0	22,1	0,7	1,1
570	484	23,9	718541,5	22,9	0,8	1,2
600	498	24,5	740315,5	23,6	0,7	1,1
660	524	25,7	780752,9	24,9	1,3	1,1
720	549	26,8	819635,0	26,1	1,2	1,1
780	575	27,9	860072,4	27,4	1,3	1,2
840	604	29,0	905175,7	28,8	1,4	1,4
900	625	30,0	937836,7	29,9	1,0	1,0
960	649	31,0	975163,5	31,0	1,2	1,2
1020	671	31,9	1009379,8	32,1	1,1	1,1
1080	692	32,9	1042040,8	33,2	1,0	1,1
1140	715	33,8	1077812,3	34,3	1,1	1,3
1200	736	34,6	1110473,3	35,3	1,0	1,2
1260	758	35,5	1144689,5	36,4	1,1	1,3

Annexe4.5 :

Succion 60 mm

Parcelle : cordon pierreux (T1)

Position : bloc A , milieu

Rayon du disque : 100mm

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl(mm)	dt/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
0	26	0	0	0		
30	64	5,5	59100,8	1,9	1,9	0,3

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}$ (s ^{0,5})	V1(mm ³)	Icum (mm)	dl (mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
60	103	7,7	119756,9	3,8	1,9	0,9
90	130	9,5	161749,6	5,1	1,3	0,8
120	158	11,0	205297,6	6,5	1,4	0,9
150	181	12,2	241069,1	7,7	1,1	0,9
180	201	13,4	272174,8	8,7	1,0	0,8
210	222	14,5	304835,8	9,7	1,0	1,0
240	241	15,5	334386,2	10,6	0,9	0,9
270	257	16,4	359270,8	11,4	0,8	0,8
300	273	17,3	384155,3	12,2	0,8	0,9
330	288	18,2	407484,6	13,0	0,7	0,9
360	303	19,0	430813,9	13,7	0,7	0,9
390	318	19,7	454143,1	14,5	0,7	1,0
420	332	20,5	475917,1	15,1	0,7	0,9
450	345	21,2	496135,8	15,8	0,6	0,9
480	360	21,9	519465,1	16,5	0,7	1,1
510	372	22,6	538128,5	17,1	0,6	0,9
540	384	23,2	556791,9	17,7	0,6	0,9
570	396	23,9	575455,3	18,3	0,6	0,9
600	410	24,5	597229,3	19,0	0,7	1,1
660	432	25,7	631445,6	20,1	1,1	0,9
720	454	26,8	665661,9	21,2	1,1	1,0
780	476	27,9	699878,1	22,3	1,1	1,0
840	498	29,0	734094,4	23,4	1,1	1,0
900	518	30,0	765200,1	24,4	1,0	1,0
960	538	31,0	796305,8	25,3	1,0	1,0
1020	558	31,9	827411,5	26,3	1,0	1,0
1080	578	32,9	858517,2	27,3	1,0	1,1
1200	617	34,6	919173,3	29,3	1,9	1,1
1260	638	35,5	951834,2	30,3	1,0	1,2
1320	658	36,3	982939,9	31,3	1,0	1,2
1500	705	38,7	1056038,3	33,6	2,3	1,0

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)} (s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl (mm)	$dl/dt^{1/2} (mm.s^{-0,5})$
1560	722	39,5	1082478,2	34,5	0,8	1,1
1620	738	40,2	1107362,7	35,2	0,8	1,1

Annexe4.6 :

Succion 60 mm

Parcelle : cordon pierreux (T1)

Position : bloc A , aval

Rayon du disque : 100mm

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl(mm)	$dl/dt^{1/2} (mm.s^{-0,5})$
0	22	0	0	0		
30	75	5,5	82430,1	2,6	2,6	0,5
60	98	7,7	118201,6	3,8	1,1	0,5
90	122	9,5	155528,5	5,0	1,2	0,7
120	142	11,0	186634,2	5,9	1,0	0,7
150	162	12,2	217739,9	6,9	1,0	0,8
180	179	13,4	244179,7	7,8	0,8	0,7
210	195	14,5	269064,3	8,6	0,8	0,7
240	209	15,5	290838,2	9,3	0,7	0,7
270	225	16,4	315722,8	10,0	0,8	0,8
300	238	17,3	335941,5	10,7	0,6	0,7
330	252	18,2	357715,5	11,4	0,7	0,8
360	264	19,0	376378,9	12,0	0,6	0,7
390	276	19,7	395042,3	12,6	0,6	0,8
420	288	20,5	413705,7	13,2	0,6	0,8
450	301	21,2	433924,4	13,8	0,6	0,9
480	312	21,9	451032,6	14,4	0,5	0,8
510	324	22,6	469696,0	15,0	0,6	0,9
540	335	23,2	486804,1	15,5	0,5	0,8
570	345	23,9	502357,0	16,0	0,5	0,8
600	355	24,5	517909,8	16,5	0,5	0,8
660	375	25,7	549015,5	17,5	1,0	0,8

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl(mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
720	395	26,8	580121,2	18,5	1,0	0,9
780	415	27,9	611226,9	19,5	1,0	0,9
840	433	29,0	639222,0	20,3	0,9	0,8
900	451	30,0	667217,1	21,2	0,9	0,9
960	468	31,0	693657,0	22,1	0,8	0,9
1020	485	31,9	720096,8	22,9	0,8	0,9
1080	501	32,9	744981,4	23,7	0,8	0,9
1140	517	33,8	769865,9	24,5	0,8	0,9
1200	532	34,6	793195,2	25,2	0,7	0,8
1260	548	35,5	818079,8	26,0	0,8	0,9
1320	564	36,3	842964,3	26,8	0,8	0,9
1380	580	37,1	867848,9	27,6	0,8	1,0
1440	594	37,9	889622,9	28,3	0,7	0,9
1500	610	38,7	914507,4	29,1	0,8	1,0
1560	624	39,5	936281,4	29,8	0,7	0,9
1620	638	40,2	958055,4	30,5	0,7	0,9
1680	651	41,0	978274,1	31,1	0,6	0,9
1740	666	41,7	1001603,4	31,9	0,7	1,0
1800	680	42,4	1023377,3	32,6	0,7	1,0

Annexe4.7 :

Succion 60 mm

Parcelle : demi-lune (T2)

Position : bloc A , amont

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl(mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
0	22	0	0	0		
30	50	5,5	43548,0	1,4	1,4	0,3
60	70	7,7	74653,7	2,4	1,0	0,4

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl(mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
120	108	11,0	133754,5	4,3	0,9	0,6
150	120	12,2	152417,9	4,9	0,6	0,5
180	135	13,4	175747,2	5,6	0,7	0,6
210	147	14,5	194410,6	6,2	0,6	0,6
240	158	15,5	211518,7	6,7	0,5	0,5
270	167	16,4	225516,3	7,2	0,4	0,5
300	177	17,3	241069,1	7,7	0,5	0,6
temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl(mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
330	187	18,2	256622,0	8,2	0,5	0,6
360	197	19,0	272174,8	8,7	0,5	0,6
390	205	19,7	284617,1	9,1	0,4	0,5
420	213	20,5	297059,4	9,5	0,4	0,5
450	222	21,2	311056,9	9,9	0,4	0,6
480	229	21,9	321943,9	10,2	0,3	0,5
540	245	23,2	346828,5	11,0	0,8	0,6
570	252	23,9	357715,5	11,4	0,3	0,5
600	259	24,5	368602,5	11,7	0,3	0,6
660	272	25,7	388821,2	12,4	0,6	0,5
720	285	26,8	409039,9	13,0	0,6	0,6
780	298	27,9	429258,6	13,7	0,6	0,6
840	309	29,0	446366,7	14,2	0,5	0,5
900	320	30,0	463474,8	14,8	0,5	0,5
960	332	31,0	482138,3	15,3	0,6	0,6
1020	343	31,9	499246,4	15,9	0,5	0,6
1080	353	32,9	514799,2	16,4	0,5	0,5
1140	363	33,8	530352,1	16,9	0,5	0,5
1200	373	34,6	545904,9	17,4	0,5	0,6
1260	384	35,5	563013,1	17,9	0,5	0,6
1320	394	36,3	578565,9	18,4	0,5	0,6
1440	414	37,9	609671,6	19,4	1,0	0,6
1500	424	38,7	625224,5	19,9	0,5	0,6

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

1560	434	39,5	640777,3	20,4	0,5	0,6
1620	443	40,2	654774,9	20,8	0,4	0,6
1680	452	41,0	668772,4	21,3	0,4	0,6
1740	462	41,7	684325,3	21,8	0,5	0,7
1800	471	42,4	698322,8	22,2	0,4	0,6
1860	480	43,1	712320,4	22,7	0,4	0,6
1920	490	43,8	727873,2	23,2	0,5	0,7
1980	497	44,5	738760,2	23,5	0,3	0,5
temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl(mm)	$dl/dt^{1/2}$ (mm.s ^{-0,5})
2040	506	45,2	752757,8	24,0	0,4	0,7
2100	514	45,8	765200,1	24,4	0,4	0,6
2160	524	46,5	780752,9	24,9	0,5	0,8
2220	533	47,1	794750,5	25,3	0,4	0,7
2280	543	47,7	810303,3	25,8	0,5	0,8
2340	553	48,4	825856,2	26,3	0,5	0,8
2400	560	49,0	836743,2	26,6	0,3	0,6
2460	566	49,6	846074,9	26,9	0,3	0,5

Annexe4.8 :

Succion 60 mm

Parcelle : demi-lune (T2)

Position : bloc A , milieu

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl(mm)	$dl/dt^{1/2}$ (mm.s ^{-0,5})
0	62	0	0	0		
30	88	5,5	40437,4	1,3	1,3	0,2
60	101	7,7	60656,1	1,9	0,6	0,3
90	111	9,5	76209,0	2,4	0,5	0,3
120	120	11,0	90206,5	2,9	0,4	0,3
150	127	12,2	101093,5	3,2	0,3	0,3
180	134	13,4	111980,5	3,6	0,3	0,3

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

210	141	14,5	122867,5	3,9	0,3	0,3
240	147	15,5	132199,2	4,2	0,3	0,3
270	153	16,4	141530,9	4,5	0,3	0,3
300	160	17,3	152417,9	4,9	0,3	0,4
330	165	18,2	160194,3	5,1	0,2	0,3
360	172	19,0	171081,3	5,4	0,3	0,4
390	177	19,7	178857,7	5,7	0,2	0,3
420	182	20,5	186634,2	5,9	0,2	0,3
temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl(mm)	$dl/dt^{1/2} (mm.s^{-0,5})$
450	188	21,2	195965,9	6,2	0,3	0,4
480	193	21,9	203742,3	6,5	0,2	0,4
510	199	22,6	213074,0	6,8	0,3	0,4
540	204	23,2	220850,4	7,0	0,2	0,4
720	234	26,8	267509,0	8,5	1,5	0,4
780	243	27,9	281506,5	9,0	0,4	0,4
840	253	29,0	297059,4	9,5	0,5	0,5
900	262	30,0	311056,9	9,9	0,4	0,4
960	272	31,0	326609,8	10,4	0,5	0,5
1080	289	32,9	353049,6	11,2	0,8	0,4
1140	297	33,8	365491,9	11,6	0,4	0,4
1200	306	34,6	379489,5	12,1	0,4	0,5
1260	314	35,5	391931,7	12,5	0,4	0,5
1320	322	36,3	404374,0	12,9	0,4	0,5
1380	330	37,1	416816,3	13,3	0,4	0,5
1440	338	37,9	429258,6	13,7	0,4	0,5
1500	346	38,7	441700,9	14,1	0,4	0,5
1560	354	39,5	454143,1	14,5	0,4	0,5
1620	361	40,2	465030,1	14,8	0,3	0,5
1680	368	41,0	475917,1	15,1	0,3	0,5
1740	375	41,7	486804,1	15,5	0,3	0,5
1800	382	42,4	497691,1	15,8	0,3	0,5
1860	389	43,1	508578,1	16,2	0,3	0,5

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

1920	396	43,8	519465,1	16,5	0,3	0,5
1980	401	44,5	527241,5	16,8	0,2	0,4
2100	417	45,8	552126,1	17,6	0,8	0,6
2160	422	46,5	559902,5	17,8	0,2	0,4
2220	428	47,1	569234,2	18,1	0,3	0,5
2280	433	47,7	577010,6	18,4	0,2	0,4
2340	438	48,4	584787,1	18,6	0,2	0,4
2400	443	49,0	592563,5	18,9	0,2	0,4
temps (s)	H(mm)	$t^{1/2}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl(mm)	$dl/dt^{1/2} (mm.s^{-0,5})$
2460	448	49,6	600339,9	19,1	0,2	0,4
2520	453	50,2	608116,3	19,4	0,2	0,4
2580	459	50,8	617448,0	19,7	0,3	0,5
2640	464	51,4	625224,5	19,9	0,2	0,4
2700	469	52,0	633000,9	20,1	0,2	0,4
2760	474	52,5	640777,3	20,4	0,2	0,4
2820	479	53,1	648553,7	20,6	0,2	0,4
2940	488	54,2	662551,3	21,1	0,4	0,4
3000	492	54,8	668772,4	21,3	0,2	0,4

Annexe4.9 :

Succion 60 mm

Parcelle : demi-lune (T2)

Position : bloc A , aval

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{1/2}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl(mm)	$dl/dt^{1/2} (mm.s^{-0,5})$
0	61	0	0	0		
30	100	5,5	60656,1	1,9	1,9	0,4
60	132	7,7	110425,2	3,5	1,6	0,7
90	157	9,5	149307,3	4,8	1,2	0,7
120	180	11,0	185078,9	5,9	1,1	0,8
150	200	12,2	216184,6	6,9	1,0	0,8

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

180	218	13,4	244179,7	7,8	0,9	0,8
210	235	14,5	270619,5	8,6	0,8	0,8
240	250	15,5	293948,8	9,4	0,7	0,7
270	268	16,4	321943,9	10,2	0,9	0,9
300	282	17,3	343717,9	10,9	0,7	0,8
330	295	18,2	363936,6	11,6	0,6	0,8
360	310	19,0	387265,9	12,3	0,7	0,9
390	325	19,7	410595,2	13,1	0,7	1,0
temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl(mm)	$dl/dt^{1/2}$ (mm.s ^{-0,5})
420	338	20,5	430813,9	13,7	0,6	0,9
450	350	21,2	449477,3	14,3	0,6	0,8
480	362	21,9	468140,7	14,9	0,6	0,9
510	375	22,6	488359,4	15,5	0,6	1,0
540	385	23,2	503912,2	16,0	0,5	0,8
570	396	23,9	521020,4	16,6	0,5	0,9
660	432	25,7	577010,6	18,4	1,8	1,0
720	455	26,8	612782,2	19,5	1,1	1,0
780	478	27,9	648553,7	20,6	1,1	1,0
840	498	29,0	679659,4	21,6	1,0	0,9
900	518	30,0	710765,1	22,6	1,0	1,0
960	535	31,0	737205,0	23,5	0,8	0,9
1020	555	31,9	768310,6	24,5	1,0	1,0
1080	574	32,9	797861,1	25,4	0,9	1,0
1140	593	33,8	827411,5	26,3	0,9	1,0
1200	610	34,6	853851,3	27,2	0,8	1,0
1260	626	35,5	878735,9	28,0	0,8	0,9
1320	642	36,3	903620,4	28,8	0,8	0,9
1380	660	37,1	931615,5	29,7	0,9	1,1
1440	675	37,9	954944,8	30,4	0,7	0,9
1500	690	38,7	978274,1	31,1	0,7	0,9
1560	706	39,5	1003158,6	31,9	0,8	1,0

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

Annexe4.10 :

Succion 60 mm

Parcelle : zai (T3)

Position : bloc A , amont

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}(s^{0,5})$	V1(mm3)	Icum (mm)	dl(mm)	$dl/dt^{1/2}$ (mm.s ^{-0,5})
0	24	0	0	0		
30	190	5,5	258177,3	8,2	8,2	1,5
60	265	7,7	374823,6	11,9	3,7	1,6
90	315	9,5	452587,9	14,4	2,5	1,4
120	350	11,0	507022,8	16,1	1,7	1,2
temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}(s^{0,5})$	V1(mm3)	Icum (mm)	dl(mm)	$dl/dt^{1/2}$ (mm.s ^{-0,5})
150	379	12,2	552126,1	17,6	1,4	1,1
180	400	13,4	584787,1	18,6	1,0	0,9
210	428	14,5	628335,0	20,0	1,4	1,3
240	450	15,5	662551,3	21,1	1,1	1,1
270	470	16,4	693657,0	22,1	1,0	1,1
300	490	17,3	724762,7	23,1	1,0	1,1
330	510	18,2	755868,4	24,1	1,0	1,2
360	526	19,0	780752,9	24,9	0,8	1,0
390	545	19,7	810303,3	25,8	0,9	1,2
420	560	20,5	833632,6	26,5	0,7	1,0
450	578	21,2	861627,7	27,4	0,9	1,2
480	595	21,9	888067,6	28,3	0,8	1,2
510	610	22,6	911396,8	29,0	0,7	1,1
540	625	23,2	934726,1	29,8	0,7	1,1
570	640	23,9	958055,4	30,5	0,7	1,2
600	653	24,5	978274,1	31,1	0,6	1,0
660	680	25,7	1020266,8	32,5	1,3	1,1
720	710	26,8	1066925,3	34,0	1,5	1,3
780	733	27,9	1102696,9	35,1	1,1	1,0

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

Annexe4.11 :

Succion 60 mm

Parcelle : zai (T3)

Position : bloc A , milieu

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl(mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
0	20	0	0	0		
30	110	5,5	139975,6	4,5	4,5	0,8
60	150	7,7	202187,0	6,4	2,0	0,9
90	185	9,5	256622,0	8,2	1,7	1,0
temps (s)	H(mm)	$t^{(1/2)}(s^{0,5})$	V1(mm ³)	lcum (mm)	dl(mm)	dl/dt ^{1/2} (mm.s ^{-0,5})
120	213	11,0	300169,9	9,6	1,4	0,9
150	240	12,2	342162,6	10,9	1,3	1,0
180	265	13,4	381044,8	12,1	1,2	1,1
210	284	14,5	410595,2	13,1	0,9	0,9
240	305	15,5	443256,1	14,1	1,0	1,0
300	340	17,3	497691,1	15,8	1,7	0,9
330	355	18,2	521020,4	16,6	0,7	0,9
360	371	19,0	545904,9	17,4	0,8	1,0
390	385	19,7	567678,9	18,1	0,7	0,9
420	400	20,5	591008,2	18,8	0,7	1,0
450	415	21,2	614337,5	19,6	0,7	1,0
480	428	21,9	634556,2	20,2	0,6	0,9
510	440	22,6	653219,6	20,8	0,6	0,9
540	455	23,2	676548,9	21,5	0,7	1,1
570	466	23,9	693657,0	22,1	0,5	0,9
600	480	24,5	715431,0	22,8	0,7	1,1
660	503	25,7	751202,5	23,9	1,1	1,0
720	525	26,8	785418,8	25,0	1,1	1,0
780	546	27,9	818079,8	26,0	1,0	0,9

*Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de
Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales*

840	570	29,0	855406,6	27,2	1,2	1,1
900	590	30,0	886512,3	28,2	1,0	1,0
960	610	31,0	917618,0	29,2	1,0	1,0
1020	630	31,9	948723,7	30,2	1,0	1,0
1080	650	32,9	979829,4	31,2	1,0	1,1
1140	670	33,8	1010935,1	32,2	1,0	1,1
1200	687	34,6	1037374,9	33,0	0,8	1,0
1260	707	35,5	1068480,6	34,0	1,0	1,2

Annexe4.12 :

Succion 60 mm

Parcelle : zai (T3)

Position : bloc A , aval

Rayon du disque : 100mm

Rayon du réservoir : 22,25mm

temps (s)	H(mm)	$t^{1/2}(s^{0,5})$	V1(mm3)	Icum (mm)	dl(mm)	$dl/dt^{1/2} (mm.s^{-0,5})$
0	20	0	0	0		
30	115	5,5	147752,0	4,7	4,7	0,9
60	158	7,7	214629,3	6,8	2,1	0,9
90	188	9,5	261287,8	8,3	1,5	0,9
120	210	11,0	295504,1	9,4	1,1	0,7
150	230	12,2	326609,8	10,4	1,0	0,8
180	250	13,4	357715,5	11,4	1,0	0,8
210	268	14,5	385710,6	12,3	0,9	0,8
240	284	15,5	410595,2	13,1	0,8	0,8
300	316	17,3	460364,3	14,7	1,6	0,9
330	329	18,2	480583,0	15,3	0,6	0,8
360	342	19,0	500801,7	15,9	0,6	0,8
390	355	19,7	521020,4	16,6	0,6	0,8
420	368	20,5	541239,1	17,2	0,6	0,9
450	380	21,2	559902,5	17,8	0,6	0,8

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

480	392	21,9	578565,9	18,4	0,6	0,9
510	404	22,6	597229,3	19,0	0,6	0,9
540	416	23,2	615892,7	19,6	0,6	0,9
600	436	24,5	646998,4	20,6	1,0	0,8
660	457	25,7	679659,4	21,6	1,0	0,9
720	477	26,8	710765,1	22,6	1,0	0,9
780	497	27,9	741870,8	23,6	1,0	0,9
840	516	29,0	771421,2	24,6	0,9	0,9
900	535	30,0	800971,6	25,5	0,9	0,9
960	553	31,0	828966,8	26,4	0,9	0,9
1020	570	31,9	855406,6	27,2	0,8	0,9
1080	587	32,9	881846,4	28,1	0,8	0,9
1140	604	33,8	908286,3	28,9	0,8	0,9
1200	620	34,6	933170,8	29,7	0,8	0,9
1260	636	35,5	958055,4	30,5	0,8	0,9
1320	652	36,3	982939,9	31,3	0,8	0,9
1440	692	37,9	1045151,3	33,3	2,0	1,2

Annexe 5: Feuille de calcul de la conductivité hydraulique à saturation

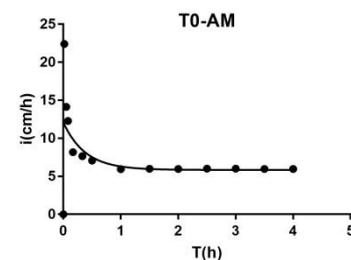
Annexe 5.1 :

Parcelle : témoin (T0)

Position : amont

Diamètre du cylindre intérieur : 28 cm

Tps(h)	Tp(s)	Vol (ml)	h (cm)	dt (s)	Tmoy (s)	h/dt (cm/h)	hmoy(cm/h)	hcum
0	0		0				0	0
0,0167	60	230	0,3735	60	30	#REF!	22,412	0,374
0,05	180	205	0,3329	120	120	10,0	14,129	0,706
0,0833	300	195	0,3167	120	240	9,5	12,278	1,023
0,1667	600	210	0,341	300	450	4,1	8,185	1,364
0,3333	1200	730	1,1855	600	900	7,1	7,649	2,550
0,5	1800	605	0,9825	600	1500	5,9	7,065	3,532
1	3600	1485	2,4117	1800	2700	4,8	5,944	5,944
1,5	5400	1880	3,0532	1800	4500	6,1	5,998	8,997
2	7200	1800	2,9233	1800	6300	5,8	5,960	11,920



$$h(cm/h) = 6,261 \exp(-2,612t) + 5,842$$

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

2,5	9000	1900	3,0857	1800	8100	6,2	6,002	15,006
3	10800	1860	3,0207	1800	9900	6,0	6,009	18,027
3,5	12600	1780	2,8908	1800	11700	5,8	5,976	20,918
4	14400	1815	2,9476	1800	13500	5,9	5,966	23,865

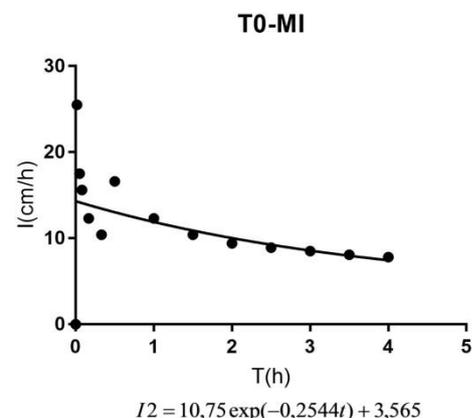
Annexe 5.2 :

Parcelle : témoin (T0)

Position : milieu

Diamètre du cylindre intérieur : 30 cm

Tp(s)	Vol (ml)	h (cm)	dt (s)	Tmoy (s)	h/dt (cm/h)		
0		0				0	0
60	300	0,4244	60	30	25,5	25,5	0,4244
180	320	0,4527	120	120	13,6	17,5	0,8771
300	300	0,4244	120	240	12,7	15,6	1,3015
600	530	0,7498	300	450	9,0	12,3	2,0513
1200	1000	1,4147	600	900	8,5	10,4	3,466
1800	3400	4,81	600	1500	28,9	16,6	8,2761
3600	2810	3,9753	1800	2700	8,0	12,3	12,251
5400	2365	3,3458	1800	4500	6,7	10,4	15,597
7200	2320	3,2821	1800	6300	6,6	9,4	18,879
9000	2450	3,466	1800	8100	6,9	8,9	22,345
10800	2210	3,1265	1800	9900	6,3	8,5	25,472
12600	2030	2,8719	1800	11700	5,7	8,1	28,344
14400	2000	2,8294	1800	13500	5,7	7,8	31,173



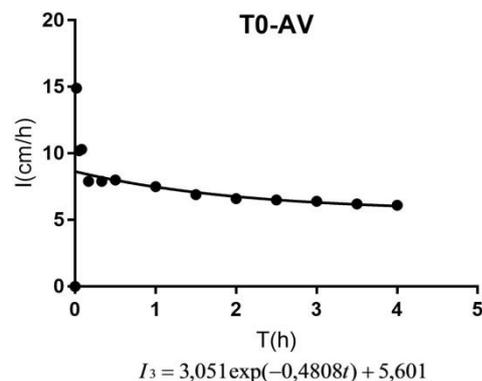
Annexe 5.3 :

Parcelle : témoin (T0)

Position : aval

Diamètre du cylindre intérieur : 32 cm

Tp(s)	Vol (ml)	h (cm)	dt (s)	Tmoy (s)	h/dt (cm/h)		
0		0				0	0
60	200	0,2487	60	30	14,9	14,9	0,2487
180	210	0,2611	120	120	7,8	10,2	0,5098
300	280	0,3482	120	240	10,4	10,3	0,8579
600	370	0,4601	300	450	5,5	7,9	1,318
1200	1050	1,3056	600	900	7,8	7,9	2,6236
1800	1110	1,3802	600	1500	8,3	8,0	4,0037
3600	2790	3,4691	1800	2700	6,9	7,5	7,4728
5400	2330	2,8971	1800	4500	5,8	6,9	10,37
7200	2320	2,8847	1800	6300	5,8	6,6	13,255
9000	2360	2,9344	1800	8100	5,9	6,5	16,189



Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

10800	2320	2,8847	1800	9900	5,8	6,4	19,074
12600	2200	2,7355	1800	11700	5,5	6,2	21,809
14400	2200	2,7355	1800	13500	5,5	6,1	24,545

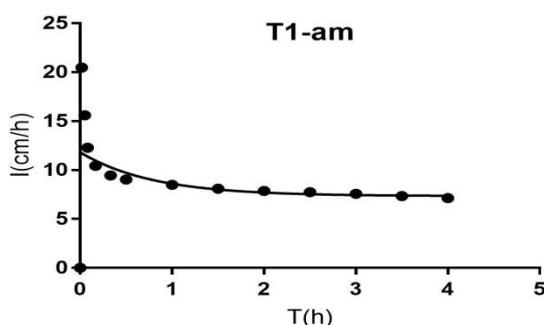
Annexe 5.4 :

Parcelle : cordon pierreux (T1)

Position : amont

Diamètre du cylindre intérieur : 28 cm

	Tp(s)	Vol (ml)	h (cm)	dt (s)	Tmoy (s)	h/dt (cm/h)		
0	0						0	0
0,0167	60	210	0,341	60	30	20,5	20,463	0,3410
0,05	180	270	0,4385	120	120	13,2	15,591	0,7795
0,0833	300	150	0,2436	120	240	7,3	12,278	1,0231
0,1667	600	440	0,7146	300	450	8,6	10,426	1,7377
0,3333	1200	870	1,4129	600	900	8,5	9,452	3,1506
0,5	1800	840	1,3642	600	1500	8,2	9,030	4,5148
1	3600	2450	3,9789	1800	2700	8,0	8,494	8,4937
1,5	5400	2245	3,6459	1800	4500	7,3	8,093	12,1396
2	7200	2210	3,5891	1800	6300	7,2	7,864	15,7287
2,5	9000	2235,5	3,6305	1800	8100	7,3	7,744	19,3592
3	10800	2075	3,3699	1800	9900	6,7	7,576	22,7291
3,5	12600	1810	2,9395	1800	11700	5,9	7,334	25,6686
4	14400	1760	2,8583	1800	13500	5,7	7,132	28,5269



Annexe 5.5 :

Parcelle : cordon pierreux (T1)

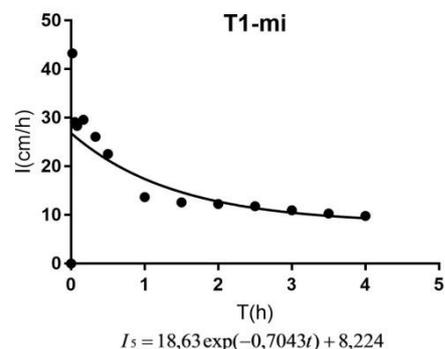
Position : milieu

Diamètre du cylindre intérieur : 30 cm

Tp(s)	Vol (ml)	h (cm)	dt (s)	Tmoy (s)	h/dt (cm/h)		
-------	----------	--------	--------	----------	-------------	--	--

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

0						0	0
60	510	0,7215	60	30	43,3	43,290	0,7215
180	520	0,7356	120	120	22,1	29,143	1,4572
300	640	0,9054	120	240	27,2	28,351	2,3626
600	1820	2,5748	300	450	30,9	29,624	4,9373
1200	2660	3,7631	600	900	22,6	26,101	8,7005
1800	1820	2,5748	600	1500	15,4	22,550	11,275
3600	1710	2,4192	1800	2700	4,8	13,694	13,694
5400	3670	5,192	1800	4500	10,4	12,591	18,886
7200	4000	5,6588	1800	6300	11,3	12,273	24,545
9000	3500	4,9515	1800	8100	9,9	11,799	29,497
10800	2390	3,3812	1800	9900	6,8	10,959	32,878
12600	2280	3,2255	1800	11700	6,5	10,315	36,103
14400	2230	3,1548	1800	13500	6,3	9,815	39,258



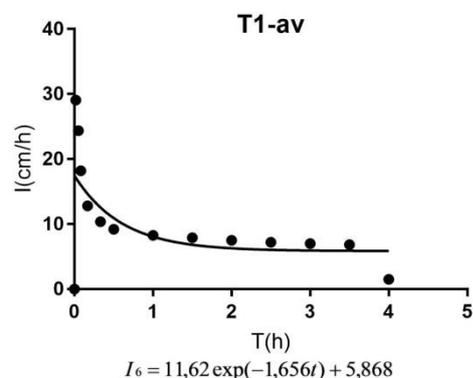
Annexe 5.6 :

Parcelle : cordon pierreux (T1)

Position : aval

Diamètre du cylindre intérieur : 32 cm

Tp(s)	Vol (ml)	h (cm)	dt (s)	Tmoy (s)	h/dt (cm/h)		
0						0	0
60	390	0,4849	60	30	29,1	29,096	0,4849
180	590	0,7336	120	120	22,0	24,371	1,2185
300	240	0,2984	120	240	9,0	18,203	1,5169
600	500	0,6217	300	450	7,5	12,832	2,1386
1200	1060	1,318	600	900	7,9	10,370	3,4566
1800	920	1,1439	600	1500	6,9	9,201	4,6006
3600	2970	3,6929	1800	2700	7,4	8,293	8,2935
5400	2900	3,6059	1800	4500	7,2	7,933	11,899
7200	2510	3,1209	1800	6300	6,2	7,510	15,02
9000	2430	3,0215	1800	8100	6,0	7,217	18,042
10800	2400	2,9842	1800	9900	6,0	7,009	21,026
12600	2400	2,9842	1800	11700	6,0	6,860	24,01
14400	2400	2,9842	1800	13500	6,0	1,500	6,0



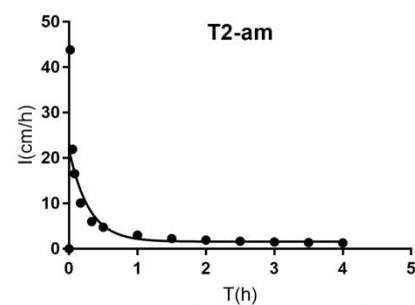
Annexe 5.7 :

Parcelle : demi-lune (T2)

Position : amont

Diamètre du cylindre intérieur : 28 cm

	Tp(s)	Vol (ml)	h (cm)	dt (s)	Tmoy (s)	h/dt (cm/h)		
	0						0	0
0,0167	60	450	0,7308	60	30	43,8	43,849	0,730
0,05	180	225	0,3654	120	120	11,0	21,924	1,096



Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

0,0833	300	175	0,2842	120	240	8,5	16,565	1,380
0,1667	600	185	0,3004	300	450	3,6	10,085	1,680
0,3333	1200	200	0,3248	600	900	1,9	6,017	2,005
0,5	1800	230	0,3735	600	1500	2,2	4,758	2,379
1	3600	385	0,6253	1800	2700	1,3	3,004	3,004
1,5	5400	240	0,3898	1800	4500	0,8	2,263	3,394
2	7200	300	0,4872	1800	6300	1,0	1,941	3,881
2,5	9000	220	0,3573	1800	8100	0,7	1,695	4,238
3	10800	200	0,3248	1800	9900	0,6	1,521	4,563
3,5	12600	220	0,3573	1800	11700	0,7	1,406	4,920
4	14400	215	0,3492	1800	13500	0,7	1,317	5,269

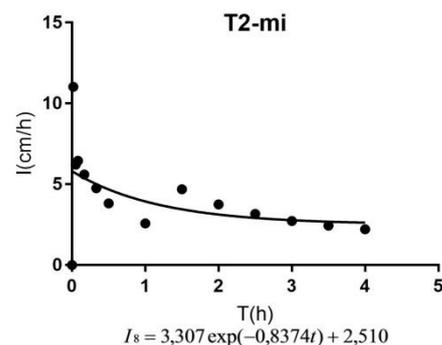
Annexe 5.8 :

Parcelle : demi-lune (T1)

Position : milieu

Diamètre du cylindre intérieur : 30 cm

Tp(s)	Vol (ml)	h (cm)	dt (s)	Tmoy (s)	h/dt (cm/h)		
0						0	0
60	130	0,1839	60	30	11,0	11,035	0,1839
180	90	0,1273	120	120	3,8	6,225	0,3112
300	160	0,2264	120	240	6,8	6,451	0,5376
600	280	0,3961	300	450	4,8	5,602	0,9337
1200	460	0,6508	600	900	3,9	4,753	1,5845
1800	230	0,3254	600	1500	2,0	3,820	1,9099
3600	475	0,672	1800	2700	1,3	2,582	2,5818
5400	3150	4,4563	1800	4500	8,9	4,692	7,0382
7200	340	0,481	1800	6300	1,0	3,760	7,5192
9000	275	0,389	1800	8100	0,8	3,163	7,9082
10800	190	0,2688	1800	9900	0,5	2,726	8,177
12600	280	0,3961	1800	11700	0,8	2,449	8,5731
14400	210	0,2971	1800	13500	0,6	2,218	8,8702



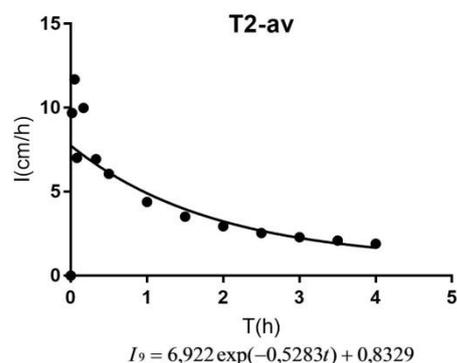
Annexe 5.9 :

Parcelle : demi-lune (T2)

Position : aval

Diamètre du cylindre intérieur : 32 cm

Tp(s)	Vol (ml)	h (cm)	dt (s)	Tmoy (s)	h/dt (cm/h)		
0						0	0
60	130	0,1616	60	30	9,7	9,699	0,1616
180	340	0,4228	120	120	12,7	11,688	0,5844
300	0	0	120	240	0,0	7,013	0,5844
600	870	1,0818	300	450	13,0	9,997	1,6662



Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

1200	520	0,6466	600	900	3,9	6,938	2,3127
1800	580	0,7212	600	1500	4,3	6,068	3,0339
3600	1090	1,3553	1800	2700	2,7	4,389	4,3892
5400	710	0,8828	1800	4500	1,8	3,515	5,272
7200	490	0,6093	1800	6300	1,2	2,941	5,8813
9000	390	0,4849	1800	8100	1,0	2,546	6,3662
10800	400	0,4974	1800	9900	1,0	2,288	6,8636
12600	360	0,4476	1800	11700	0,9	2,089	7,3112
14400	270	0,3357	1800	13500	0,7	1,912	7,6469

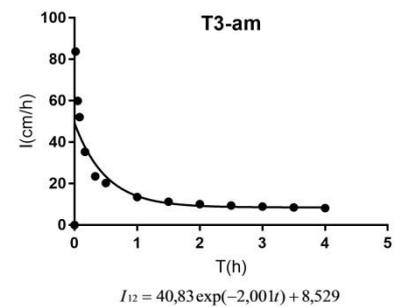
Annexe 5.10 :

Parcelle : zai (T3)

Position : amont

Diamètre du cylindre intérieur : 28 cm

	Tp(s)	Vol (ml)	h (cm)	dt (s)	Tmoy (s)	h/dt (cm/h)		
0	0						0	0
0,0167	60	860	1,3967	60	30	83,8	83,800	1,396
0,05	180	985	1,5997	120	120	48,0	59,927	2,996
0,0833	300	830	1,3479	120	240	40,4	52,131	4,344
0,1667	600	955	1,5509	300	450	18,6	35,371	5,895
0,3333	1200	1205	1,957	600	900	11,7	23,557	7,852
0,5	1800	1410	2,2899	600	1500	13,7	20,284	10,1420675
1	3600	2100	3,4105	1800	2700	6,8	13,553	13,5525306
1,5	5400	2100	3,4105	1800	4500	6,8	11,309	16,9629937
2	7200	2000	3,2481	1800	6300	6,5	10,106	20,2110537
2,5	9000	2075	3,3699	1800	8100	6,7	9,432	23,5809161
3	10800	1985	3,2237	1800	9900	6,4	8,935	26,8046157
3,5	12600	1890	3,0694	1800	11700	6,1	8,535	29,8740324
4	14400	1880	3,0532	1800	13500	6,1	8,232	32,9272089



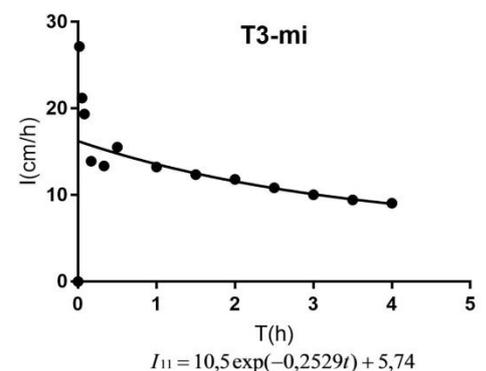
Annexe 5.11 :

Parcelle : zai (T3)

Position : milieu

Diamètre du cylindre intérieur : 30 cm

Tp(s)	Vol (ml)	h (cm)	dt (s)	Tmoy (s)	h/dt (cm/h)		
0						0	0
60	320	0,4527	60	30	27,2	27,162	0,4527
180	430	0,6083	120	120	18,2	21,221	1,061
300	390	0,5517	120	240	16,6	19,353	1,6128
600	500	0,7074	300	450	8,5	13,921	2,3201
1200	1510	2,1362	600	900	12,8	13,369	4,4563
1800	2340	3,3104	600	1500	19,9	15,534	7,7668



Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de surface des sols du bassin versant de Tougou (Burkina Faso) selon différents types de pratiques culturales

3600	3860	5,4608	1800	2700	10,9	13,228	13,228
5400	3750	5,3052	1800	4500	10,6	12,355	18,533
7200	3600	5,093	1800	6300	10,2	11,813	23,626
9000	2450	3,466	1800	8100	6,9	10,837	27,092
10800	2110	2,985	1800	9900	6,0	10,026	30,077
12600	2120	2,9992	1800	11700	6,0	9,450	33,076
14400	2220	3,1407	1800	13500	6,3	9,054	36,217

Annexe 5.12 :

Parcelle : zai (T3)

Position : aval

Diamètre du cylindre intérieur : 32 cm

Tp(s)	Vol (ml)	h (cm)	dt (s)	Tmoy (s)	h/dt (cm/h)		
0						0	0
60	690	0,8579	60	30	51,5	51,477	0,8579
180	710	0,8828	120	120	26,5	34,815	1,7408
300	1130	1,405	120	240	42,2	37,750	3,1458
600	830	1,032	300	450	12,4	25,067	4,1778
1200	1300	1,6164	600	900	9,7	17,383	5,7942
1800	1860	2,3127	600	1500	13,9	16,214	8,107
3600	3900	4,8493	1800	2700	9,7	12,956	12,956
5400	3040	3,7799	1800	4500	7,6	11,157	16,736
7200	2620	3,2577	1800	6300	6,5	9,997	19,994
9000	2920	3,6307	1800	8100	7,3	9,450	23,625
10800	2510	3,1209	1800	9900	6,2	8,915	26,745
12600	2505	3,1147	1800	11700	6,2	8,531	29,86
14400	2510	3,1209	1800	13500	6,2	8,245	32,981

