



**MEMOIRE
DE FIN D'ETUDES**

PRESENTE PAR :

DIONE Ousmane

ANNEE 1990-1991

**CARACTERISATION DE LA CAPACITE
D'INFILTRATION DES SOLS DE LA
PARCELLE EXPERIMENTALE EIER**

Mention :

E. I. E. R.
Enregistré à l'Arrivée le 03 JUL. 1991 s. 116/91

**Encadrement
A. SCHMITT**

DEDICACE

A Feu adjudant GUEDJ SENE homme de choeur qui a toujours
oeuvré pour répondre aux préoccupations de ses prochains .
Que la terre de TOUBA lui soit légère.

REMERCIEMENTS

Mes remerciements s'adressent à :

- Monsieur ALBY SCHMIT notre maître de mémoire pour sa disponibilité et ses conseils
- Monsieur BAZIE qui m'a beaucoup aidé
- tout le personnel de l'E.I.E.R. pour leur soutien.

Mes premières pensées s'adressent à :

- tous les membres de la famille DIONE de THIES tout comme de NDONDOL.
 - mon père et surtout à ma mère et à ses co-épouses
 - mes frères Gana DIONE ET Modou SENE qui ont su donner le bon exemple à leurs frères cadets
 - tous ceux avec qui j'ai partagé les joies et les peines tout au long de ma scolarité
 - tous ceux qui d'une manière ou d'une autre m'ont toujours soutenu .
- Que tout ce petit monde soit remercié

PLAN DU RAPPORT

- Résumé

I INTRODUCTION (*Problématique des essais d'infiltration*)

II Considérations théoriques

2.1 Présentation du site

2.2 Modèles d'interprétation d'essais d'infiltration et modèles simplifiés

2.3 Utilisation de ces modèles.

III Protocole Expérimental

3.1 Choix et Implantation des points de mesure

3.2 Choix de la méthode de mesure

3.3 Méthode d'Interprétation

IV Résultats et Discussions

4.1 Présentation des Résultats

4.2 Comparaison avec les résultats de la submersion de l'hivernage 90

4.3 Représentativité zone labourée/reste parcelle

4.4 Comparaison perméabilité et nature du sol

4.5 Possibilités d'utilisation future des résultats

V CONCLUSION

RESUME

Les travaux de recherche menés sur le site Expérimental de l'EIER nécessitent une bonne connaissance des lois d'infiltration de l'eau dans ce sol. C'est dans ce contexte que s'inscrit cette présente étude qui a pour objectif principal la modélisation du phénomène d'infiltration sur cette parcelle avant aménagement. Pour atteindre cet objectif l'inventaire des différents modèles décrivant le phénomène d'infiltration a été fait afin de sélectionner celui qui sera définitivement adopté. Le calage a été fait dans un premier temps avec les lois de PHILIP et de KOSTIAKOV - LEWIS et dans un deuxième temps avec les modèles simplifiés $I(t) = at + b$ et $I(t) = at$. En définitive c'est le modèle simplifié $I(t) = at + b$ qui a été retenu du fait qu'il s'applique à la totalité des essais. Le calcul d'intervalles de confiance sur les paramètres de ce modèle montre qu'ils ont été déterminés avec une bonne approximation. Pour juger de la crédibilité du modèle, les résultats obtenus sont comparés avec ceux fournis par les submersions de l'Xvernage 90 faisant suite aux débordements du marigot bordant le site. Ainsi le calcul par ce modèle de la lame d'eau qui devrait s'infiltrer au bout de 2H 15mn donne 81mn. Cependant les relevés lysimétriques indiquent une variation quasi-nulle de la quantité d'eau stockée dans le sol avant et après submersion. Toutefois il est à noter que cette différence énorme entre la valeur calculée et celle observée ne permet pas à priori de rejeter le bien-fondé du modèle.

I - INTRODUCTION

(*Problématique des essais d'infiltration*)

Les essais d'infiltration sont utilisés dans des domaines aussi variés que :

- En hydraulique agricole pour la détermination des possibilités et des modalités de l'irrigation et du drainage sur les sols travaillés
- En hydrogéologie pour l'étude de la recharge des nappes
- En hydrologie pour l'étude du ruissellement sur les bassins-versants
- En Assainissement autonome pour la détermination des capacités épuratrices des sols.

Compte tenu des recherches menées sur le site expérimental de l'EIER, le problème posé est donc à partir des résultats des expérimentations et des modèles théoriques d'essais d'infiltration proposés, de trouver la représentation la plus exacte de la capacité d'infiltration du site

Pour juger du bien-fondé de cette fonction de calage, une comparaison des résultats obtenus avec celle-ci sera faite avec ceux fournis pour les submersions de l'hivernage 90.

II - Considérations théoriques

2.1 Présentation du site

Le site expérimental de l'EIER d'une superficie de 3. 29ha est situé à l'Est de la ville de Ouagadougou, donc entre 12° et 13° de latitude Nord et 1° et 2° de longitude Ouest.

Le terrain est bordé au Nord par la forêt de Ouagadougou (Communément appelé bois de Boulogne), au Sud par le garage de l'Université, à l'Est par l'Université et à l'Ouest par le CNRST et les locaux de l'EIER (cf carte jointe).

2.2 Modèles d'interprétation d'essais d'infiltration et modèles simplifiés

Les physiciens du sol proposent plusieurs expressions mathématiques pour décrire le phénomène d'infiltration;

- la loi de HORTON

$$F(t) = F_c + (F_o - F_c)e^{-kt}$$

-F(t) = intensité d'infiltration en fonction du temps (LT⁻¹)

-F_o = intensité maximale d'infiltration à l'instant t = 0 (LT⁻¹)

-F_c = intensité minimale d'infiltration à la fin de l'expérience (LT⁻¹)

-k = constante caractérisant le sol.

- La loi de GREEN et AMPT

$$F(t) = \frac{K [H_c(\theta - \theta_i) + Li(t)]}{Li(t)}$$

-F(t) = intensité d'infiltration à l'instant t

-K = conductivité hydraulique à saturation naturelle

-θ - θ_i = déficit initial d'humidité (cm³/cm³)

-H_c = succion capillaire sur le front d'humectation (L)

-Li(t) = hauteur cumulée de la lame d'eau infiltrée à l'instant t (L)

- La loi de PHILIP

$$I(t) = S\sqrt{T} + At.$$

-S = sorptivité

-A = intensité d'infiltration obtenue dans des conditions proches de la saturation (LT⁻¹)

- I(t) = hauteur cumulée de la lame d'eau infiltrée à l'instant t (L)

- La loi de KOSTIAKOV

$$Li(t) = At^n \text{ avec } 0 < n < 1$$

-Li(t) = hauteur de la lame d'eau infiltrée à l'instant t

96

A et n sont des paramètres empiriques.

En plus de ces quatre lois d'interprétation d'essais d'infiltration nous avons fait une proposition de modèles simplifiés à savoir $I(t) = at+b$ et $I(t) = at$.

a = vitesse d'infiltration stabilisée

b = excès de capacité d'infiltration dû aux conditions initiales du sol.

Cette proposition de modèles simplifiés s'explique par le fait que sous certaines conditions les lois empiriques ci-dessus s'approchent des modèles simplifiés et convergent rapidement vers l'infiltration stabilisée une illustration est faite avec la loi de HORTON.

$F(t) = Fc + (F_0 - Fc) e^{-kt}$; en faisant le développement limité de e^{-kt} la loi de HORTON devient $F(t) = F_0 - (F_0 - Fc)kt$ qui est de la forme $at + b$ d'où la justification des modèles simplifiés.

Une représentation adimensionnelle des différentes lois est donnée à la figure 2 page (8).

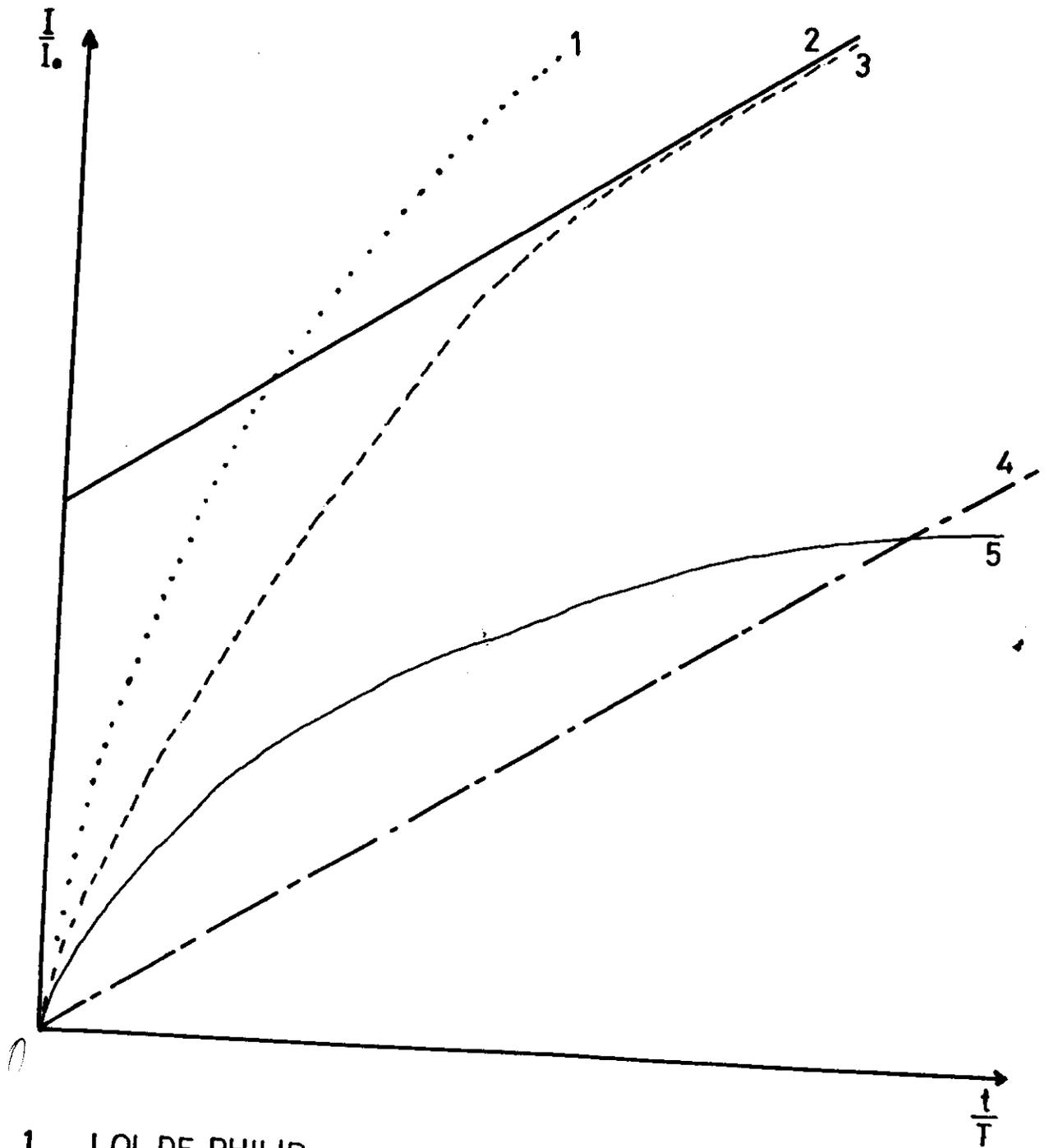
2.3 Utilisation de ces modèles

Les modèles de HORTON et de KOSTIAKOV - LEWIS cherchent à traduire algébriquement la forme de la courbe " lame infiltrée en fonction du temps" on de sa dérivée "intensité d'infiltration en fonction du temps". Ces deux expressions traduisent l'infiltration sous lame d'eau dans un infiltromètre à double anneaux.

Les modèles de PHILIP et de GREEN et AMPT permettent de caractériser les "entrées - sorties" du bilan hydrique en supposant des hypothèses simplificatrices : milieu homogène, humidité initiale du sol constante, flux monodimensionnel. Ces deux modèles sont aussi basés sur l'hypothèse d'une submersion immédiate et négligent l'effet de l'air emprisonné dans le sol.

Le modèle $I(t) = at + b$ est utilisable pour l'étude de l'infiltration avec ou sans submersion quant à $I(t) = at$ il est applicable à l'infiltration avec submersion puisqu'il ne prend pas en compte l'excès de capacité d'infiltration dû aux conditions initiales du sol.

Fig 2



1 LOI DE PHILIP

2 $I = at + b$

3 LOI DE HORTON

4 $I = at$

5 LOI DE KOSTIAKOV-LEWIS

III) Protocole Expérimental

3.1 Choix et Implantation des points de mesure

Pour le choix et l'implantation des points de mesure deux possibilités s'offraient à nous ; à savoir

- faire un maillage
- procéder par un tirage au hasard.

Le maillage présente des avantages dans la mesure où il facilite la cartographie du site , permet d'avoir une couverture intégrale de la parcelle et aussi sa mise en oeuvre est facile . Toutefois il est à noter que cette méthode de choix des points de mesure a des inconvénients dans la mesure qu'elle nous limite au niveau de l'étude statistique plus précisément à propos de l'étude de variogramme (évolution de la variance avec la distance). Finalement c'est la deuxième méthode qui fut retenue. Ainsi à l'aide d'un programme informatique quarante points repérés par leurs coordonnées (x,y) ont été tirés au hasard . Pour un point donné, si ses coordonnées se situent dans les limites du terrain il est retenu et exclus dans le cas contraire . En définitif trente points de mesure ont été choisis pour l'expérimentation (voir tableau 1).

3.2 choix de la méthode de mesure

Il ya plusieurs méthodes de mesure de la perméabilité d'un sol parmi lesquels on distingue :

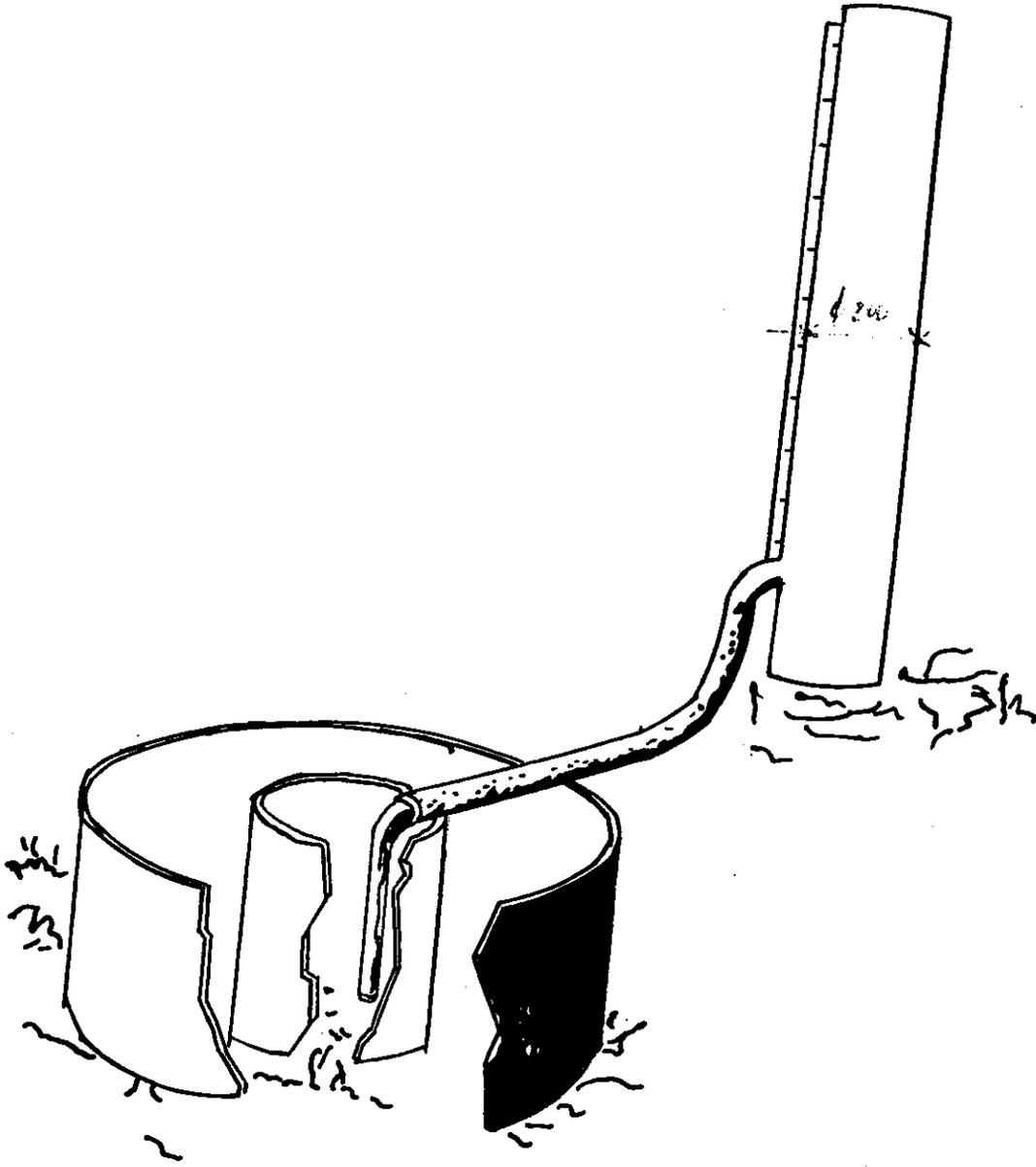
- la méthode du double anneau
- la méthode de PORCHET
- la méthode de MUNTZ et LAINE
- la méthode de HENIN
- la méthode vergière
- la méthode piézométrique

Dans cette présente étude c'est la méthode du double anneau qui est retenue du fait de la plus grande analogie du phénomène naturel de l'infiltration des pluies et de l'infiltration artificielle utilisée dans cette méthode, c'est-à-dire infiltration verticale sous faible charge et sur un sol perturbé le moins possible. Cependant cette méthode présente des inconvénients comme la consommation d'eau parfois grande, le doute que l'on peut avoir sur l'état d'équilibre atteint et en plus il n'est pas certain que l'ensemble du profil soit saturé. Pour les caractéristiques de l'appareil voir schéma et croquis d'implantation. Pages (12 et 13).

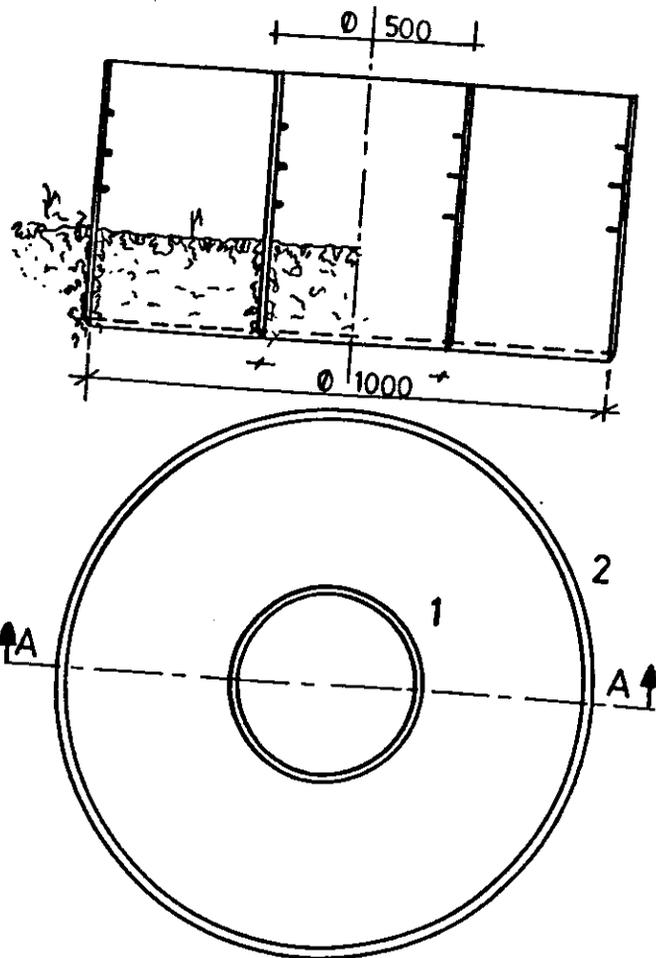
Tableau 1 : coordonnées (X,Y) des points de mesure

N° des points	X	Y
1	10	12
2	14	15
3	20	51
4	25	31
5	30	21
6	35	60
7	21	81
8	40	41
9	38	70
10	35	35
11	11	45
12	15	24
13	40	45
14	16	40
15	8	65
16	18	34
17	24	27
18	5	16
19	12	100
20	19	62
21	17	47
22	17	18
23	22	15
24	20	12
25	5	23
26	5	38
27	20	37
28	34	29
29	28	41
30	20	43

INFILTROMETRE
A
DOUBLE ANNEAUX



Croquis d'installation

INFILTROMETRECOUPE AAVUE DE DESSUS

- 1 Anneau de mesure
- 2 Anneau de garde

3.3 Méthode d'interprétation

A propos des modèles empiriques nous nous sommes limités aux lois de PHILIP et de KOSTIAKOV - LEWIS.

Le principe d'interprétation de ces modèles empiriques et simplifiés est basé sur la méthode de la régression linéaire simple ce qui suppose la linéarité de ces lois à étudier. Notons que les paramètres de la régression sont déterminés par la méthode des moindres carrés. Ainsi pour chaque loi on procède aux calculs d'intervalles de confiance sur les paramètres de la régression et finalement pour le modèle retenu des tests d'hypothèses sont faits sur ses paramètres.

- Méthode d'interprétation de la loi de PHILIP $I = S\sqrt{t} + At$

Les deux paramètres intervenant dans cette équation, à savoir S caractérisant l'absorption d'eau par capillarité et le paramètre de gravité A , sont déterminés par la recherche classique de corrélation linéaire entre I/\sqrt{t} et \sqrt{t} résultant de l'écriture de l'équation de PHILIP sous la forme: $I/\sqrt{t} = S + A\sqrt{t}$ qui est une expression linéaire en \sqrt{t} .

-Méthode d'interprétation de la loi de KOSTIAKOV - LEWIS

$$I = At^n \text{ avec } 0 < n < 1$$

En écrivant $\ln I = \ln A + n \ln t$ on obtient une corrélation linéaire entre $\ln I$ et $\ln t$ ce qui permet par la méthode des moindres carrés de déterminer les coefficients empiriques A et n .

- Méthode d'interprétation des modèles simplifiés $I = at + b$ et

$$I = at.$$

Elle va consister à déterminer directement les paramètres a et b par la méthode des moindres carrés.

IV Résultats et Discussions

Pour chaque loi les résultats des différentes statistiques calculées à partir des essais sont consignés sur un tableau.

4.1 Présentation des Résultats

a) Tableau des statistiques de la loi de PHILIP
 $I/\sqrt{t} = S + A\sqrt{t}$.

VARIABLES	COEFFICIENTS DE LA REGRESSION	ECART TYPE
\sqrt{t}	-0.11	0.079
I/\sqrt{t}	2.74	1.030
N = 29		0.07 < R ² < 0.98
A = 0.11		S = 2.74

Le calcul des différentes statistiques donne la fonction de calage suivante pour la loi de PHILIP : $I(t) = 2.740\sqrt{t} - 0.110t$
 le calcul d'intervalles de confiance au seul 95% donne pour les paramètres A et S :

$$[\bar{A}_{\min}; \bar{A}_{\max}] = [-0.140; -0.0]$$

$$[\bar{S}_{\min}; \bar{S}_{\max}] = [2.32; 3.16]$$

cependant ces statistiques appellent quelques remarques. On observe des valeurs très faibles du coefficient de détermination (R²) pour les essais 11, 18 et 26 respectivement égales à 0,24 et 0.07 pour les deux autres, ce qui laisse supposer que la loi de PHILIP ne convient pas à la totalité des essais. Un exemple d'ajustement graphique pour la loi de PHILIP est donné à la page (18) respectivement pour les essais 7 et 10.

b) Tableau des statistiques de la loi de KOSTIAKOV -LEWIS,
 $\ln t = \ln A + n \ln t$.

VARIABLES	COEFFICIENTS DE LA REGRESSION	ECART TYPE
$\ln t$	0.280	0.100
$\ln I$	4.01	0.410
N = 29		0,96 ≤ R ² ≤ 0.98
$\bar{n} = 0.280$		$\bar{A} = 4.01$

Pour la loi de KOSTIAKOV en aboutit à la fonction de calage suivante : $Li(t) = 4.01t^{0.28}$

L'hypothèse selon laquelle $0 < n < 1$, est bien vérifiée puisqu'on trouve une valeur moyenne de $n=0.28$. En plus nous constatons des valeurs élevées du coefficient R^2 . Toutes ces remarques laissent supposer que les résultats de l'expérimentation corroborent le modèle de KOSTIAKOV - LEWIS.

Le calcul d'intervalles de confiance pour les paramètres du modèle c'est-à-dire pour A et n donne les valeurs suivantes.

$$[\bar{n}_{\min}; \bar{n}_{\max}] = [0.24, 0.32]$$

$$[\bar{A}_{\min}, \bar{A}_{\max}] = [3.45, 4.66].$$

La longueur réduite des intervalles de confiance montre que les paramètres du modèle ont été approximés avec une bonne précision ce qui laisse confirmer la validité du modèle de KOSTIAKOV -LEWIS . Un exemple d'ajustement graphique voir page (18) pour les essais 7 et 10.

c) Tableau des statistiques du modèle simplifié $I = at + b$

VARIABLES	COEFFICIENTS DE REGRESSION	ECART TYPE
t	0.060	1.7750
I	9.11	1,7442
N = 29		$0.88 \leq R^2 \leq 0.98$
$\bar{a} = 0.060$		$\bar{b} = 9.11$

Pour ce modèle simplifié on aboutit à la fonction de calage $I(t) = 0.060t + 9.11$ ce qui donne une perméabilité stabilisé de 86.4cm/j environ 0.86m/j.

Les valeurs de coefficients de détermination sont élevées mais un peu plus faibles que celles trouvées avec la loi de KOSTIAKOV -LEWIS. Toutefois on peut supposer que ce modèle s'adapte bien aux résultats de l'expérimentation.

Exemple d'ajustement graphique voir page (19) pour les

essais 7 et 10

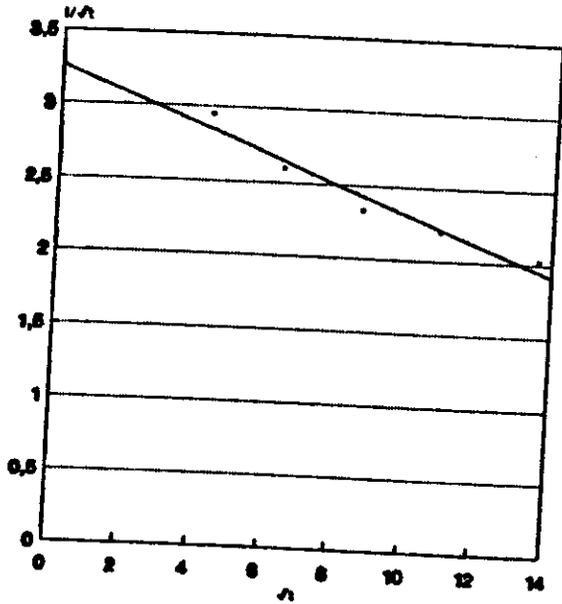
d) Tableau des statistiques du modèle simplifié $I = at$

VARIABLES	COEFFICIENTS DE REGRESSION	ECART TYPE
t	0.154	0,0773
N = 29		0.88 ≤ R ² ≤ 0.98
$\bar{a} = 0,154$		

Pour cet autre modèle simplifié on obtient la fonction de calage $I(t) = 0.154t$ d'où une perméabilité stabilisée de 2.21m/j. Pour les valeurs de R² les remarques faites pour $I(t) = at + b$ s'appliquent à $I = at$. Si on se base sur les valeurs de R² on aurait penser que $I = at$ s'applique aux essais, cependant ce modèle simplifié présente une faiblesse qui réside dans le fait qu'il ne tient pas compte du coefficient b correspondant à l'excès de capacité d'infiltration du à l'état initial du sol.

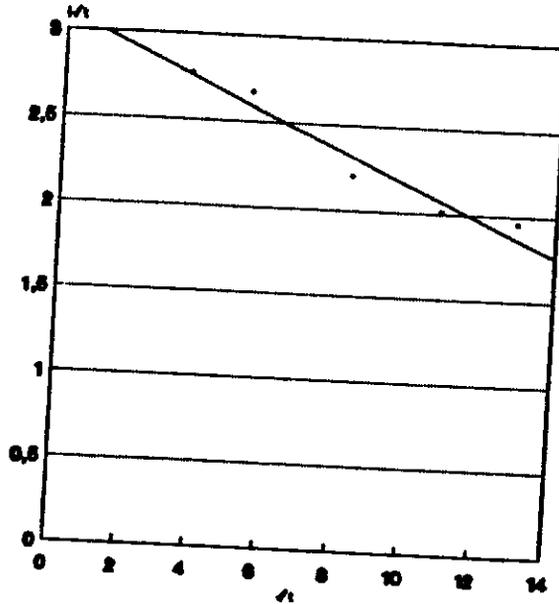
Pour une première approche nous constatons que ce sont les lois de KOSTIAKOV - LEWIS et $I(t) = at + b$ qui donnent les meilleurs résultats. Une analyse plus poussée prenant en compte le fait que la loi du KOSTIAKOV converge rapidement vers la perméabilité stabilisée "a" permet de conclure que c'est le modèle simplifié $I(t) = at + b = 0.060t + 9.11$ qui explique le mieux l'infiltration sur le site expérimental de l'EIER.

AJUSTEMENT GRAPHIQUE LOI DE PHILIP
ESSAI 7



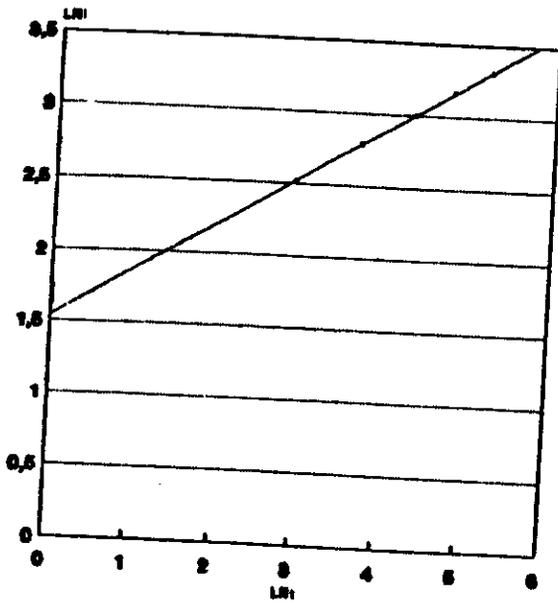
— Série 1

AJUSTEMENT GRAPHIQUE LOI DE PHILIP
ESSAI 10



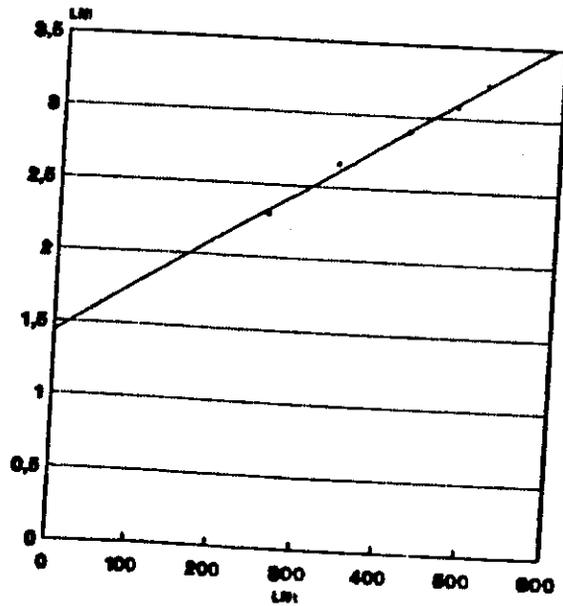
— Série 1

AJUSTEMENT GRAPHIQUE LOI DE KOSTIAKOV
ESSAI 7

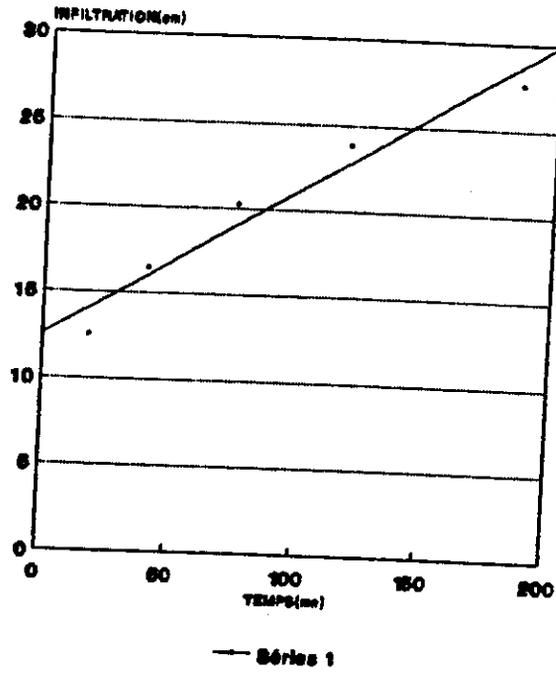
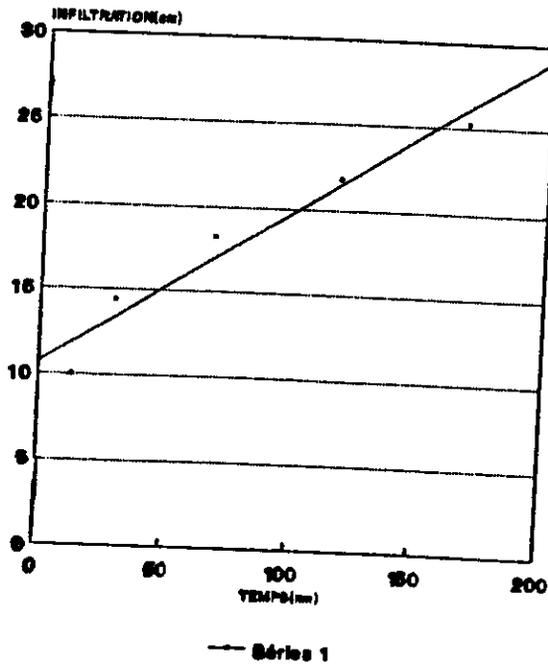


— Série 1

AJUSTEMENT GRAPHIQUE LOI DE KOSTIAKOV
ESSAI 10



— Série 1

AJUSTEMENT GRAPHIQUE $I=at+b$
ESSAI 7AJUSTEMENT GRAPHIQUE $I=at+b$
ESSAI 10

Tests de conformité du modèle $I(t) = 0.060t + 9.11 = at + b$
 Ces tests vont consister à déterminer par la méthode du KHI-DEUX les lois de distribution auxquelles obeissent les paramètres du modèle et à faire des calculs d'intervalles de confiance sur ces mêmes paramètres.

Caractérisation du paramètre b

Supposons que b soit une loi normale (Hypothèse H_0) de paramètres

$$b = 9.111 \text{ et } \sigma_b = 1.775.$$

Divisons $N = 25$ en deux intervalles disjoints I_1 et I_2

$$I_1 = [6.06, 8.68] \quad N_1=11 \text{ avec } p_1=0.3625.$$

$$I_2 = [8.77, 12.95] \quad N_2=14 \text{ avec } p_2=0.56$$

$$E(N_1) = Np_1 = 10.5125 \text{ et } E(N_2) = Np_2 = 14.4875$$

posons $\alpha = 0.05$ alors $U = 0.2126 < u_{\alpha} = 3.84$ ce qui fait que l'hypothèse H_0 selon laquelle b suit une loi normale ne peut être rejetée.

Calcul de l'intervalle de confiance de b au seuil 95%

$[b_{min}, b_{max}] = [8.4347, 9.7873]$ On remarque que la longueur de l'intervalle de confiance est réduite d'où b est approximé avec une bonne précision.

Caractérisation du paramètre a.

Un calcul préliminaire montre que a n'obeit pas à une loi log normale et par conséquent on va supposer qu'il suit une loi normale.

Le calcul d'intervalle de confiance sur "a" donne :

$$[a_{min}, a_{max}] =$$

4.2. Confirmation des Résultats obtenus avec le modèle
 $I(t) = 0.060t + 9.11$ avec ceux fournis par les submersions de l'hivernage 90.

Au courant de l'hivernage 90 deux submersions ont été observées sur le site expérimental de l'EIER. Malheureusement nous ne disposons que des données de celle en date du 25.08.90. Cette submersion ayant duré 2H15mn, le calcul par le modèle retenu de la lame d'eau qui devrait s'infiltrer donne environ 81mm.

Sur l'ensemble du profil c'est à dire jusqu'à une profondeur de 6m les variations du stock d'eau ΔS au niveau des lysimètres 1 et 2 sont portés sur le tableau ci-dessous.

Tableau des variations de stock d'eau ΔS avant et après submersion.

	23/08/90 S_1 (cm)	25/08/90 S_2 (cm)	$\Delta S = S_2 - S_1$ (cm)
LYSIMETRE 1	1 294.35	1 295.07	0.72
LYSIMETRE 2	1 207.30	1 209.74	2.44

Cette différence énorme entre les valeurs des variations de stock d'eau mesurées aux lysimètres avec celles calculées à partir du modèle simplifié $I(t) = 0.060t + 9.11$ ne saurait mettre en doute le bien fondé de ce dernier. *Non!*

Cette différence pourrait être expliquée par le fait que le temps de submersion n'a pas pu être obtenu par un suivi sur le terrain mais a été estimé.

Aussi on pourrait penser que cette différence résulte en partie des pertes par ruissellement et par évaporation. *Non!*

4.3. Différence de Capacité d'infiltration Zone labourée/Zone non labourée

Sur les 29 essais réalisés 10 se trouvent sur une zone dont le sol est remanié (labour superficiel à la daba) et le reste des essais se situe sur sol intact.

L'estimation de la différence va consister à faire des calculs d'intervalles de confiance sur la différence des moyennes des paramètres du modèle $I(t) = 0.060t + 9.11$ entre les deux zones.

- la zone labourée sera indicée 1
- la zone non labourée sera indicée 2

	$N_i = \text{NOMBRE D'ESSAIS}$	\bar{a}_i	$\bar{\sigma}_{bi}$	σ_{a_i}	$\bar{\sigma}_{bi}$
ZONE LABOUREE	10	0.043	8.776	0.043	2.227
ZONE NON LABOUREE	19	0.077	9.295	0.045	1.524

L'hypothèse selon laquelle "a" et "b" suivent une loi normale reste valable.

Intervalle de confiance au seuil 95% du paramètre a.

$$J = \bar{a}_1 - \bar{a}_2 + K\alpha/2 \sqrt{\frac{\sigma^2_{a1}}{N_1} + \frac{\sigma^2_{a2}}{N_2}}$$

Au seuil 95% alors $K\alpha/2 = K 0.025 = 1.96$

Finalemment $J = [-0.066, -0.002]$

L'intervalle de confiance J ne couvre pas la valeur nulle et par conséquent on peut affirmer qu'il existe une différence entre zone labourée et non labourée en ce qui concerne le coefficient a correspondant à la perméabilité stabilisée.

Intervalle de confiance au seuil 95% du paramètre b

$$H = \bar{b}_1 - \bar{b}_2 + K\alpha/2 \sqrt{\frac{\sigma^2_{b1}}{N_1} + \frac{\sigma^2_{b2}}{N_2}}$$

On obtient $H = [-2.059; 1.021]$

L'intervalle de confiance H recouvre la valeur nulle ce qui ne nous permet pas de conclure quant à l'existence d'une différence entre zone labourée et non labourée. Concernant le paramètre b qui correspond à l'excès d'infiltration du aux conditions initiales du sol.

Suivant que b soit différent ou pas, l'existence de différence entre zone labourée et non labourée dépend du paramètre a. Finalemment le fait que "a" soit différent permet de conclure que le travail du sol a une influence certaine sur la capacité d'infiltration.

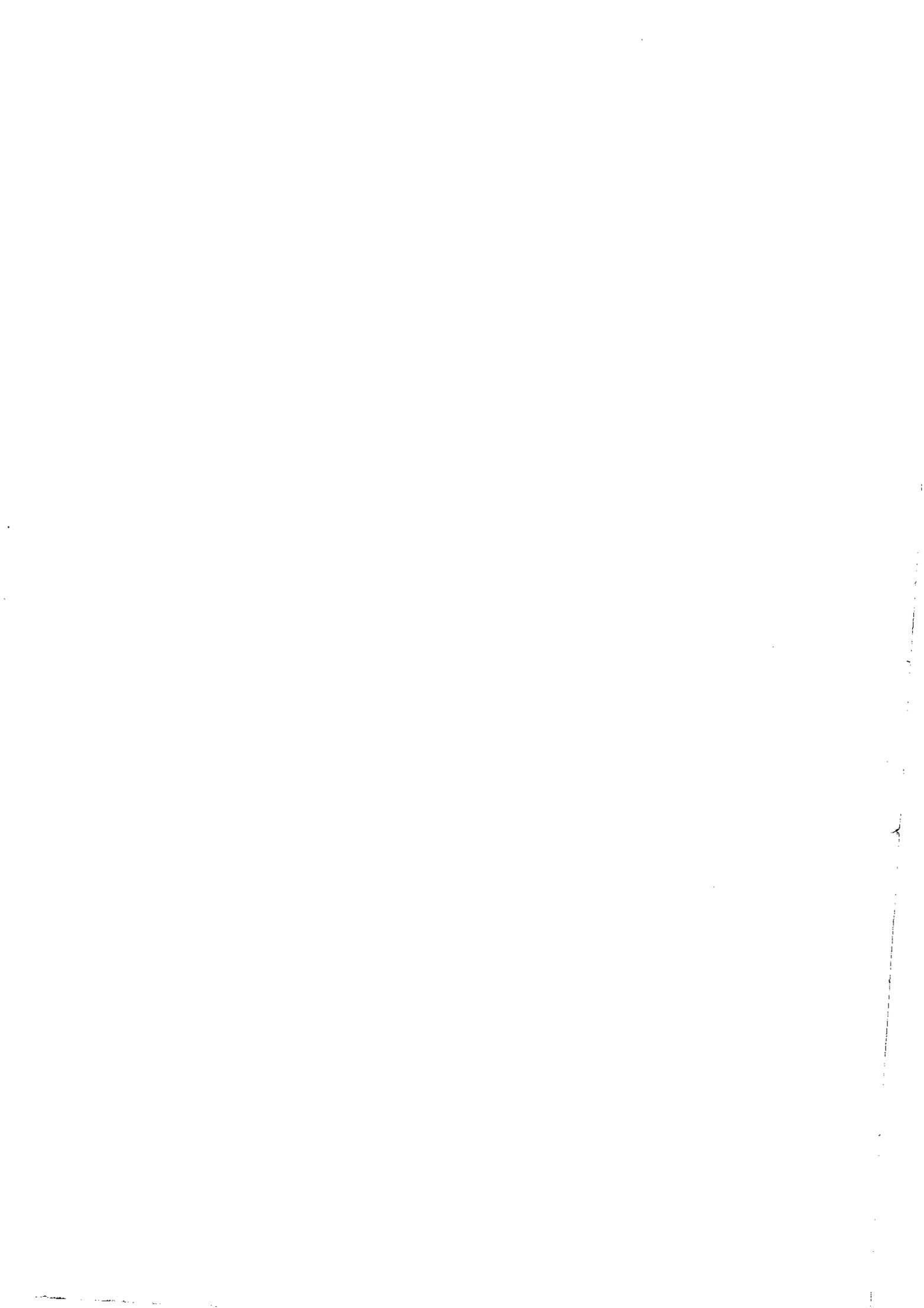
*pour
clair*

4.4. Capacité d'infiltration et Nature des sols

La nature du sol est un des facteurs les plus importants à prendre en compte pour l'étude des essais d'infiltration. Aussi le calcul de la moyenne des perméabilités stabilisées pour chaque type de sol sur le site expérimental de l'EIER donne les résultats qui sont reportés sur le tableau ci-dessous.

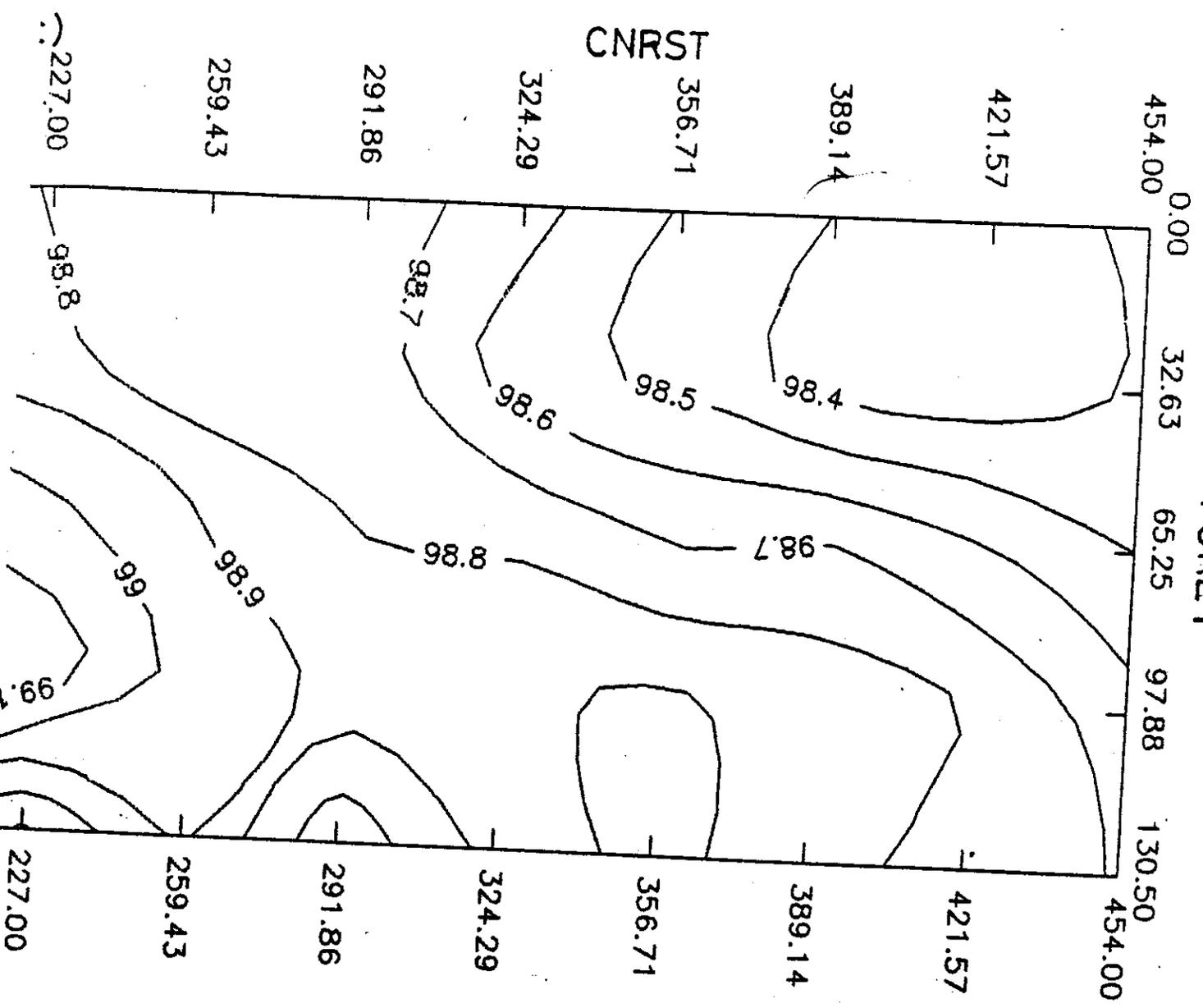
TYPE DE SOL	a	b	c	f	g
KS (cm/j)	104.8	230.4	129.6	62.4	108

a = sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions et



FORET

CNRST



tâches d'hydromorphie sur matériau argilo-sableux à texture limono-sableuse de surface à nappe.

b = sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions et tâches d'hydromorphie sur matériau argilo-sableux à texture limono-argilo-sableuse de surface.

c = sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions et tâches d'hydromorphie sur matériau argilo-sableux à texture limono-sableuse de surface.

f = sols peu évolués d'apport alluvial hydromorphe sur matériau limono-argileux à texture limono-sableuse de surface à faciès entropique.

g = sols peu évolués d'apport alluvial hydromorphe sur matériau sableux à texture sablo-limoneuse de surface à débris de charbon.

Le calcul de la perméabilité pour chaque type de sol (cf tableau ci-dessus) montre que les sols de type b ont une plus grande capacité d'infiltration alors que ceux du type f sont les moins perméables.

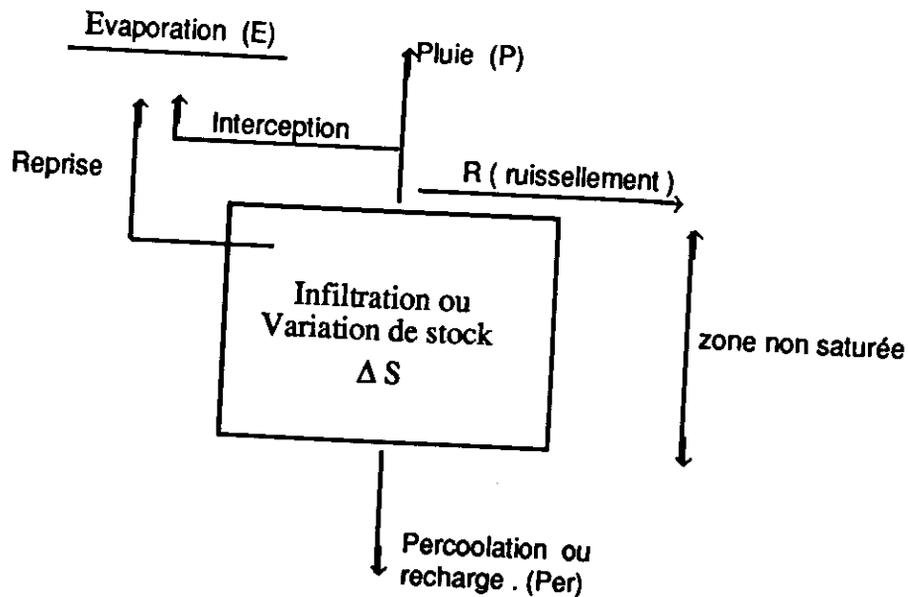
4.5 Possibilités d'utilisation future des résultats

Selon les utilisateurs l'emploi des résultats obtenus par le modèle d'essai d'infiltration $I(t) = 0.060t + 9.11$ qui s'adapte le mieux au site expérimental de l'EIER serait variable. Dans le court terme ces résultats pourraient aider à définir l'impact de l'aménagement de la parcelle sur la capacité d'infiltration des sols.

Plus précisément un suivi régulier des lames d'eau infiltrées après aménagement par le modèle retenu permettrait de voir si l'amendement organique pourrait oui ou non modifier la perméabilité des sols.

Aussi la mise en place d'un pluviographe sur le site permettrait de développer avec le modèle $I(t) = 0.60t + 9.11$ une seconde approche d'étude du bilan hydrologique durant une pluie.

Pour une pluie donnée le bilan hydrologique se présente ainsi



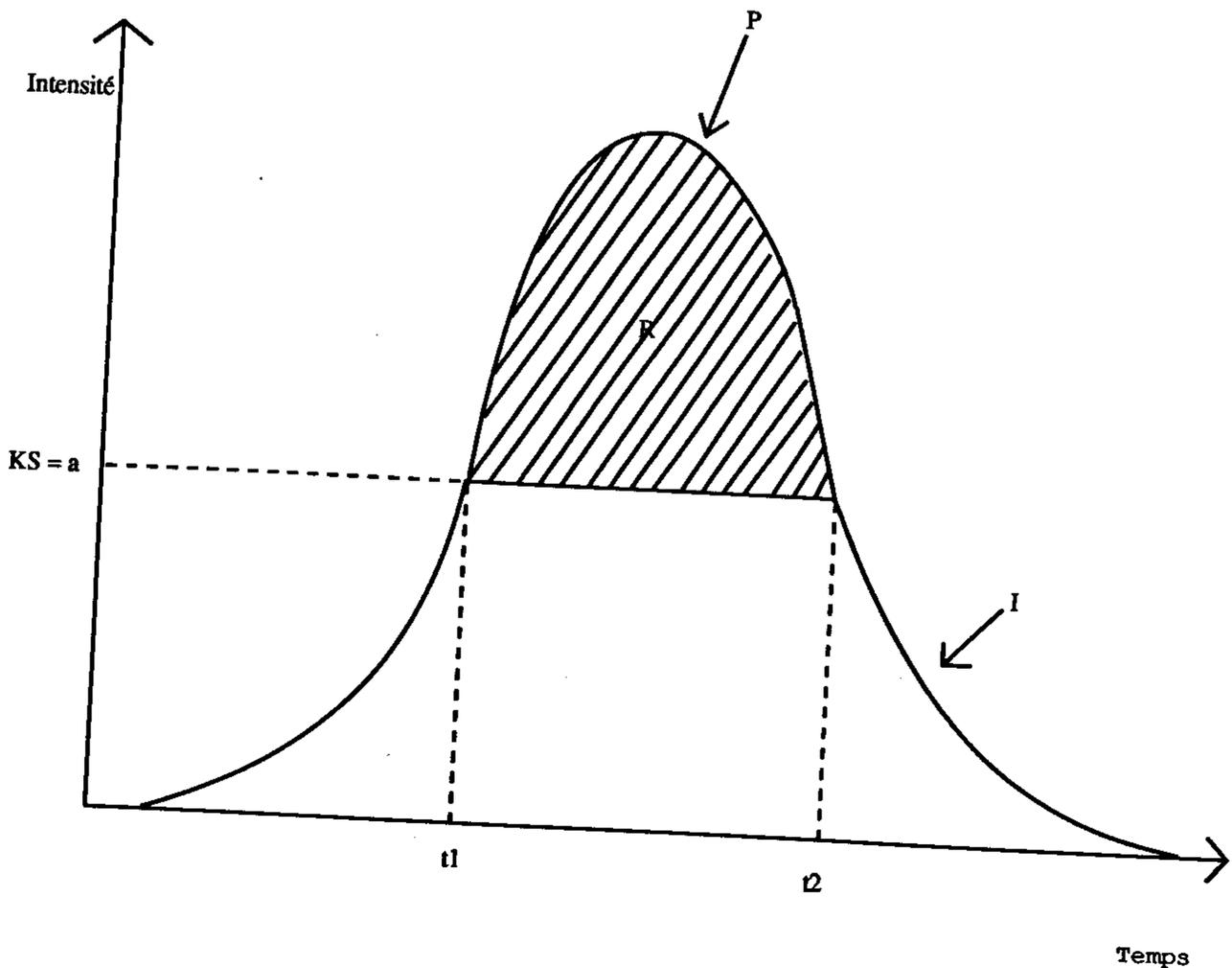
$$P = R + I + \text{Per} + E = R + \Delta S + \text{Per} + E \quad (1)$$

durant une pluie donnée les pertes par évaporation et par recharge de la nappe sont négligeables $\Rightarrow \text{Per} + E \cong 0$ d'où l'équation (1) devient $P = R + I$

L'existence d'un pluviographe et par conséquent la disposition d'un pluviogramme aurait permis de quantifier R par la méthode suivante.

KS = perméabilité stabilisée est donnée par le modèle

$$I(t) = at + b$$



Si on subdivise l'intervalle de temps (t_1, t_2) en de petits intervalles on détermine ainsi de proche en proche la lame d'eau ruisselée par $(I_p - K_s) \times \Delta t = R_i$, I_p = Intensité de la pluie dans l'intervalle de temps considéré.

Finalement on aura $R = \sum R_i$ et connaissant R on en déduit I par l'équation $I = P - R$ établie grâce au bilan hydrologique au cours d'une pluie. Cette valeur de I est à comparer avec ΔS obtenue à l'aide des relevés, lysimétriques. Ainsi cette approche du bilan hydrique permettra de vérifier la validité du modèle d'infiltration $I(t) = at + b$ retenu pour le site.

CONCLUSION

Cette présente étude a permis de retenir parmi certains modèles décrivant les phénomènes d'infiltration celui qui s'adapte le mieux au site expérimental de l'EIER. Les tests d'hypothèse et le calcul d'intervalles de confiance sur les paramètres du modèle revelent que celui-ci a été approximé avec une bonne précision.

A partir de l'expérimentation, la perméabilité stabilisée en chaque point de mesure a pu être déterminée par le modèle $I(t) = at + b$. Cependant on constate une disparité de ces valeurs ce qui n'a pas permis de tracer les courbe d'égale capacité d'infiltration.

Quant aux tests de différence de moyenne entre zone labourée et non labourée, ils ont permis de confirmer que le travail des sols à une influence certaine sur leur capacité d'infiltration.

La vérification de la crédibilité du modèle n'a pas été possible avec les résultats de la submersion de l'hivernage 90. Dans le court terme ces résultats permettraient de vérifier l'impact des aménagements sur la capacité d'infiltration.

Toutefois il faut noter que ce modèle $I(t) = 0.60t + 9.11$ mérite d'être confirmé. Pour ce faire la réalisation d'autres essais prenant en compte d'autres facteurs (Nature et état initial des sols, l'activité méso-faunique) serait souhaitable.

Un meilleur suivi des submersions et la mise en place d'un pluviographe sur le site seraient d'un apport considérable pour la vérification de ce modèle de calage.

BIBLIOGRAPHIE

- ALBERGEL (J) - Génèse et prédétermination des crues au Burkina Faso du m² au km². Etude des paramètres hydrologiques et de leur évolution. Thèse Paris 6, 341 p.
- CISSE (L) , VACHAUD (G) , 1987 Effet d'un amendement organique sur l'infiltration d'un sol sableux .Hydrol.Continent, vol 2 n°1 1987 15:28
- COLOMBANI (J) , LAMAGAT (J - P), THIEBAUX (J) Mesure de la perméabilité des sols en place: un nouvel appareil pour la méthode MUNTZ une extension de la méthode PORCHET aux sols hétérogènes. Cahier ORSTOM, ser. hydrol, vol 4, n° 3, 1972 .
- TOMASSONE (R) , LESQUOY (E) , MILLIER (C) La régression, nouveaux regards sur une ancienne méthode statistique. INRA , Actualités scientifique et Agronomiques 13, MASSON 179 p.
- ALAN RUEGG 1985, 1988 Probabilités et statistiques. Presses polytechniques Romandes, 151 p.
- BOWKER (A.H), LIEBERMAN (G.J) Méthodes Statistiques de l'ingénieur. Dunod Paris 1965, 515 p.
- Rapport de l'Etude Agropédologique du site expérimental de l'E.I.E.R. JUILLET 1989.

ANNEXE

Tableau des coefficients de la regression de la loi de PHILIP

N° ESSAI	NOMBRE DE MESURES	R ²	A (mm / √mm)	S (mm / mn)
1	4	0.88	-0.22	3.66
2	5	0.88	-0.15	3.24
3	6	0.92	-0.36	6.13
4	3	0.96	-0.22	3.64
5	5	0.88	-0.09	2.57
6	4	0.98	-0.05	2.04
7	5	0.94	-0.09	3.25
8	4	0.92	-0.05	2.15
9	4	0.88	-0.09	2.68
10	5	0.94	-0.09	3.10
11	5	0.24	-0.01	1.85
12	2	/	-0.04	1.53
13	2	/	-0.11	2.52
14	3	0.86	-0.05	1.98
15	2	/	-0.05	1.56
16	2	/	-0.06	1.69
17	2	/	-0.15	2.99
18	4	0.07	+0.01	2.00
19	/	/	/	/
20	2	/	-0.04	1.38
21	3	0.98	-0.13	3.02
22	2	/	-0.10	2.36
23	2	/	-0.04	1.31
24	3	0.94	-0.27	4.50
25	2	/	-0.12	2.59
26	6	0.07	-0.01	2.14
27	4	0.94	-0.08	2.89
28	2	/	-0.16	3.10
29	3	0.96	-0.10	2.50
30	4	0.96	-0.11	3.00

Tableau des coefficients de la regression de la loi de KOSTIAKOV - LEWIS

N° ESSAI	NOMBRE DE MESURES	R ²	n	ln A
1	4	0.98	0.19	1.77
2	5	0.98	0.28	1.57
3	6	0.98	0.31	1.98
4	3	0.98	0.21	1.77
5	5	0.98	0.26	1.43
6	4	0.98	0.36	1.03
7	5	0.98	0.34	1.53
8	4	0.98	0.35	1.08
9	4	0.98	0.34	1.28
10	5	0.98	0.34	1.43
11	5	0.98	0.51	0.59
12	2	/	0.53	0.84
13	2	/	0.19	1.67
14	3	0.96	0.28	1.30
15	2	/	0.26	1.16
16	2	/	0.21	1.38
17	2	/	0.15	1.87
18	4	0.96	0.51	0.69
19	/	/	/	/
20	2	/	0.27	0.98
21	3	0.98	0.26	1.60
22	2	/	0.14	1.89
23	2	/	0.27	0.94
24	3	0.98	0.14	2.21
25	2	/	0.14	1.84
26	6	0.96	0.46	1.84
27	4	0.98	0.38	1.28
28	2	/	0.22	1.66
29	3	0.98	0.22	1.56
30	4	0.98	0.33	1.38

Tableau des coefficients de la regression $I(t) = at$

N° ESSAI	NOMBRE DE MESURES	R ²	a
1	4	0.92	0.141
2	5	0.98	0.198
3	6	0.90	0.470
4	3	0.94	0.230
5	5	0.92	0.080
6	4	0.94	0.115
7	5	0.94	0.184
8	4	0.96	0.117
9	4	0.98	0.183
10	5	0.94	0.180
11	5	0.98	0.174
12	2	/	0.084
13	2	/	0.104
14	3	0.98	0.080
15	2	/	0.084
16	2	/	0.090
17	2	/	0.116
18	4	0.98	0.261
19	/	/	/
20	2	/	0.086
21	3	0.90	0.155
22	2	/	0.114
23	2	/	0.085
24	3	0.98	0.176
25	2	/	0.107
26	6	0.98	0.172
27	4	0.88	0.206
28	2	/	0.177
29	3	0.94	0.115
30	4	0.92	0.187

Tableau des coefficients de la regression $I(t) = at + b$

N° ESSAI	NOMBRE DE MESURES	R ²	a	b
1	4	0.92	0.052	9.01
2	5	0.98	0.080	9.34
3	6	0.90	0.23	12.47
4	3	0.94	0.07	9.60
5	5	0.92	0.04	8.90
6	4	0.94	0.06	8.42
7	5	0.94	0.09	12.53
8	4	0.96	0.06	8.43
9	4	0.98	0.09	8.77
10	5	0.94	0.09	10.68
11	5	0.98	0.12	7.09
12	2	/	0.04	6.06
13	2	/	0.03	9.47
14	3	0.98	0.03	9.79
15	2	/	0.02	7.57
16	2	/	0.02	8.22
17	2	/	0.03	9.99
18	4	0.98	0.16	6.06
19	/	/	/	/
20	2	/	0.02	6.79
21	3	0.90	0.06	10.14
22	2	/	0.02	11.00
23	2	/	0.03	6.36
24	3	0.98	0.04	12.95
25	2	/	0.03	8.68
26	6	0.98	0.10	8.41
27	4	0.88	0.10	10.17
28	2	/	0.06	9.08
29	3	0.94	0.04	9.30
30	4	0.92	0.09	9.10