

INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
TROPICALES ET DES CULTURES VIVRIERES
(I.R.A.T.)

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER
(O.R.S.T.O.M.)

ETUDE DU RUISSELLEMENT, DU DRAINAGE
ET DE L'EROSION SUR DES SOLS FERRUGINEUX
DE LA REGION CENTRE HAUTE-VOLTA
STATION DE SARIA

DISPOSITIF D'ETUDE
ET
PREMIERS RESULTATS (1971)

J. ARRIVETS IRAT - Agronome
E. ROOSE ORSTOM - Pédologue

 et
P. CARLIER IRAT - Agronome

Mai 1973

P L A N D U R A P P O R T

	PAGES
1 - LE MILIEU	2 à 17
2 - LE DISPOSITIF	18 à 26
3 - RESULTATS DE LA CAMPAGNE 1971	27 à 43
4 - REGIME HYDRIQUE DES SOLS	44 à 70
5 - PERTES CHIMIQUES	71 à 74
6 - BILAN HYDRIQUE ET MINERAL	75 à 85

-:-:-:-:-

Le présent rapport est un document de travail interne à l'IRAT et à l'ORSTOM. Il décrit l'expérimentation sur l'érosion et le régime hydrique des sols ferrugineux tropicaux mise en place en 1971 à la station de SARIA, par ces deux Organismes en collaboration; il rassemble également tous les résultats relatifs à 1971, première année de l'étude qui doit durer 4 ans.

Pour l'ORSTOM cette étude s'inscrit dans le cadre du programme ROOSE : réseau de stations d'étude de l'érosion et du drainage

Pour l'IRAT elle s'inscrit dans son programme général d'étude agronomique des sols de Haute-Volta.

I - LE MILIEU

1.1. Situation.-

SARIA est situé à 80 km à l'Ouest de Ouagadougou et à 20 km à l'Est de Koudougou, en bordure du pays Mossi - voir carte n°1.

Longitude 2° 9' W

Latitude 12° 16' N

Altitude moyenne 300 m.

1.2. Les Sols.-

Les sols de la Station de SARIA sont représentatifs du plateau Mossi, pénéplaine au relief très effacé reposant sur le vieux socle précambrien de granito-gneiss*. Par alteration ces roches ont donné des argiles bariolées, lesquelles auraient évolué, sous un climat très pluvieux, vers un sol de type ferrallitique, avec formation d'une carapace en profondeur. Ensuite, l'érosion a enlevé la couche de sol au dessus de la carapace et à sa place se sont déposés les sols actuels, (les dépôts étant de plus en plus grossiers au fur et à mesure que l'on remonte vers le relief résiduel): sols ferrugineux tropicaux sous climat soudanien. En réalité, il peut y avoir plusieurs niveaux de carapace ou de cuirasse, le cycle s'est répété. L'étude des sols à l'échelle de la Station a été faite par JENNY en 1963-64 et à l'échelle de la région par KALOGA en 1964, on s'y reportera pour une information détaillée; seule sera décrite succinctement la chaîne de sols caractéristique de la région, où se situent les 2 sols qui sont étudiés. Cette chaîne s'échelonne sur un km le long d'une pente faible (7%) s'abaissant vers un bas-fond qui sert d'axe de drainage (marigot temporaire de juillet à décembre), dont la pente longitudinale est encore plus faible 1,5%. Le drainage externe est comme le laissent prévoir les pentes citées ci-dessus, très mauvais.

Chaîne des sols -

- au sommet : la cuirasse (ou carapace) affleurante ou surmontée d'une couche de sol gravillonnaire de quelques centimètres.

- en haut de pente : des sols gravillonnaires plus ou moins profonds car la carapace n'apparaît qu'à un niveau de plus en plus profond au fur et à mesure que l'on s'éloigne du sommet.

* Ce terme recouvre un certain nombre de roches cristallines de composition chimique variée. ./.

- à mi-pente : des sols ferrugineux tropicaux de profondeur croissante. l'horizon superficiel (0-20) est très sableux de couleur grise; l'horizon sous-jacent de couleur ocre est plus argileux (30% d'argile) il repose sur la carapace par l'intermédiaire d'un horizon de transition gravillonnaire, hydromorphe.

- en bas de pente : la cuirasse disparaît; par contre apparaît l'influence de la nappe phréatique qui, au voisinage du bas-fond, ne descend jamais très loin de la surface et dont le niveau dépend des pluies. Sa présence plus ou moins prolongée devient le facteur principal de pédogenèse : sols hydromorphes soit jusqu'à la surface, soit en profondeur (surmontés d'un sol ferrugineux) voir graphique n°1 et carte 2.

L'IRAT a réparti ces sols en 5 classes de valeur décroissante :

Classe I cuirasse ou sol squelettique, valeur agricole nulle

Classe II et III sols ferrugineux tropicaux sur cuirasse à moins de 50 cm pour la classe II, à plus de 50 cm pour la classe III; la valeur agricole est déterminée par la profondeur de la cuirasse : plus la couche de sol est épaisse, plus les réserves hydriques qui peuvent être disponibles pour la plante sont importantes, ce qui, on le verra plus loin, est un facteur déterminant pour la réussite des cultures.

Classe IV et V sols hydromorphes à engorgement plus (classe V) ou moins (classe IV) long, donc à vocation surtout rizicole.

Les deux sols étudiés sont situés (voir carte n°2) :

- l'un sur une parcelle de la station - parcelle 7 (P 7). cultivée en mil ensilage en 1970 (avec fumure légère 50 kg d'urée/ha) et qui servait quelquefois les années précédentes à des tests de travail du sol (test de charrue ...).

- l'autre dans la zone de protection de la Station (Protection) en jachère depuis une trentaine d'années, dont les sols sont considérés comme impropres à la culture et qui sert parfois de parcours de paturage au troupeau de l'IRAT en saison sèche.

Ces deux sols seront décrits plus en détail.

P 7 - Sol ferrugineux tropical sur carapace à 50 cm.

La description détaillée en profil, par ROOSE, est reprise ./.

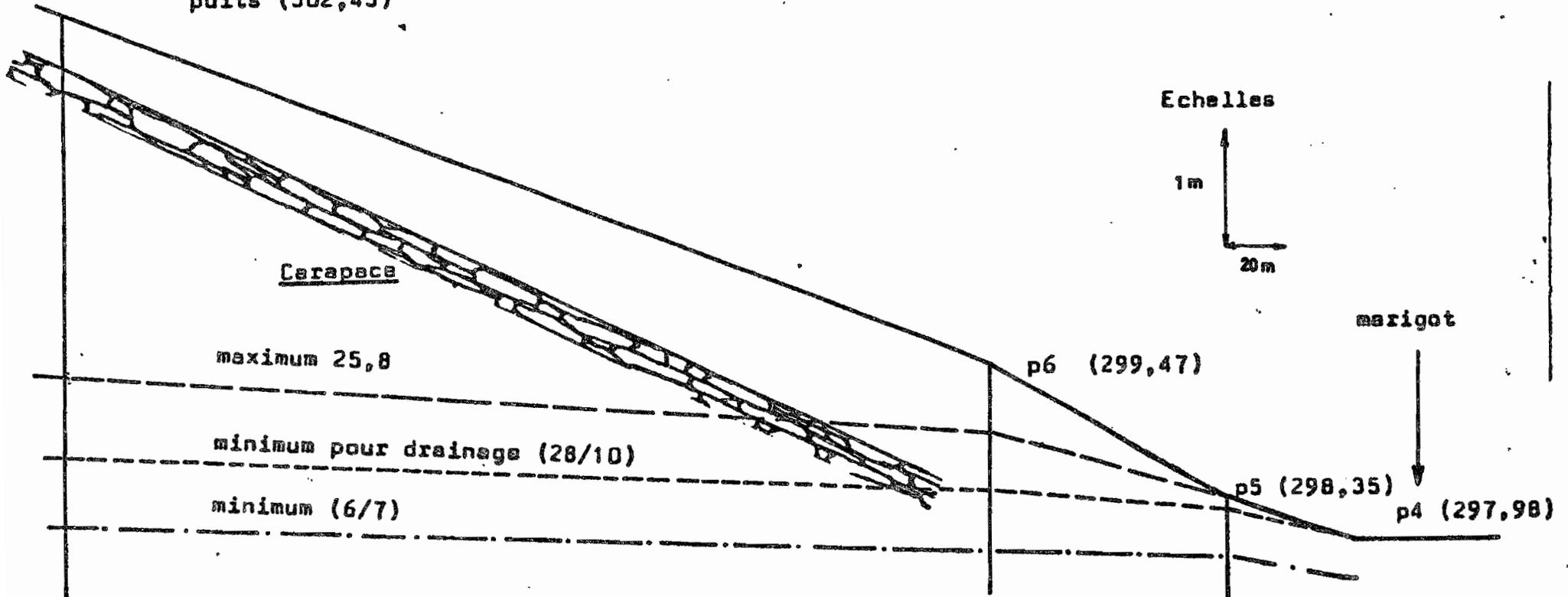
fitou



Graphique n°2

SARIA - Chaîne des piézomètres, avec types de sols et niveau de la nappe en 1971.

Parcelles d'érosion (P 7)
puits (302,43)



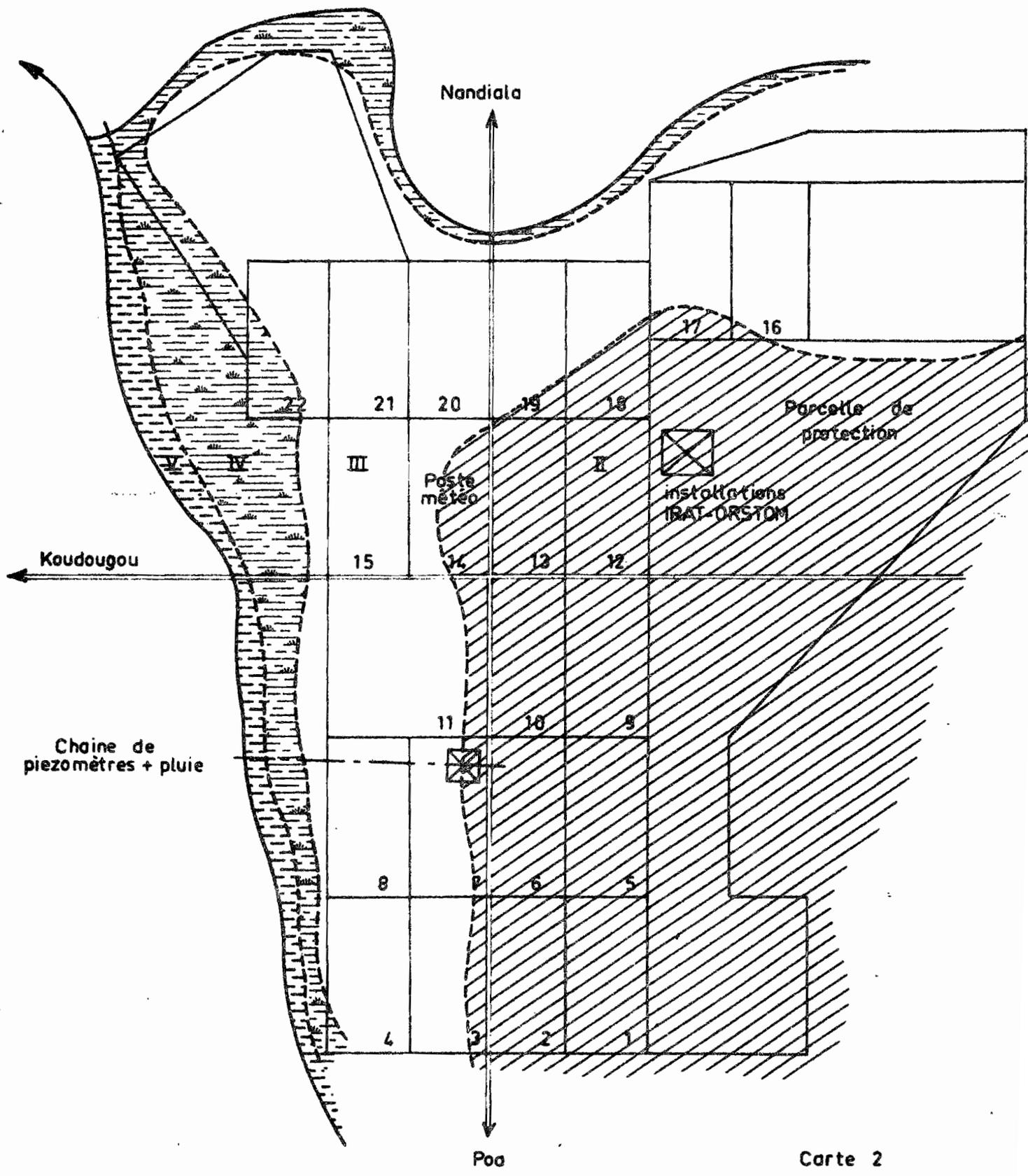
Sols classe III A - ferrugineux tropicaux avec cuirasse à plus de 50cm de profondeur.

Sols classe IV hydromorphes à pseudogley

Sols classe V hydromorphes à gley

STATION DE SARIA

CARTE SIMPLIFIEE DES SOLS (d'après JENNY)



Carte 2

en annexe 1.2.1 - On ne dispose encore que des analyses des horizons de surface :

- horizons de 0 à 20 cm (prélèvement en juin 1971 sur la parcelle ERL0. Constitution d'un échantillon moyen à partir d'une douzaine de prises autour de la parcelle).

Analyse effectuée au Laboratoire ORSTOM d'Adiopodoumé -
Annexe 1.2.2 -

- horizon de 0 à 45 cm (prélèvement juin 1971 sur parcelle d'érosion sous culture) - échantillon moyen.

Analyse au Laboratoire IRAT de NOGENT s/MARNE - Annexe
1.2.3 -

Au point de vue agricole, seule la partie supérieure de ce sol est intéressante, celle qui est au-dessus de la carapace; en dessous, on ne trouve qu'une quantité négligeable de racines.

Les résultats des analyses sont à une exception près (K total) concordants.

Sur l'ensemble du profil utile (0-45 cm) le taux de refus (tamis de 2 mm) est constant, à environ 10%.

L'horizon de surface de couleur gris-clair, légèrement humifiée, est sableux (7 à 10% d'argile - 6 à 7% de limon) avec une forte proportion de sables fins.

Les horizons suivants : 15-30cm, couleur beige-jaune et 30-40cm, couleur brun jaune, sont plus argileux (15 à 20% d'argile avec les mêmes 6 à 7% de limon), mais contiennent encore une forte proportion de sables fins.

Ce sol très meuble en saison des pluies, boueux quand il est engorgé, se prend en masse quand il est sec; il durcit au point de devenir impossible à labourer dès l'arrêt des pluies.

Une croûte a tendance à se former en surface sous l'action des pluies.

Du point de vue chimique, ils sont très pauvres, en particulier en matière organique, et cela dès la surface (taux de C. 4 à 5%, taux de N. 0,3 à 0,5%); cette matière organique est bien évoluée (C/N de l'ordre de 10) ce qui est normal sous ce climat.

En ce qui concerne les bases échangeables, les horizons sont d'autant plus pauvres qu'ils contiennent peu d'argile, ce qui est naturel :

horizon	0-15	30-45			
C _a	0,8 à	1,5	meq/100 gr.	de terre fine	
M _g	0,4 à	0,5	meq/100 gr.	" " "	
K	0,10 à	0,10	meq/100 gr.	" " "	

La somme des bases est très faible 1,4 à 2 meq, mais comme la capacité d'échange est elle-même très faible, 2 à 4 meq, le taux de saturation est moyen : 50% - L'acidité est elle-même moyenne : pH eau : 5,6.

Au point de vue des bases totales, le sol est également très pauvre, surtout en Ca. Les analyses sont en désaccord pour la potasse, la valeur obtenue en ERLO 1 ne correspond à ce que l'on trouve ailleurs sur la Station.

Les essais de fertilisation conduits par l'IRAT sur ce type de sol, mais plus profond (donc avec des réserves hydriques plus importantes) ont montré que :

- le premier facteur limitant est le phosphate, la carence est corrigée par une fumure annuelle de 40 à 50 Kg P₂O₅.
- la carence en N est aussi importante que celle en phosphore dès la 2ème année de culture (N accumulé par la jachère déjà consommé).
- la carence en K n'apparaît qu'au bout de plusieurs années (4 à 6), elle sera alors particulièrement grave. On a affaire d'après d'autres analyses à des argiles de type kaolinite qui cèdent très facilement les cations absorbés, en particulier K, jusqu'à ce que les réserves soient pratiquement épuisées; ce qui ne peut manquer d'arriver étant donné la pauvreté en K total.

Le régime hydrique de ce sol sera étudié dans le chapitre 4.

Protection : Sol ferrugineux gravillonnaire érodé sur cuirasse litée en voie de désagrégation.

Description du profil (ROOSE) en Annexe 1.2.4 -

Analyse des horizons 0-20 - Parcelle ERLO (laboratoire ORSTOM à Adiopodoumé) - Annexe 1.2.5 -

L'épaisseur utile du sol est encore plus faible qu'en P7.- 35cm seulement - et encore elle contient 50% de gravillons. Ce sol est donc caractérisé a priori par de très faibles réserves hydriques (ce point sera étudié dans le chapitre 4) et de très faibles réserves minérales, car la quantité de terre fine disponible (l'équivalent d'une couche de 17 cm) est insuffisante, même si sa richesse chimique est bien plus élevée qu'en P7. ./.

Un autre caractère important de ce sol est sa perméabilité élevée, due à sa texture très grossière : 50-60% de gravillons; de plus la terre fine est sablo-argileuse.

La surface est humifère : C = 17‰ - N = 1,13‰ - la matière organique n'est pas encore très évoluée (C/N = 15 à 20).

Grâce à cette matière organique et à un taux d'argile plus élevé, on a une capacité d'échange double de celle de P7 : Le taux de saturation est supérieur à 50%, le sol est relativement riche en cations échangeables, sauf en K où le niveau reste faible.

Les essais de l'IRAT sur ce type de sol ont montré que l'ordre et le niveau des carences étaient semblables à ceux de P7, mais qu'il n'était pas possible de les corriger par des apports d'engrais dans des conditions économiques; car le premier facteur limitant sur ces sols, sous le climat de Saria, est la mauvaise alimentation hydrique.

1.3. Le Climat est du type Soudanien: 1 seule saison des pluies.

1.3.1. Pluviosité.-

La station dispose de relevés pluviométriques annuels depuis 1924 mais seuls les relevés journaliers postérieurs à 1944 ont été conservés.*

On en a tiré le tableau 1.3.1 qui donne les moyennes mensuelles sur une période de 25 ans (1946-1970), pour les hauteurs et le nombre de jours de pluies (avec sa répartition en classes). On constate que - près de 90% des précipitations sont concentrées dans les 4 mois de juin à septembre, l'hivernage, avec un maximum marqué en août.

- 57% des pluies sont inférieures à 10 mm, mais qu'on a une pluie de 50 à 60 mm une fois par an en moyenne et de 60 à 70 une fois tous les 2 ans (le maximum enregistré est de 108,2 mm le 26 août 1945).

Comme on peut le voir dans l'annexe 1.3.2, la pluviosité est très irrégulière au point de vue hauteur (moyenne annuelle : 826 mm - minimum : 574 mm - maximum : 1092 mm) et répartition. En particulier, la saison des pluies commence, et, à un moindre degré, finit à une date très variable - voir tableau ci-après.

* leur exactitude a été vérifiée par M. COTTE de l'ASECNA.

Commencement et fin des pluies à SARIA de 1946 à 1970

Commencement	Période	Nombre de fois	fin des pluies utiles	Période	Nombre de fois
		en % cumulé			en % cumulé
	25-31/5	20		avant le	
	1- 5/6	36		20/9	12
	6-10/6	48		20-25/9	40
	11-15/6	60		26-30/9	56
	16-20/6	88		1-5/10	64
	21-25/6	96		5-10/10	88
	26-30/6	100		après 10/10	100

Tableau 1.3.1.

SARIA 1946 - 1970

REPARTITION DES PLUIES PAR CLASSES DE HAUTEUR

Classes (en mm)	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Octob.	Nov.	Dec.	Total	%
0 - 10	0,05	0,30	0,70	2,00	4,80	4,75	6,00	7,90	7,90	3,60	0,60	0,15	38,80	57
10 - 20			0,10	0,50	1,20	1,95	2,70	4,10	2,70	0,90	0,05	0,05	14,20	
20 - 30				0,20	0,75	1,10	1,50	2,40	1,65	0,15	0,05		7,75	
30 - 40				0,15	0,30	0,55	0,95	1,00	0,80	0,10			3,85	
40 - 50				0,10	0,15	0,30	0,55	0,35	0,25	0,10			1,80	
50 - 60				0,05	0,05	0,05	0,35	0,40	0,10				1,00	
60 - 70						0,10	0,10	0,20	0,10				0,50	
Except.						0,05	0,05	0,20					0,30	
N : Total	0,05	0,30	0,80	3,00	7,25	8,85	12,20	16,55	13,50	4,85	0,70	0,2	68,20	
Hauteur (mm)	0,05	0,9	2,9	28,40	37,10	118,3	184,2	250,7	162,4	36,7	3,3	1,0	826,1	
h/N	1,0	3,0	3,6	9,5	5,1	13,3	15,1	15,1	12,0	7,6	5,0	5,0	12,1	

1.3.2 E T P

En 1967, SARIA est devenu un des postes agro-climatologiques du réseau ASECNA en Haute-Volta. Les moyennes (par quinzaine) obtenues sur l'ETP ou intéressant l'ETP, pour les quatre années entières disponibles, sont rassemblées dans le tableau 132 : insolation, température... voir également le graphique 1.3.2.

En dehors des 4 mois d'hivernage le déficit hydrique est très élevé, le bilan pluies - ETP n'est positif qu'au mois d'août.

1.3.3 Importance de la réserve hydrique du sol

C'est aux seuls risques d'insuffisance ou de mauvaise répartition des pluies que sont liés les accidents des cultures, on comprend alors quelle peut être l'importance des réserves hydriques que le sol peut fournir à la plante, soit pour tamponner une période de sécheresse pendant l'hivernage, soit en cas d'arrêt précoce des pluies. Les réserves en eau étant grossièrement proportionnelles à l'épaisseur du sol, sont proportionnelles à la profondeur de la cuirasse.

On entend ici par commencement des pluies utiles, la date de la première pluie assez importante pour semer et qui n'est pas suivi d'une période de sécheresse telle que le semis ne réussisse pas, la fin des pluies utiles est la dernière pluie après le 15 septembre qui est suivie de 10 à 15 jours de sécheresse - (dans les 2 cas la détermination est assez empirique : en gros on peut prendre :

- 20 mm pour la première pluie utile
- 10 mm pour la dernière.

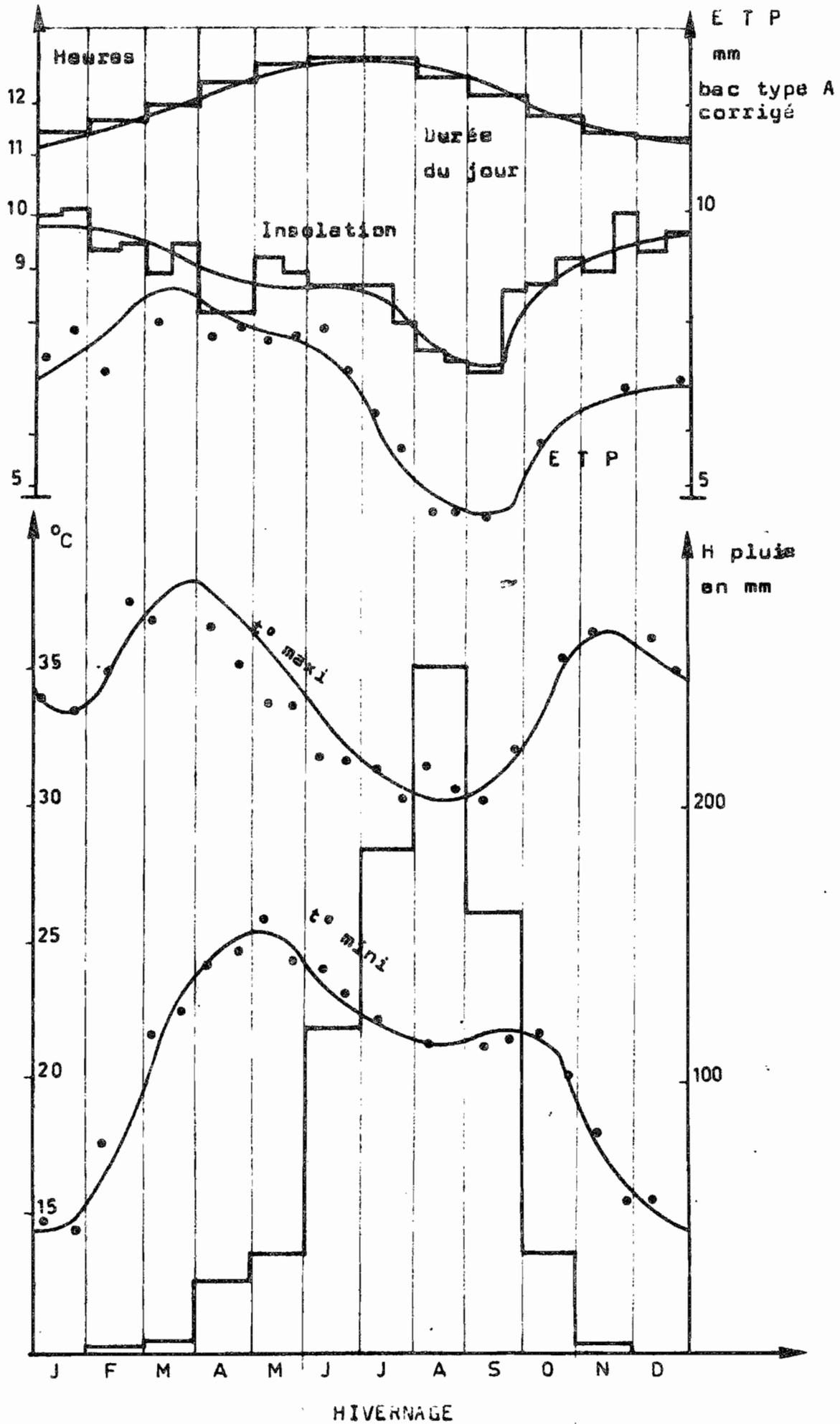
DONNEES CLIMATOLOGIQUES - SARIA 1969 - 1971

: Epoque :	: Durée du jour :	: Inso- lation :	: TEMPERATURE :			: HUMIDITE RELATIVE :			: Turc : 68-71 :	: Bac type A : 15 j. Moy/j. :
			: Mini :	: Maxi :	: 6 H :	: 12 H :	: 18 H :	: 6 H :		
: 1-15 :		: 10,0 :	: 15,1 :	: 34,0 :	: 35 :	: 9 :	: 16 :	: 101 :	: 111 :	: 7,4 :
: Janv. 16-31 :	: 11,5 :									
: 16-31 :		: 10,1 :	: 14,4 :	: 33,1 :	: 31 :	: 8 :	: 13 :	: 101 :	: 119 :	: 7,9 :
: 1-15 :		: 9,3 :	: 17,6 :	: 35,0 :	: 37 :	: 11 :	: 16 :	: 101 :	: 106 :	: 7,1 :
: Fév. 16-28 :	: 11,7 :									
: 16-28 :		: 9,5 :	: 18,5 :	: 37,6 :	: 34 :	: 11 :	: 13 :	: 102 :	: 116 :	: 8,3 :
: 1-15 :		: 8,9 :	: 21,7 :	: 37,0 :	: 44 :	: 19 :	: 18 :	: 104 :	: 120 :	: 8,0 :
: Mars 16-31 :	: 12,0 :									
: 16-31 :		: 9,5 :	: 22,6 :	: 38,3 :	: 47 :	: 24 :	: 23 :	: 102 :	: 137 :	: 9,1 :
: 1-15 :		: 8,2 :	: 24,3 :	: 36,7 :	: 60 :	: 29 :	: 27 :	: 90 :	: 116 :	: 7,7 :
: Avril 16-30 :	: 12,4 :									
: 16-30 :		: 8,2 :	: 24,8 :	: 35,4 :	: 65 :	: 34 :	: 32 :	: 84 :	: 118 :	: 7,9 :
: 1-15 :		: 9,2 :	: 26,0 :	: 36,6 :	: 70 :	: 38 :	: 35 :	: 86 :	: 116 :	: 7,7 :
: Mai 16-31 :	: 12,7 :									
: 16-31 :		: 8,9 :	: 24,4 :	: 33,8 :	: 79 :	: 49 :	: 47 :	: 80 :	: 117 :	: 7,8 :
: 1-15 :		: 8,7 :	: 24,0 :	: 31,9 :	: 82 :	: 49 :	: 52 :	: 76 :	: 118 :	: 7,9 :
: Juin 16-30 :	: 12,8 :									
: 16-30 :		: 8,7 :	: 23,1 :	: 31,9 :	: 86 :	: 57 :	: 55 :	: 76 :	: 106 :	: 7,1 :
: 1-15 :		: 8,7 :	: 22,3 :	: 31,5 :	: 90 :	: 61 :	: 64 :	: 75 :	: 94 :	: 6,3 :
: Juil. 16-31 :	: 12,8 :									
: 16-31 :		: 8,0 :	: 21,5 :	: 30,3 :	: 92 :	: 67 :	: 72 :	: 70 :	: 85 :	: 5,7 :
: 1-15 :		: 7,5 :	: 21,4 :	: 31,7 :	: 94 :	: 68 :	: 74 :	: 67 :	: 68 :	: 4,5 :
: Août 16-31 :	: 12,5 :									
: 16-31 :		: 7,3 :	: 21,3 :	: 30,7 :	: 94 :	: 70 :	: 77 :	: 65 :	: 69 :	: 4,5 :
: 1-15 :		: 7,1 :	: 21,1 :	: 30,3 :	: 95 :	: 67 :	: 79 :	: 65 :	: 66 :	: 4,4 :
: Sept. 16-30 :	: 12,2 :									
: 16-30 :		: 8,6 :	: 21,4 :	: 32,1 :	: 94 :	: 61 :	: 65 :	: 73 :	: 70 :	: 4,7 :
: 1-15 :		: 8,7 :	: 21,7 :	: 33,5 :	: 93 :	: 46 :	: 65 :	: 75 :	: 87 :	: 5,8 :
: Oct. 16-31 :	: 11,8 :									
: 16-31 :		: 9,2 :	: 20,0 :	: 35,7 :	: 88 :	: 32 :	: 47 :	: 77 :	: 104 :	: 6,9 :
: 1-15 :		: 8,9 :	: 18,0 :	: 36,4 :	: 77 :	: 21 :	: 38 :	: 74 :	: 87 :	: 5,8 :
: Nov. 16-30 :	: 11,5 :									
: 16-30 :		: 10,0 :	: 15,5 :	: 36,2 :	: 61 :	: 15 :	: 31 :	: 86 :	: 100 :	: 6,7 :
: 1-15 :		: 9,3 :	: 15,6 :	: 36,2 :	: 55 :	: 16 :	: 31 :	: 81 :	: 91 :	: 6,1 :
: Décemb. 16-31 :	: 11,4 :									
: 16-31 :		: 9,7 :	: 14,6 :	: 35,0 :	: 45 :	: 10 :	: 21 :	: 92 :	: 103 :	: 6,9 :

graphique 1.3.2

Insolation en heures/jour
ETP en mm/jours
Moyennes par quinzaine 1968-1971

Températures (moyennes par quinzaine) 1960-1971
mini et maxi
Pluviométries (moyennes mensuelles 1946-1970)



14 - L'OCCUPATION DU TERRAIN -

Le plateau Mossi est la région la plus peuplée de la Haute-Volta, avec des densités de populations variant par plages, de 20 à 125 habitants/Km²; en particulier, dans la zone de Koudougou SARIA elle est de 50 à 75 habitants /Km². Cette population est à plus de 90% agricole. Les sols sont très souvent surexploités.

Avant 1930 (l'accroissement démographique serait constant depuis cette date à cause d'efficaces mesures sanitaires), seuls les sols favorables, les plus profonds (classe III et limite III - IV), étaient cultivés. L'explosion démographique a entraîné la mise en culture de sols de plus en plus pauvres en remontant la chaîne : sols ferrugineux ou gravillonnaires sur cuirasse à moins de 50 cm, (ceux que nous avons choisis pour notre étude). En même temps, l'introduction de la riziculture permettait la mise en valeur des bas-fonds.

Les cultures traditionnelles sont en premier lieu le sorgho, auquel on réserve les meilleurs sols, puis le mil, moins exigeant en eau et en éléments minéraux. Les techniques sont très simples, le nettoyage a lieu par le feu en fin de saison sèche, il peut être complété en début de saison des pluies par un binage à la houe (daba). Le semis est très précoce, en poquets de 4, 5 graines à 80 - 100 cm dans tous les sens; s'il échoue à cause de la sécheresse, il est recommencé autant de fois qu'il le faut (il coûte peu en main d'oeuvre et en semences).

Pour maintenir la fertilité, le sol est laissé en jachère après quelques cultures; le mil plus rustique venant après sorgho. En même temps que les terres moins favorables étaient mises en culture, la durée des jachères était raccourcie jusqu'à disparaître. Les sols cultivés ne reconstituant pas leur fertilité, les rendements baisserent; pour maintenir la production, les paysans augmentaient les surfaces et firent donc de nouveaux défrichements. De proche en proche, les feux des défrichements, mal contrôlés de plus, ont fait disparaître la végétation naturelle.

De la végétation d'origine (Euclimax) il ne reste que quelques vestiges, souvent sur les zones les plus pauvres; la parcelle de protection de la station de SARIA, sur sols gravillonnaires à cuirasse peu profonde, peut en donner une idée : voir relevé de végétation en annexe 1.4.3. et 1.4.4.. Le paysage dominant est celui d'une plaine nue parsemée de quelques arbres utiles
./.

volontairement conservés : karités surtout.

Les relevés de végétation donnés en annexe 1.4.1. à 1.4.4. correspondent à une jachère, dernière culture, en début d'hivernage.

2 - LE DISPOSITIF

Le dispositif de base : parcelle ERLO et cylindres DV a été mis au point par ROOSE qui l'utilise en collaboration avec divers Instituts de Recherches depuis plusieurs années sur son réseau d'Abidjan à Ouagadougou (Adiopodoumé, Azaguié avec l'IFAC Bouaké avec l'IRAT...) et qui a déjà donné lieu à des publications (voir bibliographie en fin de texte).

Les installations de SARIA sont du même modèle, elles seront également exploitées dans des conditions semblables (en collaboration IRAT-ORSTOM).

On les décrira ici brièvement en empruntant aux publications précitées auxquelles on renverra pour plus ample information; on a également établi une fiche par élément du dispositif dans laquelle on trouvera les innovations de détail - voir annexes 2.1 à 2.6.

Il s'agit d'évaluer les trois premiers termes de l'équation du bilan hydrique pour un sol :

$$\text{Pluie} = \text{Ruiss} + \text{Dr} (v + 0) + \text{ETR} + \text{var. stock d'eau.}$$

Les 2 derniers sont évalués indirectement :

- l'ETR : à partir de mesures d'ETP et de l'estimation du stock d'eau disponible dans le sol.
- les variations du stock d'eau : par quelques profils hydriques prélevés à des périodes caractéristiques de l'année (maximum de sécheresse : fin avril et maximum d'humidité (fin août).

De plus la dynamique de l'eau a fait l'objet d'études poussées sur le terrain.

Les pluies sont relevées dans des pluviomètres association et un pluviographe à augets basculants (bague 400 cm²). Le ruissellement est mesuré sur des parcelles de 100 à 200 cm² limitées en amont et latéralement par des bordures de tôle galvanisée, avec à l'aval un canal et une série de cuves pour recueillir les eaux.

Le drainage est la partie des eaux d'infiltration qui, une fois le sol réhumecté jusqu'à sa capacité de rétention, circule soit verticalement (Dr.v) soit obliquement (Dr.O) à la surface d'un horizon dont la perméabilité est inférieure à celle des horizons superficiels (par ex : sur une cuirasse) -

c'est pour la détermination de ces 2 types de drainage que ROOSE a mis au point 2 techniques originales :

- drainage oblique :

La paroi amont d'une tranchée en bas de pente est protégée contre les eaux de pluies et de ruissellement, les eaux qui circulent obliquement dans le sol sont recueillies dans des gouttières enfoncées sous chacun des horizons pédologiques - voir schéma page suivante.

- drainage vertical :

On cherche à ne pas modifier la structure du sol en place; pour cela, on isole un monolithe de sol en place dans un cylindre de 63 cm de diamètre soudé à une coupole conique drainante, par un joint de goudron coulé à chaud. voir schéma d'un lysimètre monolithique cylindrique.

Le dispositif type comprend :

- une parcelle ERLO (Erosion Ruissellement et Lessivage Obligue) qui regroupe en bas d'une même parcelle, de 41,7 m x 6 m, l'installation de mesures de ruissellement et de l'érosion (système classique de canal, de partiteurs et de réservoirs) et l'installation de mesure du drainage oblique (voir plus haut).

- quatre lysimètres types DV à des profondeurs échelonnées de 40 cm à 2 m.

Pendant les premières années, les mesures se font sous végétation naturelle.

Dispositif sur sol gravillonnaire érodé sur cuirasse litée en voie de désagrégation.

- situation : partie N-W de la parcelle de protection de Sarié.

- sol : gravillonnaire sur carapace à 30 cm (voir page 7)

le pourcentage de gravillons dans les 35 cm de sol cultivable est supérieur à 50% et la terre fine est sableuse, cet horizon est bien drainant. Les 15 premiers cm sont humifères gris foncé. la carapace (35 - 85 cm) est compacte, assez dure, mais paraît assez poreuse

- pente moyenne : 1,4%

- végétation : jachère d'une trentaine d'années = savane arborée à dominance de karités et parkias.

voir relevé en annexe n° 1.4.3 et 1.4.4.

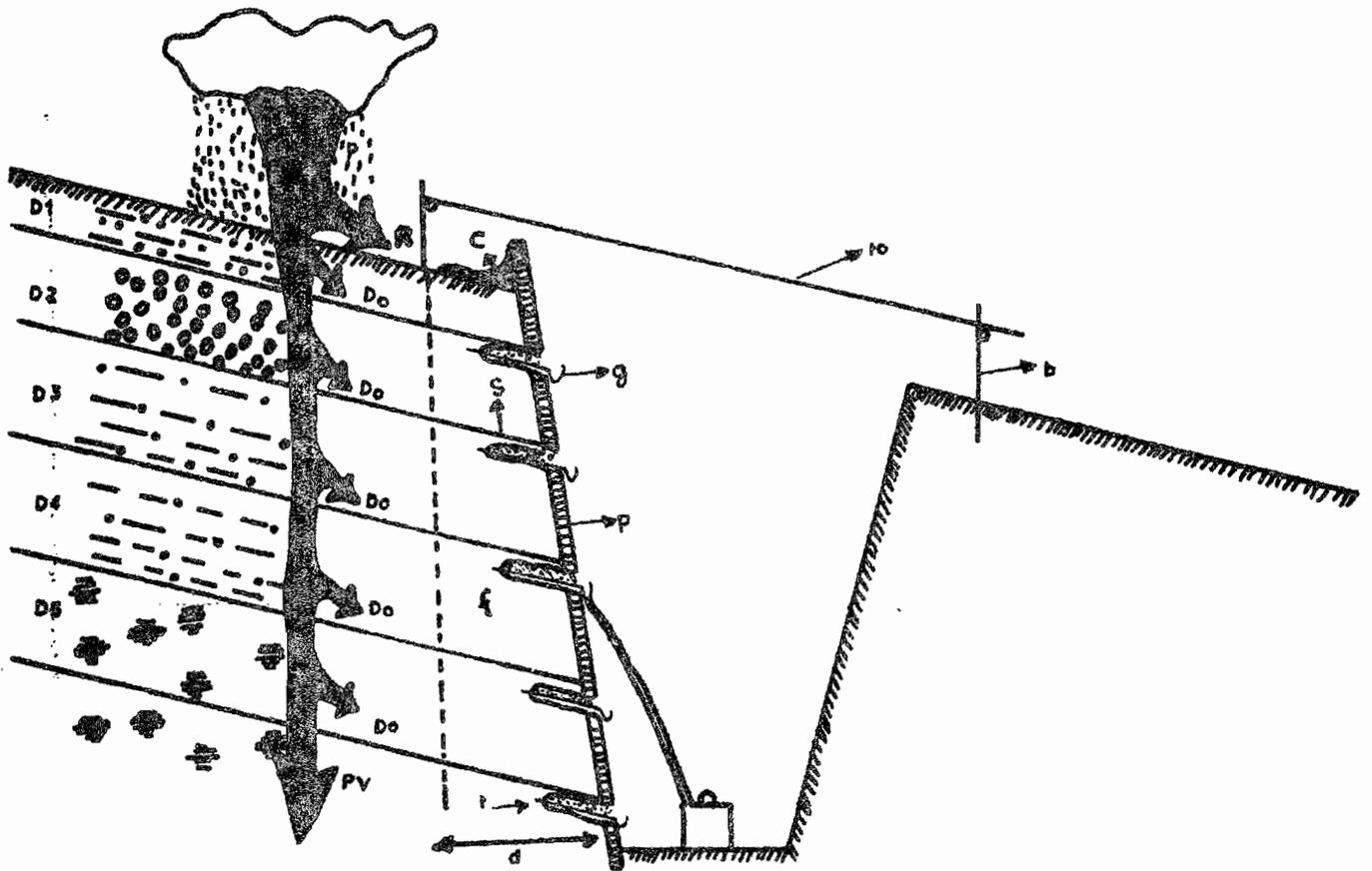
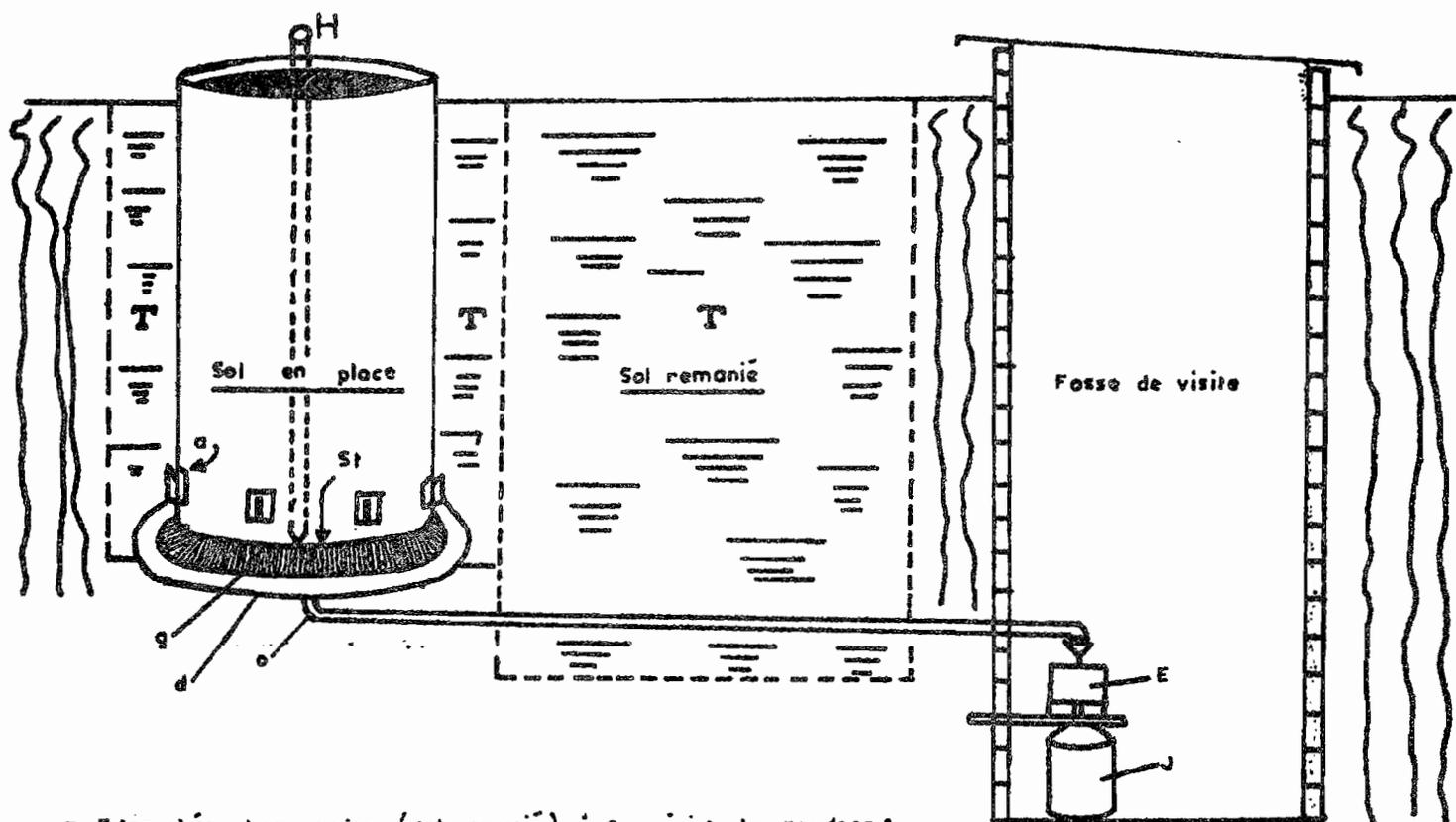
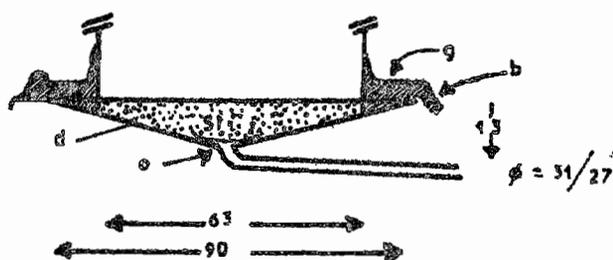


Schéma des mouvements de l'eau de gravité et d'une case de lessivage oblique
 P = pluie; R = ruissellement; Dv = drainage vertical; Do = drainage oblique
 D 1,2,3,4,5 = horizons pédologiques c = canal du ruissellement; g = gouttière
 t = tôle; f = fente; s = sable lave; d = tranche de sol protégée par le canal c
 et le toit r; b = bâti qui soutient le toit; p = planche.

SCHEMA D'UN LYSIMETRE MONOLITIQUE CYLINDRIQUE.



τ = tranchée temporaire (sol remanié) ; g joint de goudron ;
 d = drain en entonnoir ; St = sable et toile en nylon protégeant l'orifice de drainage "O₁" ;
 E = enregistreur à godets ; J = jerrycan 60 litres ; H = tube d'accès pour sonde à neutrons et à rayons gamma ;
 a = aileron ; b = bouchon en argile pour couler le goudron .



Installations : voir plan page 23

- 1 - pluviomètre association (bague 400 cm² à 1,50 cm au dessus du sol).
- 2 - parcelle ERLO 250 m² - sous jachère de 30 ans - annexe 2.4.
profondeur des gouttières de réception du drainage oblique :
45 - 65 - 100 - 150 - 200 cm.
- 3 - lysimètres DV sous jachère annexe n° 2.6.
n° 15 profondeur 45 : mis en place en juillet 1971
n° 16 " " 80 : mis en place en juillet 1971
n° 17 " " 150 : " " " " "
n° 18 " " 200 : mis en place en février 1972
- 4 - lysimètres DV sous culture
n° 11, 12, 13, 14. profondeur 100 cm : mis en place en
février 1972
- 5 - auge de réception des eaux de pluies sous végétation mise en
place en mai 1972
- 6 - auge de réception des eaux de pluies à l'air libre mise en
place en mai 1972.

Dispositif sur sol ferrugineux tropical peu profond sur carapace à 50 cm.

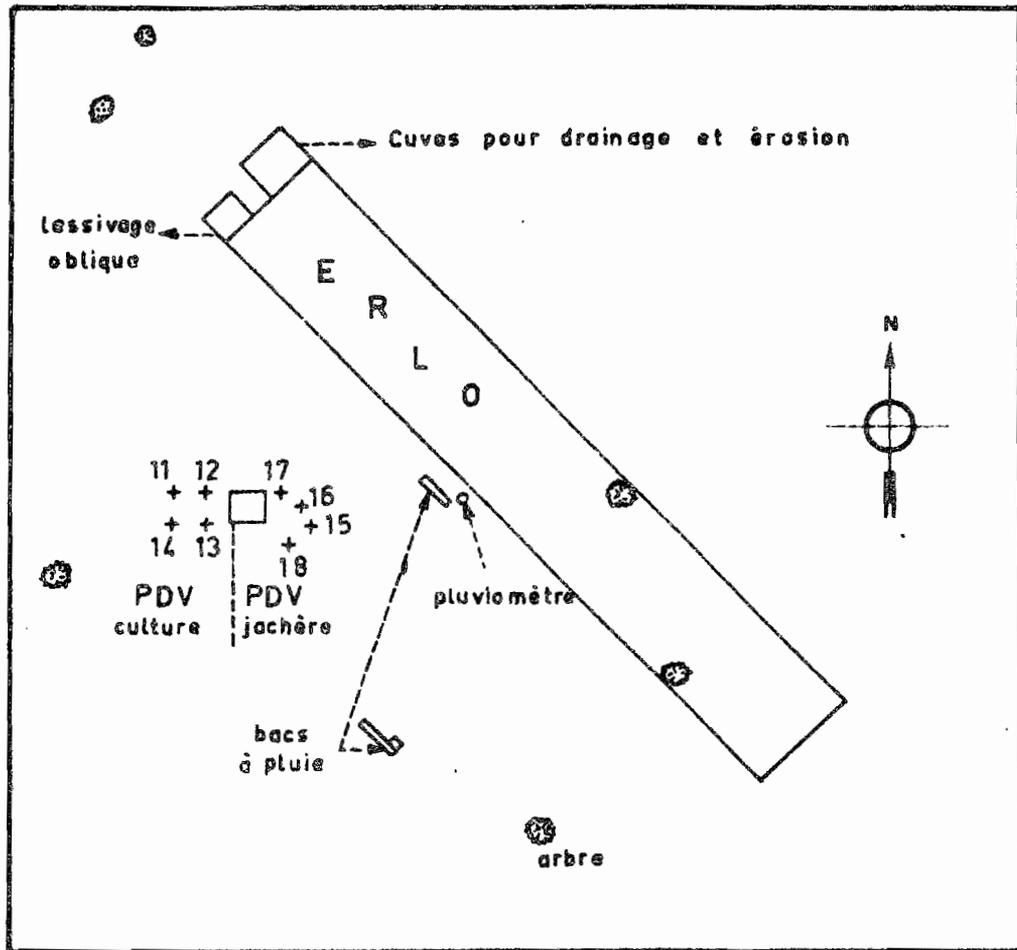
- situation : partie N.E de P7 de SARIA
- sol ferrugineux sur carapace (voir page 7)

D'un horizon superficiel (0 - 15 cm) sableux de couleur grise on passe par une très brève transition à un horizon sablo argileux beige jaune à structure massive puis à un horizon gravillonnaire.

- pente : Est - Ouest 7‰
- végétation : jachère naturelle derrière une culture de mil ensilage en 1970 (avec pour fumure 50 kg/ha d'urée), le sol est très faiblement occupé, largement découvert - voir relevé de végétation en annexe n° 1.4.1 et 1.4.2.

Installations : voir plan page 25

- 1 - pluviomètre association
- 1' - pluviographe (modèle à Auget)
- 2 - parcelle ERLO 250 m² sous jachère d'un an - annexe n° 2.3.
profondeur des gouttières de réception du drainage oblique :
25 - 45 - 65 - 100 - 150 - 200 cm.



Parcelle de protection - NE

BILAN HYDRIQUE ET MINERAL

3 - lysimètres DV sous jachère (1 an) annexe n°2.6.

n° 5 profondeur 40 cm mis en place en

n° 6 " " 80 cm " " " "

n° 7 " " 140 cm " " " "

n° 8 " " 180 cm " " " "

4 - Parcelle D V A

- lysimètres D V sous culture de sorgho local annexe n°2.5.

n° 1, 2, 3, 4 : profondeur 50 cm.

5 - parcelle d'érosion sous culture de sorgho local annexe 2.2.

surface = 20,8 m x 4,8 m = 100 m².

6 - parcelle d'érosion sur sol nu (dite de Wischmeier) annexe

n° 2.1.

surface = 22, 2 m x 4,5 m = 100 m²

Cette parcelle complète l'installation pour permettre l'étude de l'érosion (facteur K - érodibilité du sol de l'équation de Wischmeier).

7 - Evapotranspiromètres avec cynodon dactylon

8 - Puits pour suivre le niveau de la nappe phréatique.

Bilan hydrique et minéral d'une culture de sorgho local.

La culture de sorgho (variété S 29) sur 4 et 5 est conduite selon les normes de l'IRAT/HV :

- labour à 15 - 20 cm au début des pluies
- semis en lignes (dans le sens de la pente) à 80 cm d'écartement : poquets à 40 cm sur la ligne avec démariage à 3 plants/poquets.
- fumure : 100 kg de phosphate d'ammoniaque + 120 kg de sulfate de potasse/ha au semis.
 - + 50 kg d'urée/ha au démariage (20^{ème} jour
 - + 100 kg d'urée/ha l'initiation florale (60^{ème} jour)

La parcelle de Wischmeier subit des façons culturales standard (celles des maïs dans la Corn Belt aux U.S.A., très proches de celles de la parcelle à sorgho : labour au début de l'hivernage, puis un sarclage par mois).

SARIA P7 NW

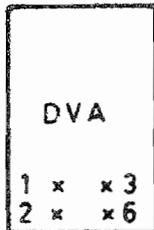
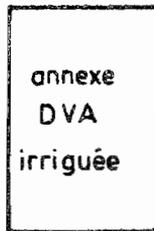
Bilan hydrique
et minéral

échelle 2m 1/400

eau

pluviographe

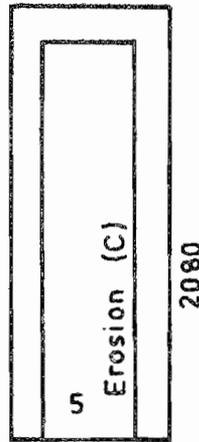
o 1



7 x x 8

5 x x 6

3 DVP



o Puits pour
8 niveau de la
nappe phreatique

DV

- 1 = 40 cm
- 2 = 40 cm
- 3 = 50 cm
- 4 = 50 cm
- 5 = 40 cm
- 6 = 80 cm
- 7 = 40 cm
- 8 = 180 cm

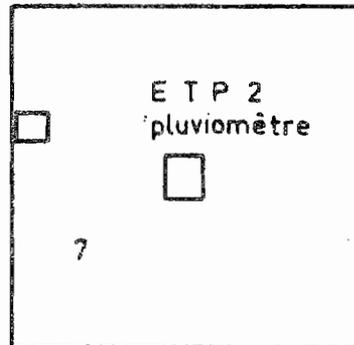
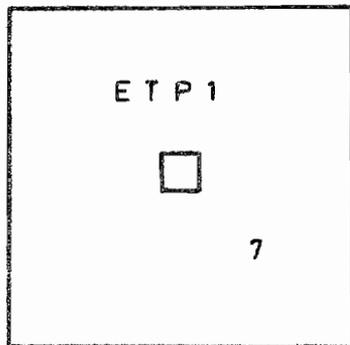


TABLEAU RECAPITULATIF

Emplacement		Saria - Parcelle 7-Nord/Est			Saria- Protection	
Sol	- ferrugineux tropical sur carapace				Gravillonnaire	
	à 50 cm					
	- description : annexe				description :	
- analyse : annexe				analyse :		
Parcelle d'érosion	Erosion sous culture	Wischmeier	ERLO (S)	ERLO (P)		
Pente	7‰	7‰	7‰	1,4%		
Longueur	20,8 m	22,2	41,7	41,7 m		
Surface	100 m ²	100 m ²	250 m ²	250 m ²		
Réception des eaux	1 ^{ère} cuve	hauteur : 44 cm	29,6 cm	44 cm	39 cm	
		volume : C ₁ : 180L (4,11/cm)	W ₁ : 96L (3,21/cm)	SO: 142L (3,21/cm)	PO ₁ : 128L (3,31/cm)	
		partiteur : 1/1	1/1	1/1	1/1	
	2 ^{ème} cuve	hauteur : 96 cm	90,5 cm	76 cm	75 cm	
		volume : C ₂ : 3400L (36,21/cm)	W ₂ : 900L (101/cm)	SO: 203L (2,71/cm)	PO ₂ : 195L (2,61/cm)	
		partiteur : 1/11	1/9	1/9	1/10	
	3 ^{ème} cuve	hauteur : 97 cm	100 cm	100 cm	78 cm	
		volume : C ₃ : 230L (2,41/cm)	W ₃ : 490L (4,91/cm)	SO: 490L (4,91/cm)	PO ₃ : 198L (2,51/cm)	
		partiteur : -	-	-	1/1	
	4 ^{ème} cuve	hauteur : 85 cm				
		volume : PO ₄ : 220L (2,61/cm)				
		partiteur : -				
	volume total	6110L (61mm)	5406L (54mm)	4755L (16mm)	4503L (18mm)	
profondeur des gouttières pour lessivage oblique		S1	25cm	P1	30cm	
		S2	45cm	P2	65cm	
		S3	65cm	P3	100cm	
		S4	100cm	P4	150cm	
		S5	150cm	P5	200cm	
		S6	200cm			

3 - RESULTATS DE LA CAMPAGNE 1971

Les installations ont été mises en place en juin et juillet, les résultats ne sont donc que partiels pour la saison des pluies 1971.

31. La Pluviométrie

On a reporté en annexe n° 3.1 les relevés journaliers à partir du mois de juin du poste ASECNA, du pluviomètre de la parcelle de protection, du pluviomètre et du pluviographe de P7. Seul le poste ASECNA a des données complètes pour l'année - voir tableau page suivante.

On constate que la pluviométrie 1971 est dans l'ensemble très déficitaire : 637 mm pour 840 mm en moyenne, plus particulièrement au mois d'août ainsi qu'en juin (début tardif) et septembre (arrêt précoce).

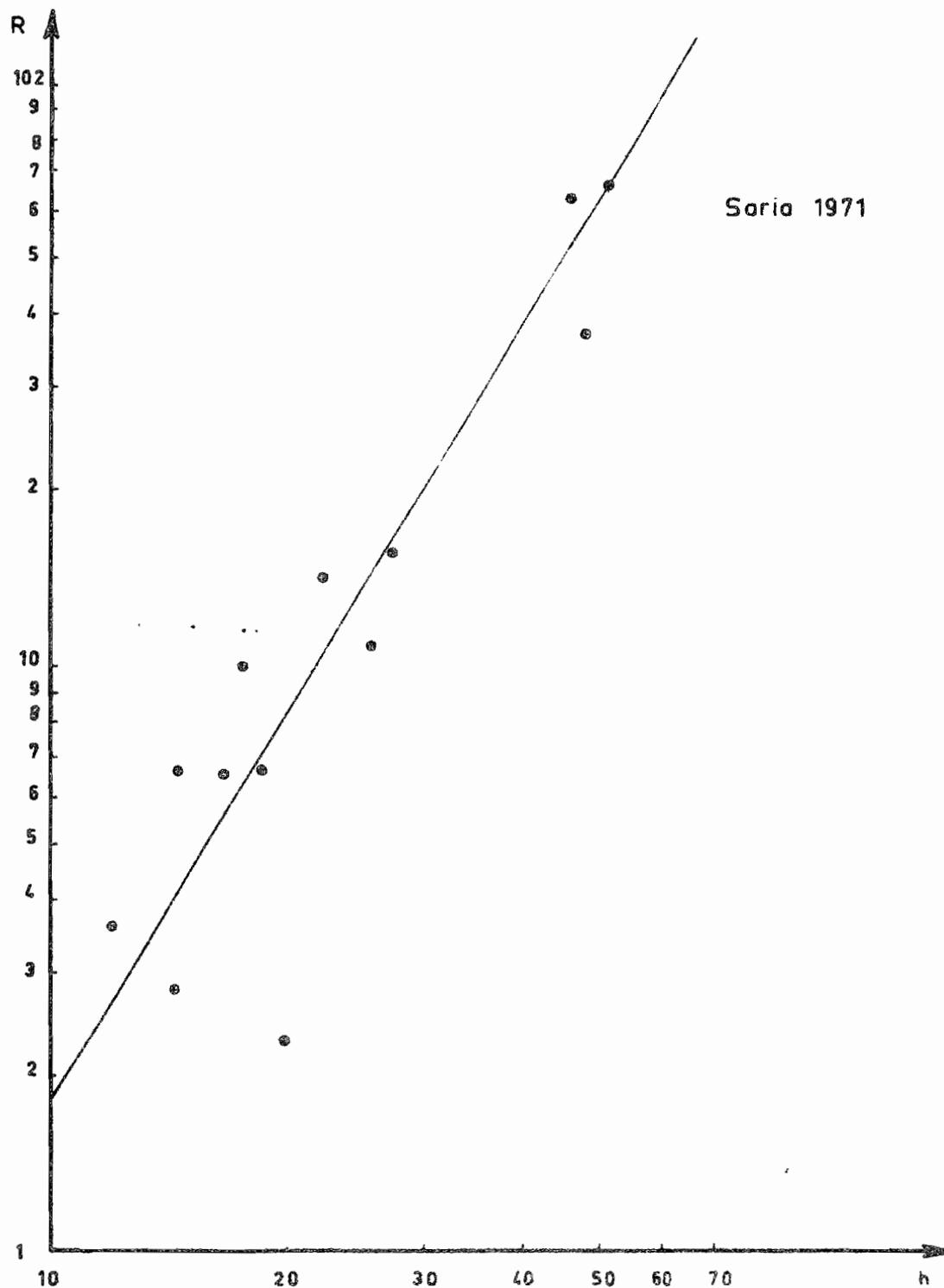
Erosivité du climat :

L'indice R (de la formule de Wischmeier) a été calculé à partir des pluviogrammes de P7 pour toutes les pluies supérieures à 10 mm.

Juin			Juillet			Août			Septembre					
jour	h	R	jour	h	R	jour	h	R	jour	h	R			
13/6	17,5	10,181	8/7	16,7	6,267	2/8	18,4	6,733	3/9	18,4	0,715			
26/6	15,4	6,704	10/7	52,7	<u>67,641</u>	13/8	48,4	<u>37,427</u>	11/9	25,6	12,069			
-	:	:	13/7	16,3	2,782	17/8	30,1	22,00	17/9	26,6	16,566			
-	:	:	24/7	21,8	14,185	20/8	12,4	3,625	:	:	:			
:	:	:	29/7	45,3	<u>63,852</u>	25/8	19,7	2,351	:	:	:			
: Total :			: 16,885 :			: 154,727 :			: 72,136 :			: 29,350 :		

EROSIVITE DU CLIMAT

$$\log R = f(\log h)$$



graphique 3.1

Trois pluies (du 10/7, 29/7, 13/8) contribuent à elles seules pour 62 % du total annuel 273,098.

Comme ailleurs en Afrique de l'Ouest () il semble exister une relation étroite entre cet indice R et la hauteur des pluies journalière $\log R = f(\log H)$, voir graphique de la page 28 que l'on a utilisé pour estimer la valeur R de la pluie du 17/8. Cette relation sera précisée quand on disposera de points plus nombreux.

Le tableau ci-dessous, si on le compare au tableau 1.3.1, page 12, montre que les pluies 1971 ont été peu érosives.

Classe	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
0-10			1	3	3	3	10	15	7	4		2	48
10-20					1	4		4					9
20-30			1	1			2	1	2				7
30-40									1				1
40-50							1	1					2
50-60							1						1
Total	0	0	2	4	4	7	14	21	10	4	0	2	68
H	0	0	28,2	30,6	23,7	73,1	191,1	175,2	106,3	4,8	0	3,7	636,7
H/N	0	0	14,1	7,6	5,9	10,4	13,7	8,3	10,6	1,2	0	1,9	9,4

- 70% des pluies étaient inférieures à 10 mm (contre 57% en moyenne) et la pluie moyenne annuelle ne fait que 9,4 mm (contre 12,4).

Les différences sont encore plus marquées si l'on considère le mois d'août particulièrement peu pluvieux et érosif en 1971.

32 - Evolution du Couvert Végétal

En parcelle de protection, en jachère depuis 30 ans, les grandes tiges déssechées des graminées (principalement Andropogon) qui constituent l'étage inférieur, recouvraient bien le sol dès le début de la saison des pluies. Ce couvert s'est épaissi au fur et à mesure que les graminées pluriannuelles (Andropogon) repartaient et les graminées annuelles levaient et se développaient en même temps qu'augmentait le feuillage des arbres et des arbustes. Une évaluation du % de couverture végétale effectuée par ROOSE le 30/8 n'a donné que environ 15% de surface non couverte sur la parcelle ERLO protection.

Par contre, le sol de P7 était dénudé au début des pluies. La culture de mil (pennisetum typhoïdes) ensilage que l'on y avait cultivée en 1970, fauchée et exportée début septembre 1970, peu avant l'arrêt des pluies, n'avait pu repartir et laissait pour la saison sèche un sol nettoyé. Le démarrage de la jachère a été lent, pendant l'hivernage 1971, le couvert s'est établi très lentement : pas de plantes perennes (en particulier de touffes d'Andropogon), seule la germination des grains restant dans le sol y contribuait. L'évaluation faite par ROOSE le 30/8 sur ERLO donnait environ 95% de vides.

33 - Le Ruissellement et l'EROSION

L'ensemble des résultats concernant les parcelles d'érosion est donné en annexes, une pour chaque parcelle.

ERLO Protection	annexe n° 3.3.4.
ERLO P7	annexe n° 3.3.3.
Erosion sous culture	annexe n° 3.3.2.
Parcelle Wischmeier	annexe n° 3.3.1.

Les données concernant le ruissellement et l'érosion sont rassemblées dans les tableaux 33.1 et 33.2 et résumées dans le tableau 33.3 et 33.4 ci-après.

H	P. WISCHMEIER						P. CULTURE						P. ERLO					
	Ruissellement			Erosion			Ruisselle- ment			Erosion			Ruisselle- ment			Erosion		
	mm	%	TF	S	Total		mm	%	TF	S	Total	mm	%	TF	S	Total		
8/7	16,7	7,2	43,1	23,0	80,6	103,6	0		-	-	-	2,2	13	22,4	7,3	29,7		
10/7	52,7	38,4	70	96,0	599,0	695,0	29,6	56,2	122,0	2042,0	2164	26,9	51	83,0	29,6	112,6		
14/7	16,3	7,2	44,2	72,0	72,0	144,0	5,5	33,7	58,0	50,0	108	4,6	28	22,8	10,1	32,9		
24-25/7	22,9 +	15,4	70,6	118,1	174,0	292,1	12,9 +	56,3	89	148,0	237	11,2	51	73,7	24,6	98,3		
	3,1						0,5											
29/7	45,3	29,6	65,3	135,0	162,8	297,8	25,7	56,7	159,0	848,0	1007,7	18,1	40	103,8	19,9	122,7		
JUILLET	180,1	97,8	54,3	444,1	1088,4	1532,5	74,2	41,2	428,0	3088	3516	63,0	35,0	305,7	91,5	397,2		
2/8	18,4	8,1	44,0	62,1	182,3	244,4	5,8		71,0	104,0	175	7,4	40	42,4	16,3	58,7		
4-6/8	6,8 +						0,8 +											
	5,7	0,6+0,7	10,4	75,6	13,0	88,6	0,2		68,0	18,0	86	0,4		26,2	0,9	27,1		
13/8	48,4	29,6	61,1	111,0	334,5	445,5	23,9		128,0	1147,5	1275	20,0		43,0	34,0	77,0		
17/8	30,1	17,7	58,8	76,7	175,2	251,9	14,0		39	196	235	11,2	37	31,8	19,0	50,8		
22/8	12,4	5,2	41,9	14,0	28,6	44,6	2,3		10	16,0	26	1,2	10	7,0		70,0		
23/8	6,8	1,3		2,1	7,2	9,3	0,3		10	2,0	3			1,9	-	1,9		
25/8	19,7	10,0	50,8	14,8	39,0	53,8	8,7		12,0	61,0	73	1,9	10	6,9	2,1	9,0		
27/8	4,1	0,8		12,1	8,7	20,8	0,1		1,0	1,0	2			3,3	-	3,3		
29/8	9,4	5,2	55,3	26,5	59,8	86,3	3,4		13,0	27,0	40	1,4	15	9,0	3,6	12,6		
AOUT	177,2	79,2	44,7	349,9	848,3	1243,2	59,5	33,6	343,0	1572,0	1915	43,5	24,5	171,5	75,9	247,4		
3/9	18,4	4,7	25,5	59,2	20,2	79,4	0,7		9	1,0	10	0,4		14,4	1,1	18,8		
8/9		0,6		10,6	2,6	23,2	0		-	-				3,3	-	3,3		
11/9	25,6	14,1	55,1	67,2	70,5	137,7	9,7		10	39	49	4,6	18	9,8	5,5	15,3		
17/9	26,6	12,6	47,4	125,8	257,4	383,2	9,4		24,0	141	165	6,3	24	9,9	7,6	17,5		
SEPT.	93,3	32,0	34,3	262,8	350,7	613,5	19,8	21,2	43,0	181	224	11,3	12	37,4	14,2	51,6		
AUTRES MOIS	151,5	10,5		X ₁	X ₂		0		0	0	0			0	0			
ANNEE	602,1	219,5	43,2	1101,8	2287,4	3389	153,5	25,5	814,0	4841	5655	117,8	19,6	514,6	181,0	696,2		

Tableau 3.3.2.

PARCELLE DE PROTECTION

TABLEAU 33.1.

RUISSELLEMENT ET EROSION

H	RUISSELLEMENT		EROSION			TOTAL	
	mm	%	TF	S			
8/7	(24,4)	4,6	19	10,2	20,7	30,9	TF : terres de fond (piège à sédi- ments)
10/7	(53,0)	22,0	41	21,4	24,2	45,5	
14/7	(9,0°)	0,5		2,2	0,5	2,7	
24/7	24,1	2,7	11	11,8	5,9	17,7	S : suspen- sion
29/7	46,3	18,9	41	21,6	20,8	42,4	
JUILL.	188,5	48,7	26	67,2	72,1	139,3	
13/8	39,2	3,9	10	4,9	4,3	9,2	
17/8	21,8	0,4	2	2,3	0,4	2,7	
22/8	21,3	1,2	6	0,2	1,3	1,5	
23/8	12,2	0,4	3	1,0	0,4	1,4	
15/8	20,9	0,05		0,2	-	0,2	
29/8	11,9	0,5	4	1,0	0,5	1,5	
AOUT	166,8	6,4	3,8	9,6	6,9	16,5	
3/9	23,8	0,1		2,2	0,1	2,3	
11/9	28,4	1,2	4	1,4	1,3	2,7	
17/9	31,1	3,5	11	1,6	3,9	5,5	
SEPT.	109,9	4,7	4,3	5,2	5,3	10,5	
AUTRES MOIS	165,1	0					
ANNEE	630,3	59,8	9,5	82,0	84,3	166,3	

3.3.3 Ruissellement - SARIA 1971 en mm

Emplacement	Parcelle 7						Parcelle Protection			
	P. Wischmeier			P. cultivée			ERLO		ERLO	
	Pluvio	Ruiss.	%	Ruiss.	%	Ruiss	%	Pluvio	Ruiss.	%
Juillet	180,1	97,8	54,3	74,2	41,2	63,0	35,0	188,5	48,7	2,6
Août	177,2	79,2	44,7	59,5	33,6	43,5	24,5	166,8	6,4	3,8
Septembre	93,3	32,0	34,3	19,8	21,2	11,3	12,0	109,9	4,7	4,3
autres mois	151,5	10,5						165,1		
Total										
Partiel		219,5	43,2	153,5	25,5	117,8	19,6		59,8	9,5

Tableau 3.3.3.

L'influence du mode d'exploitation du sol (facteur C de l'équation) de Wischmeier est manifeste; ainsi pour les 3 mois où l'on dispose de mesures, le coefficient moyen de ruissellement moyen passe de 43% sur sol nu à 25% sous culture de sorgho puis 20% sous jachère d'un an, en P7.

En parcelle de protection, l'effet du sol (meilleure perméabilité) et de la végétation se combinent pour que le ruissellement soit inférieur à 10%, malgré une pente supérieure. L'influence du travail du sol (piochage) de la parcelle cultivée en sorgho) est très favorable pour l'infiltration mais ne dure pas longtemps : comparer les données P culture et P Wischmeier au mois de juillet dans le tableau 3.3.2.

Ceci témoigne en faveur du labour et en indique les limites.

Le coefficient de ruissellement diminue de juillet à septembre ce qui est évidemment dû à l'augmentation du couvert végétal (P culture et ERLO) mais aussi à la moindre intensité des pluies; ce dernier phénomène ne semble pas être particulier à l'année 1971 du moins en ce qui concerne le mois de septembre (voir tableau 1.3.1 page 12).

Ces pertes par ruissellement sont extrêmement importantes inadmissibles si l'on veut assurer une alimentation convenable des cultures; il est vrai qu'en ce qui concerne la culture on s'était placé dans les conditions les plus défavorables : lignes dans le sens de la pente (les dimensions de la parcelle l'exigent). Il faut améliorer les techniques culturales pour réduire le ruissellement.

33.4 E R O S I O N

Erosion en kg/ha		Parcelle 7						Protection	
		Wischmeier		culture		ERLO		ERLO	
		kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
Juillet	TF	444	29	428	12	306	77	67	48
	S	1088	71	3088	88	91	23	72	52
	Total	1532		3516		397		139	
Août	TF	395	32	343	18	171	69	9	56
	Susp	848	68	1572	82	76	31	7	44
	Total	1243		1915		247		16	
Septembre	TF	263	43	43	19	37	73	5	50
	Susp	351	57	181	81	14	27	5	50
	Total	614		224		51		10	
Total partiel	TF	1102	33	814	14	514	74	81	49
	S	2287	67	4841	86	181	26	84	51
	Total	3389		5655		695		165	

Tableau 3.3.4

TF = terres de fond

S = suspension

	Parcelle 7									Protection		
	P. Wischmeier			P. cultivée			P. ERLO			P. ERLJ		
	dans TF	dans S	Total	dans TF	dans S	Total	dans TF	dans S	Total	dans TF	dans S	Total
Argile	113	1148	1561	106	3405	3511	21	74	95	9	23	32
Limon fin	98	497	595	105	1039	1144	15	38	53	8	25	33
Limon grossier	247	190	437	144	59	203	134	29	163	10	13	23
Sable fin	187	21	208	128	18	146	87	18	105	14	5	19
Sable grossier	450	10	460	307	27	334	310	9	319	37	2	39
TOTAL	1095	2166	3261	790	4548	5338	567	168	735	78	68	145

3.3.4 Pertes physiques par érosion

NB : Les différences sur les totaux avec le tableau 3.3.4 proviennent de l'imprécision des analyses granulométriques.

TF = terres de fond

S = suspension.

On remarque tout de suite les différences flagrantes entre les résultats obtenus sur les parcelles travaillées et les parcelles en jachère où l'érosion est négligeable même en P7 où pourtant le ruissellement est élevé. Les turbidités sont très différentes sur les 2 types de parcelles. Ce sont les éléments fins qui constituent l'essentiel des pertes. Les pentes étant faibles le pouvoir érosif des eaux de ruissellement est faible, c'est surtout l'érosion par effet splash qui met les éléments fins en suspension, qui est active.

L'érosion dans la parcelle nue et la parcelle en culture est surtout grave au point de vue qualité : 70 % à 90 % de suspensions c'est-à-dire d'éléments fins (Argile + limon fin représentent 90% des suspensions).

L'érosion est particulièrement importante dans la parcelle cultivée (il est vrai dans le sens de la pente), on doit attribuer cela à la plus grande fréquence des opérations culturales en juillet, et pour le mois d'août, au buttage qui augmente la surface du sol et canalise l'eau. En septembre, quand le couvert développé par la culture est suffisant, les pertes sur la parcelle en culture deviennent inférieures à celles de la parcelle de Wisch meier : ce qui, une fois de plus, confirme l'importance de l'érosion par effet splash.

Les pertes annuelles d'argile dans la parcelle cultivée se montent à 4.800 kg/ha soit environ 2% de l'argile contenue dans les 20 premiers cm; on a obtenu le même résultat à Gampéla.

Pluviométrie, Ruissellement (R) et Drainage (D) vertical par pluie ou groupe de pluies drainantes
(en mm)

Période	Sol ferrugineux tropical sur carapace à 50 cm						Protection : sol gravillonnaire				Profondeur de la nappe (puits P7)			
	Pluviométrie	Sorgho		Jachère d'un an		Jachère de 30 ans		Pluviométrie	R	D 45		D 80	D 150	
		R	D 50	R	D 40	D 80	D 140	D 180		R	D 45	D 80	D 150	
Avant 23/7				33,7						27,1	5,8			420
24/7	22,9	12,9		11,2					24,1	2,7		8,4		410
29/7	45,3	25,7	17,5	18,1		6,8			46,3	18,9	29,3	19,4		410
2-4- 6/8	30,9	6,6	5,3	7,8	16,6	10,9	14,1				10,5	6,8		396
13/8	48,4	23,9	25,3	20,0	4,6	15,2	20,8	8,8	39,2	3,9	21,0	19,7		391
17/8	30,1	14,0	9,3	11,2	22,3	16,7	21,6	34,4	21,8	0,4	21,8	16,7		305
22- 30/8	53,6	14,8	7,9	4,5	8,6	18,9	19,1	7,4	76,3	2,1	49,0	43,8	14,5	305
3/9	18,4	0,7		0,4	1,2	7,8	5,6	7,7	23,8	0,1	9,2	8,4	4,7	308
11/9	25,6	9,7		4,6					28,4	1,2	15,4	15,3	7,7	339
15/9	5,8	0		0					10,3	0	1,7	1,1	1,4	320
17/9	26,6	9,4	3,0	6,3				1,1	31,1	3,5	20,3	20,3	13,5	302
21- 22/9									9,4	0	1,3	1,1	1,8	307
TOTAL		153,5*	68,3	117,8*	53,3	76,3	80,6	59,4		59,8	179,5	161,0	40,7	

* On ajoute les ruissellements lors des pluies sans drainage.

Tableau 3.5.1.

34 - Drainage Oblique

On n'a observé aucun écoulement dans les gouttières des parcelles ERLO. Ceci confirme les résultats obtenus à Gonsé les années précédentes.

35 - Drainage Vertical

Comme dans le cas du ruissellement et de l'érosion, les résultats détaillés concernant chaque lysimètre sont donnés en annexe :

- DV sous culture : annexe 3.5.1.
- DV sous jachère d'un an (P7) : annexe 3.5.2.
- DV sous vieille jachère(Protection): annexe 3.5.3.

Ceux qui concernent le drainage sont rassemblés dans le tableau 3.5.1. page 37 et résumés dans le tableau 3.5.2. ci-dessous.

Tableau 3.5.2. Drainage Vertical - SARIA 1971 - en mm.

			Juillet	Août	Sept.	autres mois	Total annuel	Drainage rectifié
Parcelle 7	Sorgho	Pluie	180,1	177,2	93,3	*	602,1	
		Ruissellement	74,2	59,5	19,8		153,5	
		Drainage	17,5	47,8	3,0		68,3	0
		Ruissellement	63,0	43,5			117,8	
Parcelle jachère d'un an.	D	40		52,1	1,2		53,5	0
		80	6,8		7,8		76,5	0
		140					80,5	0
		180			8,9		59,5	0
Protection jachère 3 ans	D	45	188,5*	166,8	109,9	165,1*	630,3	
		80	48,7	6,4	4,7		59,8	
		150						
Protection jachère 3 ans	D	45	35,1	102,3	47,9	-	185,3	125,5
		80	27,8	87,0	46,2	-	161,0	101,2
		150	-	14,5	26,2	-	40,5	0

* dans ce tableau les données pluviométriques avec un astérisque comprennent en partie des données manquantes des pluviomètres de P7 et Protection estimées par les données du poste ASECNA.

Le cylindre de tôle qui entoure les lysimètres dépasse le sol de 4 à 5 cm, ce qui retient la totalité des eaux de pluies et les oblige à s'infiltrer, on a donc en bas des lysimètres un volume d'eau drainée supérieur à celui que l'on obtiendrait si les eaux de ruissellement pouvaient s'écouler librement; la différence est d'ailleurs égale au volume de ces eaux de ruissellement que l'on a forcé à s'infiltrer. C'est ainsi que l'on a obtenu une estimation du drainage réel ou rectifié (dernière colonne du tableau 35.2) en retranchant du drainage apparent ou observé (avant dernière colonne) les eaux de ruissellement mesurées sur la parcelle d'érosion correspondante.

On constate qu'à l'échelle d'une petite parcelle on peut n'avoir aucun drainage malgré des pluies importantes et concentrées. En dehors du fait que 1971 est une année sèche, cela n'est pas surprenant si l'on considère le bilan hydrique pour une année moyenne comme cela a déjà été fait pour Ouagadougou (ROOSE...).

Les lysimètres sous jachère ne comportant pas de répétition pour les différentes profondeurs, on ne se risquera pas à de longs commentaires sur les résultats d'une seule année, incomplète qui plus est; on peut tout au plus avancer les hypothèses suivantes :

- en ERLO P7 la quantité d'eau drainée est la même à 40 cm ou 180 cm, pour la simple raison que l'humidité du sol ne variant pas au-dessous de la cuirasse (pas d'évapotranspiration) il n'y a pas de stock d'eau à recharger. On peut prendre alors la valeur moyenne 67,4 mm comme quantité d'eau drainée dans tous les cas; elle est équivalente à celle trouvée sous culture : 68,3 mm.

- En ERLO protection par contre où les pertes par évapotranspiration peuvent avoir lieu en dessous de la carapace (enracinement profond des arbres) les quantités d'eau drainées diminuent quand la profondeur du lysimètre augmente.

36 - Niveau de la nappe phréatique

Le niveau de la nappe phréatique a été suivi dans le puits en P7 et dans 3 piézomètres p4, p5, p6 situés sur le bord du marigot en contre-bas.

Les observations : profondeur en cm, sont rassemblées dans le tableau 3.6.0 page 41, à partir duquel on a établi le graphique 1 page 6. Ce tableau est tiré d'une étude sur le régime hydrique du bas-fond de SARIA, pour son aménagement rizicole, étude dont les résultats sont intéressants à comparer avec les résultats pré-

cédents, en particulier à ceux qui sont résumés dans le tableau 3.5.1. Page

On constate que le niveau de la nappe remonte dès les premières pluies début juillet, assez rapidement même, et le drainage de la nappe peut alimenter un écoulement permanent du marigot dès fin juillet alors que le drainage à travers les lysimètres est nul ou insignifiant et ne prend quelque importance que début août (et encore sur les seuls sols gravillonnaires).

Les phénomènes sont très différents à l'échelle de la petite parcelle, de la grande parcelle et du bassin versant. La pente latérale moyenne est très faible et entrecoupée de paliers et de dépressions où les eaux de ruissellement s'accumulent et s'infiltreront préférentiellement. Dans les bas-fonds mêmes la pente longitudinale est encore plus faible (1,5% à SARIA) et très irrégulière, on a affaire à une succession de dépressions et de cuvettes, plutôt qu'à une vallée. Les premières pluies remplissent ces cuvettes, l'eau s'y infiltre et fait monter la nappe. Pour les très fortes pluies le ruissellement est assez important pour relier les cuvettes les unes aux autres et s'organiser en réseau de drainage temporaire. La saison des pluies s'avantant, la nappe monte jusqu'à affleurer en surface au centre du bas-fond, l'eau ne peut plus s'infiltrer à ce niveau, c'est au contraire la nappe qu'alimente le marigot (débit de base) aussi longtemps qu'elle est elle-même alimentée par les pluies (infiltrations sur le plateau) où qu'elle n'est pas redescendue à un certain niveau (graphique 1 page 6)

Le ruissellement à l'échelle du bassin versant est beaucoup plus faible qu'à l'échelle de la parcelle, ainsi à SARIA, pour un B V d'une centaine de Km², on a obtenu les coefficients de ruissellement suivants pour la pluie du 25/8 de 22 mm :

- parcelle de "Wischmeier"	: 51%
- parcelle cultivée en sorgho	: 44%
- ERLO P7	: 10%
- ERLO Protection	: 0,2%
- B V de SARIA	: 2%

- Pluviométrie et hydrologie sur le bassin versant de SARIA en 1971 -

Période	Pluviométrie		Profondeur de la nappe			Débit		Observations
	en mm	(en cm)	de	de	de	base		
	par 5 j.	Cumulée	p 4	p 5	p 6	puits		
Juillet	0-5	2,4	158,0	27	55	155	438	0
	6-10	74,9	232,9	0	50	150	434	0
	11-15	26,3	259,2	0	20	165	397	0
	16-20	31,0	290,2	10	20	156	410	0
	21-25	25,0	315,2	12	25	170	420	0
	26-31	34,1	349,3	0	10	70	410	0
Août	1-5	33,1	382,4	7	9	90	396	3
	6-10	25,3	407,7	10	16	110	395	11
	11-15	48,1	455,8	0	10	70	391	11
	16-20	33,2	489,0	0	10	70	305	23
	21-25	46,5	535,5	0	0	60	305	47
	26-31	25,5	561,0	0	0	67	308	47
Septembre	1-5	22,4	583,4	0	0	68	308	80
	6-10	6,6	590,0	0	0	68	339	80
	11-15	27,0	617,0	0	0	-	-	-
	16-20	12,7	629,7	0	0	75	302	30
	21-25	7,0	636,7	0	0	76	315	
	26-30	0	636,7	0	0	80	325	
Octob.	1-5	1,7	638,4	0	3	100	365	
	16-31	3,7	642,1	0	11	109	380	
Novemb.	1-5	0	642,1	0	14	120	395	
	16-30	0	642,1	2	27	124	403	
Déc.	1-15	3,7	645,8	9	32	140	416	

Tableau 3.6.0.

Ceci se retrouve au niveau de l'année comme l'ont constaté les hydrologues de l'ORSTOM dans leur étude des bassins versants de la région de Ouagadougou : le coefficient d'écoulement annuel varie en sens inverse de la superficie.

37 - Evapotranspiration

Les 2 évapotranspiromètres (ayant été) mis en place au cours de l'hivernage n'ont pas donné en 1971 des résultats utilisables, (drainage trop irrégulier).

On estimera l'ETP d'après les données du poste agrométéorologique rassemblées dans le tableau 37 Page 43.

	PLUVIO	INS.	TEMPERATURE		HUMIDITE			E T P		
	H	I	Mini	Maxi	06h00	12h00	18h00	Turc	Piche	Bac
1-15	0	10,5	14,3	32,5	25	8	5	113	152,5	132,0
Janv.										
16-31	0	9,9	13,3	33,4	21	6	2	107	169,8	148,3
1-15	0	9,1	16,2	35,9	33	12	8	101	164,0	145,0
Fév.										
16-28	0	9,5	19,8	37,5	39	15	9	99	158,1	125,7
1-15	2,6	8,8	21,6	38,3	50	21	17	101	172,5	145,5
Mars										
16-31	25,6	9,2	22,8	38,2	67	35	29	88,7	162,4	155,1
1-15	0,6	8,1	23,7	38,2	72	28	19	87,4	148,5	141,9
Avril										
16-30	30,0	9,2	24,5	38,3	76	39	35	85,0	144,0	154,0
1-15	4,1	9,8	25,7	37,9	75	43	31	86,9	140,6	146,3
Mai										
16-31	19,6	9,5	25,5	36,7	79	46	34	83,2	140,8	151,5
1-15	30,3	8,2	24,5	35,8	80	51	39	75,6	123,2	133,3
Juin										
16-30	42,8	8,2	23,0	33,8	88	55	49	75,6	94,8	113,4
1-15	102,8	8,3	22,5	31,9	87	60	58	73,5	73,9	92,4
Juill.										
16-31	88,3	8,9	21,4	30,4	90	64	65	74,6	59,8	86,9
1-15	74,7	7,7	21,3	29,9	92	63	71	68,5	37,8	72,4
Août										
16-31	100,5	7,8	21,1	29,4	93	70	73	69,7	35,6	72,4
1-15	65,9	6,7	21,1	29,8	92	68	79	62,9	35,4	64,5
Sept.										
16-30	40,4	9,6	21,1	32,9	92	53	70	81,8	51,3	79,2
1-15	3,2	9,2	22,0	36,0	91	36	51	77,2	75,6	100,0
Octob.										
16-31	1,6	9,9	18,1	36,3	81	19	21	90,4	108,2	124,8
1-15	0	9,6	15,9	36,4	71	13	21	87,2	117,3	127,1
Novemb.										
16-30	0	10,3	15,2	36,1	63	19	26	89,1	121,7	126,1
1-15	3,7	8,3	16,2	34,7	73	22	37	67,7	103,6	104,8
Décemb.										
16-31	0	9,2	13,5	32,0	39	10	12	96,8	133,3	139,5

Tableau 3.7.0.

4 - REGIME HYDRIQUE DES SOLS

On a effectué sur les 2 types de sol un ensemble de manipulations qui avaient pour but final de déterminer la quantité d'eau utile que le sol peut mettre à la disposition des plants.

Un premier groupe de mesures a permis de déterminer :

- l'humidité et la densité apparente en fin de saison des pluies (début septembre 1971).
- l'humidité et la densité apparente en saison sèche (février 1972).

En assimilant l'humidité en fin de saison des pluies à la capacité de rétention et l'humidité en saison sèche à celle du point de flétrissement, on a obtenu par différence une première estimation de la quantité d'eau utilisable par les plantes.

En septembre 1971, des densités apparentes ont été mesurées par 3 méthodes différentes :

. au densitomètre à membrane, et au sable sur des volumes de 250 ou 1000 cc; la manipulation sera décrite en détail dans une publication de CARLIER et ROOSE (1); en février 1972 on n'a utilisé que le densitomètre à membrane. Ces mesures étaient effectuées dans un quartier de couronne de 30 cm sur le bord d'un puits que l'on creusait au fur et à mesure des besoins : voir schéma 401 page et photo . Le puits a été descendu jusqu'à 3,5 m avec des mesures tous les 10 cm de 0 à 1 m, puis tous les 20 cm de 1 m à 3 m.

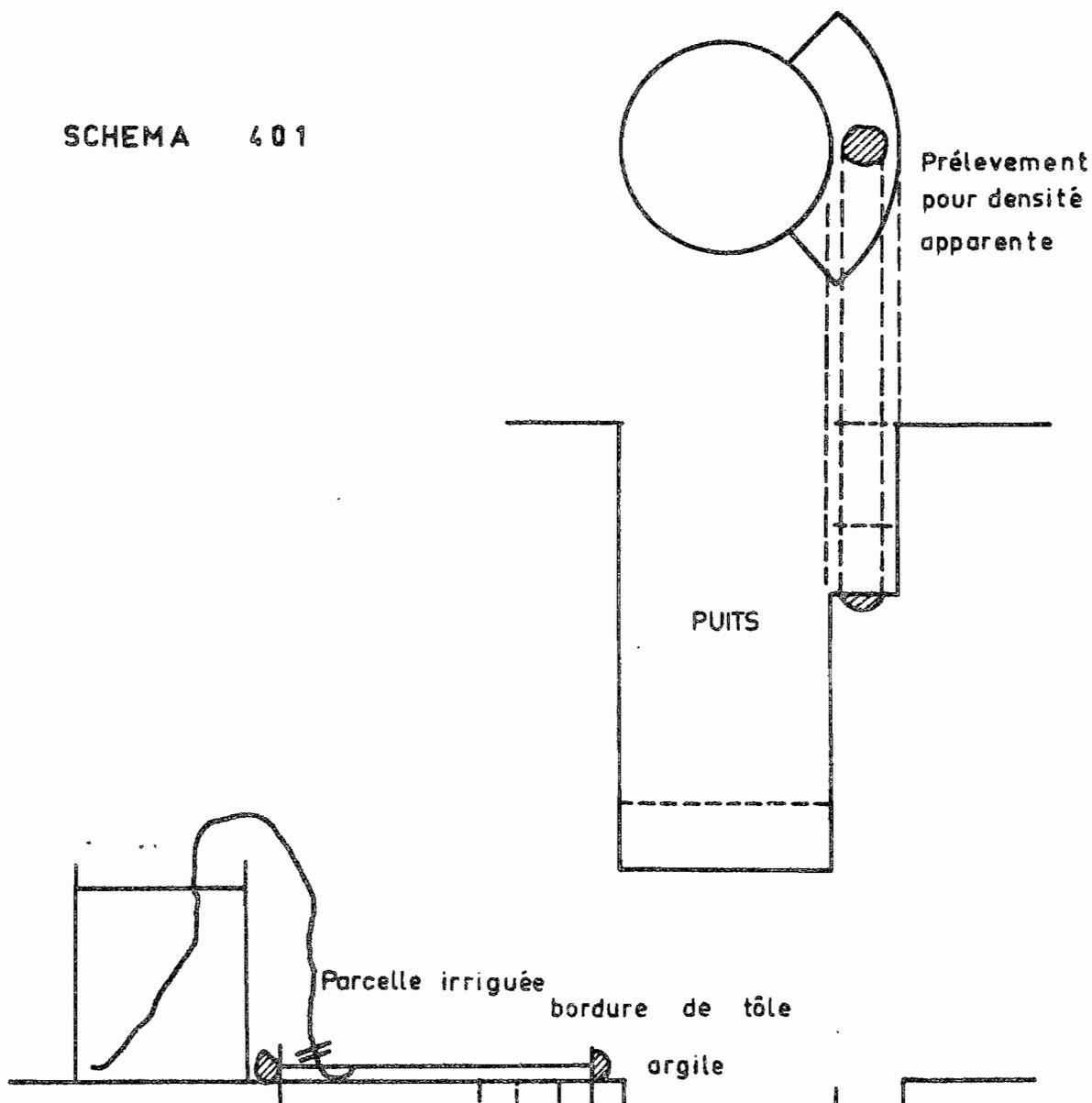
L'humidité volumique était déterminée (par passage à l'étuve à 105°) sur des prélèvements pour mesures des densités.

Un échantillon moyen constitué à partir des prélèvements de septembre 1971 a été envoyé au laboratoire ORSTOM d'Adiopodoumé pour détermination de :

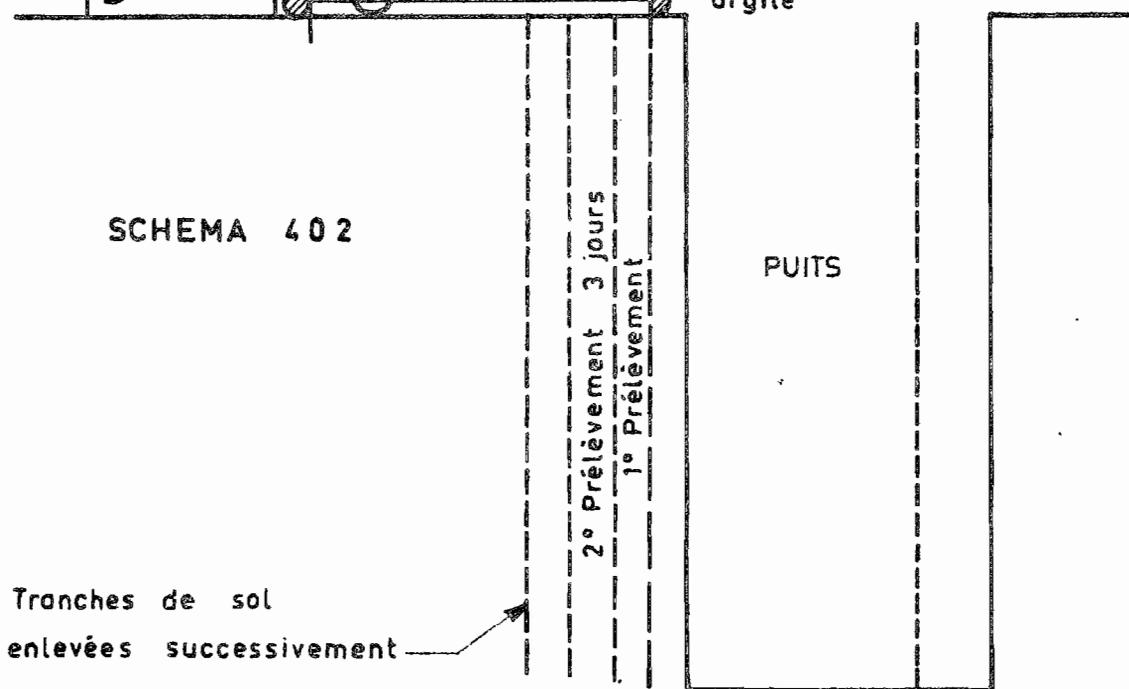
- . la composition granulométrique
- . la densité réelle (terre fine et refus)
- . l'humidité à pF 4,2 (point de flétrissement).

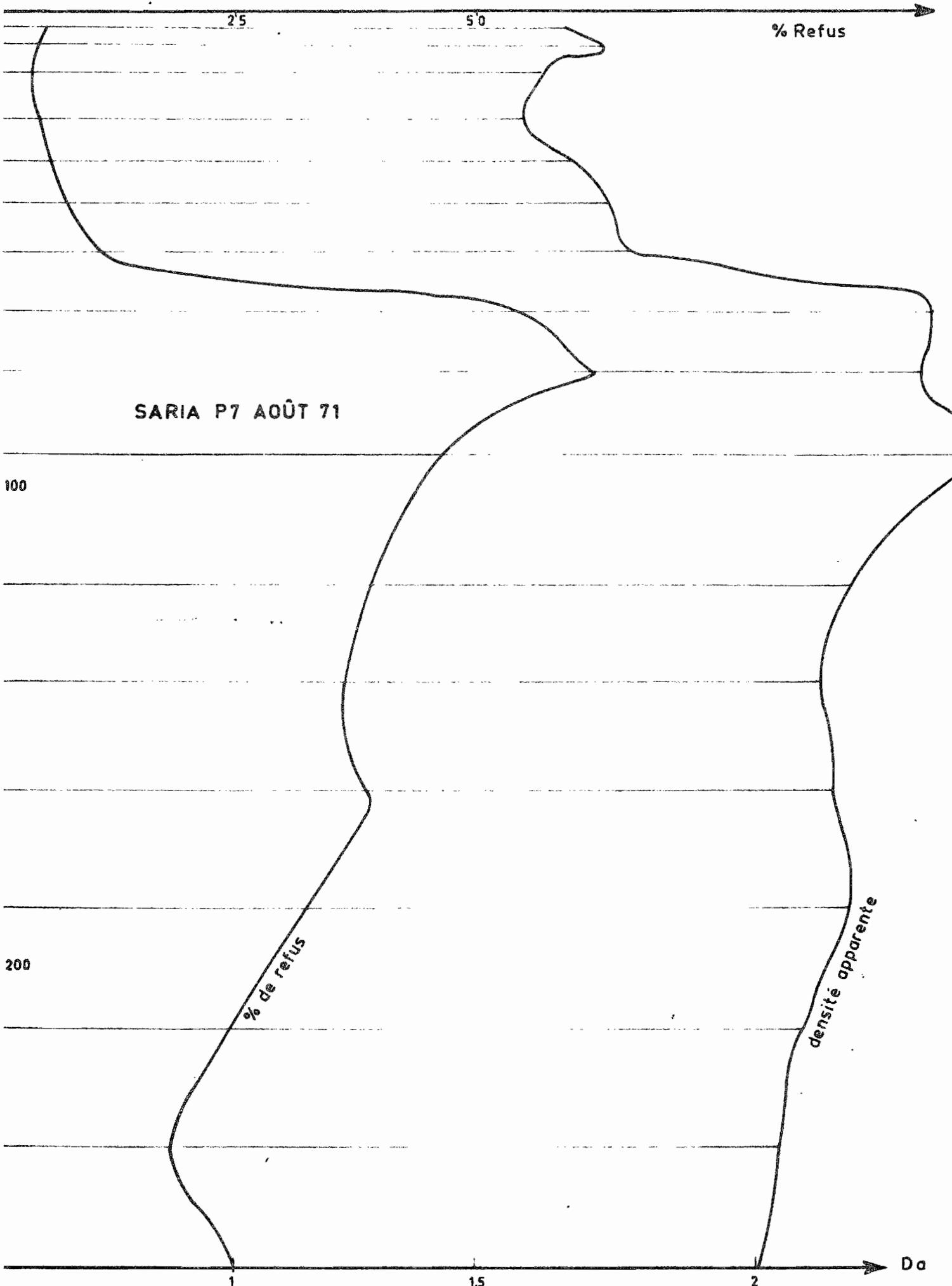
(1) CARLIER = ROOSE "Comparaison de 3 méthodes de mesure des densités apparentes des sols en place".

SCHEMA 401



SCHEMA 402





SARIA P7 AOÛT 71

% Refus

100

200

% de refus

densité apparente

Da

25

50

1

1.5

2

Un deuxième groupe de mesures a permis d'avoir une estimation de la capacité de rétention. La méthode utilisée est celle de MARCESSE, modifiée par DANCETTE () que ROOSE a adapté aux possibilités de SARIA : détermination des humidités par passage à l'étuve d'échantillons prélevés à la tarière et non à la sonde à neutron - voir schéma 402.

On isole avec un cadre en tôle galvanisée de 1 m de côté une surface de 1m^2 , le cadre est enfoncé dans le sol et on assure l'étanchéité en disposant à l'extérieur un cordon d'argile. On irrigue à l'intérieur du cadre à l'aide d'un tonneau de 200 l et d'un siphon; le débit est contrôlé par une barette plus ou moins serrée sur le siphon, on cherche à maintenir une charge en eau de 2 à 3 cm au dessus du sol. L'irrigation se poursuit pendant cinq jours - (1).

Dès l'arrêt de l'irrigation on prélève un échantillon pour déterminer l'humidité maximum. Les prélèvements se succèdent ensuite, permettant de suivre l'évolution de l'humidité du sol et de tracer une courbe de ressuyage (humidité du sol en ordonnées pour temps en abscisse). On distingue deux phases : - la phase de dynamique rapide correspondant à l'écoulement dans les macroporosités (eau libre); pente de la courbe forte.

- la phase de dynamique lente, correspondant à la microporosité utile (eau disponible pour les plantes).

Sur la courbe de ressuyage tracée en coordonnées normales, les points de la dynamique lente sont alignés; on détermine la capacité de rétention comme l'intersection de l'axe des ordonnées (humidité) et du prolongement de la droite moyenne de la dynamique lente. (Il s'agit d'une simplification par rapport à la méthode exposée par DANCETTE, où l'on opère en coordonnées semis-logarithmique; on ne cherche ici qu'une estimation).

Les résultats obtenus en septembre 71 sont incomplets car ils ne concernent que l'horizon superficiel - (il est impossible de faire des prélèvements à la tarière dans la carapace à partir de la surface), et imparfaits, car si l'on a fait de nombreuses mesures dans les premières heures après l'arrêt de l'irrigation (dynamique rapide) on n'a pas fait de mesure suffisamment tardive

(1) Remarque : On peut évaluer grossièrement la vitesse d'infiltration d'après les mesures à intervalles fixé, du niveau de l'eau dans le fût et de la charge dans le cadre.

pour bien fixer la droite de dynamique lente; de plus on n'a pas fait de répétitions.

La technique a été améliorée en février 1972 : la parcelle irriguée a été installée tout contre le puits creusé. Lors des mesures de densité, ce qui permet de faire les prélèvements dans la carapace à partir de la paroi du puits. Avant chaque prélèvement une tranche de 20 cm était enlevée pour rafraîchir la coupe de sol (élimine l'effet de l'évaporation latérale) voir schéma n°402. On a fait aussi 4 prélèvements : aussitôt après irrigation (humidité maximum), 3ème, 6ème et 13ème jour, avec 3 répétitions chaque fois.

On admet que les 3 dernières valeurs (3ème, 6ème, 13ème jour) correspondent à la dynamique lente; on fait passer la droite correspondante par les deux points moyens obtenus à partir des points 3ème et 6ème jour pour le premier, 6ème et 13ème jour pour le second (voir annexe 4.1.3.3.). L'intersection de cette droite avec l'axe des ordonnées donne l'humidité à capacité de rétention.

Par différence entre la valeur ci-dessus et l'humidité à pF 4,2 on obtient une nouvelle estimation de la réserve d'eau utile du sol; c'est celle que l'on adoptera.

Un troisième groupe de mesures a été effectué au laboratoire d'agronomie de l'ORSTOM d'Adiopodoumé sur les échantillons Vergières prélevés en juin 1971 pour la méthode des prélèvements Vergières. On dispose ainsi de nouvelles estimations de la densité apparente, de l'humidité maximum, et de la vitesse d'infiltration dans le sol.

4.1 - Sol ferrugineux tropical sur carapace - Parcelle 7

4.1.1. Densité apparente et humidité du sol en fin d'hivernage et en saison sèche.

Dans le tableau 4.1.1. page 50 on a reporté les résultats des mesures de densité apparente, d'humidité pondérale et volumique, faite en août 71 et février 72 (1). L'humidité volumique est obtenue en multipliant l'humidité pondérale par la densité apparente.

Les deux valeurs obtenues pour les densités apparentes sont très voisines pour l'horizon de surface, par contre elles peuvent fortement différer pour le haut de la carapace (55 - 100 cm), on peut l'expliquer par des variations locales de la teneur en fer de cette carapace. On remarque qu'il semble y avoir ./.

une corrélation nette entre la densité apparente et le % de refus au tamis de 2 mm : voir schéma 4.1.1; est-ce également dû au fer soudant les agrégats et à la densité supérieure des refus ? Dans la suite on prendra comme valeur de la densité apparente la moyenne des deux : $D_a = \frac{D_{a1} + D_{a2}}{2}$.

Des mesures d'humidité ont été également effectuées le long de la paroi du puits (servant à suivre le niveau de la nappe) début octobre; les résultats en sont donnés dans la dernière colonne du tableau 4.1.1. (l'humidité volumique a été calculée à partir de la valeur moyenne a) - voir également annexe 4.1.1.

- (1) Pour août 1971 on ne donne que la valeur moyenne de la densité apparente (moyenne de 12 ou 18 répétitions selon 2 ou 3 méthodes). Les résultats obtenus avec chacune des méthodes (densitomètre, sable 250 cc et sable 1000 cc) sont reportés en annexe 4.1.1.

P 7 - Sol ferrugineux tropical sur cuirasse.

- 50 -

Densité apparente : D_a et humidité du sol (pondérale h)
 (volumique $h_v = h \cdot D_a$)
 SARIA

Août 1971				Février 1972				$\frac{D_{a1} + D_{a2}}{2}$	- Puits - 4/10/71		
Prof.	D_{a1}	h1	h_{v1}	Prof.	D_{a2}	h2	h_{v2}	D_a	Prof.	H3	h_{v3}
0- 6	1,68	8,1	13,5	0- 6	1,68	0,4	0,7	1,68			
6- 10	1,76	8,4	14,8	6- 12	1,84	2,2	4,0	1,80			
10- 15	1,64	9,0	14,8	12- 20	1,67	4,8	8,1	1,65			
20- 25	1,59	9,4	15,0	20- 30	1,60	7,1	11,4	1,60			
27- 35	1,65	9,9	16,4	30- 40	1,53	7,3	11,2	1,60			
35- 45	1,78	12,0	21,4	40- 50	1,70	6,4	10,8	1,74			
45- 55	1,82	10,6	19,2	50- 60	2,12	7,5	15,8	2,12			
55- 70	2,45	7,4	18,1	60- 70	2,19	7,3	16,1	2,32	50- 75	5,5	13,4
70- 80	2,41	6,6	15,9	70- 80	2,29	6,0	13,8	2,35			
85-100	2,56	7,2	18,4	80- 90	2,18	6,6	14,4	2,37	75-100	8,6	22,0
110-130	2,28	8,6	19,5	90-100	-	7,3	17,3	2,38	100-125	9,6	21,8
130-150	2,21	9,4	20,7	100-120	2,21	8,4	18,5	2,25	125-150	9,8	21,7
150-175	2,24	9,2	20,7	120-140	2,23	9,7	21,7	2,21	150-175	10,6	23,8
175-200	2,28	9,6	21,8	140-160	2,14	9,5	20,3	2,24	175-200	11,0	25,0
200-225	2,19	10,9	23,8	160-180	-	10,2	22,7	2,24	200-225	10,8	23,7
225-250	2,04	12,6	25,6	180-200	-	10,6	24,1	2,27	225-250	12,4	25,3
250-275	2,08	13,0	27,0	200-220	-	11,4	24,6	2,19	250-275	12,2	25,4
275-300	1,98	12,9	25,5	220-240	-	12,0	24,5	2,04	275-300	12,7	25,1
350				240-260	-	12,3	25,7	2,08	300-325	13,8	
400				260-280	-	12,7	26,5	2,08	325-350	14,3	
450				280-300	-	12,8	25,2	1,98			

Tableau 4.1.1.

En ce qui concerne les humidités, on remarque qu'à partir d'une certaine profondeur, 1,30 m à peu près, c'est-à-dire juste en dessous de la partie dure de la carapace, l'humidité est constante, et qu'elle varie peu dans l'horizon 50 - 130 cm (sommet de la carapace). L'horizon de surface seul est soumis à l'influence de l'évapotranspiration.

4.1.2. Humidité au point de flétrissement (densité réelle; porosité)

On a rassemblé dans le tableau 4.1.2. page 52 les données permettant le calcul de l'humidité volumique à pF 4,2 (point de flétrissement) :

- % de refus au tamis à mailles carrées de 2 mm : r

On prendra a priori comme humidité pondérale des refus :

$$h_r = 1\%$$

- humidité pondérale de la terre fine : h_{TF}

On en déduit l'humidité pondérale du sol :

$$h = \frac{r \times 1 + (100 - r) \times h_{TF}}{100}$$

et l'humidité volumique correspondante h_v en multipliant par la densité apparente.

Densité réelle - porosité

Les densités réelles de la terre fine (d_1), des refus (d_2) et la porosité calculée à partir d'elles, sont reportés dans les trois dernières colonnes du tableau 4.1.2.

$$\text{On a porosité} = 1 - D_a \frac{d_2 + r(d_1 - d_2)}{d_1 \times d_2} \times 100 ;$$

$$\text{si } d_1 = d_2 = d \quad \text{Porosité} = \left(1 - \frac{D}{d} \right) 100$$

Voir démonstration en annexe 4.1.2.

Remarque :

Dans l'horizon de surface (0 - 45 cm) terre fine et gravillons sont bien différenciés, les différences de densité sont nettes (gravillons systématiquement moins dense que la terre fine). Par contre, dans la carapace où la distinction entre refus et terre fine est assez difficile, les densités sont les mêmes pour les deux éléments.

Tableau 4.1.2

Humidité au point de flétrissement (pF 4,2)

Sol ferrugineux sur carapace à 50 cm - SARIA P7 -

août 1971 -

Horizon	Refus		Terre fine		Humidité à pF 4,2		Densité réelle		Porosité
	% r	hr	%	h_{TF}	pondérale	Volume	Terre fine d1	refus d2	
0 - 6	5,2	1,0	94,8	2,3	2,23	3,75	2,67	2,30	36,2
6 - 10	4,0	1,0	96,0	4,3	4,16	7,32	2,65	2,47	31,6
10 - 15	3,8	1,0	96,2	6,0	5,81	9,53	2,67	2,42	37,3
20 - 25	4,7	"	95,3	7,3	7,00	11,13	2,61	2,38	39,2
27 - 35	6,2	"	93,8	9,0	8,50	14,02	2,66	2,46	39,6
35 - 45	6,9	"	93,1	9,4	8,82	15,70	2,71	2,45	35,4
45 - 55	10,9	"	89,1	9,3	8,39	15,27	2,65	2,57	19,1
55 - 70	54,9	"	45,4	10,8	5,45	13,3	2,72	2,78	15,7
70 - 80	62,4	"	37,6	8,7	3,89	9,37	2,78	2,79	15,4
85 - 100	45,5	"	54,5	7,9	4,76	12,19	2,81	2,80	15,4
110 - 130	39,3	"	60,7	9,4	6,10	13,91	2,82	2,80	15,4
130 - 150	35,6	"	64,4	10,4	7,05	15,58	2,79	2,79	19,3
150 - 175	40,1	"	59,9	10,7	6,81	15,25	2,77	2,77	20,0
175 - 200	29,2	"	70,8	11,3	8,29	18,82	2,74	2,76	18,3
200 - 225	25,3	"	74,7	12,6	9,66	21,15	2,74	2,74	18,3
225 - 250	18,5	"	81,5	12,7	10,54	21,50	2,73	2,68	15,9
250 - 275	27,0	"	73,0	13,3	9,98	20,76	2,75	2,50	18,2
275 - 300	21,4	"	78,6	13,0	10,43	20,65	2,75	-	-
350	16,1	"	83,9	14,7	12,49		2,59	2,54	19,5
400	22,3	"	77,7	14,7	11,64		2,70	2,36	20,5
450	31,8	"	68,2	13,8	9,73		2,07	2,41	-

Remarque :

Il y a quelques contradictions entre la porosité calculée et l'humidité volumique à pF 4,2 qui devrait toujours lui être inférieure (voir horizon 175 - 200 cm).

4.1.3. CAPACITE DE RETENTION

Évaluée selon la méthode MARCESSE modifiée, exposée plus haut. Les résultats des mesures d'août - septembre 1971 sont rassemblés dans l'annexe 4.1.3.1. et pour ceux de février 1972 dans l'annexe 4.1.3.2. Les annexes 4.1.3.3. et 4.1.3.4. donnent les graphiques ayant servi à la détermination de la CR par la méthode de la droite de dynamique lente, avec les données de février 1972.

Les annexes 4.1.3.5. à 4.1.3.8. donnent quelques exemples de graphiques obtenus avec les données d'août 1971.

On trouvera les résultats les plus significatifs dans le tableau 4.1.3. page suivante. On constate que :

- pour l'estimation de la CR les valeurs en août 1971 sont légèrement supérieures à celles obtenues en février 1972, car en saison des pluies l'imprégnation par l'eau est complète (en saison sèche l'humectation a été brutale et de l'air a pu rester bloqué dans certaine microporosité et gêner la pénétration de l'eau).

- les estimations de CR obtenues, sont très voisines de l'humidité après 3 jours de ressuyage comme l'ont trouvé CHARREAU puis DANCETTE sur les sols sableux du Sénégal.

- comme on l'a remarqué dans le graphique 4.1.1., l'humidité du sol est à peu près constante à partir de 130 cm de profondeur, on peut considérer que le sol est constamment à la capacité de rétention : il est à l'abri de l'évapotranspiration (pas de végétation à enracinement plus profond que la carapace).

Dans les dernières colonnes du tableau 4.1.3., on a reporté les valeurs d'humidité à pF 4,2, puis l'humidité en saison des pluies et en saison sèche qu'on a déjà vu dans les paragraphes précédents, pour pouvoir les comparer aux nouvelles données, on remarque :

- que l'humidité mesurée fin août est inférieure à celle qui correspond à la capacité de rétention (bilan " pluvio-métrie - ETP", non excédentaire).

P7 sol ferrugineux tropical sur cuirasse à 50 cm
Régime hydrique du so - Humidités volumiques

Profondeur	Humidité Max.		Capacité au champ				H PF 4,2	H sans irrig.	
	8/71	2/72	CR	CR	4 ^{ème} j.	3 ^{ème} j.		HV1	HV2
			2/72	8/71	8/71	2/72		8/71	2/72
0- 6	25,5	22,5	19,2	19-23	19,2	17,9	3,8	13,5	0,7
6- 12	23,9	23,2	18,5	21	19,0	17,4	7,3	14,8	4,0
12- 20	25,0	24,2	19,0	20	18,8	17,9	9,5	14,8	8,1
20- 30	27,8	25,4	21,8	21	20,0	20,6	11,1	15,0	11,4
30- 40	29,2	28,6	24,8	23	22,0	23,6	14,0	16,4	11,2
40- 50	32,0	28,7	24,4	27	25,9	22,7	15,7	21,4	10,8
50- 60	-	21,8	19,4	24	-	19,0	15,3	19,2	15,8
60- 70	-	21,8	19,0	24	-	17,8	13,3	18,1	16,1
70- 80	-	19,7	19,7	-	-	19,2	9,4	15,9	13,8
80- 90	-	22,5	21,6	-	-	21,0	12,2	-	14,4
90- 100	-	23,0	22,5	-	-	22,3	12,2	18,4	17,3
100- 120	-	20,9	21,2	-	-	20,4	13,9	19,5	18,5
120- 140	-	22,5	-	-	-	18,1	13,9	20,7	21,7
140- 160	-	22,4	-	-	-	18,5	15,6	20,7	20,3
160- 180	-	24,5	-	-	-	24,5	15,3	20,7	22,7
180- 200	-	29,0	-	-	-	29,7	21,1	23,8	24,6
220- 240	-	29,9	-	-	-	30,3	21,5	25,6	24,5
240- 260	-	29,3	-	-	-	27,2	21,0	-	25,7
260- 280	-	27,8	-	-	-	25,5	20,8	27,0	26,5
280- 300	-	26,1	-	-	-	24,7	20,7	25,5	25,2

- que l'humidité en saison sèche (février 1972) et nettement inférieure à celle qui correspond au point de flétrissement, dans l'horizon supérieur qui constitué ainsi une couche très isolante; ainsi les horizons inférieurs restent à humidité constante.

4.1.4. VITESSE DE FILTRATION. K

On obtient une première estimation de la vitesse d'infiltration lors de l'irrigation de la parcelle de 1 m². En août 1971 l'irrigation s'est poursuivie pendant 8 jours (27/8 au 4/9), les 2 premiers jours on avait $K = 9$ mm/h le 3ème jour : 6,5 mm, le 4ème : 5 mm, les jours suivants les valeurs sont très irrégulières avec pour moyenne $K = 9$ mm/h. Ceci pour l'infiltration en surface.

Après avoir décapé les 50 premiers cm du sol on a recommencé l'opération en irrigant directement sur la cuirasse; on a observé une infiltration très rapide pendant les 2 premières heures : 35 mm/h, puis pendant les 2 heures suivantes : 23 mm/h, puis K diminue progressivement pour être de 6 mm/h au bout de 48 heures.

Les mesures de K sur les échantillons Vergières prélevés en 1970 :
pour les horizons de surface : 0 - 10 cm et 10 - 20 cm (2 répétitions dans chaque cas) sont reportées en annexe 4.1.4.2. Les valeurs obtenues sont beaucoup plus grandes que les précédentes : 20 à 30 mm/h; c'est que le coefficient K apparent du sol est après un certain temps, (cas des mesures au champ) celui de son horizon le moins perméable : la cuirasse.

Les résultats concernant les prélèvements Vergières de juin 1971 sont rassemblés dans le tableau ci-après :

Horizon	Densité apparente	Humidité		K en mm/h (1)		
		au prélèvement	maximum	3 heures	3 jours	5 jours
0 - 12	1,91	9,3	37,0	9	25	36
15 - 25	1,76	14,0	35,5	18	-	39
30 - 40	1,69	22,8	39,5	9	-	22
50 - 60	2,39	20,6	29,6	3	-	17
90 -100	2,14	15,2	20,5	9	-	17

(1) Voir annexe 4.1.44

On remarque qu'ici les vitesses d'infiltration augmentent avec le temps :

En conclusion, les résultats de mesures de vitesse d'infiltration sont très irréguliers. Ils montrent cependant que le sol est très peu perméable.

4.1.5. EVOLUTION DE L'HUMIDITE DU SOL après l'arrêt des pluies.

L'humidité du sol dans les 50 premiers cm a été suivi du 16/9/1971 au 13/1/1972 sur la jachère en bordure de la parcelle ERLO P7. Les prélèvements, avec 4 répétitions pour chaque horizon, étaient espacés d'une semaine; la détermination de l'humidité pondérale était faite par passage à l'étuve à 105°, puis l'humidité volumique calculée à partir de la densité apparente D_a ; voir les résultats dans le tableau 4.1.5. ci-après et graphique 4.1.5.

Commentaires : L'arrêt des pluies utiles a eu lieu le 22/9; mais les deux dernières pluies (21 et 22/9) étant inférieure à 5 mm ont été presque entièrement interceptées par la végétation, la dernière pluie ayant effectivement mouillé le sol est celle du 17/9 : 26,8mm, quantité suffisante pour amener le sol à CR sur les 50 premiers cm à partir du niveau d'humidité du 16/9.

- Une semaine après (23/9) la moitié de la réserve utile (soit la réserve facilement utilisable $RFU = \frac{1}{2}$ RU) est consommée sur les 20 premiers cm, soit 10 mm d'eau, ainsi que 10 mm supplémentaire dans l'horizon 20 - 50 cm. L'ETR pendant cette période était donc voisine de 4,5 mm/jour : $\frac{1}{6}$ de : 20 mm (sol) + 7,8 mm (pluies).

Tableau 4.1.5.

Sol ferrugineux tropical sur carapace

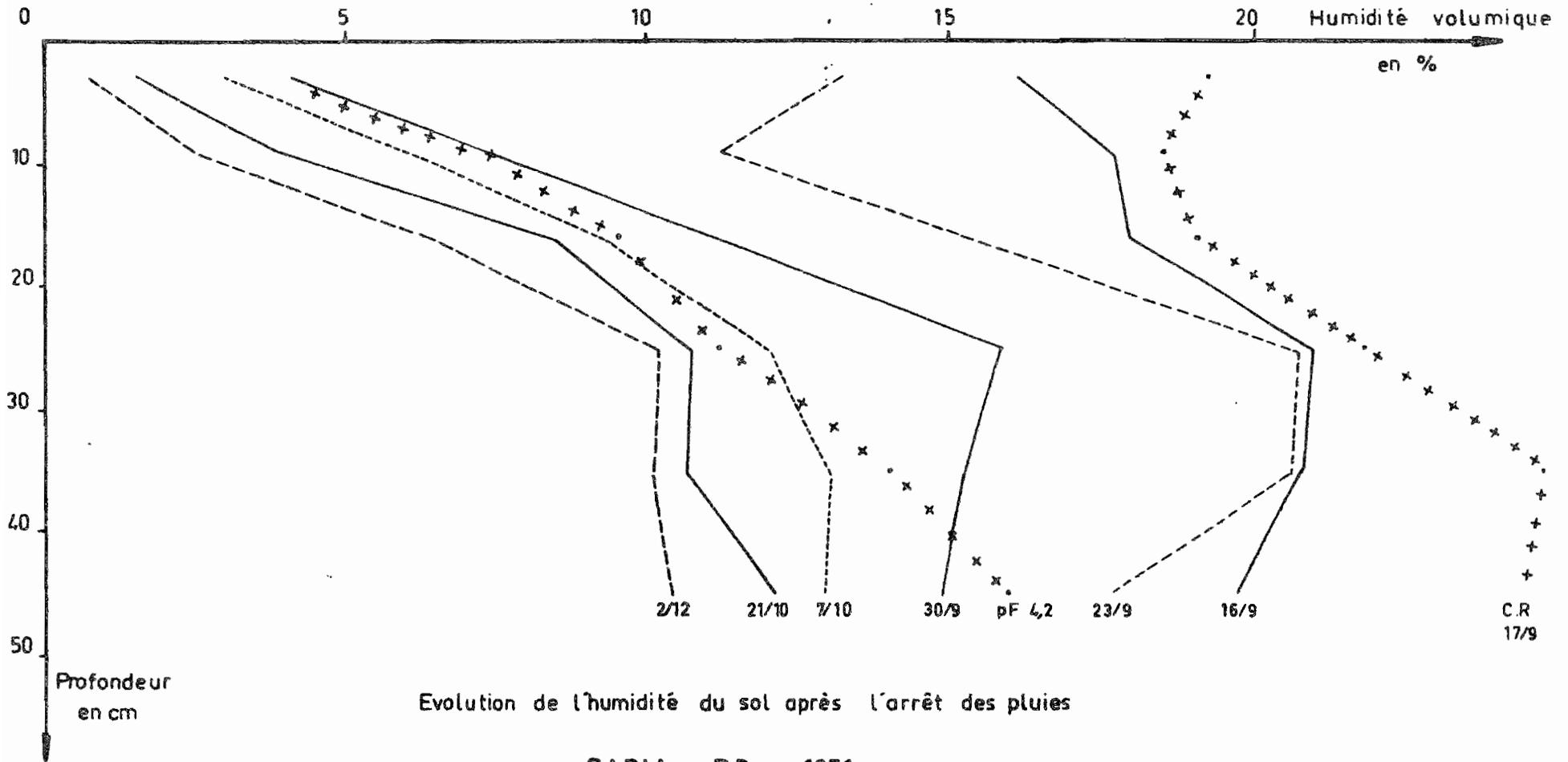
SARIA P7 - 1971

- 57 -

Evolution de l'humidité du sol après l'arrêt des pluies.

humidité pondérale													
Horizon	16/9	23/9	30/9	7/10	14/10	21/10	28/10	5/11	2/12	30/12	6/1	13/1	
0 - 6	9,6	7,9	2,4	1,7	1,7	0,8	0,6	0,6	0,4	0,6	0,4	0,4	
6 - 12	9,9	6,2	4,1	3,4	2,8	2,1	1,9	2,3	1,4	2,2	1,7	1,5	
12 - 20	10,9	9,3	6,7	5,6	4,3	5,1	4,5	4,1	3,9	4,5	3,5	3,1	
20 - 30	13,1	13,	9,9	7,5	5,7	6,7	6,1	6,1	6,4	6,0	5,7	5,4	
30 - 40	13,0	12,9	9,5	8,1	6,8	6,6	6,1	5,9	6,3	6,1	6,3	5,6	
40 - 50	11,3	10,1	8,5	7,4	7,3	6,9	6,2	5,4	6,0	4,8	5,4	5,4	
humidité volumique $h_v = h_a$													
0 - 6	16,1	13,2	4,1	2,9	2,9	1,4	1,0	0,7	0,7	1,0	0,7	0,7	
6 - 12	17,8	11,2	7,4	6,1	5,0	3,9	3,4	4,1	2,5	4,0	3,1	2,7	
12 - 20	18,0	15,3	11,0	9,2	7,1	8,4	7,4	6,8	6,4	7,4	5,8	5,1	
20 - 30	21,0	20,8	15,8	12,0	9,1	10,7	9,8	9,8	10,2	9,6	9,1	8,6	
30 - 40	20,8	20,6	15,2	13,0	10,9	10,6	9,4	9,4	10,1	9,8	10,1	9,0	
40 - 50	19,7	17,6	14,8	12,9	12,7	12,0	10,8	9,4	10,4	8,4	9,4	9,4	

GRAPHIQUE 4.1.3



Evolution de l'humidité du sol après l'arrêt des pluies

SARIA - P.7 - 1971

- 15 jours après (30/9) l'humidité a atteint le point de flétrissement dans l'horizon de surface (0 - 20 cm). Dans la semaine du 23 au 30/9 le sol a perdu 24 mm d'eau dans les 50 premiers cm ce qui donne une ETR = 3,5 mm/jour.

- 3 semaines après (7/10) l'humidité est en dessous du point de flétrissement sur les 50 cm du profil cultural; les 8 mm d'eau utile restant ont été consommés, on en déduit une ETR de 1mm/jour environ.

Récapitulation - Régime hydrique du sol

La carapace constitue une barrière pour les racines des cultures annuelles et aussi un obstacle aux mouvements de l'eau. L'épaisseur utile du sol est limitée aux 50 cm qui surmontent la carapace.

La perméabilité des horizons de surface est faible : K de l'ordre 25 mm/h, ce qui est déjà inférieur aux pointes d'intensité des pluies et peut expliquer l'importance du ruissellement. La perméabilité de la carapace est encore plus faible : K de l'ordre 8 mm/h. En pleine saison des pluies, l'eau qui a drainé à travers les horizons superficiels s'accumule au-dessus de la carapace, provoquant une asphyxie défavorable aux plantes, et se traduit par une hydromorphie nette de l'horizon 45 - 60 cm. De plus comme c'est l'horizon le moins perméable qui commande la perméabilité apparente de l'ensemble du sol saturé, on n'aura plus qu'une infiltration de 8 à 9 mm/h en surface sur sol humide; le ruissellement sera encore plus important.

Le phénomène est aggravé sur ces sols à mauvaise structure (pauvres en matière organique et, en argile du moins en surface, mais, par contre, riche en sables fins) par la formation de la croûte caractéristique des sols battants.

La réserve utile (RU), c'est-à-dire la différence d'humidité entre la capacité de rétention et le point de flétrissement, est de l'ordre de 11 mm d'eau pour 10 cm de sol dans les 50 premiers cm.*

Si l'on y ajoute 5 mm pour l'horizon 50 - 60 cm près gravillonnaire cela fait une RU de 60 mm pour l'ensemble du profil cultural.

La moitié, 30 mm, pouvant être considérée comme facilement utilisable, et permettre une ETR de 4,5 mm/j pendant une semaine.

Les 30 mm restant permettant encore 3,5 mm/j pendant 7 jours + 1 mm/jour pendant 7 nouveaux jours (soit environ 2 mm/j pendant 15 jours).

Le tableau 4.1.6. rassemble les principales caractéristiques de ce sol, voir également le graphique de la page .

* (elle est à peu près constante quelque soit le taux d'argile, car quand celui-ci augmente les humidités à CR et à pF 4,2 s'élèvent parallèlement).

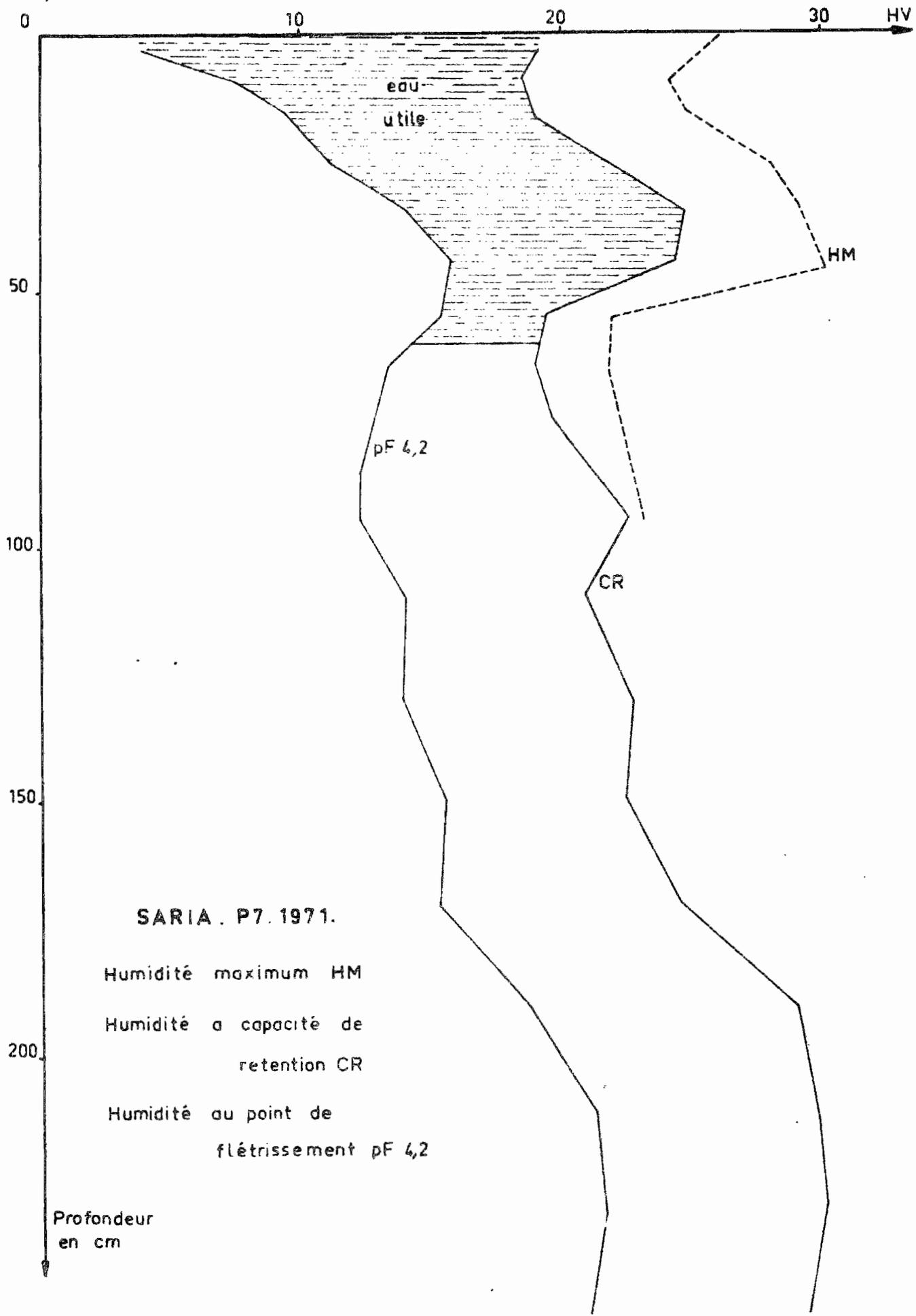
Tableau 4.1.6

P7 Sol ferrugineux tropical sur cuirasse à 50 cm
Régime hydrique du sol.

Description sommaire du profil		Densité : appa- rente	Porosité : total %	Hv % : max.	Hv % : C R	Hv % : pF 4,2	R U : mm
gris légèrement humifère	6	1,68	36,2	25,5	19,2	3,8	9
sable fin	12	1,80	31,6	23,9	18,5	7,3	7
beige jaune argilo- sableux	20	1,65	38,0	25,0	19,0	9,5	7,6
	30	1,60	39,4	27,8	21,8	11,1	10,7
brun jaune sablo-argi	40	1,60	35,4	29,2	24,8	14,0	10,8
leux avec graines de quartz	50	1,74	19,1	30,0	24,4	15,7	8,7
beige gris	60	2,12	15,7	21,8	19,4	15,3	4,1
gravillonnaire (plus 50%)	70	2,32	15,4	21,8	19,0	13,3	5,7
	80	2,35	15,4	19,8	19,7	9,4	9
	90	2,37	15,4	22,5	21,6	12,2	9,4
rouge carapace	100	2,38	15,4	23,0	22,5	12,2	10,3
	120	2,25	15,4	20,2		13,2	7,0
	140	2,21	19,3	22,5		13,9	8,6
passage progressif (140 cm à 500 cm) à une argile bariolée	160	2,24	20,0	22,4		15,6	6,8
	180	2,27	18,3	24,5		15,3	9,2
	200	2,27	18,3	29,0		18,8	10,2
	220	2,19	15,9	29,7		21,1	8,6
	240	2,04	18,2	29,2		21,5	8,4
	260	2,08	18,7	29,3		21,0	8,3
	280	2,08	-	27,8		20,8	7,0
	300	1,98	-	26,1		20,7	5,4

Hv max : humidité maximum déterminée après irrigation en
Septembre 1971 ou
! en février 1972

Hv CR : humidité à la capacité de rétention déterminée par extrapola-
tion de la droite de dynamique lente - A partir de 1 m de
profondeur, la méthode n'est plus utilisable, on prendra
Hv CR = Hv max.



SARIA . P7 . 1971.

Humidité maximum HM

Humidité à capacité de
rétention CR

Humidité au point de
flétrissement pF 4,2

Profondeur
en cm

4.2. Sol ferrugineux tropical gravillonnaire sur carapace en voie de désagrégation.

Parcelle de Protection

4.2.1. Densité apparente et humidité du sol en fin d'hivernage et en

Saison sèche

Le tableau 4.2.1. regroupe les résultats des mesures de densité apparente, d'humidité pondérale et volumique faites en août-septembre 1971, en novembre 71 et en février 1972.

Les mesures de densités apparentes effectuées en août 71 sont plus élevées que celles de février 1972 et varient beaucoup. Ceci est dû à une imperfection des méthodes de mesures en août et à la texture gravillonnaire de ce sol. A la suite des calculs, on retiendra les valeurs de février 72, et, lorsqu'elles font défaut, les valeurs de la méthode du sable. Le profil des densités apparentes est presque rectiligne. Elles se situent entre 1,70 et 1,85 en surface. A partir du sommet de la carapace elles passent de 1,70 à 1,90 vers 2 m et à 2,0 vers 2 m 75.

La possible corrélation (densité apparente, pourcentage de refus) rencontrée en P7 ne se retrouve en parcelle de Protection. Schéma 4.2.1, Page 65.

En ce qui concerne les humidités, elles varient même dans les horizons profonds au cours de l'année. A 3 mètres, les variations sont faibles, de 4% environ contre 10% à 1 mètre, et de 15 % à 20% depuis la carapace jusqu'à la surface du sol.

Le profil hydrique effectué en novembre 1971 montre que ce type de sol se dessèche rapidement sous l'effet de l'évapotranspiration qui est dans ce sol plus importante qu'en P7 puisqu'en profondeur, sous la cuirasse, on trouve des racines.

4.2.2. Humidité au point de flétrissement (densité réelle : porosité)

Le tableau 4.2.2. rassemble les données permettant le calcul de l'humidité à pF 4,2 (point de flétrissement) -
Idem 4.1.2.

Tableau 4.2.1.

SARIA 1971

- 64 -

Protection : Sol ferrugineux tropical gravillonnaire.

Densité apparente D_a et humidité du sol (pondérale : h) -(volumique : $h_o = h D_a$)

Août/Septembre 1971				Février 1972				11-14/10/71			
Prof.	D_a 1	h 1	h _v 1	Prof.	D_a 2	h 2	h _v 2	D_a	Prof.	h 3	h _v 3
0-5	1,91	10,22	19,5	0-6	1,82	1,22	2,22	1,82	0-6	2,95	5,37
6-12	1,84	9,25	17,02	6-12	1,83	1,46	4,50	1,83	6-12	3,53	6,46
12-18	1,92	8,72	16,7	12-20	1,72	3,45	5,93	1,72	12-20	4,32	7,43
18-25	2,01	9,39	18,9								
25-35	1,92	10,91	20,8	20-30	1,77	4,48	7,93	1,77	20-30	4,42	7,82
35-45	1,86	12,59	23,4	30-40	1,68	6,38	10,72	1,68	30-40	5,01	8,42
45-55	1,86	15,13	28,1	40-50	1,69	8,33	14,08	1,69	40-50	5,03	8,50
55-65	2,15	14,64	31,5	55-60	1,70	9,78	16,63	1,70			
				60-70	1,70	9,98	18,97	1,70	50-75	10,36	17,6
65-85	2,04	15,39	31,4	70-80	1,77	11,04	19,54	1,77			
				80-90	1,77	11,06	19,58				
85-105	2,07	15,89	32,9	90-100	1,73	10,60	18,34	1,73	75-100	11,23	19,4
105-125	1,92	15,26	29,3	100-120	1,77	11,72	20,74	1,77	100-125	12,97	23,0
				120-130	1,81	11,33	20,51				
125-150	1,92	14,18	27,2	130-140	1,84	11,33	20,85	1,84	125-150	13,49	24,8
150-170	2,08	14,40	30	150-170	1,82	11,77	21,42	1,82	150-175	13,93	25,4
				170-180	1,85	11,84	21,90				
170-190	2,14	14,26	30,5	180-190	1,88	12,23	22,99	1,88	175-200	13,76	25,9
190-225	1,97	13,62	26,8	200-210	1,91	11,51	21,98	1,91	200-225	15,19	29
225-250	2,04	14,16	28,9	230-240	1,95	12,40	24,18	1,95	225-250	14,40	28,1
250-275	1,98	16,50	32,60	240-260	2,00	12,87	25,74	2,00	250-275	13,39	26,8
				270-280	2,00	13,52	27,04				
275-300	2,00	15,23	30,46	290-300	2,00	13,16	26,32	2,00	275-300	14,14	28,28
				300-325	2,00	13,90	27,80				
				325-350	2,00	15,41	30,82				

N.B. : D_a 1 correspond à la moyenne des densités apparentes déterminées par les différentes méthodes en Août/Septembre 1971.

D_a 2 correspond aux valeurs déterminées en Février 1972 jusqu'à 1,90 m - De 1,90 m à 3 m ce sont les valeurs obtenues en Août/Septembre 1971 par la méthode du sable. Au delà de 3 m, il s'agit d'une extrapolation du profil des D_a .

$$D_a = D_a^2.$$

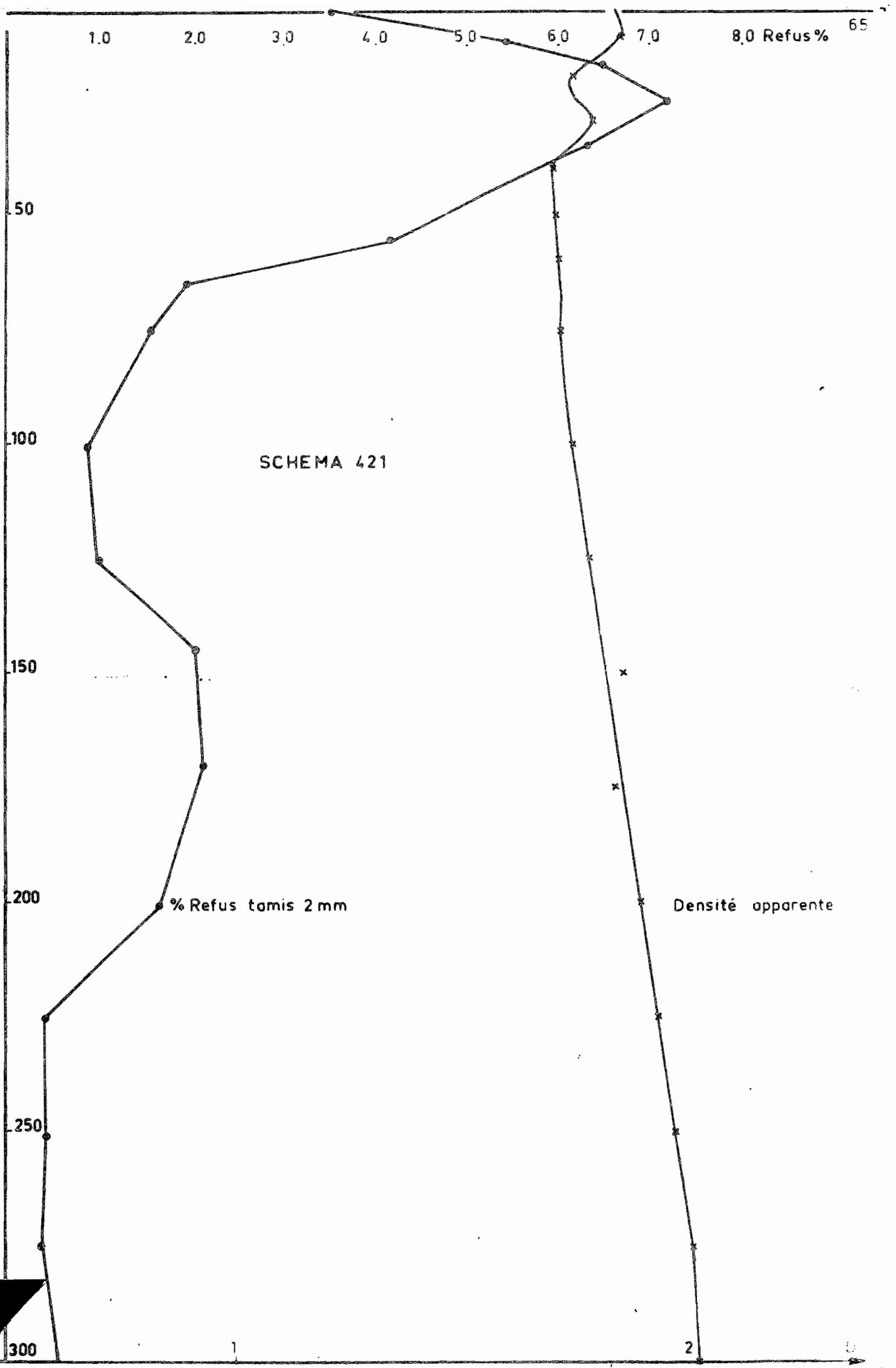


Tableau 4.2.2.

SARIA Protection Août 1971

Humidité au point de flétrissement (PF 4,2)

Sol ferrugineux tropical gravillonnaire sur carapace litée en voie de désagrégation.

Horizon	Refus		Terre fine		Humidité à		Densité réelle		Porosité
	%	h R	%	h TF	Pondé- rale	Volumique	Terre d ¹	Refus d ²	
0-5	35	1 %	65,0	4,0	2,95	5,37	2,69	2,79	35,5
6-12	54,1	-	44,9	4,8	2,70	4,94	2,63	2,87	33,5
12-18	65,2	-	34,8	6,2	2,81	4,83	2,63	2,85	37,9
18-25	71,8	-	28,2	7,0	2,69	4,76	2,67	2,84*	36,6
25-35	62,7	-	37,3	8,3	3,72	6,42	2,65	2,83	37,4
35-45	52	-	48,0	10,5	5,56	9,40	2,65	2,71	37,4
45-55	41,5	-	58,5	10,7	6,67	11,3	2,79	2,78	39,3
55-65	19,1	-	80,9	11,2	9,25	15,7	2,75	2,74	38,0
65-75	15,5	-	84,5	11,4	9,79	16,8	2,73	2,66	37,1
85-100	9,0	-	91,0	12,5	11,47	19,8	2,72	2,69	35,9
105-125	9,9	-	90,1	12,4	11,27	19,9	2,71	2,70*	34,5
125-145	20,5	-	79,5	13,0	10,54	19,4	2,71	2,74	33,7
150-170	21,7	-	78,3	12,1	9,69	17,6	2,74	2,73	33,4
175-200	17,2	-	82,8	12,1	10,19	19,2	2,73	2,73	31,2
200-225	4,5	-	95,5	12,4	11,89	22,7	2,70	2,71	29,5
225-250	4,4	-	95,6	13,0	12,46	24,3	2,70	2,50	27,6
250-275	4,0	-	96,0	12,3	11,85	23,7	2,71	2,46	25,9
275-300	5,9	-	94,1	12,2	11,54	23,1	2,53	2,44	21,0

Remarque : La densité des refus dans l'horizon de surface est nettement supérieure à celle des refus de l'horizon de surface (correspondant) en P7.

Dans cet horizon en P7 c'est l'inverse.

4.2.3. Capacité de rétention

L'annexe 4.2.3.1. donne les résultats des mesures de dynamique de l'eau dans le sol en août - septembre 1971 selon la méthode MARCESSE modifiée.

L'annexe 4.2.3.2. donne les résultats de février 1972.

Les annexes 4.2.3.3. donnent les graphiques qui ont servi à la détermination de la capacité de rétention en février 1972.

Les annexes 4.2.3.4. et 4.2.3.4. donnent les graphiques obtenus en août - septembre 1971.

Les résultats les plus significatifs sont regroupés dans le tableau 4.2.3. On constate que :

- l'estimation des C.R. d'août 71 est supérieure à celle de février de 0 - 35 cm (même raison qu'en P7).

- La C.R. de 50 cm à 3 m passe de 28 à 30. Le profil des C.R. est presque rectiligne à partir de 1 mètre.

- L'humidité du sol 3 jours après l'arrêt de l'irrigation est proche de la C.R. surtout dans les horizons profonds (à partir de 1 m). Pour les horizons de surface, l'écart est plus important, car le ressuyage est très rapide.

Dans ce type de sol, l'enracinement des plantes et notamment des arbres est profond; on constate au cours de l'année des variations du stock d'eau même à 3 mètres.

Sur le graphique 4.2.3, ont été regroupés les différents profils hydriques. On constate que :

- l'humidité fin août est légèrement inférieure à la capacité de rétention sinon égale.

- l'humidité en saison sèche (février 1972) est inférieure au point de flétrissement jusqu'à environ 20 cm. Sous l'effet d'une évaporation intense.

A partir de 20 cm, on tend vers l'humidité au point de flétrissement, ce qui traduit une consommation d'eau par les plantes, cela jusqu'à 2,40 m.

Tableau 4.2.3

SARIA Protection

Sol ferrugineux gravillonnaire érodé sur carapace litée en
voie de désagrégation.

Régime hydrique du sol

Description commentaire du profil	Densité : appa- rente	Porosité : Totale	Hv % : Max	Hv % : C.R.	Hv % : pF 4,2	R U : mm
Horizon gris humifère 6 cm gravillonnaire	1,82	35,5	31	25,8	5,37	12,2
horizon meuble 12	1,83	33,5	27,6	17,8	4,94	7,7
Horizon gris beige 20 gravillonnaire	1,72	37,9	23,2	14,8	4,83	8
horizon meuble 0	1,77	37,4	24,1	18,8	6,42	12,4
Horizon ocre-rouille 40	1,68	37,4	23,9	24,6	9,40	15,2
Carapace ferrugineux 50	1,69	39,3	28,6	27,6	9,40	18,2
litée avec dépôts noirs sur les lits 60	1,70	38,0	30,4	28,1	11,3	16,8
Horizon compacte assez dur 70	1,70	37,1	26	27,0	15,7	11,3
Horizon d'argile 80	1,77	35,9	27,4	28,8	16,8	12,
bariolée - 90	1,77	35,9	27,8	30,5		
100	1,73	34,5	27,7	26,4	19,9	13,2
Couleur rouge avec petites taches 140	1,82	33,7	28,3	28,3	19,4	17,8
jaunes et gris blanc et dont le nombre augmente 160	1,82	33,4	28,7	28,2	17,6	21,2
avec la profondeur 180	1,84	31,2	26,6	27		
Texture sablo- argileux. 200	1,88	31,2	29,1	27,6	19,2	16,8
220	1,91	29,5	29,3	28,9	22,7	12,4
240	1,99 ⁺	27,6	50,3	30	24,3	11,4
260	1,98 ⁺	25,9	27,8	27,6	23,7	7,8
280	1,98 ⁺	21,0	28,7	28,9	-	
300	2,00 ⁺	-	30,1	28,9	23,1	11,6
320	1,77		29,	27,6	19,9	15,4

4.2.4. Vitesse d'infiltration

Les résultats obtenus sur des "échantillons Vergières" prélevés en juin 1971 sont rassemblés dans le tableau ci-dessous :

Horizon	Densité apparente	humidité		K en mm/h		
		au prélèvement	maximum	3 h.	3j.	5 j.
2 - 12	2,39	17,3	40,4	19	25	20
15 - 25	2,05	25,3	36,7	24	29	33
35 - 45	1,93	27,0	33,6	4	9	15
50 - 60	1,90	26,0	32,3	16	13	18
90 -100	2,00	32,0	36,6	0	5	8

Il a été impossible d'obtenir une estimation de K à partir de l'irrigation en août 1971 de la parcelle de 1 m² ayant servi à l'étude de la dynamique de l'eau; les résultats étaient trop variables :

horizon de surface : 45 mm/h le 1er jour, puis 25 mm le 2ème jour et 20 mm le 4ème jour.

carapace : 32 mm/h le 1er jour, 15 mm/h le 8ème jour.

Récapitulation

Ce sol est moins imperméable que celui de P7 donc plus susceptible au lessivage des éléments minéraux.

La partie utilisable du sol pour les cultures, soit les 35 cm supérieurs, a une réserve en eau utile de 40 mm, dont 20 facilement utilisables, c'est extrêmement faible.

Ce sol est impropre à la culture.

Remarque - d'autant plus impropre que la mise en culture fera disparaître la matière organique qui améliore les qualités hydriques de l'horizon de surface, 0 - 6 cm (12,2mm de RU).

Tableau 4.2.3

SARIA Protection

Sol ferrugineux gravillonnaire érodé sur carapace
litée en voie de désagrégation.

Régime hydrique du sol

Description commentaire du profil	Densité appa- rente	Porosi- té Totale	Hv % Max	Hv % C.R.	Hv % pF4,2	R.U. mm
Horizon gris humifère 6 cm gravillonnaire	1,82	35,5	31	25,8	5,37	12,2
Horizon meuble 12	1,83	33,5	27,6	17,8	4,94	7,7
Horizon gris beige 20 gravillonnaire	1,72	37,9	23,2	14,8	4,83	8
Horizon meuble 30	1,77	37,4	24,1	18,8	6,42	12,4
Horizon ocre-rouille 40	1,68	37,4	23,9	24,6	9,40	15,2
Carapace ferrugineux 50	1,69	39,3	28,6	27,6	9,40	18,2
litée avec dépôts noirs sur les lits 60	1,70	38,0	30,4	28,1	11,3	16,8
Horizon compacte assez dur 70	1,70	37,1	26,	27,0	15,7	11,3
Horizon d'argile 90	1,77	35,9	27,8	30,5		
bariolée 100	1,73	34,5	27,7	26,4	19,9	13,2
Couleur rouge avec petites taches jaunes et gris blanc et dont le nombre augmente avec la profondeur. 140	1,82	33,7	28,3	28,3	19,4	17,8
Texture sablo- argileux 160	1,82	33,4	28,7	28,2	17,6	21,2
180	1,84	31,2	26,6	27		
200	1,88	31,2	29,1	27,6	19,2	16,8
220	1,91*	29,5	29,3	28,9	22,7	12,4
240	1,99+	27,6	50,3	30	24,3	11,4
260	1,98+	25,9	27,8	27,6	23,7	7,8
280	1,98+	21,0	28,7	28,9	-	
300 cm	2,00+	-	30,1	28,9	23,1	11,6
320	1,77		29,	27,6	19,9	15,4

Lieu	Parcelle 7												Protection			
Parcelle	P. Wischmeier				P. Cultivée				P. ERLO				P. ERLO			
Mode	solu	susp.	IF	Total	solu	susp.	IF	Total	solu	susp.	IF	Total	solu	susp.	IF	Total
Mat.Orga.	3,1	104,3	16,0	123,4	4,3	218,9	19,8	243,0	2,6	11,4	-	14,0	0,3	12,9	3,6	15,8
Azote	3,6	6,1	-	9,7	2,1	12,2	0,8	14,1	1,3	0,7	-	2,0	0,8	0,5	0,1	1,4
Phosphore	1,2	-	0,1	1,3	1,1	-	0,4	-	0,4	-	0,03	0,4	0,4	-	0,02	0,4
Potasse	2,6	0,3	0,8	3,7	5,3	1,3	0,9	7,5	1,0	0,1	0,2	1,3	1,4	-	0,1	1,5
Calcium	5,0	0,4	1,3	6,7	4,8	2,4	1,8	9,0	2,3	0,1	0,6	3,0	2,0	-	0,8	2,8
Magnésium	1,8	0,1	0,3	2,2	3,1	0,6	0,5	4,2	0,54	0,03	0,12	0,7	0,05	-	0,1	0,1

Les pertes chimiques totales sont la somme des pertes en solution (solu)
des pertes en suspension (susp)
des pertes dans les terres de fond (TF)

Tableau 5.1. - Pertes chimiques en kg/ha - SARIA 1971.

5.2 - Pertes par drainage en kg/ha

	matière	N	P	K	Ca	Mg	
	orga.						
Parcelle 7	P. cultivée	1,50	4,66	0,04	4,49	9,70	3,41
	P. jachère	1,24	1,53	-	6,27	12,5	4,14
Protection	P. jachère	3,0	9,6	-	8,0	38,5	8,0

Comme on l'a remarqué dans le paragraphe 35, il serait aventuré de tirer des conclusions avec une seule année de résultats en ce qui concerne les lysimètres sous jachère sans répétitions. Pour donner un ordre d'idée, on a pris arbitrairement les moyennes : tant pour les quantités d'eau drainée (ce qui paraît justifié pour P7 que pour la richesse chimique de ces eaux (ce qui également paraît justifié en P7). C'est à partir de ces valeurs moyennes qu'ont été calculées les valeurs données dans le tableau 5.2. ci-dessus. Les valeurs détaillées sont reportées dans les CR en annexes 3.5.1 à 3.5.3.

PARCELLE 7

Il faut d'abord rappeler qu'en P7, les pertes réelles sont nulles, car il n'y a pas de drainage. Les pertes par drainage forcé sont très différentes des pertes par ruissellement : les éléments solubles N. K. Ca. Mg. y sont prédominants, les éléments pseudo-solubles comme la M.O. y sont peu représentés; le sens du rapport MO/N est inversé; dans le cas du ruissellement l'azote perdu était lié à la matière organique; dans le cas du drainage la presque totalité du N perdu est libre, les pertes sont beaucoup plus importantes dans la parcelle cultivée qui a reçu des engrais azotés et où le ruissellement est plus fort que sur ERLO.

Les pertes en cation ne sont pas négligeables pour un sol aussi pauvre chimiquement, en particulier en bases échangeables.

5 - PERTES CHIMIQUES -

51 - Pertes par érosion et en solution dans les eaux de ruissellement

Les données relatives à ces pertes sont résumées dans le tableau 5.1.

Les pertes en solution et dans les terres de fond sont très faibles sur toutes les parcelles, quel que soit le traitement. Par contre, les pertes chimiques correspondant aux suspensions ne sont pas négligeables, notamment sur les parcelles travaillées où la turbidité des eaux de ruissellement est élevée. Les pertes les plus importantes sont celles de matière organique, surtout dans la parcelle cultivée, ce qui est d'autant plus grave que le sol en est dépourvu, comme de toute forme de colloïdes en général. L'érosion est très sélective : ce sont les éléments essentiels de la fertilité des sols colloïdes minéraux et organiques qui sont enlevés préférentiellement.

5.1.1.

La presque totalité de l'azote perdu doit correspondre à celui de la matière organique enlevée (rapport N/MO enlevé : 0,08 pour P "wishmeyer" et 0,06 pour P cultivée). Ceci explique que les pertes soient du même ordre sur la parcelle de wishmeyer qui n'a pas reçu de fumure N minérale, que sur la parcelle cultivée qui en a reçu. On doit remarquer aussi que plus de la moitié de ces pertes a eu lieu au mois de juillet quand le sol n'était pas protégé, c'est à dire au moment où l'effet splash a été maximum et la charge des eaux la plus élevée; le plus grand nombre de façons culturales à cette époque était aussi un facteur favorable à l'érosion.

5.1.2. Les pertes en phosphore sont insignifiants.

5.1.3. Les pertes en potasse n'atteignent un certain niveau que sur la parcelle cultivée; surtout sous forme dissoute dans les eaux de ruissellement. On verra plus loin qu'elles sont cependant négligeables par rapport aux prélèvements par les plantes.

PARCELLE DE PROTECTION

Les pertes en azote sont beaucoup plus fortes qu'en P7, car l'horizon superficiel est humifère et le sol très filtrant. Il doit s'établir un équilibre entre la formation de matière verte et indirectement de matière organique et les pertes d'azote par drainage.

On retrouve le même phénomène pour K, Ca, Mg.

6 - BILAN HYDRIQUE ET MINERAL

6.1. Culture de Sorgho S 29 en P7

6.1.1. Bilan hydrique

L'eau est le premier facteur limitant sous ce climat, la croissance de la plante sera donc conditionnée par les quantités d'eau mises à sa disposition pendant les différentes phases de son développement. Les besoins sont variables pour chacune de ces phases, en particulier, celle qui va de l'initiation florale à la fin du remplissage des grains est très importante pour les céréales. On parle de période critique.

Quand il ne pleut pas; la plante peut s'alimenter avec les réserves hydriques du sol. L'Éapotranspiration Réelle est alors fonction de l'humidité du sol, elle croît avec celle-ci, pour atteindre l'ETP (Évapo Transpiration Potentielle) quand l'humidité du sol est au voisinage de la capacité de rétention; seule l'eau de la réserve dite facilement utilisable (voir fin du chapitre 4) est disponible pour cela. Quand l'humidité du sol est faible, celui-ci retient l'eau avec énergie de telle sorte que la plante ne consomme la totalité de l'eau utile qu'assez lentement.

Dans le tableau 6.1.1. ci-après, on a rassemblé les données nécessaires à l'établissement du bilan hydrique :

- Pluviométrie : (pluviographe de P7)
- Ruissellement : Ruiss (parcelle d'érosion sous culture)
- Drainage vertical apparent : Dapp (lysimètres sous culture)
- Drainage vertical réel : D réel = Dapp - Ruiss
- Eau disponible : $H' = H - Ruiss - D \text{ réel}$
- ETP (données du bac A multipliées par 0,8 pour les mois secs : juin et octobre, et par 1,0 pour les mois humides).
- Variations du stock d'eau : $VS = \text{eau disponible} - ETP$
 $= H' - ETP.$

TABLEAU 6.1.1.

		H	Ruiss	Dapp	Dréel	H'	ETP	VS	ETR	ETR/ ETP	
: JUIN	1 - 5	0,4		0	0		35				
	6 - 10	11,6		0	0		35				
	11 - 15	17,5		0	0		35				
	16 - 20	12,1		0	0		30				
	21 - 25	0		0	0		30				
	26 - 30	23,9		0	0		30				
: JUIL.	1 - 5	2,4		0	0	2,4	31		2	62	
	6 - 10	71,9	29,6	0	0	42,3	31	11,3	31	100	(Semis 9/7
	11 - 15	18,0	5,5	0	0	12,5	31	11,3	23,8	77	(levée
	16 - 20	11,7	0	0	0	11,7	29		11,7	40	
	21 - 25	27,3	13,4	0	0	13,9	29		13,9	48	
	26 - 31	48,8	25,7	18,1	0	23,1	29		23,1	77	
: AOUT	1 - 5	25,2	6,6	5,3	0	18,6	24		18,6	77	
	6 - 10	7,4	0,2	0,8	0,6	6,6	24		6,6	27	
	11 - 15	55,4	23,9	25,0	1,1	30,4	24	6,4	24	100	(Initiation:
	16 - 20	31,4	14,0	8,7	0	17,4	24	6,4	23,8	100	(florale
	21 - 25	39,8	11,3	1,0	0	28,5	24	4,5	24	100	
	26 - 31	18,2	3,5	7,9	4,4	11,0	24	4,5	15,5	65	
: SEPT.	1 - 5	19,1	0,7	0		18,4	21		18,5	88	
	6 - 10	8,4	0	0		8,4	21		8,4	40	
	11 - 15	31,9	9,7	0		22,2	21	1,2	21	100	(Epiaison
	16 - 20	26,6	9,4	3,0		17,2	26	1,2	20	77	
	21 - 25	7,3	0	0		7,3	26		17	65	
	26 - 30	0	0	0		0	26		5	20	
: OCT.	1 - 5	2,0	0	0		2,0	27		5	20	
	6 - 10	0	0	0		0	27		0	0	
	11 - 15	0,5	0	0		0,5	27		0,5	0	
	16 - 20	0	0	0		0	33		0	0	
	21 - 25	0,6	0	0		0,6	33		0,6	0	Récolte 21/1

A l'échelle de la pentade (5 j) l'évapotranspiration prend le pas sur les pluies, l'irrégularité des précipitations est masquée, il semble que le sol ne peut jamais s'humecter, l'eau qui tombe est aussitôt évapotranspirée. En réalité, il faudrait travailler à l'échelle de la journée pour montrer que le sol s'humecte après les pluies (phénomène brutal) et ne s'assèche que lentement. D'autre part, comme il sera dit plus loin, l'ETR est très souvent inférieure à l'ETP, mais pour simplifier on a supposé que $ETR = ETP$ chaque fois que H' est supérieur à l'ETP.

- $ETR = H' - V.S.$
- ETR/ETP caractérise la qualité de l'alimentation en eau de la culture.

L'alimentation de la plante a été convenablement assurée jusqu'au moment du remplissage des graines, en particulier pendant les périodes critiques :

- levée (100% et 80%)
- initiation florale (100%)
- floraison (100% et 80%)

par contre la plante a manqué d'eau pour remplir les grains ce qui s'est traduit par un échaudage grave.

Si l'on s'en tenait aux valeurs du tableau 6.1.1., l'échaudage serait total.

Cependant, on a surestimé les valeurs de l'ETR, en particulier dans les premiers stades, quand les besoins de la plante sont en réalité inférieurs à la moitié de l'ETP, et même par la suite, car le développement végétal était insuffisant pour exiger 100% de l'ETP. D'autre part, l'évaporation directe est limitée par la formation rapide en surface d'une fine couche de sol très sec faisant autmulch. On peut dans ces conditions considérer que le sol est amené à sa capacité de rétention (1) par les pluies du 6 au 10 juillet, puis du 10 au 25 août, puis par les dernières pluies utiles, en particulier celle du 18 Septembre; on peut alors utiliser les résultats du paragraphe 4.1.5 sur l'évolution des réserves en eau du sol après l'arrêt des pluies; ce sont ceux qui sont reportés

dans le bas de la colonne du tableau 6.1.1.

On voit que malgré les réserves, faibles, la plante n'a pas eu assez d'eau en fin de cycle, d'où l'échaudage.

La parcelle annexe de DVA a reçu en irrigation complémentaire après les pluies : 75 mm (du 28/9 au 19/10), cela a entraîné un supplément de production de 130 kg de grains/ha (Rendement de

760 au lieu de 630 kg/ha). Cet arrosage était insuffisant et trop fractionné (par apports de 5 mm), il a été mal utilisé.

6.1.2. Bilan minéral pour 1 ha (en kg)

Eléments	Apports		Pertes			
	fumure minérale		ruissel- lement	drainage vertical	exportations graines	exportations avec paille
N	89		14,1	(4,6)	17,3	42,0
P	20		2,0	(0,03)	1,4	5,7
K	50		7,5	(4,5)	5,3	51,9
Ca	0		9,0	(9,7)	0,3	2,5
Mg	0		4,2	(3,4)	1,8	6,4
Mo	0		243	(15,0)		

Du côté des apports on ne tient compte que de la fumure minérale (150 kg d'urée + 100 kg de phosphate d'ammoniaque + 120 kg de sulfate de potasse), on néglige les apports par les eaux de pluies.

Du côté des pertes, le drainage vertical n'est rapporté que pour mémoire puisqu'il n'y en a pas en réalité.

Si l'on n'exporte que les grains (+ les panicules), les pertes par ruissellement en N, P, K sont du même ordre que les exportations de la plante, elles sont donc assez graves dans un pays où les engrais sont chers. Mais les pertes en éléments minéraux de loin les plus importantes ont lieu quand on exporte les pailles (on multiplie les pertes par 10 pour la potasse) comme c'est l'usage en pays Mossi * .

Ces pailles sont évidemment la seule source de combustible dont le paysan dispose maintenant que toute la région est défrichée, qu'il n'y a plus de jachère arboré. Avec la densité de population actuelle (localement) le problème semble insoluble et l'avenir très inquiétant :

- des sols s'épuisent rapidement au point de vue chimique.
- des sols perdent par érosion leurs principaux facteurs de fertilité, c'est-à-dire les colloïdes (argile et M.O) dont ils sont déjà assez dépourvus.

* voir page suivante.

C'est cela le plus grave : on a vu dans le chapitre précédent l'importance des pertes en argile on voit dans le tableau 6.1.2. quelle est celle de Matière Organique :

Laisser les tiges sur place aurait 3 avantages :

- 1 - limiter les exportations à un niveau compatible avec la rentabilité des engrais,
- 2 - enrichir le sol en M.O. donc l'améliorer physiquement,
- 2 - le protéger contre le ruissellement et l'érosion : le paillage étant une des méthodes les plus efficaces.

* Dans ces conditions, l'équilibre ne s'obtient qu'avec de fortes fumures N et K que l'on ne pourra pas rentabiliser sur ces sols où l'alimentation hydrique est déficiente, mais sans fumure, l'épuisement du sol est très rapide.

La première chose à préconiser avant de proposer des techniques nouvelles est de laisser les pailles sur le terrain ou, ce qui est plus difficile, de les utiliser comme litière, ou pour faire du compost et de les rapporter sur le terrain.

D'autres techniques de lutte antiérosive peuvent et doivent également venir en renfort de celle-ci pour améliorer surtout le bilan hydrique des cultures (c'est là le mal essentiel) : labour isohypse, semis en courbe de niveau avec buttage et cloisonnement entre les billons de buttage, et, au besoin, construction de bourrelets antiérosifs, voir ROOSE (Projet de lutte contre l'érosion hydrique sur le plateau Mossi).

6.2. JACHERE D'UN AN EN P7

6.2.1. Bilan hydrique

Dans ce cas un bilan moins détaillé par périodes de 15 jours est suffisant.

Période	Pluie mm	Ruiss	D.app	Drécl	H'	ETP	Var Stock	ETR	ETR ETP
1 - 15 Juin	30,3				30	105		30	29
16 - 30	36,0				36	90	0	36	40
1 - 15 Juillet	92,3	33,7	0	0	58,6	93	0	58,6	63%
16 - 31	87,8	29,3	6,8	0	58,5	87		58,5	67%
1 - 15 Août	88,0	27,8	19,9	0	60,2	72	0	60,2	84
16 - 31	90,1	15,7	41,8	26,8	48,3	72		48,3	67
1 - 15 Sept.	59,4	5,0	7,8	2,8	51,6	63	0	51,6	82
16 - 30	33,9	6,3	0		27,8	78		27,8	36
1 - 15 Octobre	2,5	0	0		2,5	81	0	2,5	3
16 - 31	0,6	0			0,6	99		0,6	0,6

- Pluie : pluviographe P7 en mm
- Ruissellement (Ruiss) : parcelle ERLD P7 en mm
- Drainage apparent (D app) : lysimètre sous jachère P7 (On choisit DV 80)
- Variation du stock d'eau; à l'échelle de la quinzaine on retrouve aggravé ce que l'on a vu dans le § 6.1.1. à l'échelle de la pentade : l'irrégularité des pluies est marquée ainsi que l'humectation correspondante des sols.

Dans ces conditions $ETR = H'$; en réalité, surtout au début quand le sol est très mal couvert, elle lui est bien inférieure.

En moyenne l'alimentation hydrique est meilleure que pour la culture, car le ruissellement est moindre mais elle ne dure pas plus longtemps; les espèces vivaces, en particulier arbres et arbustes, auront du mal à s'établir.

6.2.2. Bilan Minéral

Il n'y a pas d'apports autres que ceux par les pluies que l'on néglige.

Il n'y a pas de pertes par exportations puisqu'on n'exploite pas la parcelle, il n'y a que les pertes par ruissellement et par drainage.

Tableau 6.2.2.1.

	Pertes en kg/ha		
	Par Ruissellement	par drainage (1)	Total
MO	13,9	0,38	14,3
N	2,0	0,32	2,32
P	0,42	0,08	0,50
K	1,29	1,83	2,12
Ca	3,0	3,95	6,95
Mg	0,7	1,10	1,70

(1) on a utilisé les chiffres du tableau 3 DVP pour le lysimètre n°6 (80cm) (en annexe ERLD P7) multipliés par le rapport $\frac{28,1}{76,3} = \frac{\text{(drainage réel)}}{\text{(drainage apparent)}}$

Ces pertes sont faibles et peuvent être compensées par les apports par les pluies, les synthèses par les plantes (C et pour les légumineuses N) et l'évolution naturelle du sol.

On a cherché à estimer la production de matière sèche et les mobilisations minérales de la parcelle par fauche de 3 placés de 4 m² en avril 1972.

On a constitué à partir du produit de la coupe deux échantillons moyens dont l'un a été brûlé pour obtenir des cendres. Les analyses ont été effectuées au Laboratoire d'agronomie de l'IRAT à NOGENT s/MARNE, les résultats sont rapportés dans le tableau 6.2.2.2. page suivante.

Ces mobilisations sont faibles, ce qui est dû aussi bien à la pauvreté chimique du sol qu'à la mauvaise alimentation hydrique.

SARIA - Parcelle ERLO en P7 jachère d'un an 1971 - 1972

Production de pailles : 3540 kg/ha à 94% de MS
 soit 3320 kg /MS/ha
 donnant 404 kg de cendres pour 1 ha.

Tableau 6.2.1.1. Richesse Minérale en N, P, K (en kg /ha des pailles et des cendres.

élé- ment	Pailles		Cendres	
	Taux % MS	Mobili- sation	Taux % MS	Quantité Totale
N	0,24	8,00	0,44	1,78
P	0,026	0,86	0,216	0,87
K	0,36	12,0	3,20	12,9
Ca	0,34	11,32	3,60	14,54
Mg	0,157	5,23	1,185	4,79
S	0,10	3,33	0,16	0,65
Si O ₂	2,3	76,6	55,1	222,6 + (1)
C	44,5	1481,8	12,5	50,5

(1) Chiffre aberrant - à revoir.

- Parcelle ERLO en P. Protection - jachère de 30 ans.

Production de pailles : 2580 kg/ha à 95 % de MS
 soit : 2450 kg/ha de MS
 donnant : 634 kg de cendres.

Tableau 6.3.2.2.

	élé- ment	Pailles		Cendres	
		Taux % MS	Mobili- sation	Taux % MS	Quantité Totale
prélèvement avril 1972	N	0,34	8,33	0,34	2,16
	P	0,12	2,94	0,30	1,90
	K	0,67	16,41	5,2	32,9 + X
	Ca	0,26	6,37	3,60	22,8 +
échantillonnage mal fait, échan- tillon pour cen- dres + riche que celui pour pailles.	Mg	0,134	3,28	1,34	8,50 +
	S	0,10	2,45	0,12	0,76
	Si O ₂	2,4	58,8	60,3	382,3 +
	C	41,6	1019,2	19,3	122,4

6.3. Jachère de 30 ans en parcelle de protection

6.3.1. Bilan hydrique

On l'établira également par périodes de 15 jours.

Période	Pluie	Ruiss.	Dapp.	Dréel.	H'	ETP	Var Stock	ETR	ETR / ETP
1 - 15	30,3 ⁺					105		30,3	29 %
Juin			0	0			0		
16 - 30	42,8 ⁺					90		42,8	47
1 - 15	102,8 ⁺	27,1	0	0	75,7	93		75,7	81
Juillet							0		
16 - 31	88,3 ⁺	21,6	27,8	6,2	60,5	87		60,5	70
1 - 15	66,0	3,9	26,5	22,6	39,5	72		39,5	55
Août							0		
16 - 31	99,9	2,5	60,5	58,0	39,4	72		39,4	55
1 - 15	69,4	0,1	24,8	24,7	44,6	63		44,6	71
Sept.							0		
16 - 30	40,5	4,7	21,4	16,7	19,1	78		19,1	24
1 - 15	4,0	0	0	0	4,0	81		4,0	5
Octobre									
16 - 31	1,7	0	0	0	1,7	99		1,7	1,7

- Pluies pour juin et juillet : poste ASECNA, pour les mois suivants poste de la parcelle de protection.
- Ruissellement : ERLO Protection
- Drainage PDV 10 (profondeur 80 cm)
- Variation stock : même remarque que dans 6.2.1.

Bien que le ruissellement soit bien inférieur à celui de P7, le drainage vertical a tellement augmenté que le bilan est encore plus mauvais.

Ces sols sont trop perméables.

6.3.2. Bilan minéral

Les éléments du bilan sont les mêmes que dans 6.3.1.

Tableau 6.3.2.1.

	Pertes en kg/ha		
	Par ruissellement	Par drainage (1)	Total
MO	15,8	4,0	19,8
N	1,4	12,3	13,7
P	0,4	0,2	0,6
K	1,5	8,9	10,4
Ca	2,8	68,8	71,6
Mg	0,1	12,4	12,3

(1) données du tableau PDV3 (annexe lysimètre sous jachère pour le lysimètre 10 80cm) multipliées par le coefficient :

$$\frac{128,2}{161,0} = \left(\frac{\text{drainage réel}}{\text{drainage apparent}} \right)$$

Les pertes, ici, sont le fait du drainage, elles ne sont pas négligeables surtout pour N et Ca. Elles sont d'autant plus graves qu'il y a peu de sol (faible épaisseur et fort pourcentage de gravillon, donc peu de réserves).

On a fait comme en ERLO P7 l'estimation de la production de matière sèche et des mobilisations minérales, selon la même méthode; les résultats sont rapportés dans le tableau 6.3.2.1.

On remarque des résultats aberrants : les exportations sous forme de cendre sont très nettement supérieures à celles sous forme de paille. C'est que l'échantillonnage n'était pas correct.

La production de la jachère de 30 ans est plus faible que celle de la jachère d'un an en P7. C'est qu'il y a trop peu de sol et que celui-ci est trop perméable :

- d'une part, les réserves hydriques et minérales sont faibles, elles ne permettent pas la formation d'une grande quantité de matière sèche qui, en se décomposant fournirait un humus améliorant le sol (du point de vue chimique et aussi physique).

- d'autre part, le drainage est tel que le peu d'azote est lessivé au fur et à mesure. La matière organique se détruisant rapidement sous ce climat chaud, libère l'azote qui est perdu et ne peut être réutilisé pour une nouvelle synthèse.

Les pertes en calcium ne sont pas compensées.

L'équilibre entre la production végétale, donc l'humus, et le lessivage se situe à un niveau faible.

INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
TROPICALES ET DES CULTURES VIVRIERES
(I.R.A.T.)

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER
(O.R.S.T.O.M.)

A N N E X E S

ETUDE DU RUISSELLEMENT, DU DRAINAGE
ET DE L'EROSION SUR DES SOLS FERRUGINEUX
DE LA REGION CENTRE HAUTE-VOLTA
STATION DE SARIA

DISPOSITIF D'ETUDE

ET

PREMIERS RESULTATS (1971)

J. ARRIVETS IRAT - Agronome
E. ROOSE ORSTOM - Pédologue
 et
P. CARLIER IRAT - Agronome

Mai 1973

A N N E X E 1.2.1.

Parcelle E R L D et Erosion : SARIA - Parcelle 7 - Septembre 1971

Description du profil humide

Surface : - traces des scarifications préparatoires au mil ensilage de l'année 1970.

- érosion en nappe.

- Végétation : maigre recrue de lère année : graminées basses dominantes composées et quelques légumineuses.

0 - 15 cm : Horizon sableux mélangé gris et taches beiges (= Ap de labour) légèrement humifère; texture de sable fin + quelques grains de quartz : structure feuilletée en surface puis fondue en dessous de la croûte.
Nombreuses racines fines et quelques grosses racines à direction horizontale dominante.
Porosité macrotubulaire et bulleuse localement (quelques fentes très fines par mètre courant en sol sec).
Horizon meuble et même boueux en saison humide qui se prend en masse en saison sèche.
Transition nette sur 1 cm.

15 - 30 cm : Horizon beige jaune avec taches de pénétration humifère; texture sablo argileuse avec des sables grossiers; quelques rares gravillons ferrugineux et cailleux de quartz ferruginisé.
Structure massive à cassure polyédrique moyenne faiblement développée.
Racines fines encore abondantes; activité biologique abondante.
Porosité tubulaire dominante, localement bulleuse ou interstitielle.
Traces de dépôts argileux et humifères dans les macroporosités. Transition horizon plus cohérent sur 3 cm. ./.

- 30 - 45 cm : Horizon brun jaune avec quelques taches humifères.
Localement on observe au bas de cet horizon, presque en contact avec la cuirasse, un horizon grisâtre (hydromorphie temporaire).
Texture sablo argileuse avec de nombreux gros grains de quartz (1,5 à 5 mm).
Structure massive à cassure polyédrique moyenne mieux développée.
Racines peu nombreuses et activité biologique localement abondante.
Porosité micro et macrotubulaire avec des cavités vides de 2 à 4 cm de diamètre tapissées d'argile.
Horizon moyennement cohérent.
Transition nette sur 1 cm.
- 45 - 60 cm : Horizon beige gris gravillonnaire; gravillons (plus de 50%) gris en surface à cassure rouge lie de vin (fer + manganèse) diamètre 5 à 20 mm à forme arrondie ou amygdalaise.
Matrice sablo argileuse jaune beige (hydromorphie?)
Racines très peu nombreuses : quelques tubulures obliques de pénétration de l'eau et des racines, tubulures tapissées de fer et remplies d'argile grisâtre.
Horizon tassé, compact mais se fragmentant facilement.
Transition nette mais très irrégulière : pénétration à l'intérieur de l'horizon suivant.
- 60 - 140 cm : Horizon rouge de gravillons soudés en carapace par un ciment argileux et ferrugineux très dur.
Gravillons arrondis de 3 à 10 mm mélangés à quelques gravillons plus gros (30 mm) aussi arrondis.
A la cassure : grains de quartz, couleur rouge lie de vin et grains noirs.
Quelques tubulures obliques enrobées de fer et remplies d'argile grisâtre contenant quelque fois des racines vivantes.
Horizon très compact, dur et difficile à pénétrer.
Transition progressive sur 30 cm.

140 à 500 cm : La carapace passe progressivement à une argile bariolée à couleur dominante rouge à taches ocres et blanches vers le haut, et de plus en plus grises vers le bas.
Texture sablo argileuse avec de gros grains de quartz (1,5 à 5 mm) de diamètre).
Structure massive à débit polyédrique grossier.
Porosité macrotubulaire avec enrobement argileux blanchi très développé.
Matériau humide même en saison sèche, beaucoup plus friable et riche en tubulures ocres puis blanchâtres où se glissent quelques racines observées jusqu'au fond du puits.

Conclusion : Sol ferrugineux tropical peu profond sur carapace à 50 cm.

A N N E X E 1.2.2.

Analyse de sol - S A R I A - Parcelle E R L O en P7

juin 1971 (analyse ORSTOM)

		Horizon	0-2	2-5	5-10	10-20	0-20	0-2	2-5	5-10	10-20	0-20
Granulométrie	Refus		8,9	9,4	10,0	6,7	7,5	Instabilité structurale				
	Argile		8,3	9,6	10,4	23,0	15,2					
	Limon fin							1,70	1,69	-	1,53	1,68
	2 - 20 μ m		6,4	4,8	6,1	6,7	6,9					
	Limon grossier							Perméabilité				
	20 - 50 μ m		16,7	17,8	15,2	15,3	10,3	1,0	1,9	2,5	2,4	1,7
	Sable fin											
Granulométrie	50 - 200 μ m		30,8	27,7	29,4	20,9	31,0					
	Sable grossier		39,8	40,9	39,4	35,7	38,5					
	Carbone		4,43	3,16	3,97	5,06	4,56	Humidités pF				
Mat. Organique en 10 ⁻³	Azote		0,43	0,28	0,28	0,35	0,33	17,7	17,2	17,4	20,8	19,2
	C/N		10,3	11,3	14,2	14,5	13,8	3,6	4,1	5,0	8,4	6,5
	AC. humiques		0,37	0,29	0,32	0,27	0,32	2,6	2,6	3,3	6,3	4,5
	AC fulviques		0,52	0,42	0,44	0,63	0,53					
	AC. Ful/AC. humiques		1,41	1,45	1,38	2,33	1,65					
	M.O. en 10 ⁻³		7,6	5,5	6,8	8,7	7,9					
	% C humifié		20,1	22,3	19,1	17,8	18,6					
C.C.C.	p H eau						éléments totaux (triacide) en me pour Ca, Mg, K, Na en					
	1/25		5,80	5,27	5,35	5,85	5,77	10 ⁻² pour Fer, et Fer libre				
Cations échange. en me	Ca		0,82	0,77	0,82	1,40	1,05	1,47	1,17	1,44	12,42	1,87
	Mg		0,37	0,37	0,30	0,52	0,37	2,60	2,30	2,80	6,00	4,08
	K		0,18	0,09	0,03	0,02	0,02	1,33	0,93	0,95	2,25	1,68
	Na		0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,32	0,15	1,30	1,37	0,26
	S. bases		1,39	1,25	1,18	1,96	1,45					
	C. EC		2,30	2,12	3,37	3,90	2,83	2,19	1,47	1,84	2,34	2,16
	Saturation V		60,4	58,9	35,0	50,2	51,2	0,7	0,9	1,0	1,3	1,1
Phosphore	P ₂ O ₅ total (10 ⁻³)		0,21	0,04	0,14	0,20	0,09					
	Phosph. Olsen		0,02	0,01	0,01	0,01	0,01					

A N N E X E 1.2.3.

Analyse de sol - SARIA - Parcelle d'érosion sous culture en P7.

Laboratoire d'Agropédologie de l'IRAT - NOGENT S/MARNE

Juin 1971.

Horizon		0 - 15	15 - 25	25 - 40	Bases totales		
Granulométrie	refus 2 mm	12,9	11,7	10,6			
	argile	6,6	14,5	18,5			
	limon	6,9	6,5	6,9			
	sable très fin						
	sable fin	19,5	20,1	18,3			
	sable grossier	20,1	16,5	17,0			
M.O	Carbone %	0,47	0,49	0,47			
	N total %	0,58	0,55	0,565			
	C/N	8	9	8			
pH	pH eau	5,10	5,50	5,65	0-15	15 - 25	25 - 40
	pH Kcl	4,30	4,20	4,20			
Complexe abondant (m.e./100 g)	Ca	0,86	1,22	1,48	3,25	1,87	1,62
	Mg	0,38	0,48	0,49	2,16	2,50	2,75
	K	0,12	0,09	0,11	7,31	8,20	8,07
	Na	0,012	0,016	0,016	1,63	1,45	1,41
	Somme	1,371	1,807	2,097			
C.E.C.		2,95	3,85	4,15			
	Saturation	46	47	51			
ppm	P ₂ O ₅ total	290	280	270			

A N N E X E 1.2.4.

Parcelle E R L O Protection - SARIA Septembre 1971

Description du profil en humide

Surface : Légères surélévations autour des touffes de graminées.
Localement plaques gravillonnaires sans végétation.
Erosion en nappe avec quelques chemins préférentiels (coulée du bétail).

0 - 15 cm : Horizon gris foncé humifère, gravillonnaire (plus de 50%) à matrice sableuse; gravillons gris en surface, ocre rouille à la cassure, ferrugineux et quartzeux, 5 à 20 mm de diamètre, arrondis et quelques anguleux, quelques pseudo concrétions plus tendres de 20 à 30 mm de diamètre.

Nombreuses racines fines subhorizontales et quelques grosses racines horizontales à la base de cet horizon; importante activité biologique (termites et fourmis).

Horizon meuble bien drainant : porosité macrotubulaire (2 à 3 fentes fines par mètre courant jusqu'à 50 cm de profondeur en sol sec).

Transition ondulée assez nette à un horizon plus clair.

15 - 35 cm Horizon gris beige plus clair, gravillonnaire (plus de 50 %) à matrice sableuse; avec des feuillets de la carapace litée altérée sous jacente gravillons comme plus haut, mais plus forte proportion de pseudoconcrétions.

Nombreuses racines fines et grosses horizontales, importante activité biologique.

Horizon meuble et bien drainant : porosité macrotubulaire.

Passage brutal (1 cm).

35 - 85 cm Horizon ocre rouille; carapace ferrugineuse litée avec dépôts noirs sur les lits (matière organique et manganèse ²)

Rares racines se glissant dans les macroporosités obliques, tapissées d'une croûte ferrugineuse et remplie d'argile grise blanchâtre.

Horizon compact assez dur.

./.

85 - 500 cm : Horizon d'argile bariolée : couleur dominante rouge avec petites taches jaunes et gris blanc au centre, en profondeur augmentation de l'importance des taches grises et blanches qui deviennent dominantes vers 475 cm.

Quelques racines jusqu'à 5 mètres se glissant dans les macroporosités et tubulures obliques tapissées de fer et bourrées d'argile blanchâtre avec quelquefois des traces de matières organiques.

Matériau friable de texture sablo argileuse à gros grains de quartz (1,5 à 5 mm) se délitant en grosses mottes plus ou moins litées à cassure polyédrique moyenne bien développée.

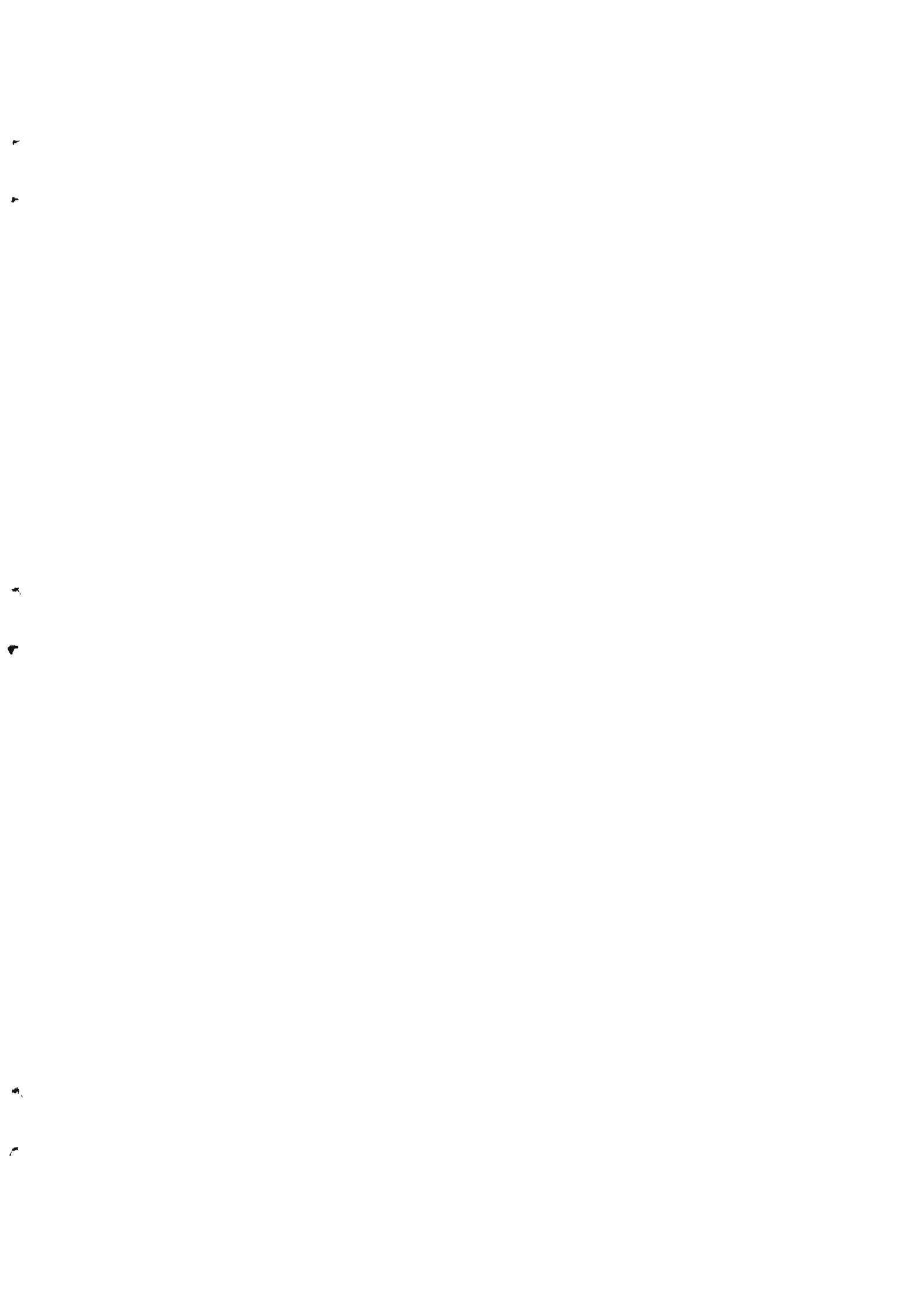
Conclusion : Sol ferrugineux gravillonnaire érodé sur cuirasse litée en voie de désagrégation.

Analyse de sol. - SARIA - Parcelle E R L O

en P. Protection -

Echantillons à prises multiples - Juin 1971 -

Horizon	0-2	2-5	5-10	10-20	0-20	0-2	2-5	5-10	10-20	0-20	
Refus	21,4	34,0	59,6	66,9	56,3	Instabilité Structurale					
Argile	13,1	11,0	59,5	19,5	16,6						
Granulométrie	Limons fin					0,52	1,27	0,69	1,31	1,22	
	2-20	8,8	7,2	9,9	8,0	7,5	Perméabilité				
Limons grossier											
	20-50	15,6	18,2	11,9	15,0	17,7					
Sable fin						1,7	1,5	1,6	1,7	1,5	
Sable grossier	23,7	31,5	17,1	23,1	22,5						
Carbone	17,0	13,9	16,5	12,1	8,80	Humidité p F					
Azote	1,13	0,88	0,83	0,70	0,78	27,2	23,1	20,9	22,1	22,0	
C/N	15,0	15,8	19,9	17,3	11,3	8,6	7,0	7,8	8,4	7,9	
Mat. organique en 10 ⁻³	AC. humiques	1,82	1,39	1,77	2,00	1,29	5,0	1,2	5,5	6,2	5,5
	AC. fulviques	1,24	1,43	2,15	1,15	1,21					
	AC. fulv/AC. hum.	0,68	1,03	1,21	0,58	0,94					
	M.O. en 10 ⁻³	29,3	24,0	28,4	20,9	15,2					
% C humifié	18,0	20,3	23,8	26,0	28,4						
pH eau 1/2,5	6,32	6,45	6,32	6,35	6,32	Eléments totaux (triacide) en 10 ⁻² pour Ca, Mg, K, Na en 10 ⁻² pour fer et fer libre					
Cations échangeables en MF	Ca	3,97	2,75	3,20	2,53	3,00	7,65	5,77	6,69	5,84	5,52
	Mg	1,37	0,97	0,94	0,69	0,85	5,10	5,27	6,03	6,75	5,70
	K	0,53	0,32	0,15	0,09	0,16	2,18	1,81	2,33	2,36	2,01
	Na	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,32	0,40	0,33	0,42	0,40
	S. bases	5,88	4,05	4,30	3,32	4,03					
	C. échange	7,00	5,67	6,84	6,39	8,12	3,09	3,94	4,40	5,22	4,77
Saturation	84,0	71,4	62,8	51,9	49,6	2,0	3,2	3,0	3,0	3,3	
P ₂ O ₅ total	0,81	0,50	0,55	0,51	0,52						
Phosphore Olsen	0,12	0,09	0,06	0,03	0,05						



A N N E X E 1.3.2PLUVIOMETRIE MENSUELLE DE 1946 à 1970

SARIA

ANNEES	Juillet		Août		Septembre		Octobre		Novembre		Décembre	
	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H
1946	13	208,2	15	186,3	12	155,0	8	83,8	0	0	0	0
47	11	179,8	16	230,1	9	210,5	4	11,5	0	0	0	0
48	14	223,9	16	214,1	14	139,3	5	17,3	0	0	0	0
49	L2	225,4	18	317,3	14	161,6	3	17,8	1	1,0	0	0
50	14	225,8	16	233,0	19	331,9	6	68,1	0	0	0	0
51	11	176,5	18	327,7	16	287,2	7	118,9	1	10,8	0	0
52	9	70,6	15	286,2	21	265,7	6	41,0	0	0	0	0
53	11	268,6	16	278,7	8	49,3	4	14,6	2	9,0	0	0
54	10	248,5	15	225,4	12	49,7	7	56,3	1	0,5	0	0
55	13	135,4	16	209,5	11	178,5	4	15,0	0	0	2	6,6
56	9	201,1	15	177,1	14	126,0	5	39,5	0	0	0	0
57	9	178,0	15	167,6	10	89,4	12	47,1	1	28,3	0	0
58	11	172,8	22	452,2	15	208,7	0	0	3	14,8	0	0
59	7	48,8	20	387,0	13	166,3	1	3,7	0	0	0	0
60	18	283,2	16	183,5	13	148,9	5	24,8	3	9,7	0	0
61	14	211,4	18	269,4	11	128,0	1	1,7	0	0	0	0
62	9	62,6	18	259,9	16	169,7	5	47,4	2	3,3	0	0
63	14	192,1	17	229,6	14	121,2	8	45,5	0	0	0	0
64	12	250,3	19	249,0	16	226,5	2	3,2	0	0	3	19,5
65	14	186,6	16	186,8	13	147,7	7	53,1	0	0	0	0
66	8	64,1	13	172,6	13	108,6	8	67,0	1	5,0	0	0
67	13	139,3	16	267,2	16	85,3	1	1,2	1	0,1	0	0
68	16	212,3	11	197,8	12	123,5	4	86,0	1	1,1	0	0
69	14	210,6	17	356,9	16	240,8	4	39,3	0	0	0	0
70	17	230,6	23	202,1	10	140,5	4	13,7	0	0	0	0
Moyenne	12,12	184,27	16,68	250,68	13,52	162,39	4,84	36,70	0,68	3,34	0,20	1,04

N : Nombre de jours.

H : Hauteur mensuelle en mm.

(Suite 3)

A N N E X E 1.3.2.

SARIA

TOTAL GENERAL DE LA PLUVIOMETRIE DE 1946 à 1970

ANNEES	MOIS	TOTAL	
		N	H
1946	Janvier à Décembre	61	822,3
47	" "	54	829,4
48	" "	62	773,2
49	" "	67	908,2
50	" "	70	1013,5
51	" "	74	1091,8
52	" "	67	851,8
53	" "	64	927,4
54	" "	64	791,3
55	" "	67	827,1
56	" "	67	842,5
57	" "	66	751,6
58	" "	72	1075,6
59	" "	62	893,3
60	" "	80	922,5
61	" "	64	823,5
62	" "	70	812,5
63	" "	72	793,1
64	" "	76	1084,8
65	" "	65	694,3
66	" "	62	599,7
67	" "	70	675,6
68	" "	80	973,8
69	" "	73	1026,9
70	" "	74	747,9
Moyenne	Janvier à Décembre	68,24	840,8

N : Nombre de jours.

H : Hauteur mensuelle en mm.

A N N E X E 1.4.1.

LISTE VEGETATION RECOLTEE EN PARCELLE DE PROTECTION

SARIA 11 JUIN 1971 - JACHERE 30 ANS

<u>ARBRES</u>			<u>FREQUENCE</u>
BUTYROSPERUM	PARADOXUM	SUBSP. PARKII SAPOTACEE	X X X
TERMINALIA	SP	COMBRETACEE	X
COMBRETETUM	SP	COMBRETACEE	X X
MELIA AZEDARACH		MELIACEE	X
(Manque le "RESINIER")			X X X
<u>ARBUSTES</u>			
ACASSIA	NILOTICA	MIMDSACEE	X X X X
ZIZIPHUS	MAURITIANA	RHAMNACEE	X X X X
BAUHIMIA	THONNINGII	CAESALPINIACEE	X X X
GARDENIA	TERNIFOLIA	RUBIACEE	X X
CROSSOPTERYX	FEBRIFUGA	RUBIACEE	X X
<u>PLANTES HERBACEES</u>			
PHYLLANTHUS	RETICULATUS	EUPHORBIACEE	X X
SIDA	AIBA	MALVACEE	X X
COCHLOSPERMUM	TINCTORIUM	COCHLOSPERMACEE	X
INDIGOFERA	MACROCALYX	PAPILIONACEE	X X X
CROTALARIA	RETUSA	PAPILIONACEE	X X X
STYLOSANTHES	MUCRONATA	PAPILIONACEE	X
ANDROPOGON	TECTORUM	GRAMINEE	X X X X X

PAPILIONACEE (= Contrôlé).

A N N E X E 1.4.2.

SARIA - PARCELLE DE PROTECTION - SEPTEMBRE 1971

JACHERE 30 ANS

- 1a . *Azadirachta indica* (Méliacée)
1b . *Acacia hirsuta* (Mimosacée)
2 . *Butyrospermum paradoxum* subsp. *Parkii* (Sapotacée)
3 . *Combretum* sp. (Combretacée) Arbres
4 . *Lannea microcarpa* (Anacardiaceae)
5 . *Melia azedarach* (Méliacée)
6 . *Parkia biglobosa* (Mimosacée)
- 1 . *Acacia* sp. (Mimosacée)
2 . *Cochlospermum tinctorum* (Cochlospermacée)
3 . *Gardenia aqualla* (Rubiaceae) Arbustes
4 . *Piliostigma* (*Bauhinia*) *Thouningii* (Caesalpiniacée)
5 . *Waltheria indica* (Sterculiacée)
- 1 . *Andropogon tectorum* (Graminée)
2 . *Borreria cymoides* (Rubiaceae)
3 . *Borreria scabra* (Rubiaceae)
4 . *Brachiaria distichophylla* (Graminée)
5 . *Cassia mimosoides* (Césalpiniacée)
6 . *Cochlospermum tinctorum* (Cochlospermacée)
7 . *Crotalaria retusa* (Papilionacée)
8 . *Cyperus zollingeri* (Cypéracée) Herbacées
9 . *Hackelochloa granularis* (Graminée)
10 . *Hibiscus asper* (Malvacée)
11 . *Indigofera pilosa* (Papilionacée)

- 12 . *Pandiaka heudelotii* (Amaranthacée) Herbacées
- 13 . *Sida cordifolia* (Malvacée)
- 14.. *Sida scabra* (Malvacée)
- 15 . *Striga* sp. (Scrophulariacée)
- 16 . *Stylosanthes arecta* (Papilionacée)
- 17 . *Tephrosia bracteolata* (Papilionacée)
- 18 . *Wissadula amplissima* (Malvacée)

Les déterminations botaniques ont été effectuées par
MM. SPICHIGER du Centre Suisse et PEHE (H.) du Centre ORSTOM
d'ADIOPODOUME.

A N N E X E 1.4.3.

LISTE VEGETATION RECOLTEE EN PARCELLE P7 (Jeune jachère après Sorgho)

SABIA JUIN 1971

ARBRES Néant

FREQUENCE

ARBUSTES

AZADIRACH	INDICA	MELIACEE	X X
WALTHORIA	INDICA	STERCULIACEE	X X X
GUIERA	SENEGALENSIS	COMBRETACEE	X X
BUTYROSPERMUM	PARKII	SAPOTACEE	X
ANOGEISSUS	IESOCARPUS	COMBRETACEE	

PLANTES HERBACEES

LOUDETIA	SP	GRAMINEE	X X
SAMANOA	DINKIAGEI	MIMOSACEE	X X
CROTALARIA	MUCRONATA	PAPILIONACEE	X X X
MALACHRA	RADIATA	MALVACEE	X
CERATOTHECA	SESAMOIDES	PADALIACEE	X
INDIGOFERA	MACROCALYX	PAPILIONACEE	X X X X X
SIDA	CORDIFOLIA	MALVACEE	X X
DACTYLOCTENIUM	AEGYPTIUM	GRAMINEE	X X
SETARIA	PALLIDEIFUSCA	GRAMINEE	X X
CYPERUS	SP	CYPERACEE	X X X

A N N E X E 1.4.4.

SARIA - PARCELLE 7 - ERLO ET VOISINES - SEPTEMBRE 1971 -

JACHERE 1970

- 1 . Azadirach indica (Méliacée)
 - 2 . Butyrospermum poukii Arbustes
 - 3 . Cynieria senegalensis (Combretacée)
 - 4 . Whalteria indica (Sterculiacée)
-
- 1 . Borreria cymoides (Rubiacee)
 - 2 . Borreria scabra (Rubiacee)
 - 3 . Brachiaria distichophylla (Graminée)
 - 4 . Crotalaria mucronata (Papilionacée)
 - 5 . Crotalaria retusa (Papilionacée)
 - 6 . Cyperus zollingeri (Cypéracée)
 - 7 . Dactyloctenium aegyptium (Graminée)
 - 8 . Digitaria velutina (Graminée)
 - 9 . Eragrostis barteri (Graminée)
 - 10 . Hackelochloa granulata (Graminée)
 - 11 . Indigofera dendroides (Papilionacée)
 - 12 . Indigofera pilosa (Papilionacée)
 - 13 . Pandiaka heudelot (Amaranthacée)
 - 14 . Setaria pallidifusea (Graminée)
 - 15 . Sida alba (Malvacée)
 - 16 . Sporobolus pyramidalis (Graminée)
 - 17 . Striga sp. (Scrophylariacée)
 - 18 . Stylosanthes erecta (Papilionacée)
 - 19 . Tephrosia bractsolata (Papilionacée).

Déterminations botaniques effectuées par
MM. SPICHIGER (R.) du Centre Suisse et PEHE (H.) du Centre ORSTOM
d'ADIOPODOUME.

SARIA 1971

A N N E X E 2.1.

PARCELLE DE REFERENCE - DE "WISCHMEIER"

- Mise en place : juin 1971
- Emplacement : Station de Saria - Parcelle 7 Nord-Est.
Sol ferrugineux tropical sur carapace à 50 cm
Analyse ci-jointe
Pente Est-Ouest 7‰
- Précédent culturaux : 1970 mil (fumure 50 kg urée/ha)
1969 jachère - test de travail du sol.

CARACTERISTIQUES

- Longueur Est-Ouest 22,2 m; largeur : 4,5 ; surface 100 m²
- Isolement latéral et amont par bordures en tôles galvanisées enfoncées dans le sol.
- Sur le côté aval, canal de réception en ciment recouvert de Flintkot, avec pente légère des bords vers le centre où une cuve cubique en ciment sert de piège à sédiment :

cuve W1 : hauteur jusqu'à l'exutoire 29,6 cm
volume correspondant 96 litres
(3,241/cm)

cette première cuve débouche par l'intermédiaire d'un tuyau en ETERNIT, dont l'ouverture est protégée par un grillage à mailles carrées de 1 cm, dans une deuxième cuve rectangulaire W2 en tôle de 3mm.

cuve W2 : hauteur jusqu'à l'exutoire 90,5 cm
volume correspondant 900 (= 10/1 cm)

à la sortie de cette cuve un partiteur fait de 9 tuyaux de diamètre identique (et dans un plan horizontal) conduit 1/9 de l'eau exédentaire dans une troisième cuve rectangulaire en tôle de 3 mm.

cuve W3 : hauteur 100 cm
volume correspondant 490 l (49 l/cm)

+ capacité totale de réception = 5406 l (54 mm de ruissellement)

Un puit perdu de 4 m de profondeur sert à l'évacuation des eaux.

A N N E X E 2.2.

PARCELLE D'EROSION SOUS CULTURE

- Mise en place : Juin 1971
- Emplacement : Station de Saria - Parcelle 7 Nord-Est.
sol ferrugineux tropical à 50 cm
analyse (prélèvements de juin 1971) annexe 1.2.3.
pente Est-Ouest 5%
- Précédents culturaux : 1970 mil ensilage (fumure 50 kg
urée/ha)
1969 jachère - test de travail du sol.

CARACTERISTIQUES.

- Longueur (Est-Ouest) = 20,8 ; largeur : 4,8 m ; surface =
100 m²
- Isolement latéral et amont par bordures en tôles galvanisées
enfoncées dans le sol.
- Sur le côté aval, canal de réception en ciment recouvert de
flintkot, avec pente légère de bords vers le centre où une
cuve en ciment cubique sert de piège à sédiment :
 - cuve C₁ : hauteur jusqu'à l'exutoire 44 cm
volume correspondant 180 l (4,1 l/cm)cette première cuve débouche par l'intermédiaire d'un tuyau
galvanisé protégé par un grillage (mailles carrées de 1cm)
dans une deuxième
 - cuve C₂ : hauteur jusqu'à l'exutoire 94 cm
volume correspondant 2400 l (36,2 l/cm)à la sortie de cette cuve un partiteur fait de 11 tubes iden-
tiques conduit un onzième de l'eau excédentaire dans un troi-
sième.
 - cuve C₃ : hauteur 97 cm
contenance 230 l (2,4 l/cm).Un puits perdu de 4 m creusé à travers la carapace
sert à l'évacuation des eaux.

SARIA 1971

A N N E X E 2.3.

PARCELLE ERLO en "PARCELLE 7"

- Mise en place : juin 1971
- Emplacement : Station de SARIA - Parcelle 7 Nord-Est
sol ferrugineux tropical sur carapace à 50 cm
analyse (prélèvement de ROOSE) annexe 1.2.2.
pente Est-Ouest 7‰.
- Précédents culturaux : 1970 mil ensilage (fumure 50 kg
urée/ha)
1969 jachère test de travail du sol.

CARACTERISTIQUES

- Longueur (Est-Ouest) : 41,7 m ; largeur : 6 m ; surface : 250m²
- Isolement latéral et amont par bordures en tôles galvanisées enfoncées dans le sol.
- Sur le côté aval, canal de réception en ciment et en tôle recouverts de Flintkot, avec pente légère des bords vers le centre où une cuve en ciment cubique sert de piège à sédiments.

Par rapport à l'axe longitudinal de la parcelle, le système de réception des eaux de ruissellement est déjeté vers le Nord, la partie Sud étant réservée aux gouttières de réception des eaux de drainage oblique.

+ cuves de réception des eaux de ruissellement

cuve S0 1 : hauteur jusqu'à l'exutoire 44 cm
volume correspondant 142 l (3,2 l/cm)

Cette première cuve débouche par l'intermédiaire d'un tuyau Eternit dont l'orifice est protégé par un grillage à mailles carrées de 1 cm; dans une deuxième cuve S02.

cuve S02 : hauteur jusqu'à l'exutoire 76 cm
volume correspondant 203 l (2,7 l/cm)

à la sortie de cette cuve, un partiteur fait de 9 tubes identiques conduit 1/9ème de l'eau excédentaire dans une troisième S03.

cuve S03 : hauteur 100 cm

volume correspondant 490 l (4,91 cm)

+ capacité totale de réception : 4755 l (19 mm de ruissellement).

Un puits perdu de 4 m (commun avec la parcelle de Wischmeier) sert à l'évacuation des eaux.

+ gouttières de réception des eaux de lessivage oblique.

Six gouttières disposées dans des fentes creusées sous les limites des horizons pédologiques recueillent les eaux de drainage oblique qui sont stockées dans des jerricans en plastique.

Profondeur des gouttières :

S1	25 cm.
S2	45 cm.
S3	65 cm.
S4	100 cm.
S5	150 cm.
S6	200 cm.

A N N E X E 2.4.

PARCELLE ERLO en "PARCELLE DE PROTECTION"

- Mise en place : juin 1971
- Emplacement : Station de Saria - Parcelle de Protection - Ouest.
Sol gravillonnaire ferrugineux tropical à carapace litée en voie de décomposition
analyse ci-jointe (prélèvement juin 1971) - annexe 1.2.5
pente Est - Sud-Est vers Nord-Ouest de 1,4%.
- Précédent cultural : vieille jachère d'environ 30 ans.

CARACTERISTIQUES

- Longueur E - SE x W - NW : 41,7 m; largeur : 6 m; surface : 250m².
- Isolement latéral et amont par bordures en tôles galvanisées enfoncées dans le sol.
- Sur le côté aval, canal de réception en ciment et en toile recouverts de Flint kot, avec pente des bords vers le centre où une cuve en ciment sert de piège à sédiments.

Par rapport à l'axe longitudinal de la parcelle, le système de réception des eaux de ruissellement est déjeté vers le Nord, la partie Sud étant réservée aux gouttières de réception des eaux de drainage oblique.

+ cuves de réception des eaux de ruissellement.

cuve PO1 : hauteur jusqu'à l'exutoire 39 cm.
volume correspondant 128 l (3,31/cm)

Cette première cuve débouche par l'intermédiaire d'un tuyau Eternit dont l'orifice est protégé par un grillage à mailles carrées de 1 cm, dans une deuxième PO2.

cuve PO2 : hauteur jusqu'à l'exutoire 75 cm
volume correspondant 195 l (2,61/cm)

à la sortie de cette cuve, un partiteur fait de 10 tubes identiques conduit 1/10ème de l'eau excédentaire dans une troisième cuve PO3.

cuve P03 : hauteur jusqu'à l'exutoire 78 cm
volume correspondant 1981 (2,51 cm)

lorsque cette cuve est pleine, un tube (unique) permet l'écoulement dans une quatrième cuve P04.

cuve P04 : hauteur jusqu'à l'exutoire 85 cm
volume correspondant 2201 (2,61/cm)

+ capacité totale de réception 4503 l (18 mm des ruissellements).

Un puits perdu de 4,50 m sert à l'évacuation des eaux.

+ gouttières de lessivage oblique.

Cinq gouttières disposées dans des fentes creusées sous les limites des horizons pédologiques recueillent les eaux de drainage oblique qui sont stockées dans des jerricans en plastique.

Position des gouttières (profondeur)

P1	45 cm
P2	65 cm
P3	100 cm
P4	150 cm
P5	200 cm.

A N N E X E 2.5.

PARCELLE DRAINAGE VERTICAL AGRONOMIE (D V A)

Lysimètres sous culture (n°1,2,3,4).

- mise en place : juin 1971 (ROOSE)
- emplacement : station de SARIA - parcelle 7 nord-est
- type de sol : ferrugineux tropical sur carapace à 50 cm
 - . profil jusqu'à 1 m (voir annexe 1.2.1.)
 - . analyse en surface voir parcelle d'érosion sous culture.

CARACTERISTIQUES :

- lysimètres du type ROOSE, installation sans modifier le sol en place en isolant un monolithe de 63 cm de diamètre, sur l'épaisseur de terre exploitable par les racines des cultures annuelles, c'est-à-dire au-dessus de la carapace.
- les lysimètre n°1 et 2 descendent à 40 cm, s'arrêtant au sommet de la zone gravillonnaire de transition avec la carapace.
- les lysimètres n°3 et 4 descendent à 52 cm, s'arrêtant au sommet de la carapace.

Le détail de la mise en place est exposé dans

- particularité : le cylindre de tôle déborde de 5 cm en surface, cette collerette empêche le ruissellement des eaux de pluies.

REMARQUE :

La surface du lysimètre $\frac{0,63^2 \times 3,14}{4} = 0,31 \text{ m}^2$ est bien adaptée aux études sur le sorgho qui est semé en poquets à 80 cm : surface dévolue à un poquet = $0,32 \text{ m}^2$.

DISPOSITIF PARCELLE 7 - SARIA 1971

PARCELLE DRAINAGE VERTICAL PEDOLOGIE (D.V.P)

Lysimètres sous jachère (n° 5,6,7,8).

- mise en place : juin 1971 (ROOSE)
- emplacement : station de SARIA - parcelle nord-est
- type de sol : ferrugineux tropical sur carapace à 50 cm
 - . profil jusqu'à 1 m (voir annexe n° 1.2.1)
 - . analyse en surface voir parcelle d'érosion sur culture.

CARACTERISTIQUES :

- lysimètres du type ROOSE, installation sans modifier le sol en place en isolant un monolithe de 63 cm de diamètre, de 40 cm à 180 cm, c'est-à-dire au-dessus de la carapace, dans celle-ci et en dessous.
- le lysimètre n°5 descend à 40 cm et s'arrête au sommet de la zone gravillonnaire de transition avec la carapace.
- le lysimètre n°6 descend à 80 cm et s'arrête dans la carapace.
- le lysimètre n°7 descend à 140 cm et s'arrête en dessous de la carapace.
- le lysimètre n°8 descend à 180 cm et s'arrête dans l'horizon des argiles.

Particularité : les lysimètres de tôle débordent de 5 cm en surface; cette collerette empêche le ruissellement des eaux de pluies.

A N N E X E 2.6.

PARCELLE DRAINAGE VERTICAL PEDOLOGIE (P D V)

Lysimètres sous jachère en parcelle
de Protection
n° P D V 9 - P D V 10 - P D V 11.

- mise en place : juin 1971 (ROOSE)
- emplacement : station de SARIA - parcelle de protection sur
vieille jachère.
- type de sol : ferrugineux tropical gravillonnaire en sur-
face, sur carapace litée en voie de désor-
grégation.

. profil voir annexe n° 1.2.4

CARACTERISTIQUES

- lysimètres du type ROOSE, installation sans modifier le sol en
place en isolant un monolithe de 63 cm de diamètre, de 40 cm à
150 cm , c'est-à-dire au dessus de la carapace, dans celle-ci
et au dessous.
- le lysimètre n°15 descend à 45 cm et s'arrête dans la zone de
transition qui précède la carapace.
- le lysimètre n°16 descend à 80 cm et s'arrête dans la carapace.
- le lysimètre n°17 descend à 150 cm et s'arrête dans l'horizon
des argiles bariolées.

Les cylindres de tôles débordent de 5 cm en surface;
cette collerette empêche le ruissellement des eaux de pluies.

A N N E X E 3.0.

TABLEAU PLUVIOMETRIQUE-ANNEE 1971

Poste de SARIA - Longitude 02° 0,9'W - Latitude 12° 16' N - Altitude 300 m

DATE	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1													
2								10,8		1,9			
3							2,0		20,4				
4						0,4		7,2					
5									1,2				
6						11,6		2,2					
7							3,8	1,7	3,7				
8				0,6			24,4	0,2	1,0				
9					4,1			2,8					
10						Tr.	53,0						
11							3,8	4,0	29,6				
12										1,1	3,5		
13			2,6			18,3	6,8	45,8		0,2	0,2		
14							9,0		0,4	Tr.			
15								Tr.	9,6				
16							3,0	1,0					
17						6,6	3,1	25,0	31,0				
18				3,7	7,5			Tr.	0,1				
19									1,8				
20					11,8	3,5	6,2						
21								0,9	5,2				
22								19,8	4,2				
23								8,8		1,6			
24							22,9	1,1					
25				1,2			3,1	19,4					
26				25,1		19,4		1,5					
27					0,3			4,0					
28			25,6										
29							49,8	12,0					
30						12,8							
31							0,2	5,1					
TOTAUX			28,2	30,6	23,7	73,1	191,1	175,2	106,3	4,8		3,7	636,7
Nbre													
jours			2 j	4 j	4 j	7 j	14 j	21 j	10 j	4 j		2 j	68 j

A N N E X E 3.1.

PLUVIOMETRIE - S A R I A 1971

Mois	Juin				Juillet				Août			
Poste	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
1												
2									10,8	10,7	18,6	18,4
3					2,0			2,4				
4	0,4								7,2	6,8	7,6	6,8
5												
6	11,6								2,2	2,5	5,7	5,7
7					3,8			2,5	1,7			
8					24,4			16,7	0,2			
9									2,8	3,3	2,0	1,7
10	Tr				53,0			52,7				
11					3,8			1,7	4,0	3,5	7,0	7,0
12				(4)								
13	18,3			17,5	6,8				45,8	39,2	47,9	48,4
14					9,0			16,3				
15									Tr			
16					3,0			2,9	1,0			
17	6,6			8,7	3,1			3,3	25,0	21,8	30,4	30,1
18									0,1			
19						(2)			1,8	1,8	1,5	1,3
20	3,5			3,4	6,2	5,5		5,5				
21									0,9			
22							(3)		19,8	21,3	12,1	12,4
23									8,8	12,2	6,9	6,8
24					22,9	24,1	20,6	21,8	1,1			0,9
25					3,1	3,7		5,5	19,4	20,9	20,3	19,7
26	19,9			15,4					1,5	1,5	1,4	1,2
27									4,0	3,9	3,9	4,1
28												
29					49,8	46,3	45,0	45,3	12,0	11,9	9,4	9,4
30	12,8			8,5								
31					0,2	0,0	2,9	3,5	5,1	4,6	4,4	4,2

- (1) pluviomètre du poste ASECNA
- (2) pluviomètre de la parcelle de protection mis en place le 19/7.
- (3) pluviomètre de P7 mis en place le 22/7
- (4) pluviographe de P7 mis en place le 12/6. On donne la quantité mesurée dans le seau.

Mois	Septembre				Octobre				Novembre			
Poste	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
1	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
2	:	:	:	:	1,9	2,5	2,2	2,0	:	:	:	:
3	20,4	23,8	17,3	18,4	:	:	:	:	:	:	:	:
4	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
5	1,2	1,1	0,9	0,7	:	:	:	:	:	:	:	:
6	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
7	3,7	4,1	5,0	4,2	:	:	:	:	:	:	:	:
8	1,0	1,1	4,6	4,2	:	:	:	:	:	:	:	:
9	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
10	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
11	29,6	28,4	25,2	25,6	:	:	:	:	:	:	:	:
12	:	:	:	:	1,1	1,2	0,8	0,5	:	:	:	:
13	:	:	:	:	0,2	0,3	0,3	:	:	:	:	:
14	0,4	0,6	0,5	0,5	Tr	Tr	Tr	:	:	:	:	:
15	9,6	10,3	6,1	5,8	:	:	:	:	:	:	:	:
16	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
17	31,0	31,1	26,8	26,6	:	:	:	:	:	:	:	:
18	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
19	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
20	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
21	5,2	5,3	3,3	3,1	:	:	:	:	:	:	:	:
22	4,2	4,1	4,5	4,2	:	:	:	:	:	:	:	:
23	:	:	:	:	1,6	1,7	0,7	0,6	:	:	:	:
24	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
25	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
26	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
27	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
28	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
29	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
30	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
31	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

A N N E X E 3.3.1.

PARCELLE DE REFERENCE DITE DE "WISCHMEIER"

RESULTATS 1971

ENTRETIEN -

- piochage avant la mise en service de la parcelle.
- la parcelle est ensuite ^{maintenue} / par un sarclage mensuel sarclage le 27-7, le 11-8, le 14-9.
- en fin de saison, un desherbage chimique fut effectué du Bromacil (1,5 kg/ha).

RUISSELLEMENT ET EROSION -

Le tableau W1 rassemble pour chaque pluie avec ruissellement les résultats relatifs :

- au ruissellement en mm/ha et en % de la pluie
- la charge en g/l des eaux ruisselées et les pertes en suspension correspondante.
- les pertes en terres de fond
- les pertes totales = pertes en suspension + terres de fond.

Le tableau W2 donne les résultats des analyses des pertes chimiques par les eaux de ruissellement; le tableau W2' les pertes en éléments minéraux correspondants avec extrapolation aux pluies non représentées.

Le tableau W3 rassemble les résultats des analyses des suspensions et les pertes en éléments minéraux correspondants. Les valeurs étant peu nombreuses, nous extrapolons par période de pluie.

Le tableau W4 donne les résultats des analyses des échantillons moyens de terre de fond et les pertes/ha correspondantes (avec extrapolation pour les pluies non représentées).

A N N E X E 3.3.1. (Suite)

PARCELLE DE WISCHMEIER - S A R I A 1971 -

Date	pluie	Ruisselle-		Resis-	g/l	Pertes			Observations
	H mm	h mm	% H	tivité		T F	Susp.	Total	
				/cm ² à					
13/6	17,5	10+	57,1						x estimé
17/6	8,7								piochage à
26/6	15,4	0,5							15-20 cm le
30/6	8,5								10 juin
8/7	16,7	7,2	43,1	28665	1,12	23,0	80,6	103,6	
10/7	52,7	38,4 ^x	-	49414	1,56	96,0	599,0	695,0	x estimé
14/7	16,3	7,2	44,2	30030	1,00	72,0	72,0	144,0	
24/7	22,9	15,4	70,6		1,13	70,1	174,0	244,1	
25/7	3,1				1,0 ^x	48,0		48,0	27/7 sarclage
29/7	45,3	29,6	65,3	73758	0,55	135,0	162,8	297,8	
2/8	18,4	8,1	44,0	49172	2,25	62,1	182,3	244,4	
4/8	6,8	0,6			1,0 ^x	48,8	6,0	54,8	
6/8	5,7	0,7			1,0 ^x	26,8	7,0	33,8	11/7 sarclage
13/8	48,4	29,6	61,1		1,14	111,0	334,5	445,5	
17/8	30,1	17,7	58,8	44988	0,99	76,7	175,2	251,9	
22/8	12,4	5,2	41,9	47471	0,55	14,0	28,6	44,6	
23/8	6,8	1,3			0,55 ^x	2,1	7,2	9,3	
25/8	19,7	10,0	50,8		0,39	14,8	39,0	53,8	
27/8	4,1	0,8			1,09	12,1	6,7	20,8	
29/8	9,4	5,2	55,3		1,15	26,5	59,8	86,3	
3/9	18,4	4,7	25,5		0,43	59,2	20,2	79,4	
8/9	4,2	0,6			0,44	10,6	2,6	23,2	
11/9	25,6	14,1	55,0	54044	0,50	67,2	70,5	137,7	
17/9	26,6	12,6	47,4	45280	2,04	125,8	257,4	383,2	14/9 sarclage
Total	443,7	219,5	48,5			1101,8	2287,4	3389	

W1 = Ruissellement en mm et pertes en terre en kg/ha.

A N N E X E 3.3.1.

(Suite)

Date	h R mm	Résistivité /cm 20°	MO	Concentration des eaux de ruissellement en mg/l												
				Total N	NH 4	NO 3	PO 4	Ca	Mg	K	Na	Fe ₂ O ₃	AL ₂ O ₃	Si O ₂	Cl ⁻	SO ₄
13/6-8/7	17,7	28 665	3,2	1,88	0,57	0,25	2,10	3,42	2,00	2,80	0,80	0,55	1,23	1,80	4,00	22,26
10/7	38,4	49 414	1,4	2,21	0,34	0,05	2,80	2,80	1,20	0,52	0,25	0,25	0,38	0,60	1,00	17,00
14/7	7,2	30 030	2,2	1,93	0,38	0,30	3,45	3,88	1,20	1,68	0,80	0,33	0,48	0,80	2,25	11,75
24-29/7	45,0	73 758	1,8	1,68	0,37	0,25	0,60	1,08	0,20	0,60	0,12	0,18	0,13	1,60	4,50	11,87
2-6/8	9,4	49 172	2,2	1,60	0,82	0,55	1,50	2,05	0,80	1,05	0,40	0,20	0,13	3,60	5,00	13,00
13-17/8	47,3	44 988	0,9	1,49	-	-	1,75	2,35	0,50	0,60	-	-	-	-	0,50	2,1
22/8-3/9	27,8	47 471	0,7	0,81	-	-	1,80	2,50	0,50	0,70	-	-	-	-	0,25	3,40
11/9	14,1	54 044	0,2	1,43	-	-	1,05	1,65	1,00	0,55	0,30	0,10	0,02	-	-	-
17/9	12,6	45 280	1,5	1,64	-	-	1,45	2,00	1,50	1,35	0,28	0,31	0,72	-	-	-

W₂ - PARCELLE de Référence - SARIA; 1971

Eléments minéraux en solution dans les eaux de ruissellement.

A N N E X E 3.3.1. (Suite)

SARIA 1971

Date	h en mm	M O	Azote			P	Ca	Mg	K	Na
			N	N	N					
			Total	N H4	NO ₃					
13/6 -										
8/7	17,7	566	333	101	44	121	605	354	495	142
10/7	38,4	538	847	131	19	350	1075	461	200	96
14/7	7,2	158	139	27	22	81	279	86	121	58
24-29/7	45,0	810	756	167	113	88	583	90	270	54
Juin	108,3	2072	2075	426	198	640	2542	991	986	350
Juillet										
2-6/8	9,4	207	150	77	52	46	193	75	99	38
13-17/8	47,3	426	705	-	-	270	1111	237	284	-
22/8-	27,8	195	225	-	-	163	695	139	195	-
3/9										
Août	84,5	828	1080			479	1999	451	578	
11/9	14,1	28	201	-	-	48	233	141	775	42
17/9	12,6	189	206	-	-	60	252	189	170	35
Sept.	26,7	217	407			108	485	330	945	77
1971	219,5	3117	3562	503	250	1227	5026	1772	2609	465

W₂' Parcelle de référence - SARIA 1971

Pertes chimiques en solution dans les eaux de ruissellement en f/ha.

A N N E X E 3.3.1. (Suite)

SARIA 1971

Analyse des terres de suspension		Pertes du 10/7 au 17/8	Pertes du 18/8 au 3/9	Pertes du 3/9 au 17/9	Pertes Totales	
		Concentration	Concentration	Concentration	Pertes	
Pertes en suspension		193 kg		164 kg	331 kg	2.288
Granulométrie en 10 ⁻²	Refus	0,1	0,1	0,1		
	Argile	63,4	1137	68,1	112	1.148
	Limon fin 2-20	21,8	391	20,8	34	497
	Limon grossier 20-50	8,2	147	6,5	11	190
	Sable fin 50-200	0,9	16	0,3	-	21
Sable grossier	0,2	4	0,2		10	
M.O. en 10 ⁻³	Carbone	27,3	49	19,8	3,2	60,7
	Azote	2,65	5	1,95	0,3	6,1
	Mat. Organique	47,1	84	34,2	5,6	104,3
	C/N	10,3	X	10,2		X
Bases échangeables en m.e. 100g	Ca ++	0,83	0,30	0,55	0,02	0,37
	Mg ++	0,38	0,08	0,56	0,01	0,10
	K +	0,40	0,28	0,62	0,04	0,34
	Na ++	0,07	-	0,07	-	-
	Capacité d'échange	9,04	X	12,7	X	X
	Somme des bases éch.	1,68	X	1,80	X	X
	Taux de saturation %	18,5	X	14,1	X	X

W₃ - PARCELLE DE REFERENCE

Résultats des analyses effectuées au Laboratoire d'Adiopodoumé :

PERTES PHYSIQUES ET CHIMIQUES EN kg/ha

(échantillon d'humidité moyenne 3,1%).

A N N E X E 3.3.1. (Suite)

PARCELLE DE REFERENCE EN P7 - SARIA 1971 -

PERTES CHIMIQUES PAR EROSION ET RUISSELLEMENT kg/ha -

Pertes chimiques	M O	N	P	K	Ca	Mg
en solution	3,117	3,562	1,227	2,609	5,026	1,772
en suspension	104,3	6,1		0,34	0,37	0,10
dans terres de fond	16	-	0,07	0,75	1,34	0,32
Pertes totales kg/ha	123,4	9,7	1,28	3,70	6,74	2,19

PERTES PHYSIQUES PAR EROSION kg/ha -

Pertes physiques	Argile	Limon fin	Limon grossier	Sable fin	Sable grossier	Total
en suspension	1448	497	190	21	10	2166
dans terres de fond	113	98	247	187	450	1095
Pertes totales	1561	595	437	208	460	3261

(Suite)

A N N E X E 3.3.1.

W 4 - Pertes physiques et chimiques dans les terres de fond en Kg/ha

Parcelle de référence SARIA 1971

	du 8 au 24/7	25 et per- tes 29/7	25 et per- tes 29/7	du 2 au 12/8	du 2 au per- tes 6/8	du 13 au 17-28	du 23 au 27- 29	du 23 au 29/8	du 3	Total
terres de fond	C 21/7	C per-tes 25/29/7	C per-tes 25/29/7	C 2-4	C per-tes 2-4/6/8	C 13-17-28	P 23-25-27-29	P 23-25-27-29	C 3-8	P
Terres de fond kg.	261	183	183	137,7	137,7	201,7	55,5	55,5	262,8	262,8
Refus	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	3,1	
Argile	8,7	23	8,8	16	8,2	12	15,3	31	14,2	8
Limon fin	8,5	22	8,8	16	5,3	7	15,3	31	9,7	5
Limon gros- sier	24,5	64	22,7	42	20,1	28	29,3	59	17,3	10
Sable fin	18,0	47	17,7	33	20,6	28	15,1	30	13,4	7
Sable gros- sier	39,9	104	39,7	73	45,6	63	23,1	47	45,0	25
Carbone	10,1	3	10,8	2	7,6	1	17,	4	-	
Azote	0,62	-	0,75	-	0,50	-	1,12	-	-	
Mat.Organi- que	17,4	5	18,6	3	13,1	2	30,5	6	-	
C/N	16,2	x	14,4	x	15,2	x	15,8	x	-	
Phosphore total	0,13	0,01	0,23	0,01	0,13	0,006	0,28	0,02	0,38	0,007
Phosphore Olsen	0,02		0,04		0,04		0,04		0,06	0,03
Ca ⁺⁺	2,62	0,14	1,77	0,06	2,24	0,06	4,11	0,17	2,01	0,02
Mg ⁺⁺	0,52	0,016	0,80	0,017	0,54	0,008	1,04	0,025	1,32	0,008
K ⁺	0,31	0,03	0,74	0,05	0,	0,02	0,64	0,05	0,26	-
N ⁺	0,02	-	0,03	-	0,02	-	0,04	-	0,08	-
Cap.d'échan- ge	2,66	x	2,53	x	2,42	x	4,93	x	4,63	x
Somme des bases éch.	3,47	x	3,34	x	3,16	x	5,83	x	3,67	x
Taux de Satur. %	100	x	100	x	100	x	100	x	79,3	x
Ca ⁺⁺	6,25	0,33	4,78	0,18	5		7,15	7,97	0,32	8,93
Mg ⁺⁺	2,90	0,09	2,85	0,06	2,55	0,04	4,45	0,11	5,55	-
K ⁺	1,40	0,14	1,47	0,11	1,17	0,06	2,27	0,17	2,92	0,06
Na ⁺	0,33	-	0,29	-	0,31	-	0,42	-	0,42	-

A N N E X E 3.3.2.

PARCELLE D'EROSION SOUS CULTURES

1971 - SORGHO S 29

PARCELLE ELEMENTAIRE

6 lignes à 0,8 m d'écartement de 24 m : 20,8 m + 3,2 m
bordure amont + 2 lignes de chaque côté.

Parcelle utile : 6 lignes de 20,8 m soit 100 m²

CONDUITE DE LA CULTURE:

- piochage à 15 - 20 cm le 5/7 ; fumure 100 PA + 120 SK
à 1'ha et reprise du terrain à la daba, le 6/7.
- semis en poquets à 80 x 40 le 9/7; levée le 12/7
- binage 27/7; épandage 50 kg urée/ha 28/7; démariage à 3
plants par poquet le 30/7
- buttage le 11/8
- épandage 100 kg/ha d'urée le 14/9
- épaisseur le 16/9
- récolte le 21/10.

RESULTATS

- densité de panicules : 86.700/ha dont 12.000 vides
45.000 très peu
remplies
30.000 médiocres
- rendement grains : 480 kg/ha

Le poids de grains par panicule non vide est en moyenne
de 5,5 g ce qui traduit bien l'échouage dont a souffert la
culture.

- rendement tiges : 6.400 kg/ha à 65% de MS.

(Suite)

- échantillon moyen sur les pluies du 13-17-22/8 extrapolation aux pluies du 10/7 au 22/8
- échantillon moyen sur les pluies du 25-29/8 extrapolation aux pluies du 23/8 au 3/9
- échantillon moyen sur les pluies du 11-17/9.

De la même façon les échantillons de terres de fond ont été regroupés en échantillons moyens composés au prorata aux pertes lors de chaque pluie représentée. Le tableau EC4 donne les résultats des analyses de ces échantillons moyens et les pertes/ha correspondantes (avec extrapolation pour les pluies non représentées).

A N N E X E 3.3.2. (Suite)

RUISSELLEMENT ET EROSION

Après chaque pluie les terres déposées dans la cuve C₁ (Piège à sédiment) dites terres de fond étaient recueillies séchées à l'air pesées et envoyées pour analyse au Laboratoire ORSTOM d'Adiopodoumé; dans la cuve C 2 un ou deux échantillons d'un litre étaient prélevés après brassage d'homogénéisation pour déterminer la charge des eaux ruissellées (précipitation au sulfate d'alumine, puis pesée du précipité).

Le tableau EC1 rassemble pour chaque pluie avec ruissellement: les résultats relatifs :

- au ruissellement en mm et % de la pluie
- la charge en g/l des eaux ruissellées et les pertes en suspension correspondantes.
- les pertes en terres de fond
- les pertes totales = pertes en suspension + terres de fond.

Pour la plupart des pluies on a envoyé à Adiopodoumé un échantillon de 3 litres des eaux de la cuve C2, pour analyse des pertes chimiques en solution.

Le tableau EC2 donne les résultats de ces analyses et le tableau EC2 les pertes en éléments minéraux correspondants avec extrapolation des résultats aux pluies non représentées dans EC2.

Pour un certain nombre de pluies, on a également prélevé des échantillons de 60 ou 120 l dans C2; on a fait précipiter au sulfate d'alumine les éléments en suspension, envoyé l'échantillon au Laboratoire d'Adiopodoumé pour analyse des pertes physiques et chimiques. Là, des échantillons moyens pour plusieurs pluies ont été constitués au prorata des pertes pour chacune de ces pluies, et analysés. Le tableau EC3 rassemble les résultats de ces analyses et les pertes en éléments minéraux correspondantes. Après extrapolation aux pluies non représentées :

(Suite)

A N N E X E 3.3.2.

Parcelle d'érosion sous culture

Pertes chimiques par érosion et ruissellement en kg/ha.

	M O	N	P	K	Ca	Mg
Pertes chimiques	kg	kg	kg	kg	kg	kg
en solution	4,4	2,1 15%	1,14	5,3	4,84	3,12
en suspension	218,9 90%	12,2 87%	-	1,3	2,39	0,64
dans terres de fond	19,8 8%	0,8	0,44	0,94	1,76	0,47
Pertes totales	243	14,1		7,54	8,99	4,23

Pertes physiques par érosion en kg/ha.

	Argile	Limon fin	Limon gros	Sable fin	Sable gros	Total
- en suspension	3405	1039	59	18	27	4548
- terres de fond	106	105	144	128	307	790
- pertes totales	3511	1144	203	146	334	5338

(Suite)

A N N E X E 3.3.2.

EROSION SOUS CULTURE - SARIA 1971

Date	Pluvio H mm	Ruissellem. hr mm	% de H	Résis- tivité V/cm à 20°	Charge g/l	Pertes en terre terres: de pen- sion: fond:	sus- sion:	Tota- les	Calendrier Cultural
8/7	16,7	0							piochage 5/7
10/7	52,7	29,6	56,2	19.110	6,90	122	2042	2164	NPK 6/7
14/7	16,3	5,5	33,7	13.650	0,90	58	50	108	semis 9/7
24/7	22,9	12,9	56,3		1,1	54	142	196	
25/7	3,1	0,5			1,1	35	6	41	N + binage :
29/7	45,3	25,7	56,7	28.925	3,3	159	848	1007	démariage: 28/7
									30/7
2/8	18,4	5,8	31,5	31.817	1,8	71	104	175	
4/8	6,8	0,8			1,8	46	14	60	
6/8	5/7	0,2			1,8	22	4	26	sarclobuttage :
13/8	48/4	23,9	49,4	28.201	4,8	128	1147	1275	11/8
17/8	30,1	14,0	46,5	39.145	1,4	39	196	235	
22/8	12,4	2,3	18,5	33.594	0,7	10	16	26	
23/8	6,8	0,3			0,7	1	2	3	
25/8	19,7	8,7	44,2		0,7	12	61	73	
27/8	4,1	0,1			0,5	1	1	2	
29/8	9,4	3,4	36,2		0,8	13	27	40	
3/9	18,4	0,7			0,2	9	1	10	
11/9	25,6	9,7	37,9	36.224	0,4	10	39	49	N + binage :
17/9	26,6	9,4	35,3	33.631	1,5	24	141	165	14/9
									Récolte 21/10

EC 1 Ruissellement et Pertes en Terre en kg/ha

A N N E X E 3.3.2. (Suite)

Date	h R	Résis- tivité	Concentration des eaux de ruissellement en mg/l													
			mm	\sqrt{D} /cm à 20°	M O	N Total	N NH ₄	N NO ₃	PO ₄	Ca	Mg	K	Na	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂
10/7	29,6	19.110	3,2	1,62	0,58	0,10	4,35	5,45	2,50	4,08	0,70	0,85	1,75	2,0	4,00	34,5
14/7	5,5	13.650	3,3	2,14	0,95	0,01	3,45	8,15	2,00	7,05	1,70	0,45	0,63	1,6	1,75	15,50
24-29/7	39,1	28.925	3,6	1,57	0,45	0,65	1,55	2,00	2,50	3,80	0,30	0,48	0,38	3,80	6,50	20,0
2-6/8	6,8	31.817	4,2	1,18	0,53	0,30	0,80	1,80	2,80	4,32	0,50	0,75	0,40	3,60	7,00	28,25
13/8	23,9	28.201	1,80	1,12	-	-	3,05	3,30	1,50	2,60	-	-	-	-	0,75	5,1
17/8	14,0	39.145	1,50	1,02	-	-	1,90	2,20	1,50	1,90	-	-	-	-	1,25	2,70
22/8-3/9	15,5	33.594	1,80	1,30	-	-	0,95	2,80	1,00	2,40	-	-	-	-	0,50	1,60
11/9	9,7	36.224	1,70	0,16	-	-	1,10	2,22	1,20	2,72	0,28	0,12	0,02	-	-	-
17/9	9,4	33.631	4,00	1,80	-	-	1,30	1,40	2,80	4,15	0,40	2,04	0,02	-	-	-

EC 2 Parcelle d'érosion sous-culture - SARIA 1971
éléments minéraux en solution dans les eaux de ruissellement.

(Suite)

A N N E X E 3.3.2.

EROSION SOUS CULTURE SARIA 1971

Date	h R mm	M O	azote			P	Ca	Mg	K	Na
			N Total	N NH ₄	N NO ₃					
10/7	29,6	947	480	172	30	420	1613	740	1208	207
14/7	5,5	181	118	52	1	62	448	110	388	94
24-29/7	39,1	1408	614	176	254	198	782	978	1486	117
Juillet	74,2	2536	1212			680	2843	1828	3082	418
2- 6/8	6,8	286	80	36	20	18	122	190	294	34
13/8	23,9	430	268			238	789	359	621	-
17/8	14,0	210	143			82	308	210	266	-
22/8- 3/9	15,5	279	201			48	434	155	372	-
Août	60,2	1205	692			386	1653	914	1553	-
11/9	9,7	165	15			35	215	116	263	27
17/9	9,4	376	169			40	132	263	390	38
Septemb	19,1	541	184			75	347	379	653	
1971		4282	2088			1141	4843	3121	5288	517

EC 2' pertes chimiques en solution dans les eaux de ruissellement en g/ha.

(Suite)

A N N E X E 3.3.2.

EROSION SOUS CULTURE - SARIA 1971

Analyse des terres en suspension		Pertes du 10/7 au 22/8	Pertes du 23/8 au 3/9	Pertes du 11 et 17/9	Pertes Totales			
Granulométrie en 10 ⁻²		Concentration	per-tes	Concen-tration	per-tes	Concen-tration	per-tes	
		kg	kg	kg	kg	kg	kg	
		4.569	92	180	4.841			
	Refus	0,1	0,1	0,1				
	Argile	70,0	3.198	64,0	59	82,0	148	3.405
	Limon fin 2-20	21,9	1.000	23,5	22	9,5	17	1.039
	Limon grossier							
	20-50	1,2	55	3,5	3	0,6	1	59
	Sable fin 50-200	0,4	18	0,6	-	0,3	-	18
	Sable grossier	0,6	27	0,3	-	0,1	-	27
3	Carbone	25,8	117,9	38,3	3,5	30,7	5,5	126,9
10-	Azote	2,50	11,4	3,32	0,3	2,87	0,5	12,2
10-	Mat.Organique	44,5	203,3	66,0	6,1	53,0	9,5	218,9
M.O	C/N	10,3	X	11,5	X	10,7	X	X
me	Ca ++	2,53	2,31	2,03	0,04	1,03	0,04	2,39
100g.	Mg ++	1,12	0,62	1,16	0,01	0,52	0,01	0,64
ed.	K +	0,68	1,20	1,16	0,04	0,68	0,04	1,28
	Na +	0,07	0,04	0,09	-	0,13	-	0,04
	Capacité d'échange	15,5	X	15,8	X	15,3	X	X
	Somme des bases éch.	4,40	X	4,33	X	2,36	X	X
Bases échangeables	Taux de saturation	28,3	X	27,4	X	15,4	X	X

EC₃ Résultats des analyses effectuées au Laboratoire d'Adiopodoumé et pertes physiques et chimiques en suspension, en kg/ha (échantillon d'humidité moyenne 3,2%).

ANNEXE 3.3.2.

EROSION SOUS CULTURE SARIA 1971

C.E.4

	du 10 au 24/7	25 et 29/7	du 2 au 22/8	du 23 au 29/8	du 3 au 17/9	Per- tes	Tota- les				
	C 14- 24/7	Per- tes	C 25- 29/7	Per- tes	C-2- 13 17-22/8	Per- tes	C 23 au 29/8	Per- tes	C 3-11 17/9	Per- tes	Tota- les
Terres de fond (kg)	X	234	X	194	X	316	X	27	X	43	814
Granulométrie 10-2											
Refus	0,1		2,0		0,1		0,1		0,1		
Argile	9,4	22	8,0	15	17,4	55	21,1	6	19,8	8	106
Limon fin	8,2	19	8,5	16	13,4	58	21,6	6	13,9	6	105
Limon gros- sier	15,7	37	23,5	45	17,2	54	13,3	4	9,5	4	144
Sable fin	17,2	40	19,4	38	13,9	44	9,2	2	10,0	4	128
Sable gros- sier	47,4	111	38,9	75	29,8	94	31,1	8	43,6	19	307
Mat. Organique											
Carbone	13,0	3,0	8,34	1,6	16,1	5,1	25,4	0,7	23,7	1,0	11,4
Azote	0,92	0,21	0,45	0,1	1,32	0,4	1,82	0,05	1,72	0,07	0,83
Mat. Orga- nique	22,4	5,2	14,4	2,8	27,8	8,8	43,8	1,2	40,9	1,0	19,8
C/N	14,1	X	18,5	X	12,1	X	13,9	X	13,7	X	X
Phosph.											
P. total	0,33		0,27				0,55		0,64		
P. Olsen	0,08	0,02	0,05	0,01	0,08	0,03	0,19	-	0,10	-	0,06
Cations échangeables											
Ca	4,32	0,20	2,46	0,10	6,64	0,42	8,69	0,05	5,22	0,04	0,81
Mg	0,5	0,01	0,75	0,02	1,45	0,05	1,52	-	1,52	-	0,08
K	0,44	0,04	0,94	0,08	0,84	0,10	0,64	-	0,74	-	0,22
Na	0,03	-	0,06	-	0,07	-	0,07	-	0,06	-	-
Capacité d'éch.	3,24	-	2,66	X	5,59	X	5,43	X	6,43	X	X
Somme des bases d'éch.	5,36	X	4,21	X	9,0	X	10,9	X	7,54	X	X
Taux de saturation	100	X	100	X	100	X	100	X	100	X	X
Analyse tria- céd., en mg											
Ca	10,3	0,48	4,48	0,21	13,5	0,85	21,6	0,12	11,8	0,10	1,76
Mg	0,75	0,10	2,05	0,05	7,15	0,27	7,60	0,02	6,35	0,03	0,47
K	2,18	0,20	1,87	0,14	3,98	0,50	3,38	0,04	3,35	0,06	0,94
Na	0,45	-	0,36	-	0,61	-	0,53	-	0,49	-	-

EC4 Pertec physiques et chimiques, terres de fond en kg/ha.

A N N E X E 3.3.3.

- PARCELLE_ERLO_en_P_7 -

- RESULTATS 1971 -

ENTRETIEN -

La parcelle proprement dite ne subit aucun entretien.
Elle est laissée en jachère.

RUISSELLEMENT ET EROSION -

Le tableau ER 1 rassemble par chaque pluie avec ruissellement les résultats relatifs :

- au ruissellement en mm/ha et en % de la pluie
- la charge en g/l des eaux ruisselées et les pertes en suspension correspondantes.
- les pertes en terres de fond.
- les pertes totales = pertes en suspension + terres de fond.

Le tableau ER 2 donne les résultats des analyses des pertes chimiques par les eaux de ruissellement, le tableau ER 2' les pertes/ha en éléments minéraux correspondants avec extrapolation aux pluies non représentées.

Le tableau ER 3 rassemble les résultats des analyses des suspensions et les pertes en éléments correspondants. Les valeurs étant peu nombreuses, nous extrapolons par période de pluie.

Le tableau ER 4 donne les résultats des analyses des échantillons moyens de terres de fond et les pertes/ha correspondantes (avec extrapolation pour les pluies non représentées).

A N N E X E 3.3.3.

PARCELLE ERLO P 7 - SARIA 1971

Date	pluie H mm	Ruissellement h mm	% H	Résis- tivité cm à 20° C	charge g/l	T F	Pertes Susp.	Totales	Observations
8/7	16,7	2,2	13 %	25 935	0,33	22,4	7,3	29,7	N.B. charges
10/7	52,7	26,5 ^x	51 %		0,11 ^x	83,0	29,6	112,6	+ estimation
14/7	16,3	4,6	28%	34 808	0,22 ⁺	22,8	10,1	32,9	x estimé cuve descellée
24/7	21,8	11,2	51 %		0,22	55,8	24,6	80,4	
25/7						17,9		17,9	
29/7	45,3	18,1	40 %	86 774	0,11	103,8	19,9	122,7	
2/8	18,4	7,4 ^x	40 %		0,22 ⁺	42,4	16,3	58,7	x estimé (robi-
4/8	6,8	0,4			0,22 ⁺	17,3	0,9	18,2	net non fer-
6/8	5,7					8,9		8,9	mé).
13/8	48,4	20,0 ^x		70 865	0,17	43,0	34,0	77,0	x estimé
17/8	30,1	11,2	37 %	67 482	0,17	31,8	19,0	50,8	(cuves débordant)
22/8	12,4	1,2	10 %	43 527	0,16	7,0		7,0	
23/8	6,8					1,9		1,9	
25/8	19,7	1,9	10 %		0,11	6,9	2,1	9,0	
27/8	4,1				1,09	3,3		3,3	
29/8	9,4	1,4	15 %		0,26	9,0	3,6	12,6	
3/9	18,4	0,4			0,28 ⁺	14,4	1,1	18,8	
8/9						3,3		3,3	
11/9	25,6	4,6	18 %	51 627	0,22	9,8	5,5	15,3	
17/9	26,6	6,3	24 %	34 325	0,22	9,9	7,6	17,5	

ER 1 - Ruissellement en mm et pertes en terres en kg/ha.

ANNEXE 3.3.3. (Suite)

PARCELLE ERLO P 7 - S A R I A 1971

Date	h R mm	Résis- tivité R/cm à 20°	M.O.	Concentration des eaux de ruissellement en mg/l.												
				N Total	N NH ₄	N NO ₃	PO ₄	Ca	Mg	K	Na	PO ₂ O ₃	AlO ₂ O ₃	SiO ₂	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻
8/7	2,2	25 935	5,4	1,57	0,29	0,01	2,60	4,75	2,00	3,05	1,18	0,25	0,10	1,4	1,75	2,75
10-14/7	31,5	34 808	2,6	1,90	0,32	0,01	2,05	3,65	1,00	1,32	0,58	0,23	0,05	0,8	0,75	2,50
24-29/7	29,3	86 774	2,8	1,71	0,30	0,01	0,45	0,68	0,01	0,53	0,30	0,01	0,01	0,5	2,25	1,75
2-13/8	27,8	70 865	1,20	0,27	-	-	0,40	1,40	0,20	0,55	-	0,39	0,02	-	0,25	1,80
17/8	11,2	67 482	1,60	0,43	-	-	0,70	1,40	0,20	0,60	-	0,18	0,02	-	0,75	1,60
22/8-3/9	4,9	43 527	1,80	0,06	-	-	0,65	1,95	0,50	2,00	-	0,10	0,02	-	5,25	1,30
11/9	4,6	51 627	1,55	0,01	-	-	1,99	1,80	0,50	1,00	1,40	0,12	1,50	-	-	-
17/9	6,3	34 325	1,75	0,43	-	-	0,60	2,05	0,80	0,20	0,22	0,14	0,02	-	-	-

ER 2 - Eléments minéraux en solution dans les eaux de ruissellement.

A N N E X E 3.3.3. (Suite)

SARIA 1971

PARCELLE ERLO P 7

Date	h en mm	MO	Azote			P	Ca	Mg	K	Na
			Total	NH ₄	NO ₃					
8/7	2,2	129,8	34,5	6,38	0,22	18,6	104	44	67	26
10-14/7	31,5	819,0	598,5	101	3,15	211	1150	315	416	183
24-29/7	29,3	820	501,0	88	2,93	43	199	2,95	155	88
Juillet	53,0	1768,8	1133,0	295,4	6,20	272,6	1453	361,9	638	297
2-13/8	27,8	33,4	75,0	-	-	36,2	389	55,6	153	-
17/8	11,2	179	48,0	-	-	25,4	157	22,4	67	-
22/8-3/9	4,9	88	3,0	-	-	10,4	96	24,5	98	-
Août	43,9	601	126	-	-	72,0	642	102,5	318	-
11/9	4,6	71,3	-	-	-	30	83	23,0	46	64
17/9	6,3	110,3	27,0	-	-	12	129	50,4	13	14
Septembre	10,9	181,6	27,0			42	212	73,4	59	78
TOTAL	107,8	2551	1287	295,4	6,2	386,6	2307	53,8	1015	375

ER2' Pertes chimiques en solution dans les eaux de ruissellement en g/ha.

A N N E X E 3.3.3. (Suite)

SARIA 1971

Analyse des terres de suspension		Pertes du 8/7 au 17/9	
		Concentration	Pertes
Pertes en suspension			183,6
Granulométrie en 10 ⁻²	: Refus	0,1	0,20
	: Argile	40,6	74,5
	: Limon fin 2 - 20 μ	21,0	38,5
	: Limon grossier 20 - 50 μ	15,6	28,8
	: Sable fin 50 - 200 μ	9,8	17,9
	: Sable grossier	5,0	9,1
M.O. en 10 ⁻³	: Carbone	39,0	7,06
	: Azote	3,65	0,68
	: Matière Organique	62,2	11,4
	: C/N	10,6	1,94
Bases échangeables en $\frac{m.e.}{100g}$: Ca ++	3,03	0,1
	: Mg ++	1,22	0,03
	: K +	1,20	0,08
	: Na +	0,17	
	: Capacité d'échange	9,81	
	: Somme des bases éch.	5,62	
	: Taux de saturation %	57,2	

ER 3 - Parcelle ERLO en P 7

Résultats des analyses effectuées au Laboratoire d'Adiopodoumé :

PERTES PHYSIQUES et CHIMIQUES en kg/ha (humidité 105° = 2,70).

A N N E X E 3.3.3.

ER 4

		PARCELLE ERLO en P 7		- SARIA 1971						Total				
Analyse des terres de fond (kg)		du 8 - 24/7	du 25- 29/7	du 2-4- 6/8	15-17- 22/8	23-25- 27-29/8	3-8-11- 17/9							
		Conc	per- tes	Conc	P	C	P	C	P					
		184		121,7		68,6		81,8		211		374		
Granulométrie en 10-2	Refus	15	27,6	15,4	18,9	12,8	8,8	8,1	6,7	0,1	0,02	10,0	37	65,9
	Argile	4,2	7,8	3,4	4,2	2,9	2,0	5,5	4,5	7,1	1,5	3,4	1,27	21,3
	Limon fin	3,2	5,6	2,4	3,0	1,6	1,12	4,5	3,72	5,3	1,4	1,1	0,6	15,1
	Limon gros													
	sier	13,9	25,5	16,4	20,0	8,8	6,08	21,5	17,7	19,4	4,1	15,3	3,7	133,8
	Sable fin	16,5	28,8	19,5	23,5	19,8	13,4	18,5	15,2	15,0	3,15	8,6	3,2	87,2
	Sable gros													
		61,9	113,4	58,4	71,3	67,2	46,4	50,2	41,2	52,9	11,2	71,0	26,5	309,7
M.O. en 10-3	Carbone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Azote	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mat.Org.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acide Phos en 10-3	Phosphore Total	0,16	0,010	0,10	0,04	0,09	0,002	0,17	0,005	0,29	0,002	0,14	0,002	0,025
	Phosphore Ol sen	0,03	0,00	0,02	-	0,02	-	0,03	-	0,04	-	0,05	-	0,002
Cations échangeables en m.e.	Ca ++	4,44	0,09	2,56	0,06	2,34	0,032	2,37	0,037	2,56	0,008	2,37	0,02	0,247
	Mg ++	0,57	0,013	0,37	0,005	0,35	0,003	0,45	0,004	0,59	0,016	0,32	0,001	0,028
	K +	0,22	0,016	0,17	0,008	0,22	0,006	0,20	0,004	0,20	0,016	0,18	-	0,036
	Na +	0,02	-	0,02	-	0,02	-	0,01	-	0,03	-	0,02	-	-
	Cap.d'éch.	2,07	x	1,32	x	1,39	x	1,66	x	2,23	x	1,40	x	-
	Som.des B.éch.	5,25	x	3,12	x	2,93	x	3,03	x	3,38	x	2,89	x	-
	Taux de satu. %	100	x	100	x	100	x	100	x	100	x	100	x	-
Élém. (Triac.) en m.e.	Ca ++	7,83	0,3	4,70	0,11	3,93	0,056	3,91	0,067	5,43	0,034	4,83	0,05	0,61
	Mg ++	2,35	0,05	1,85	0,02	1,25	0,008	1,95	0,018	3,15	0,03	1,65	0,007	0,117
	K +	1,02	0,05	0,80	0,035	0,60	0,016	0,87	0,03	1,53	0,016	0,75	0,014	0,19
	Na +	0,37	-	0,32	-	0,32	-	0,26	-	0,30	-	0,28	-	-

ER - Pertes physiques et chimiques dans les terres de fond en kg/ha.

(Suite)

A N N E X E 3.3.3.

SARIA 1971

PARCELLE ERLO EN P 7

PERTES CHIMIQUES PAR EROSION ET RUISSELLEMENT

Pertes chimiques	M.O.	N	P	K	Ca	Mg
en solution	2,55	1,29	0,39	1,02	2,31	0,54
en suspension	11,4	0,68	+	0,08	0,1	0,03
dans terres de fond	-	-	0,03	0,19	0,61	0,12
Pertes Totales	13,95	1,97	0,42	1,29	3,02	0,69

PERTES PHYSIQUES PAR EROSION

Pertes physiques	Argile	Limon fin	Limon grossier	Sable fin	Sable grossier	Total
en suspension	74	38	29	18	9	168
dans terres de fond	21	15	134	87	310	567
Pertes Totales	95	53	163	105	319	735

SARIA 1971

A N N E X E 3.3.4.

PARCELLE ERLO en PROTECTION

- RESULTATS 1971 -

- ENTRETIEN -

La parcelle proprement dite ne subit aucun entretien. Elle est laissée en jachère naturelle.

- RUISSellement ET EROSION -

Le tableau ERP 1 rassemble pour chaque pluie avec ruissellement les résultats relatifs :

- au ruissellement en mm/ha et en % de la pluie
- la charge en g/l des eaux ruisselées et les pertes en suspension correspondantes.
- les pertes en terres de fond.
- les pertes totales = pertes en suspension + terres de fond.

Le tableau ERP2 donne les résultats des analyses des pertes chimiques par les eaux de ruissellement, le tableau ERP2' les pertes/ha en éléments minéraux correspondants avec extrapolation aux pluies non représentées.

Le tableau ERP3 rassemble les résultats des analyses des suspensions et les pertes en éléments correspondants. Les valeurs étant peu nombreuses, nous extrapolons par période de pluie.

Le tableau ERP4 donne les résultats des analyses des échantillons moyens de terres de fond et les pertes/ha correspondantes (avec extrapolation pour les pluies non représentées).

(Suite)

A N N E X E 3.3.4.

SARIA 1971

PARCELLE ERLO PROTECTION

Date	Pluie H mm	Ruissellement		Résis- tivité N/cm à 20 c	Charge g/l	Pertes kg/ha		
		h mm	% H			de fond	suspen- sion	Totale
8/7	(24,4)	4,6	19%	24 570	0,45	10,2	20,7	30,9
10/7	(53,0)	22,0 *	41%	34 126	0,11	21,4	24,2	45,6
14/7	(59,0)	0,5			0,11	2,2	0,5	2,7
24/7	24,1	2,7	11%		0,22	11,8	5,9	17,7
29/7	46,3	18,9 *	41%	44 833	0,11	21,6	20,8	42,4
13/8	39,2	3,9	10%	27 460	0,11	4,9	4,3	9,2
17/8	21,8	0,4	2%		0,11	2,3	0,4	2,7
22/8	21,3	1,2	6%	30 660	0,11	0,2	1,3	1,5
23/8	12,2	0,4	3%		0,11	1,0	0,4	1,4
25/8	20,9	0,05			0,11	0,2	-	0,2
29/8	11,9	0,5	4%		0,11	1,0	0,5	1,5
3/9	23,8	0,1			0,11	2,2	0,1	2,3
11/9	28,4	1,2	4%	27 288	0,11	1,4	1,3	2,7
17/9	31,1	3,5	11%	30 681	0,11	1,6	3,9	5,5
Total		59,8				82,0	84,3	166,3

ERP 1 - Ruissellement en mm et pertes en terres en kg/ha.

N.B. Les valeurs de pluviométrie entre parenthèses sont celles du poste météo ASECNA .

* Correspondant une estimation.

(Suite)

A N N E X E 3.3.4.

SARIA 1971

PARCELLE ERLO PROTECTION

Date	H R mm	Résis- tivité Ω/cm ²⁰	MO	Concentration des eaux de ruissellement en mg/l													
				N Total	N NH ₄	N NO ₃	PO ₄	Ca	Mg	K	Na	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₃	Cl ⁻	SO ₄	
8/7	4,6	24	570	9,2	1,60	0,22	0,01	1,00	5,0	1,80	4,15	0,60	0,23	0,01	2,4	0,50	1,50
10-14/7	22,5	34	126	4,4	1,12	0,23	0,01	2,70	4,0	1,50	2,22	0,40	0,50	0,01	0,4	0,25	1,00
24-29/7	21,6	44	833	8,4	1,43	0,67	0,01	1,20	2,25	0,20	1,82	0,35	0,15	0,01	0,5	2,00	3,50
13-17/8	4,3	27	460	1,80	1,05	-	-	1,65	4,20	0,50	2,12	-	0,35	0,02	-	0,50	0,60
22-29/8	2,1	30	660	0,20	1,33	-	-	1,40	3,00	0,50	3,02	-	0,12	0,02	-	2,50	1,30
11/9	1,2	27	288	4,00	0,53	-	-	1,50	3,35	0,50	4,20	0,92	0,18	0,02	-	-	-
17/9	3,5	30	681	2,4	1,46	-	-	2,30	3,40	0,50	2,50	0,38	0,12	0,02	-	-	-

ERP2 - Eléments minéraux en solution dans les eaux de ruissellement.

(Suite)

A N N E X E 3.3.4.

SARIA 1971

PARCELLE ERLO PROTECTION

Date	h en mm	M O	Azote			P	Ca	Mg	K	Na
			N	N	N					
			Total:	NH ₄	NO ₃					
8/7	4,6	42,3	73,6	1,01	0,05	15	230,0	8,28	190,9	2,76
10-14/7	22,5	99,0	252,0	5,18	0,23	198	900	33,75	499,5	9,00
24-79/7	21,6	181,4	308,9	14,5	0,22	85	486	4,32	393,1	7,56
juillet	48,7	332,7	634,5	20,69	0,50	298	1616	46,35	1083,5	19,32
13-17/8	4,3	7,7	45,2			23	180,6	2,15	91,2	-
22-29/8	2,1	4,2	27,9			9,6	63	1,05	63,4	-
août	64	11,9	73,1			122,6	243,6	3,20	154,6	
11/9	1,2	4,8	6,4			5,9	40,2	0,60	50,4	1,10
17/9	3,5	8,4	51,1			26,2	119	1,75	87,5	1,33
septemb.	4,7	13,2	57,5			32,1	159,2	2,35	137,9	2,43
1971		347,9	765,1	20,7	0,50	362,7	2088	51,90	1376,0	21,75

ERP2' - Pertes chimiques en solution dans les eaux de ruissellement en g/ha.

A N N E X E 3.3.4.

Analyse des terres de suspension		Pertes du 8/7 au 17/9	
		Concentration	Pertes
Pertes en suspension			84,3 kg/ha
Granulométrie -2 en 10	Refus	0,1	0,08
	Argile	27,6	23,2
	Limon fin 2 - 20	30,3	25,5
	Limon grossier 20 - 50	15,8	13,3
	Sable fin 50 - 200	5,5	4,6
	Sable grossier	2,8	2,4
M.O. en 10 ⁻³	Carbone	89,3	7,5
	Azote	6,50	0,5
	Matière Organique	153,0	12,9
	C/N	13,7	-
Bases échangeables en m.e. 100 g	Ca ++	-	-
	Mg ++	-	-
	K +	-	-
	Na +	-	-
	Capacité d'échange	-	-
	Somme des bases échang.	-	-
	Taux de saturation %	-	-

ERP3 - Parcelle ERLO en Protection -

Résultats des analyses effectuées au Laboratoire
d'Adiopodoumé :

PERTES PHYSIQUES et CHIMIQUES en kg/ha.

(humidité 105° = 4.70).

(Suite)

A N N E X E 3.3.4.

SARIA 1971

PARCELLE ERLO EN PROTECTION

PERTES CHIMIQUES PAR EROSION ET RUISSELLEMENT EN Kg/ha

Pertes chimiques	M.O.	N	P	K	Ca	Mg
en solution	0,348	0,765	0,363	1,38	2,02	0,05
en suspension	12,9	0,5				
dans terres de fond	3,6	0,13	0,022	0,089	0,78	0,078
Pertes totales	15,848	1,395	0,385	1,469	2,80	0,128

PERTES PHYSIQUES PAR EROSION en kg/ha

Pertes physiques	Argile	Limons fin	Limons grossier	Sable fin	Sable grossier	Total
en suspension	23	25	13	5	2	68
dans terres de fond	9	8	10	14	37	78
Pertes totales	32	33	23	19	39	146

A N N E X E 3.3.4

Parcelle ERLO en Protection - SARIA 1971 :								
du 24-29/7 : du 13-17-22-3 - 11-17/9								
23/8								
Analyse des	concentration	pertes	concentration	pertes	concentration	pertes	Total	
terres de fond								
Terres de fond		67,2		9,6		5,2		
Granulométrie en 10 ⁻²	Refus	28,9	19,42	0,1	0,01	0,1	0,005	19,44
	Argile	10,5	7,06	12,6	1,21	10,6	0,55	8,81
	Limon fin	9,5	6,38	9,7	0,93	10,4	0,54	7,85
	Limon grossier	10,6	7,12	17,0	1,63	16,1	0,84	9,59
	Sable fin	17,3	11,6	17,3	1,16	15,3	0,80	13,56
	Sable grossier	47,5	31,9	37,4	3,59	38,6	2,01	37,50
M.O. en 10 ⁻³	Carbone	22,3	1,50	35,3	0,34	48,6	0,25	2,09
	Azote	1,35	0,09	2,25	0,02	2,80	0,02	0,13
	Matière Organique	38,4	2,58	60,9	0,58	83,8	0,44	3,60
	C/N	16,5	-	15,6	-	17,3	-	-
Acide phosphé. en 10 ⁻³	Phosphore Total	0,77	0,017	0,98	0,003	1,30	0,002	0,022
	Phosphore Olsen	0,13	0,003	0,27	0,001	0,53	0,001	0,005
Cations échangeables en m.e.	Ca ++	15,2	0,2	13,3	0,026	18,6	0,020	0,246
	Mg ++	2,15	0,018	2,29	0,003	2,66	0,002	0,023
	K +	1,04	0,027	1,04	0,004	1,38	0,003	0,034
	N +	0,12	-	0,13	-	0,17	-	-
	Capacité d'échan.	8,91	-	10,4	-	11,9	-	-
	Somme des bases éch.	18,5	-	16,8	-	22,8	-	-
	Taux de saturation%	100	-	100	-	100	-	-
Elém. minéraux (triacide) en m.e.	Ca ++	30,1	0,67	56,8	0,11	-	-	0,78
	Mg ++	8,15	0,067	9,45	0,011	-	-	0,078
	K +	2,87	0,075	3,63	0,014	-	-	0,089
	Na +	0,67	-	0,79	-	-	-	-

ER P4 - Pertes physiques et chimiques dans les terres de fond en Kg/ha.

A N N E X E 3.5.1.

Parcelle Drainage Vertical Agronomie (D V A)

1971 - Sorgho 29

Deux études y étaient conduites parallèlement :

- Pertes par drainage :

- . Les quatre lysimètres étaient inclus dans une parcelle de sorgho S 29 de 9 lignes de 12 m à écartement de 80 cm, sauf les lignes centrales à 90 cm d'écartement (1/2 distance entre les lysimètres); semis sur la ligne en poquets tous les 40 cm; il y avait un poquet au centre de chaque lysimètre.

- Mobilisations minérales par la plante :

- . L'ensemble de la parcelle était divisé en 10 sous-parcelles de 2,4 m sur 3,2 m dont les 2 inférieures contenaient les lysimètres et les 8 supérieures servaient aux prélèvements de plants. Parmi les poquets de chaque sous-parcelle, 6 sont repérés pour les 6 prélèvements du 30,45,60,75, et 115ème jour; ils sont séparés les uns des autres ou des bords par 1 poquet neutre. L'ordre de prélèvement de ces 6 poquets a été tiré au hasard. Un premier prélèvement au 15ème jour comprenait une ligne de bordure (12m)entière, soit 30 poquets.

Conduite de la culture

Identique à celle de la parcelle érosion sous culture :
piochage à 15 cm le 5/7 - fumure 100 Pa + 120 SK le 6/7 -
semis le 9/7 - levée le 12/7.

- 1° prélèvement 27/7
28/7 fumure + binage
30/7 démeriage à 3 plants/
poquet
- 2° prélèvement 10/8
11/8 buttage
- 3° prélèvement 25/8
- 4° prélèvement 13/9
14/9 fumure 100 urée + binage
16/9 épiaison début
- 5° prélèvement 25/9
- 6° prélèvement 9/10
- 7° prélèvement et récolte le
30/10

Résultats 1971

- Densité de panicules non vides : 79.300/ha (85% de la densité théorique).
- Rendement : 906 kg de grains/ha, soit 11,4 g de g de grains/panicules ce qui indique un fort échouage, de même que le mauvais rendement au battage grains/panicule = 51 %.

Pertes par drainage :

Le volume d'eau ayant été drainé dans chaque lysimètre est mesuré tous les jours, les résultats journaliers sont reportés par période de drainage et pour chacun des 4 lysimètres (DV1, DV2, DV3; DV4) dans l'annexe 1 DVA et résumés dans le tableau ci-dessous :

	pluie principale	pluies secondaires	drainage
29/7	: 45,3	:	: 18,1
2/8	: 18,4	: 6,8 (4/8)	: 5,3
6/8	: 5,7	:	: 0,8
13/8	: 48,4	:	: 25,4
17/8	: 30,1	: 1,3 (19/8)	: 9,3
25/8	: 19,7	: 1,2 (26/8) + 4,1 (27/8)	: 7,9
17/9	: 26,6	:	: 3,0
	:	: Total	: 69,8
	:	:	:

Pertes en eau par drainage par pluie drainante en mm.

(Suite)

L'eau recueillie est envoyée dans les délais de 1 à 2 mois au Laboratoire d'Adiopodoumé où on effectue l'analyse chimique sur des échantillons moyens composés en regroupant les drainages de plusieurs périodes :

29 - 31/7 , 2 - 14/8, 15 - 31/8, 17 - 20/9. Les résultats de ces analyses sont donnés dans l'annexe 2 DVA, les pertes chimiques correspondantes sont données dans le tableau ci-dessous (en g pour 1 ha).

Période	Matière organique	N		P	K	Ca	Mg	
		Total	NH 4					NO 3
30 - 31/7	398	1375	63	1104	10	1122	2063	688
4 - 14/8	714	1475	238	988	10	1499	3261	1047
15/8 - 20/9	390	1813	-	-	15	1869	4380	1674
Total	1502	4663	-	-	35	4490	9704	3409

1971 - DVA SARIA (S 29) Pertes chimiques par drainage en g/ha.

Mobilisations minérales - Exportations

Les résultats sur la croissance : nombre de feuilles, hauteur, diamètre de la tige, poids en matière sèche et les analyses chimiques des prélèvements sont reportés dans l'annexe 6.1.1. et l'annexe 6.1.2. donne les exportations correspondantes en éléments minéraux pour 1 ha.

Tableau 1 DVA - SARIA 1971 (S 29)

Drainage par périodes

Date	Pluie H	Drainage en mm					T°	Remarques
		DV ₁	DV ₂	DV ₃	DV ₄	DV		
29/7	45,3							
30			11,5	17,2		14,3	29	R1/ Dans le calcul de la
31	(3,5)		2,5	5,0		3,8	29	valeur moyenne DV on ne
	45,3	-	-	-	-	18,1		tient jamais compte de
2/8	18,4							DV4 dont le régime est
3								très différent de celui
4	6,8		4,2	5,5		4,8	30	des 3 autres lysimètres,
5				0,9		0,5	26	sauf à la fin où il semble
6	5,7							se normaliser.
7								R/2
8				1,6		0,8	27	Il y avait une fuite dans
	30,9	-	-	-	-	6,1		la collerette de DV1, dans
13/8	48,4							lequel une partie des
14		17,5	16,5	19,2		17,7	28	pluies était donc perdue
15		11,6	5,2	5,0	4,7	7,3	26	par ruissellement jusqu'à
16				0,8	5,2	0,3		ce que la fuite soit bou-
17	30,1			0,4	11,3	0,1		chée le 10 août; cela peut
18		0,7	9,2	8,3		6,1	27	expliquer qu'il n'ait pas
19	1,3	1,3	2,0	2,3	4,9	1,9		donné de drainage avant le
20		0,2	0,1	0,5	8,8	0,3		14/8, ensuite il donne des
21		0,5		2,6	15,8	1,0		résultats comparables à
	79,8	-	-	-	-	34,7 ⁽¹⁾		ceux de DV2 et DV3.
25/8	19,7						27	En conséquence on a choisi
26	1,2	7,5	5,9	4,0		5,8	27	si jusqu'au 13/8 DV $\frac{1}{2}$
27	4,1	2,0	0,5	1,4		1,3		(DV 1 + DV2) à partir du
28			0,1	2,2		0,8		14/8 DV $\frac{1}{3}$
29	9,4		0,2		0,6			(DV ₁ + ³ DV ₂ + DV ₃)
30					2,6			
	34,4	-	-	-	-	7,9		Note : <u>il y a un jour de</u>
								<u>retard systématique dans</u>
17/9	26,6							<u>l'enregistrement des drain-</u>
18		1,4	2,7		2,9	1,4	30	<u>nages.</u>
19		3,2	0,9	0,2	1,6	1,4	27	
20				0,5		0,2		
	26,6	-	-	-	-	3,0		
Total	-	-	-	-	-	69,8		(1) 25,4 + 9,3

A N N E X E 3.5.1. (Suite)

Tableau 2 D V A S A R I A 1971 (S 29)
Analyse chimique des eaux
de drainage

Composition des eaux de drainage en mg/l																		
Période	Quantité d'eau drainée (mm)	n° du lysimètre	Résistivité en Ω/cm	pH	MO	N		PO ₄	Ca	Mg	K	Na	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂ dissoute	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	
						Total	NH ₄											NO ₃
30-31/7	18,1	2	6326	6,8	2,2	10,22	0,39	9,00	0,15	14,20	5,00	7,62	6,28	0,01	0,01	19,00	6,50	9,75
		3	10847	6,9	2,2	4,98	0,32	3,25	0,20	8,60	2,50	4,85	3,30	0,01	0,01	15,7	3,00	0,01
		Moyenne			2,2	7,60	0,35	6,10	0,17	11,40	3,80	6,20	4,80					
4-14/8	23,8	2	5062	6,7	3,8	8,48	1,63	6,00	0,15	17,50	6,00	7,42	6,60	0,01	0,01	23,40	6,50	6,50
		3	9690	6,8	2,2	3,95	0,34	2,30	0,10	9,85	2,80	5,10	3,23	0,01	0,01	15,6	3,0	7,50
		Moyenne			3,0	6,20	1,0	4,15	0,13	13,70	4,40	6,30	4,90					
15-30/8	27,9	1	4656	7,6	1,12	7,16	-	-	0,15	18,00	7,50	8,80	-	0,12	0,02	20,6	3,50	2,7
+																		
17-20/9		2	5278	7,7	1,70	5,74	-	-	0,15	17,40	6,50	6,55	-	0,10	0,02	19,6	1,50	0,9
		3	6645	7,6	1,60	5,67	-	-	0,10	12,20	4,00	5,22	-	0,01	0,02	14,2	2,00	0,3
		4	5988	7,8	1,11	7,47	-	-	0,30	15,25	6,20	6,20	-	-	0,02	20,6	2,50	0,6
		Moyenne			1,4	6,50			0,17	15,70	6,00	6,70	-					

TABLEAU 3.5.1

Pluviométrie, Ruissellement (R) et Drainage (D) vertical par pluie ou groupe de pluies drainantes (en mm)

Période	Pluviométrie	Sorgho					Jachère d' 1 an					Jachère de 30 ans					Profondeur de la nappe (puits)
		R	D 50	R	D 40	D 80	D 140	D 180	Pluviométrie	R	D 45	D 80	D 150				
Avant																	
23/7				33,7										27,1	5,8		420
24/7	22,9	12,9		11,2						24,1	2,7		8,4			410	
29/7	45,3	25,7	17,5	18,1		6,8				46,3	18,9	29,3	19,4			410	
2-4-6/8	30,9	6,6	5,3	7,8	16,6	10,9	14,1					10,5	6,8			390	
13/8	48,4	23,9	25,3	20,0	4,6	15,2	20,8	8,8		39,2	3,9	21,0	19,7			390	
17/8	30,1	14,0	9,3	11,2	22,3	16,7	21,6	34,4		21,8	0,4	21,8	16,7			300	
22-30/8	53,6	14,8	7,9	4,5	8,6	18,9	19,1	7,4		76,3	2,1	49,0	43,8	14,5		300	
3/9	18,4	0,7		0,4	1,2	7,8	5,6	7,7		23,8	0,1	9,2	8,4	4,7		300	
11/9	25,6	9,7		4,6						28,4	1,2	15,4	15,3	7,7		330	
15/9	5,8	0		0						10,3	0	1,7	1,1	1,4		320	
17/9	26,6	9,4	3,0	6,3				1,1		31,1	3,5	20,3	20,3	10,6		300	
21-22/9										9,4	0	1,3	1,1	1,8		300	
TOTAL		153,5 ^x	68,3	117,8 ^x	53,3	76,3	80,6	59,4			59,8	179,5	161,0	40,7			

x On ajoute les ruissellements lors des pluies sans drainage.

A N N E X E 3.5.2.

SARIA P7 RESULTATS 1971

Parcelle Drainage Vertical Pédologie (D V P)

1971 - sous jachère (jeune jachère)

Grâce à ce dispositif, on peut évaluer les pertes par drainage vertical dans ce type de sol et sous ce couvert végétal.

Pertes par drainage

Le volume d'eau qui a drainé dans chaque lysimètre est mesuré quotidiennement. Ces résultats sont reportés par période de drainage et par chacun des quatre lysimètres (DV5, DV6, DV7, DV8) - dans les tableaux DVP1 et DVP1'.

Le tableau DVP2 donne les résultats de l'analyse chimique et le tableau DVP3 les pertes en éléments au cours de l'hivernage 1971.

(Suite)

A N N E X E 3.5.2.

Tableau S D V P 1'

Drainage par période d'analyse

Dates	Pluie mm	DV5	DV6	DV7	DV8
30/7	45,3	-	6,8	-	-
1-14/8	88,0	16,6	16,1	14,9	-
15/8-4/9	107,6	36,7	53,4	65,7	59,4
	240,9	53,3	76,3	80,6	59,4

A N N E X E 3.5.2.

DRAINAGE 1971 SDVP

Tableau SDVP 1

Date	Pluie	Drainage en mm					T O	Remarques
	H mm	DV5 40	DV6 80	DV7 140	DV8 180	DV		
29/7	45,3		0,6					
30/7			6,2					
31/7	3,5							
Juillet	48,8		6,8					
2/8	18,4							
4/8	6,8		3,2					
5/8		0,8	0,6					
6/8	5,7	11,0	1,4					
7/8		3,6	3,8					
8/8		0,4	1,4					
9/8	1,7	0,6		11,9				lysimètre DV7
10/8		0,2	0,5	0,3				saturé (0-140cm)
11/8	7,0			1,9				
13/8	48,4							
14/8			5,2	7,4				
15/8		2,1	3,8	3,9	3,6			lysimètre DV8
16/8		0,5	5,8	3,2	3,5			saturé (0-180cm)
17/8	30,1	2,0	0,4	5,7	1,7			
18/8		14,3	8,7	8,7	11,7			
19/8	1,3	3,9	2,9	2,1	8,3			
20/8		0,2	0,4	10,6	2,6			
21/8			3,8	0,2	4,4			
22/8	12,4	3,9	0,9		7,4			
23/8	6,8			2,9				
24/8				3,1	0,7			
25/8	19,7		1,0	0,5	0,9			
26/8	1,2	2,2	8,7	1,9	0,2			
27/8	4,1	4,2	1,5	5,4	0,3			
28/8		2,0	3,9	1,2	3,0			
29/8	9,4	0,1	2,4	4,1	0,5			
30/8		0,1						
31/8	4,2		1,4		1,8			
Août	177,2	52,1	61,7	75,0	50,6	-	-	
1/9			2,2	0,3	0,5			
2/9			1,7	2,5	6,4			
3/9	16,4		2,5	0,7				
.		1,2	1,4	2,1	0,8			
.								
17/9	21,4							
18/9					1,1			
Septembre	39,8	1,2	7,8	5,6	8,8		-	
Total								
1971	265,8	53,3	76,3	80,6	59,4		-	

A N N E X E 3.5.2.

Tableau 3 D V P

1971 SARIA SDVP - Pertes chimiques par drainage
en kg/ha

Période	N°	Matière Or-	Azote		PO ₄	K	Ca	Mg	
			Total	NH ₄					NO ₃
30/7	6	0,245	0,34	0,033	0,772	0,01	0,38	1,08	0,218
1-14/8	5	1,46	0,38	0,06	0,002	0,10	1,04	3,23	0,913
	6	0,178	0,01	-	-	0,04	1,34	2,77	0,105
	7	0,17	0,38	-	-	0,02	0,90	2,09	0,745
15/8-4/9	5	0,587	0,97	-	-	0,06	1,76	6,90	2,28
	6	0,598	0,53	-	-	0,13	3,26	6,89	2,67
	7	0,657	1,87	-	-	0,16	2,66	7,09	2,50
	8	1,069	1,63	-	-	0,09	7,48	18,91	7,13
Total	5	2,05	1,35	-	-	0,16	2,8	10,13	3,19
	6	1,02	0,88	-	-	0,18	4,98	10,74	2,99
	7	0,827	2,25	-	-	0,18	3,56	10,18	3,25
	8	1,069	1,63	-	-	0,09	7,48	18,91	7,13
Moyenne									
1971		1,24	1,53	-	-	0,15	6,27	12,49	4,14

ANALYSE CHIMIQUE DES EAUX DE DRAINAGE - SARIA 1971 -

Période	Eau drainée en mm	N° du lysimètre	Résistivité en Ω/cm	pH	M.O.	Composition des eaux de drainage en mg/l												
						Total	NH ₄	NO ₃	PO ₄	Ca	Mg	K	Na	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂ diss.	Cl ⁻	SO ₄ ⁻
30/7	6,8	6	8967	6,9	3,6	5,05	0,48	0,20	10,60	3,20	5,58	3,70	0,01	0,01	18,2	3,25	17,50	
1-14/8	16,6	5	6508	6,2	8,14	2,27	0,37	0,01	0,60	19,50	5,50	6,30	6,50	6,18	0,01	23,9	4,25	16,25
	16,1	6	5842	7,7	1,11	0,01	-	-	0,25	17,20	6,50	8,35	-	-	0,12	22,6	-	4,8
	14,9	7	6981	7,9	1,13	2,54	-	-	0,15	14,05	5,00	6,02	-	0,01	0,02	22,2	2,50	1,1
Moyenne	-	-	-	-	3,68	1,60	-	-	0,33	16,92	5,67	6,89	-	-	0,05	22,9	3,31	-
15/8-4/9	36,7	5	5842	7,7	1,60	2,64	-	-	0,15	18,80	6,20	4,80	-	-	0,02	20,8	1,90	0,4
	53,4	6	5842	7,8	1,12	0,99	-	-	0,25	12,90	5,00	6,10	-	0,01	0,02	23,8	1,70	1,1
	65,7	7	8555	6,8	1,00	2,85	-	-	0,25	10,80	3,80	4,05	5,60	0,18	0,02	20,2	4,00	0,3
	59,4	8	2658	6,8	1,80	2,74	-	-	0,15	31,00	12,00	12,60	15,03	0,10	0,02	31,4	4,25	8,4
Moyenne	-	-	-	-	1,38	2,31	-	-	0,20	18,38	6,75	6,89	-	0,10	0,02	20,1	2,96	2,55

* la valeur du lysimètre n°6 semble accidentelle.

A N N E X E 3.5.3.

SARIA PARCELLE DE PROTECTION

RESULTATS 1971

Parcelle Drainage Vertical Pédologie (P D V)

1971 - Sous vieille jachère

Grâce à ce dispositif, nous pouvons évaluer les pertes par drainage vertical dans les sols gravillonnaires et sous ce type de couvert végétal.

Pertes par drainage

Le volume d'eau qui a drainé dans chaque lysimètre est mesuré quotidiennement. Les résultats sont reportés par période de drainage et pour chacun des trois lysimètres - PDV 9, PDV 10, PDV 11) dans les tableaux PDV 1 A, PDV 1 B, PDV 1 C.

Le tableau PDV 2 donne les résultats de l'analyse chimique et le tableau PDV 3 les pertes en éléments au cours de l'hivernage 1971.

A N N E X E 3.5.3. (Suite)

PARCELLE DE PROTECTION - SARIA 1971 -

Tableau PDV 1_A : Drainage journalier en mm.

Date	Pluie en mm	Drainage en mm			Tempé- rature de l'eau	Remarques
		PDV 9 45	PDV 10 80	PDV 11 150		
1/7/71						
2						
3	2,0					
4						
5						
6						
7	3,8					
8	24,4					
9						
10	53,0					
11	3,8					
12						
13	6,8					
14	9,0					
15						
16	3,0					
17	3,1					
18						
19						
20						
21	5,5					
22		5,8				
23						- provient probablement
24	24,1					de la pluie du 10
25						
26	3,7		8,4		25°	
27						
28						
29	46,3					
30		12,6	19,4		0 ₅₀ =28,4	0 ₁₀₀ = 29,1°
31		16,7			0 ₂₅ = 5	
1/8/71						
2	10,5	10,0	3,2		0 ₅₀ =28°	0 ₁₀₀ = 29,6
3						
4	6,8	0,5	3,6		0 ₅₀ =27,9	0 ₁₀₀ = 28,3
5						
6	2,5					
7	1,1					
8						
9	3,3					
10						
11	3,5					PDV 10 saturé 0-80 cm
12						
13	39,2					
14		13,9	12,3		27,8	
		59,5	46,9	0		

A N N E X E 3.5.3 (Suite)

ANALYSE CHIMIQUE DES EAUX DE DRAINAGE

SARIA 1971 PARCELLE DE PROTECTI

Période	: eau : drai- née en mm	: N° : du lysi- mètre	: Résis- tivité: en μ/cm ₂	: p H	Composition des eaux de drainage en mg/l														
					: M.O	: Total	Azote		: PO ₄	: Ca	: Mg	: K	: Na	: Fe ₂ O ₃	: Al ₂ O ₅	: SiO ₂ dis- soute	: Cl	: SO ₄	
27/7-																			
14/8	59,5	9	7011	7,4	1,20	7,5	-	-	0,15	11,85	5,00	5,95	-	0,10	0,02	18,6	0,75	0,3	
	46,9	10	3359	7,6	1,90	12,96	-	-	0,10	38,00	10,00	8,95	-	0,12	0,02	17,6	4,50	1,9	
15/8																			
29/9	126,1	9	8500	7,3	2,40	5,24	-	-	0,15	10,20	4,00	3,40	1,70	0,10	0,02	16,2	2,50	0,4	
	114,7	10	2776	7,4	3,60	8,12	-	-	0,20	59,80	9,50	6,08	1,80	0,10	0,02	15,4	5,00	0,7	
26/8																			
29/9	40,8	11	4060	7,4	8,00	5,76	-	-	0,10	22,20	10,00	12,10	6,10	0,08	0,02	23,6	1,50	5,1	

TABLEAU PDV 2

(Suite)

A N N E X E 3.5.3.

PARCELLE DE PROTECTION SARIA - 1971 -

Période	N°	Matière Organique	Azote			PO ₄	K ⁺	Ca	Mg
			Total	NH ₄	NO ₃				
27/7	9	0,71	4,5	-	-	0,1	3,5	7,0	2,98
au 14/8	10	0,89	6,1	-	-	0,05	4,2	17,8	4,69
15/8	9	3,03	6,6	-	-	0,2	4,3	12,9	5,04
au 29/9	10	4,3	9,3	-	-	0,22	7,0	68,6	10,9
26/8-29/9	11	0,33	2,4	-	-	0,05	4,9	9,0	0,41
Total	9	3,74	11,1	-	-	0,3	7,8	20,0	8,02
	10	5,02	15,4	-	-	0,3	11,2	86,4	15,6
	11	0,33	2,4	-	-	0,05	4,9	9,0	0,41
	moy.	3,0	9,6			0,22	8,0	38,5	8,0

Tableau PDV₃ - Pertes chimiques par drainage en kg/ha.

(Suite)

A N N E X E 3.5.3.

PARCELLE DE PROTECTION - SARIA 1971 -
Tableau PDV 1g : Drainage journalier en mm.

Date	Pluie en mm	Drainage en mm			Tempé- rature de l'eau	Remarques
		PDV 9 45	PDV 10 80	PDV 11 150		
15/8/71		6,5	5,9		25	
16		0,6	1,5			
17	21,8					
18		14,4	11,3		27	
19	1,8	7,4	3,9		25	
20			1,0		27	
21			0,5			
22	21,3					
23	12,2		3,6		26	
24		9,1	4,2		26,9	
25	20,9	14,7	10,1			
26	1,5	10,2	15,1	1,8	27,9	- nappe plus haut dans le B F
27	3,9	5,8	7,2	3,2		
28		1,3	0,9	2,0		
29	11,9	1,3		1,5		
30			0,4			
31	4,6	6,6	2,3	1,1		PDV ¹¹ saturé 0 - 150 cm
1/9/71						
2						
3	23,8	0,3	0,5	0,2	29,4	0 ₁₀₀ = 23,3
4		5,9	2,7		26,5	0 ₅₀
5	1,1	3,0	1,8	0,9	26	
6			3,4	1,3	26,5	
7	4,1			0,8	27	
8	1,1			1,0	27,3	
9		0,3	0,4	0,4	27	
10				0,3	28,3	
11	28,4	6,1	5,7	2,8	25,2	
12		8,3	5,9	0,6	25,1	
13		1,0	3,2	2,1	27,5	
14	0,6		0,5	2,2	26	
15	10,3					
16		1,7	0,9	0,8	26,8	
17	31,1		0,2	0,6	0 ₁₀₀ =28,8	0 ₁₅₀ = 27,9
18		13,9	10,8	4,4	0 ₅₀ =26,6	0 ₁₀₀ = 27,6 0 ₁₅₀ =
19		6,4	6,9	4,0	26,3	28,2
20			1,6	1,2	27,9	
21	5,3		1,0	1,0	27,9	
22	4,1	1,3	0,7	0,8	0 ₅₀ =27,6	0 ₁₀₀ = 28,8 0 ₁₅₀ =
23			0,4	1,0	28°	27,9
24						
25						
26						
27			0,2	0,1	29°	
28						
29						
30						
		126,1	114,7	40,7		

(Suite)

A N N E X E 3.5.3

PARCELLE DE PROTECTION SARIA 1971

Tableau PDV 1_C : Drainage en mm récapitulation.

Date	H mm	PDV 9 45	PDV 10 80	PDV 11 150	Remarques
avant 23/7		5,8			
pluie 24/7	24,1		8,4		
29/7	46,3	29,3	19,4		
2 + 4/8	17,3	10,5	6,8		
13/8	39,2	21,0	19,7		PDV 10 saturé horizon
17/8	21,8	21,8	16,7		0 - 80
22-31/8	76,3	49,0	43,8	14,5	PDV 11 saturé dans horizon
3/9	23,8	9,2	8,4	4,7	0 - 150
11/9	28,4	15,4	15,3	7,7	
15/9	10,3	1,7	1,1	1,4	
17/9	31,1	20,3	20,3	10,6	
21-22/9	9,4	1,3	1,1	1,8	
Total	328,0	185,3	161,0	40,7	

A N N E X E 4.1.1.

Densité apparente du sol Da

SARIA - Parcelle 7

Août 1971				Février 1972			
Horizon	méthode au sable	densi- tomètre: à membrane	Moyenne	Horizon	densi- tomètre: à membrane		
	250 u	1000 u					
0- 6:	1,57	1,78	1,73	0- 6:	1,68		
6- 10:	1,70	1,82	1,77	6- 12:	1,84		
10- 15:	1,58	1,73	1,59	12- 20:	1,67		
20- 25:	1,55	1,59	1,64	20- 30:	1,60		
27- 35:	1,59	1,65	1,69	30- 40:	1,53		
35- 45:	1,74	1,83	1,78	40- 50:	1,70		
45- 55:	1,83	1,81	1,82	50- 60:	2,12		
55- 70:	2,43	2,47	2,45	60- 70:	2,19		
70- 80:	2,36	2,45	2,41	70- 80:	2,29		
85-100:	2,51	2,61	2,56	80- 90:	2,18		
110-130:	2,13	2,44	2,28	100-120:	2,21		
130-150:	2,22	2,19	2,21	120-140:	2,23		
150-175:	2,13	2,35	2,24	140-160:	2,14		
175-200:	2,30	2,26	2,28				
200-225:	2,20	2,18	2,19				
225-250:	1,98	2,09	2,04				
250-275:		2,08	2,08				
275-300:		1,98	1,98				

A N N E X E 4.1.1.

PROFIL HYDRIQUE DANS LE PUIT 1 en P7 - SARIA 1971 -

le 4/10/71

	h_3	h_4	$h_{3 \cdot 4}$	$a \times$	h_v
0- 6				1,68	
6- 12				1,76	
12- 20				1,64	
20- 30				1,59	
30- 40				1,65	
40- 50				1,80	
50- 75	5,56	5,46	5,51	2,43	13,39
75-100	7,51	9,70	8,60	2,56	22,02
100-125	9,43	9,70	9,56	2,28	21,80
125-150	9,74	9,93	9,83	2,21	21,72
150-175	10,04	11,23	10,63	2,24	23,81
175-200	11,11	10,94	11,02	2,27	25,02
200-225	11,10	10,52	10,81	2,19	23,67
225-250	11,14	13,63	12,38	2,04	25,25
250-275	11,89	12,53	12,21	2,08	25,40
275-300	12,67	12,71	12,69	1,98	25,13
300-350	13,86	13,65	13,75		
325-350	14,30	14,19	14,25		

x a déterminé sur profil 3 m en P7 fin août 1971

h_3 = humidité sur la paroi amont

h_4 = humidité sur la paroi aval

ces deux valeurs sont équivalentes.

A N N E X E 4.1.2.

Densité apparente $Da = \frac{p_1 + p_2}{V_1 + V_2 + V}$ (1)

: avec $\frac{p_2}{p_1} = \frac{r}{1-r} p_2 = p_1 \times \frac{r}{1-r}$

où p_1 poids de la terre fine occupant le volume V_1
 p_2 " des refus " " " " " V_2
 V volume des vides

: r % de refus (2)
 et $d_1 = \frac{p_1}{V_1} = \frac{p_1}{d_1}$

Porosité : $P = \frac{V}{V_1 + V_2 + V}$

: densité réelle de la terre fin (3)

de (1) on tire $V = \frac{p_1 + p_2}{Da}$

: $d_2 = \frac{p_2}{V_2} = \frac{p_2}{d_2}$ densité réelle des refus.
 d'où d'après (2) et (3) $V = \frac{p_1 + p_2}{Da} = \left(\frac{p_1}{d_1} + \frac{p_2}{d_2} \right)$

$\frac{p_1 + p_2}{Da} = \left(\frac{p_1}{d_1} + \frac{p_2}{d_2} \right)$

après remplacement de p_2 par $p_1 \times \frac{r}{1-r}$ développement et simplifications

on arrive à $P = 1 - Da \times \frac{d_2 - r(d_2 - d_1)}{d_1 d_2} = 1 - Da \frac{d_2 + r(d_1 - d_2)}{d_1 - d_2}$

A N N E X E 4.1.3.1.

Sol ferrugineux tropical sur cuirasse - P7 SAR A
Dynamique de l'eau en saison des pluies (début Sept. 1971) - CR

: Temps :	Humidité pondérale h						Humidité volumique : hv = h l. Da					
	: après :	-----						-----				
: arrosage :	0-6 :	6-12 :	12-20 :	20-30 :	30-40 :	40-50 :	0-6 :	6-12 :	12-20 :	20-30 :	30-40 :	40-50 :
: 0	:15,2	:13,3	: 15,2	: 17,4	: 18,3	: 18,4	:25,5	: 23,9	: 25,0	: 27,8	: 29,2	: 32,0
: 1 h	:16,5	:14,8	: 14,2	: 16,4	: 17,1	: 17,5	:27,7	: 26,6	: 23,4	: 26,2	: 27,3	: 30,4
: 2 h	:14,0	:12,3	: 13,7	: 16,7	: 17,9	: 17,3	:23,5	: 22,1	: 22,6	: 26,7	: 28,6	: 30,1
: 3 h	:13,8	:11,9	: 13,5	: 15,8	: 17,5	: 18,3	:23,2	: 21,4	: 22,2	: 25,2	: 28,0	: 31,8
: 7 h	:13,7	:12,6	: 13,5	: 14,7	: 16,8	: 17,3	:23,0	: 22,6	: 22,2	: 23,5	: 26,8	: 30,1
: 24 h	:13,6	:11,2	: 11,7	: 12,0	: 13,1	: 14,7	:22,8	: 20,1	: 19,3	: 19,2	: 20,9	: 25,5
: 46 h	:11,7	:11,8	: 10,9	: 12,8	: 13,1	: 14,7	:19,7	: 21,2	: 18,0	: 20,5	: 20,9	: 25,5
: 56 h	:13,7	:11,6	: 11,5	: 13,2	: 13,4	: 14,9	:23,0	: 20,8	: 19,0	: 21,1	: 21,4	: 25,9
: 73 h	:12,3	:11,2	: 11,0	: 11,7	: 12,5	: 9,8	:20,7	: 20,1	: 18,1	: 18,7	: 20,0	: 17,0
: 81 h	:11,8	:10,6	: 10,9	: 11,7	: 12,4	: 14,0	:19,8	: 19,0	: 18,0	: 18,7	: 19,8	: 24,3
: 95 h	:11,4	:10,6	: 11,4	: 12,5	: 13,8	: 14,9	:19,2	: 19,0	: 18,8	: 20,0	: 22,0	: 25,9

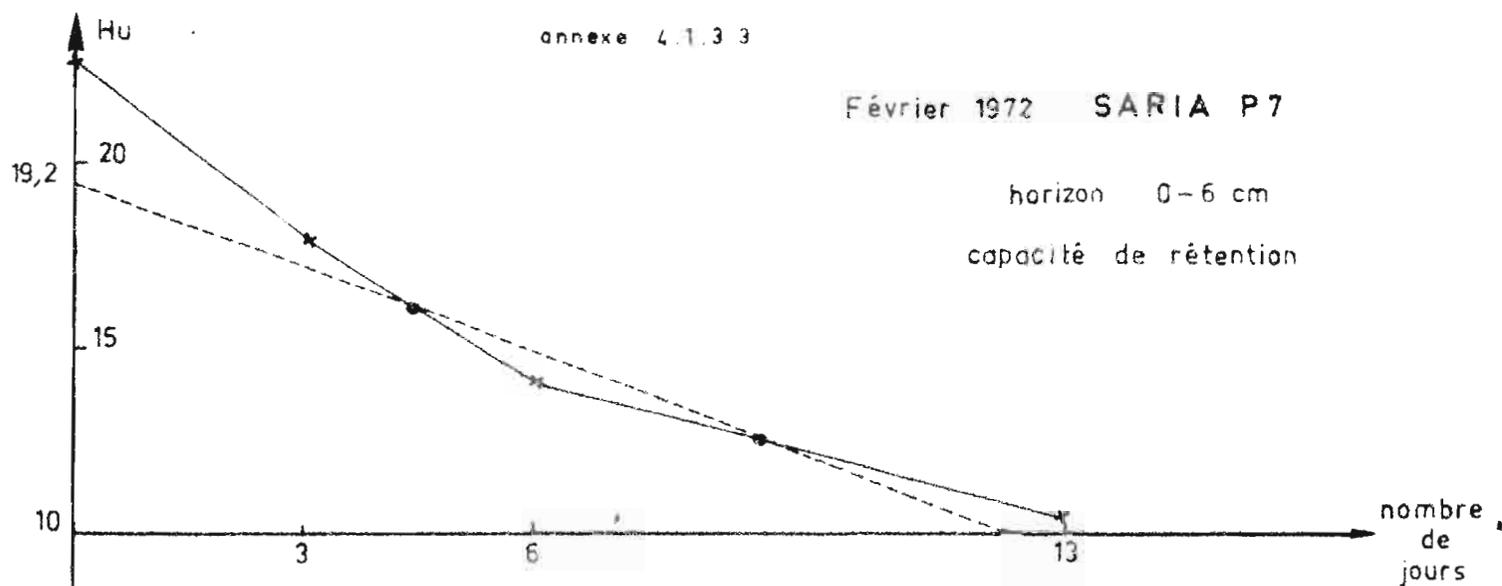
A N N E X E 4.1.3.2.

Dynamique de l'eau en saison sèche (Février 1972) C R

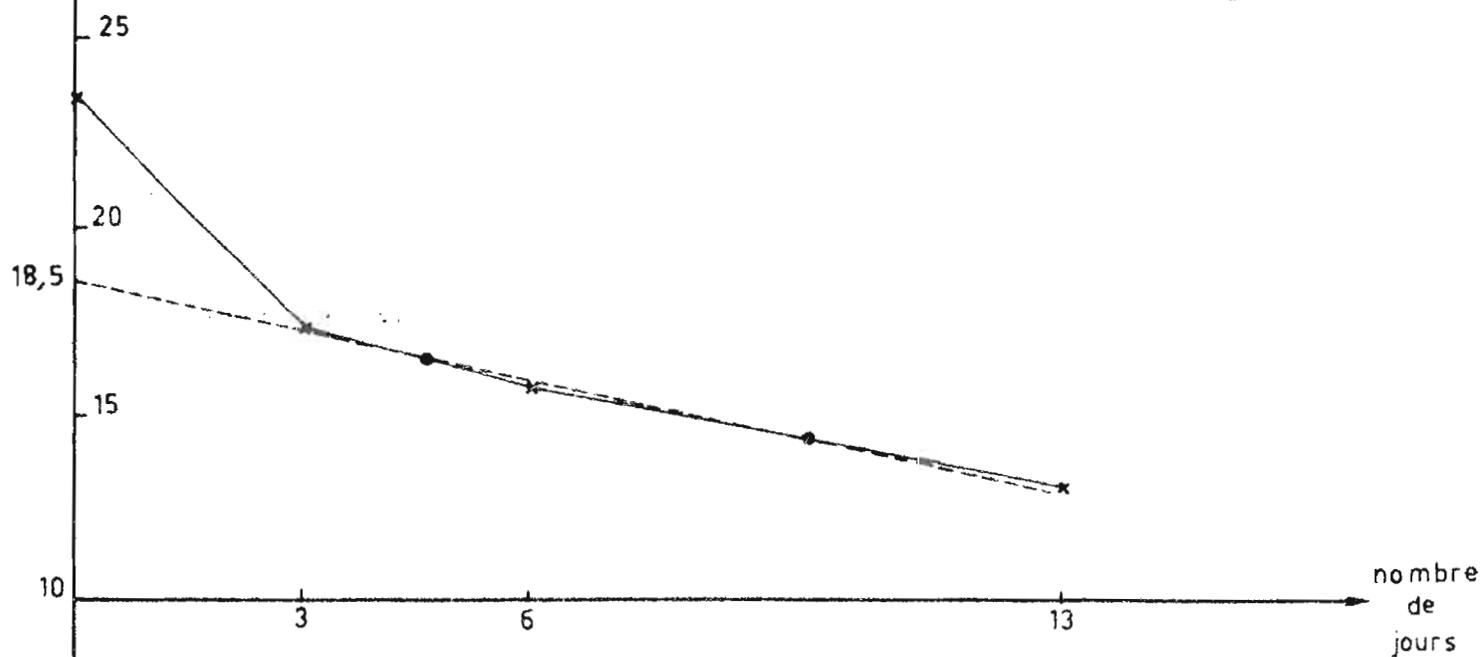
Horizon	h : humidité pondérale				den-	hv : humidité volumique				
	15/2 à 9h	18/2 à 17h	21/2 à 10h	28/2 à 11h	apparente	à 1h	à 10h	3jours	6jours	13jours
0- 6	13,4	10,7	8,4	6,3	1,68	22,5	17,9	14,1	10,5	
6- 12	12,9	9,7	8,8	7,3	1,80	23,2	17,4	15,8	13,1	
12- 20	14,7	10,4	9,8	8,4	1,65	24,2	17,9	16,1	13,8	
20- 30	15,9	12,9	11,3	9,8	1,60	25,4	20,6	18,0	15,6	
30- 40	17,9	14,8	14,3	12,6	1,60	28,6	23,6	22,8	20,1	
40- 50	16,5	13,1	13,9	12,1	1,74	28,7	22,7	24,1	21,0	
50- 60	10,3	9,0	8,9	8,3	2,12	21,8	19,0	18,8	17,5	
60- 70	9,4	7,7	8,5	7,5	2,32	21,8	17,8	19,7	17,4	
70- 80	8,4	8,2	8,0	7,5	2,35	19,7	19,2	18,8	17,6	
80- 90	9,5	8,9	8,7	8,2	2,37	22,5	21,0	20,6	19,4	
90- 100	9,7	9,4	9,0	8,9	2,38	23,0	22,3	21,4	21,1	
100- 120	9,3	9,1	8,6	7,9	2,25	20,9	20,4	19,3	17,7	
120- 140	10,2	8,2	8,0	9,1	2,21	22,5	18,1	17,6	20,1	
140- 160	10,0	8,3	7,7	9,0	2,24	22,4	18,5	17,2	20,1	
160- 180	10,8	10,8	9,3	10,2	2,27	24,5	24,5	21,1	23,1	
180- 200	12,8	13,7	11,6	12,2	2,27	29,0	31,0	26,3	27,6	
200- 220	13,6	13,6	12,1	11,3	2,19	29,7	29,7	26,4	24,7	
220- 240	14,7	14,9	13,2	12,7	2,04	29,9	30,3	29,6	25,9	
240- 260	14,1	13,1	12,6	11,4	2,08	29,3	27,2	26,2	23,7	
260- 280	13,4	12,3	12,5	13,0	2,08	27,8	25,5	26,0	27,0	
280- 300	13,2	12,5	12,4	11,9	1,98	26,1	24,7	24,5	23,5	

annexe 4.1.3.3

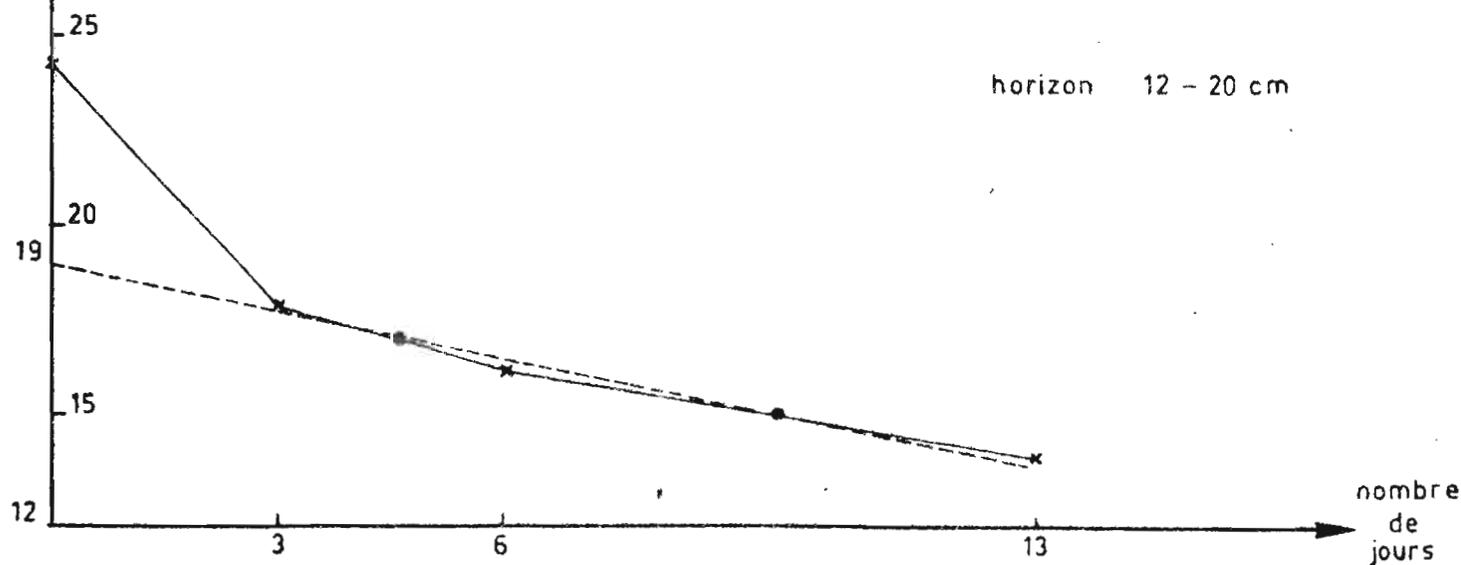
Février 1972 SARIA P7

horizon 0-6 cm
capacité de rétention

horizon 6-12 cm



horizon 12-20 cm

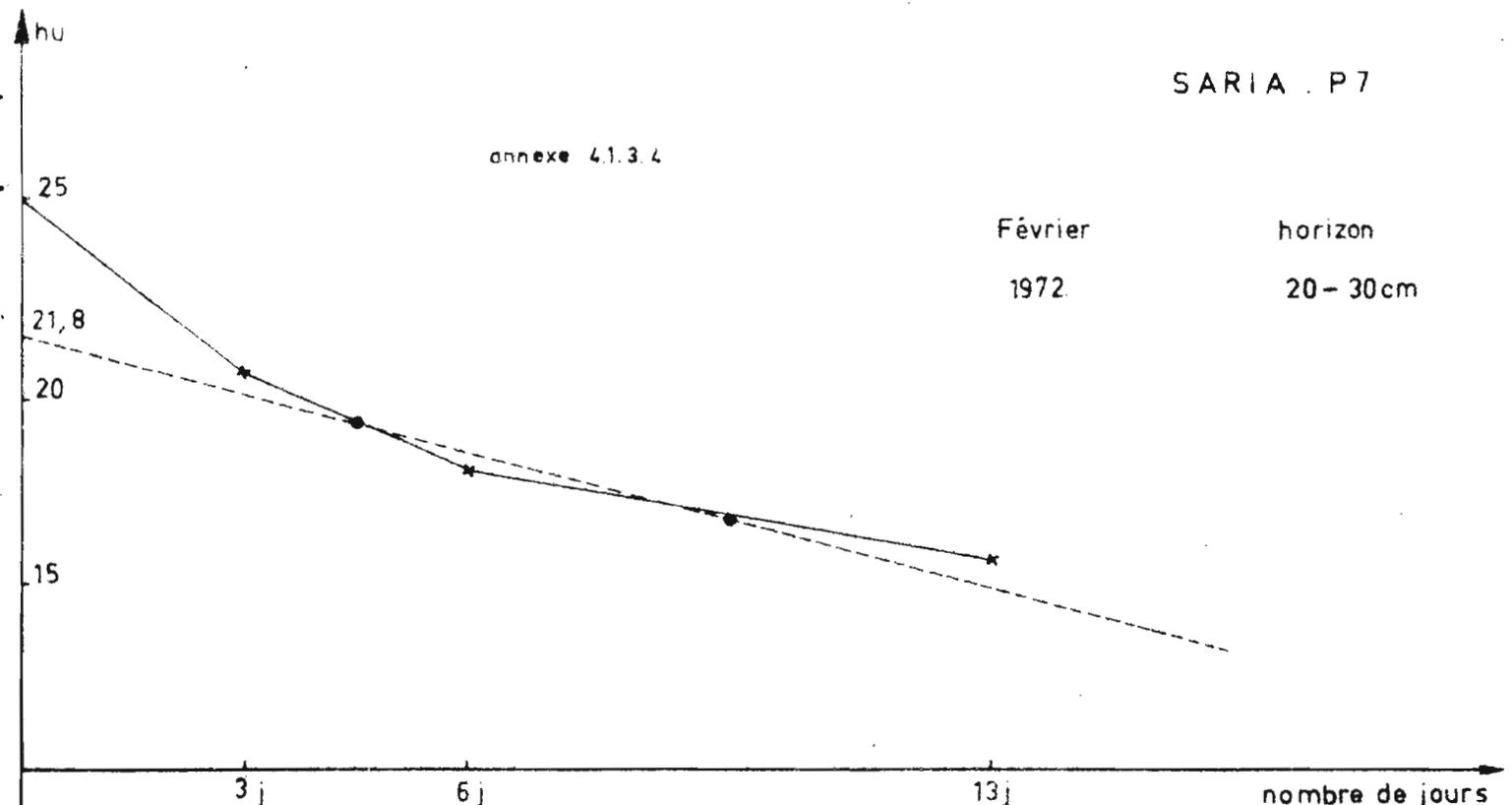


SARIA . P7

annexe 4.1.3.4

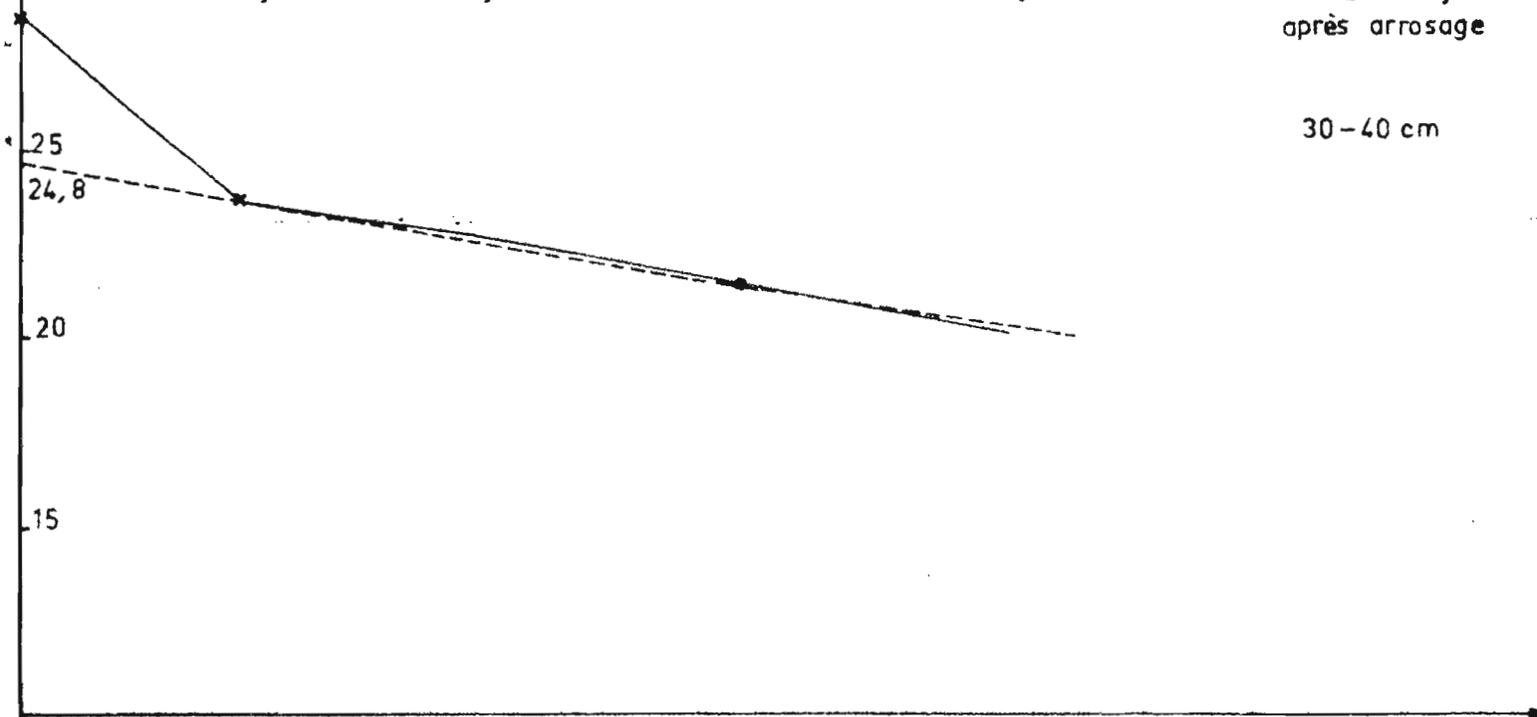
Février
1972

horizon
20-30cm

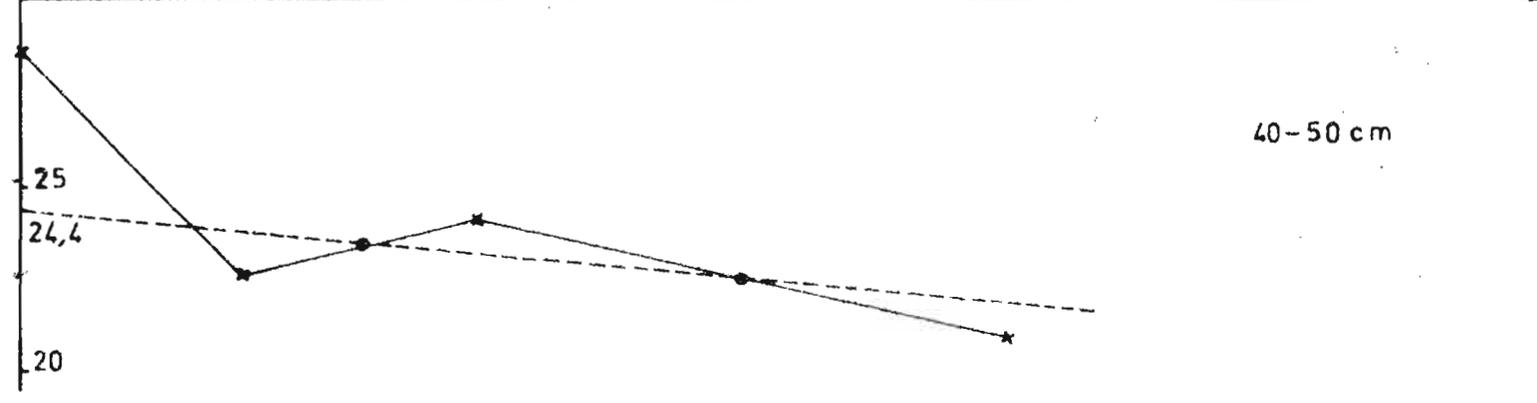


nombre de jours
après arrosage

30-40 cm



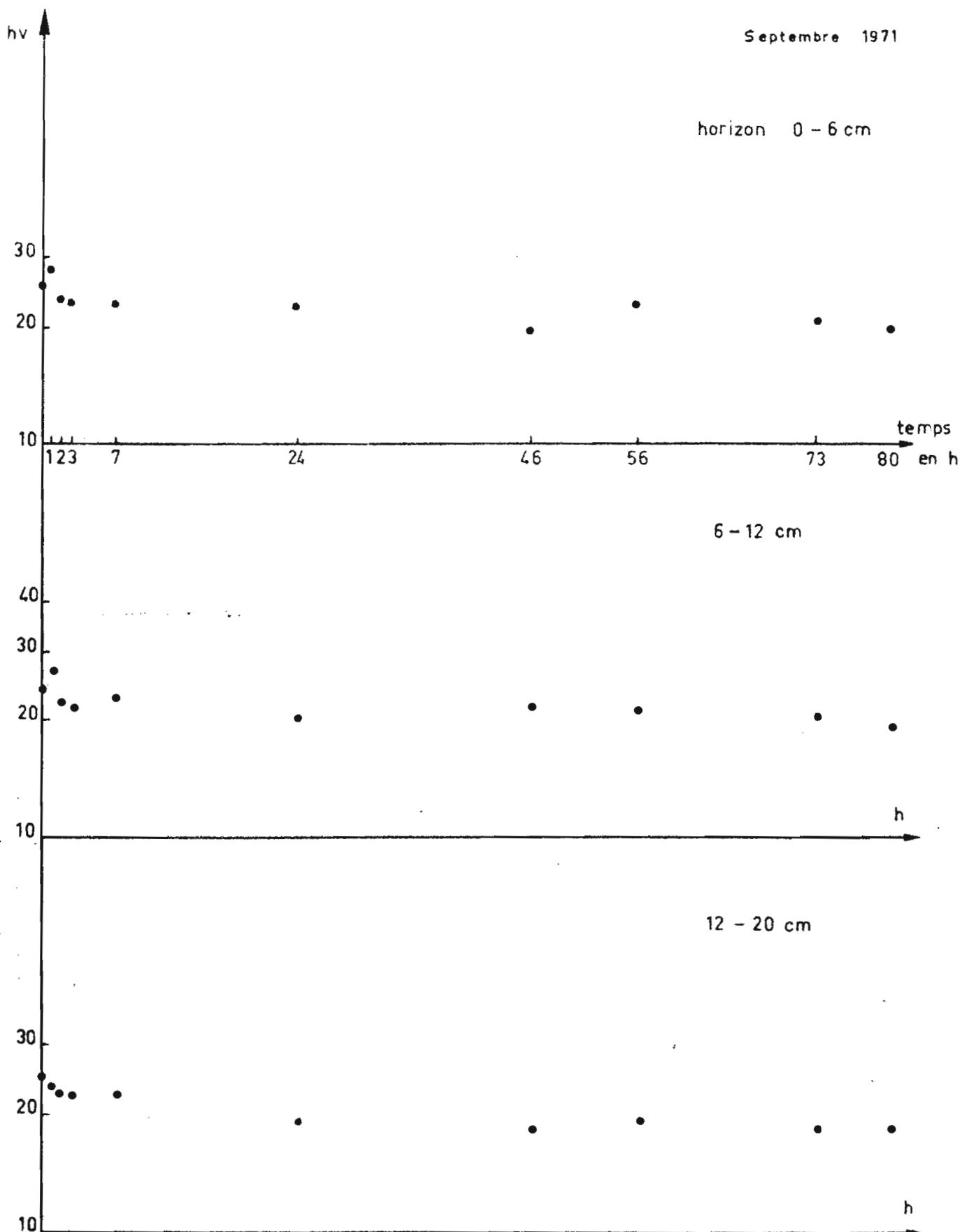
40-50 cm

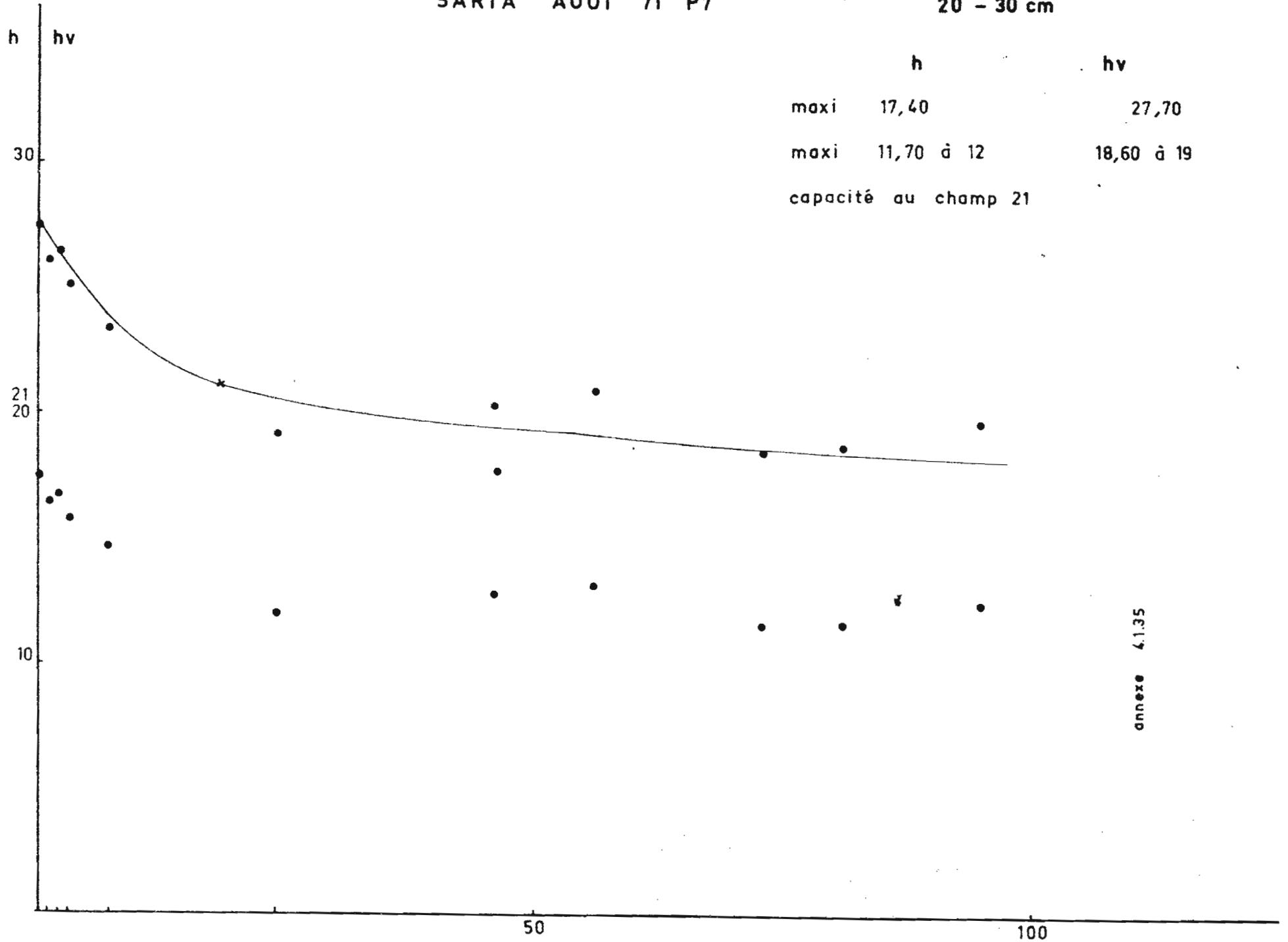


SARIA P7

annexe 4135

Septembre 1971

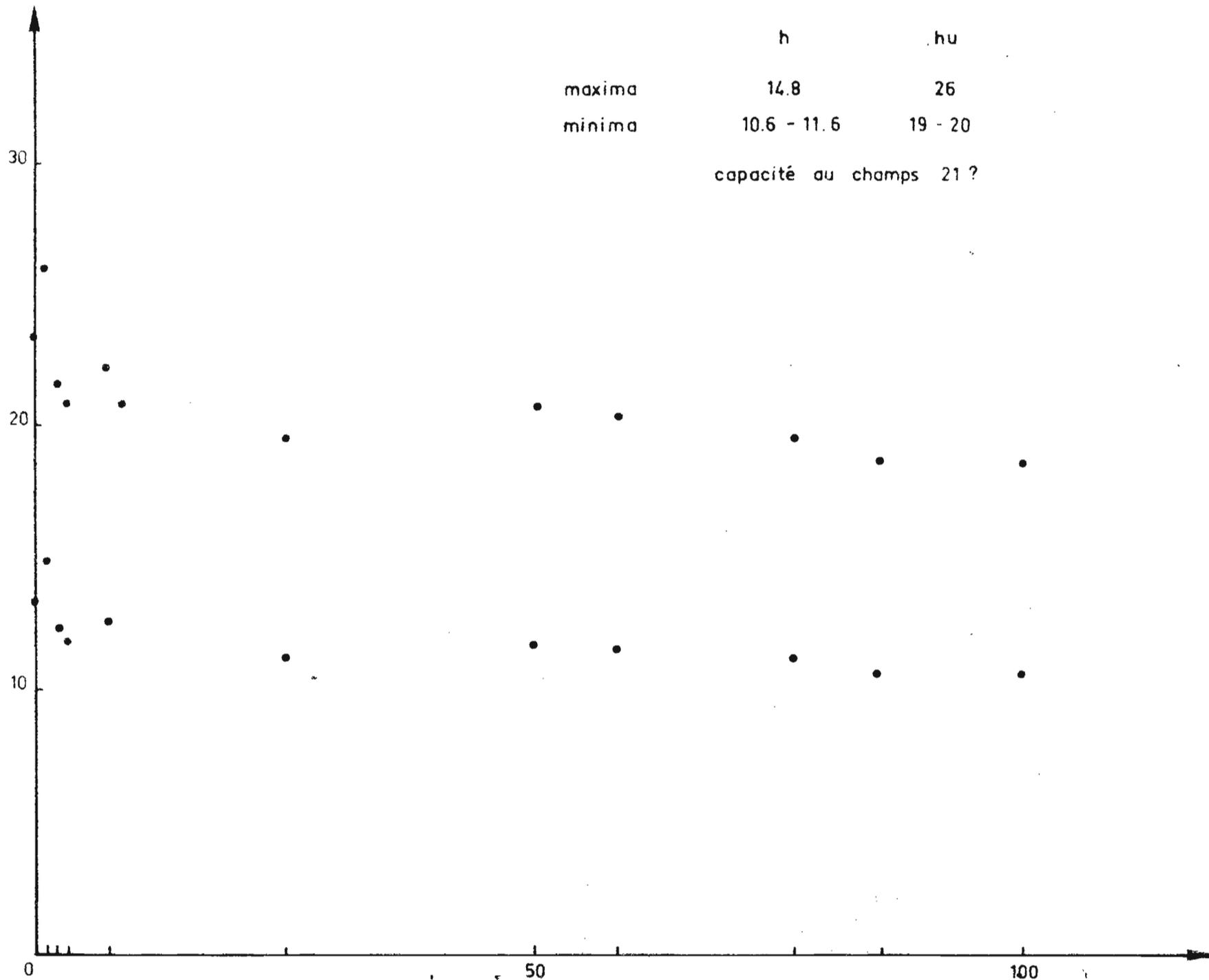




	h	hv
maxi	17,40	27,70
maxi	11,70 à 12	18,60 à 19
capacité au champ 21		

SARIA

horizon 6 - 12 cm

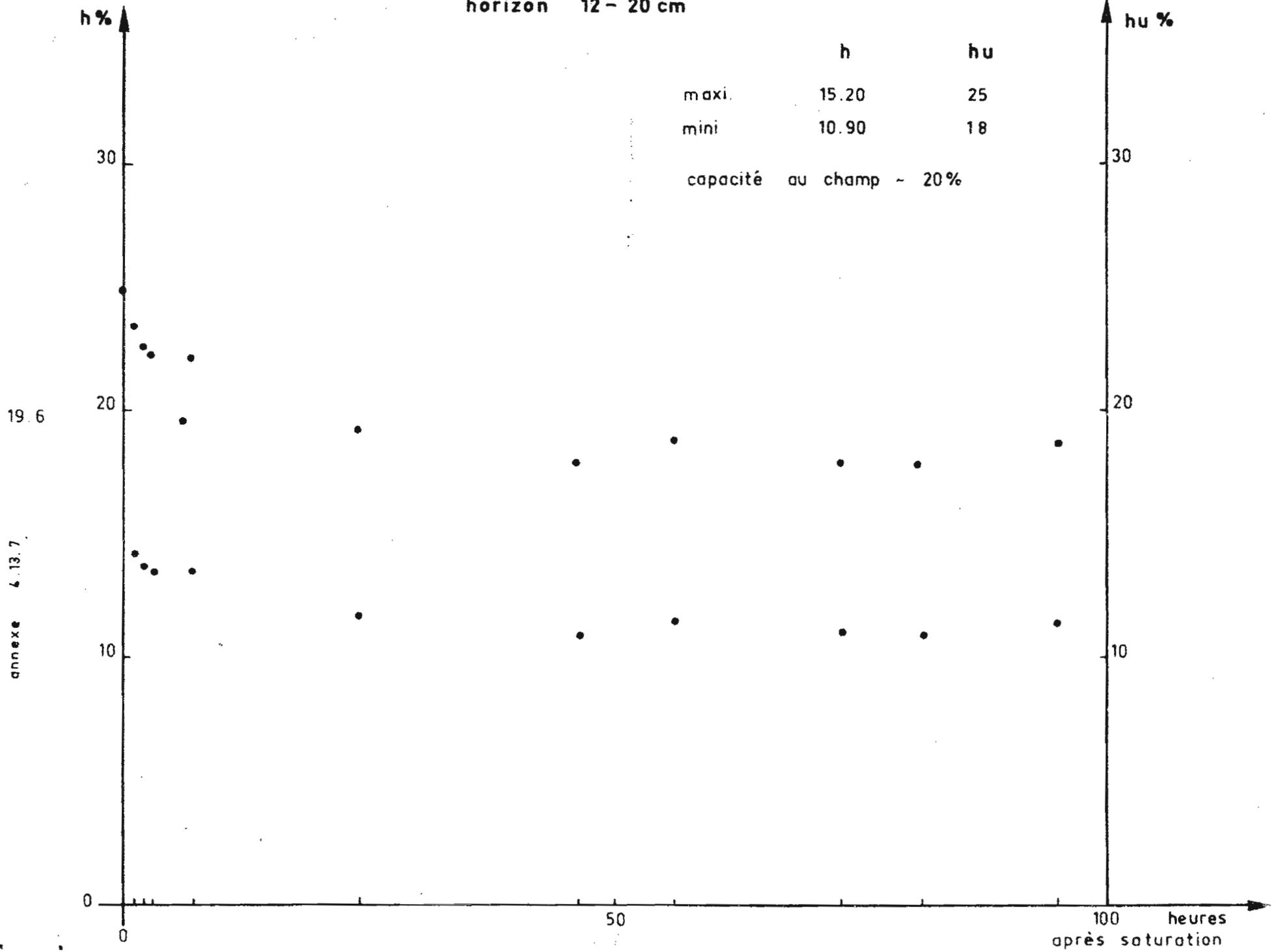


	h	hu
maxima	14.8	26
minima	10.6 - 11.6	19 - 20
capacité au champs		21 ?

annexe 4 13.6

SARIA P.7 1971 (fin août)

horizon 12 - 20 cm



ANNEXE 4.1.4.2.

P7 - Sol ferrugineux tropical sur cuirasse

K : Vitesse d'infiltration dans le sol en 10^{-3} cm/s puis m^{en}/h

Sur échantillon Vergières (Juin 1970)

Horizon		0 - 10 cm				10 - 20 cm			
Temps		I	II	Moyenne		I	II	Moyenne	
				en 10^{-3} cm/h	en mm/h			en 10^{-3} cm/h	en mm/h
0		0,94	0,61	0,76	27,4	-	-		
1 h		0,48	0,77	0,62	22,3	-	0,17	0,0	0
4 h		0,42	0,27	0,35	12,6	-	0,19	à	
6 h		0,34	0,25	0,30	10,8	-	0,23	0,20	7,2
24 h		0,34	0,48			0,08	0,29		
26 h		0,33	0,46			0,09	0,28	0,08	2,9
28 h		0,30	0,42	0,38	13,7	0,05	0,25	à	à
30 h		0,28	0,42			0,08	0,24	0,26	9,4
48 h		0,49	0,57			0,12	0,28		
50 h		0,50	0,56	0,52	18,7	0,12	0,28	0,12	4,3
54 h		0,44	0,53			0,12	0,27	0,28	10,1
3 jours		0,70	0,74	0,67	24,1	0,47	0,44	0,45	16,2
3 j. 6 h		0,59	0,64			0,42	0,34	0,39	14,0
4 jours		0,69	0,71			0,42	0,43	0,41	14,8
4 j. 6 h		0,63	0,67	0,67	24,1	0,40	0,37	0,40	14,4
5 jours		0,89	0,89	0,80	32,0	0,49	0,40		
7 jours		0,89	0,98			0,53	1,18	0,51	18,0
7 j. 6 h		0,70	0,89	0,85	30,6	0,50	0,86	1,0	36,0
8 jours		0,55	0,74			0,46	0,50	0,44	15,8
8 j. 6 h		0,50	0,64	0,61	21,6	0,42	0,68	0,59	21,2
9 jours		0,47	0,60			0,60	0,98	0,60	21,6
9 j. 3 h		0,46	0,60			0,60	0,91	0,95	34,2
Da		1,80	1,68			1,76	1,84		
HP		13,6	15,4			-	-		
HM		36,6	34,2			37,2	44,4		

H.P. : Humidité au prélèvement.

H.M. : Humidité maximum.

./.

SARIA P7

Sol ferrugineux tropical sur cuirasse à 50 cm

Densité apparente - Humidités au prélèvement et
humidité maximum sur prélèvements vergières.

Horizon		2-12	15-25	30-40	50-60	90-100	
		cm	cm	cm	cm	cm	
Densité apparente	I	1,98	1,66	1,72	2,06	2,13	
	II	2,15	1,77	1,64	2,38	2,23	(1) en éliminant II et V
	III	1,86	1,71	1,88	2,62	1,91	
	IV	1,90	1,84	1,74	2,36	2,13	
	V	2,28	1,82	1,46	2,54	2,32	
	Moyenne	1,91 ⁽¹⁾	1,76	1,69	2,39	2,14	
Humidité au prélèvement	I	10,9	14,7	15,2	16,5	16,9	
	II	10,8	12,2	25,2	17,9	18,7	
	III	9,2	11,3	16,7	25,3	19,3	
	IV	7,6	11,9	18,2	20,5	8,6	
	V	7,9	19,8	38,5	23,0	12,7	
	Moyenne	9,3	14,0	22,8 +	20,6	15,2	
Humidité maximum	I	38,4	33,3	33,5	26,9	25,5	
	II	35,6	33,9	46,4	27,6	20,7	
	III	36,6	33,9	35,4	32,1	20,7	
	IV	37,8	34,9	31,3	28,2	15,4	
	V	36,8	42,1	51,1	33,4	18,3	
	Moyenne	37,0	35,5	39,2 +	29,6	20,5	

SARIA 1971

A N N E X E 4.1.4.4'

Mesure de vitesse de filtration (Vergière)

K 10 ⁻³ cm/sec		3 heures	3 jours	5 jours
<u>SARIA P7</u>	- 0 - 10	0,25	0,70	0,99
	-15 - 25	0,51		1,08
	-	0,24		0,61
	-	0,09		0,47
	-	0,26		0,47

<u>SARIA Protection</u>		3 heures	3 jours	5 jours
	- 0 - 10	0,53	0,69	0,55
	-	0,68	0,80	0,92
	-	0,11	0,24	0,42
	-	0,44	0,36	0,49
	-	0	0,14	0,22

CONCLUSIONS :

- Sols peu perméables encore moins qu'à Gonsé
- Irrégularité de la vitesse de filtration.
- Vitesse d'infiltration augmente avec le temps !

A N N E X E 4.2.3.1.

SARIA PROTECTION

Sol ferrugineux tropical gravillonnaire sur carapace en voie de décomposition.

Dynamique de l'eau en saison des pluies (début Septembre 1971) C.R.

Temps après arrosage	Humidité pondérale h						Humidité volumique h v					
	0-6	6-12	12-20	20-30	30-40	40-50	0-6	6-12	12-20	20-30	30-40	40-50
0	16,6	15,1	13,5	13,6	14,2	13,1	30,2	27,63	23,22	24,07	23,86	22,14
1	15,7	11,5	11,8	12,9	22,6	14,8	28,57	21,05	20,30	22,83	57,97	25,01
2	12,0	13,0	11,6	11,9	13,8	15,8	21,84	23,79	19,95	21,06	23,18	26,70
3	14,8	12,9	10,9	12,4	13,9	14,8	26,94	23,61	18,75	21,95	23,35	25,01
4	16,5	11,8	10,7	11,5	14,3	16,9	30,03	21,59	18,40	20,36	24,02	28,56
8	14,2	10,3	11,0	11,9	13,4	15,3	25,84	18,85	18,92	21,06	22,51	25,86
25	13,6	11,2	11,7	12,0	13,1	15,0	24,75	20,50	20,12	21,24	22,01	25,35
47	15,0	10,1	10,0	9,5	12,1	14,0	27,30	18,43	17,20	16,82	20,33	23,66
57	14,3	10,7	9,5	9,9	14,7	15,5	26,03	19,58	16,34	17,52	24,70	26,20
73	13,6	10,8	9,7	10,1	11,6	12,6	24,75	19,76	16,68	17,88	19,49	21,29
81	15,0	10,0	9,8	10,4	11,7	12,2	27,30	18,30	16,86	18,41	19,66	20,62
95	17,8	10,6	10,4	12,8	13,4	15,3	32,40	19,40	17,89	22,66	22,51	25,86

A N N E X E 4.2.3.2.

Dynamique de l'eau en saison sèche (Février 1972) C.R.

Horizon	h : humidité pondérale				densité apparente	hv : humidité volumique			
	0 j	3 j	8 j	12 j		0 j	3 j	8 j	12 j
0 - 6	17,38	12,42	4,36	4,02	1,82	31,63	22,60	7,94	7,32
6 - 12	13,35	8,30	6,26	5,02	1,83	24,43	15,19	11,46	9,19
12 - 20	8,02	7,67	7,02	5,80	1,72	13,79	13,19	12,07	9,98
20 - 30	8,10	9,29	8,21	6,45	1,77	14,34	16,44	14,53	11,42
30 - 40	10,65	12,59	10,53	8,11	1,68	17,89	21,15	17,69	13,62
40 - 50	13,58	14,46	12,80	10,97	1,69	22,95	24,44	21,63	18,54
50 - 60	14,74	15,72	13,06	12,79	1,70	25,06	26,72	22,20	21,74
60 - 70	15,29	15,05	14,38	13,01	1,70	25,99	25,99	24,45	22,12
70 - 80	14,22	15,48	13,79	12,90	1,77	25,17	27,40	24,41	22,83
80 - 90	15,10	15,73	14,65	12,62	1,77	26,73	27,84	25,93	22,34
90 - 100	16,03	14,93	14,25	14,28	1,73	27,73	25,83	24,65	24,70
100 - 120	16,36	15,28	12,63	13,15	1,77	28,96	27,05	22,36	23,28
120 - 140	15,53	14,85	13,94	12,99	1,82	28,26	27,03	25,35	23,64
140 - 160	15,79	15,23	13,39	14,15	1,82	28,74	27,72	24,37	25,75
160 - 180	14,28	14,45	13,67	13,73	1,84	26,28	26,59	25,15	25,26
180 - 200	15,45	14,67	14,26	14,37	1,88	29,05	27,58	26,81	27,02
200 - 220	15,32	14,62	14,78	13,69	1,91	29,26	27,92	28,23	26,15
220 - 240	14,24	15,22	13,36	15,05	1,99	28,34	30,29	26,59	29,95
240 - 260	14,03	13,57	13,25	14,16	1,98	27,78	26,87	26,24	28,04
260 - 280	14,49	14,51	13,42	14,59	1,98	28,69	28,73	26,57	28,89
280 - 300	15,03	14,43	13,85	14,11	2,00	30,06	28,86	27,70	28,22

N.B. : Da = Valeur de Février 1972 lorsqu'elles font défaut on prend les valeurs obtenues avec la méthode du sable sur petits trous et à défaut sur grand trous.

A N N E X E 4.2.4.1.

Sol ferrugineux tropical gravillonnaire sur cuirasse litée en voie
de désagrégation -

Densité apparente - humidité au prélèvement et humidité maximum sur
prélèvement vergières.

Horizon	2 - 12cm	15-25cm	35-45cm	50-60cm	90-100cm	
Humidité apparente	I	2,19	1,87	1,96	1,87	2,22
	II	2,27	2,49	1,93	1,93	2,08
	III	2,74	1,98	1,70	1,53 x	1,73
	IV	2,52	1,84	2,16	1,87	1,95
	V	2,21	2,07	1,89	1,91	2,01
Moyen	2,39	2,05	1,93	1,90	2,00	
Humidité au prélèvement	I	15,7	25,2	26,1	29,6	38,2
	II	15,5	22,0	8,8	30,0	26,8
	III	11,0	23,5	50,9	21,1	35,5
	IV	25,8	29,0	26,7	25,7	26,6
	V	18,4	29,8	22,4	24,4	32,6
Moyen	17,3	25,9	27,0	26,2	32,0	
Humidité maximum	I	32,3	34,5	30,4	32,3	43,9
	II	24,3	44,2	18,8	34,0	35,1
	III	21,3	35,4	55,6	24,8	26,6
	IV	20,6	34,8	35,7	33,2	33,5
	V	43,0	34,8	27,7	37,1	34,1
Moyen	40,4	36,7	33,6	32,3	36,6	

N° du prélèvement	Date	âge du plant	N° de feuille	Hau- teur en cm	dia- mètre en cm	Organe	Poids pour 1 plant en g		Composition en % de la M S					
							MV	MS	N	P	K	Ca	Mg	
1er	27/7	21	5°	30	-	Total	0,45	0,1	-	-	-	-	-	-
2ème	10/8	35	9°	68	1,2	Total	26,9	4,25	3,07	0,220	2,16	0,200	0,290	
3ème	25/8	50	13°	165	1,8	Tige	116,2	18,8	1,58	0,142	2,34	0,140	0,334	
						Racine	10,6	3,0	0,97	0,098	1,48	0,053	0,128	
						Total	126,8	21,8	-	-	-	-	-	
4ème	10/9	66	16°	162	1,8	Tige	198,3	60,2	0,76	0,087	1,00	0,157	0,216	
						Racine	18,3	10,4	0,47	0,052	1,02	0,065	0,102	
						Total	216,6	70,6	-	-	-	-	-	
5ème	25/9	81	18°	315	1,8	Tige	196,7	64,0	0,64	0,074	0,83	0,12	0,190	
						Racine	21,6	6,7	0,74	0,047	0,93	0,04	0,045	
						Panicule	11,9	5,0	1,58	0,074	0,82	0,13	0,190	
						Total	230,2	75,7	-	-	-	-	-	
6ème	10/10	96	18°	321	1,8	Tige	127,7	121,5	0,44	0,040	0,680	0,140	0,195	
						Racine	34,6	33,9	0,62	0,040	0,890	0,040	0,070	
						Panicule	21,0	13,1	1,62	0,264	0,460	0,050	0,175	
						Total	183,3	168,5	-	-	-	-	-	
7ème Récolte	30/10	116	18°	299	1,9	Tige	64,6	53,8	0,32	0,040	0,92	0,04	0,075	
						Racine	7,7	6,3	0,74	0,338	0,41	0,02	0,155	
						Glume	-	2,3	1,48	0,094	0,56	0,06	0,190	
						Rachis	-	1,3	0,70	0,038	0,64	0,12	0,190	
						Graine	-	6,7	2,34	0,224	0,44	0,05	0,155	
Total	-	70,4	-	-	-	-	-							

A N N E X E 6.1.2.

Mobilisation Minérales du S 29 (Kg/ha) SARIA 1971

Stade		:P 15 : Sol ferrugineux profond						:P 7 : Sol ferrugineux tropical sur : carapate							
		M	S	N	P	K	Ca	Mg	M	S	N	P	K	Ca	Mg
15ème j	Total	270		9,0	0,5	8,5	0,5	0,5	37,5		-		-		-
30ème j	Tige	890		30,9	3,1	35,5	1,9	2,2	375		13,0	0,9	8,3	1,0	1,4
	Racine	150		3,1	0,3	4,6	0,1	0,2	56		0,9	0,1	0,6	-	0,1
	Total	1040		34,0	3,4	40,1	2,0	2,4	431		13,9	1,0	8,9	1,0	1,5
45ème j	Tige	4140		88,7	12,0	162,8	8,5	10,1	1950		29,3	2,9	43,9	2,9	6,6
	Racine	993		16,6	2,1	36,0	0,8	1,3	337		3,1	0,3	4,9	0,2	0,5
	Total	5133		105,3	14,1	198,8	9,3	11,4	2287		32,4	3,2	48,8	3,1	7,1
60ème j	Tige	8175		114,5	19,6	224,0	12,7	17,3	5625		42,8	4,9	56,4	8,8	12,2
	Racine	1247		11,7	1,8	23,2	0,6	0,7	581		2,6	0,3	5,6	0,4	0,6
	Total	9422		125,2	21,4	247,2	13,3	18,0	6206		45,4	5,2	62,0	9,2	12,8
75ème j	Tige	11409		139,1	25,6	228,1	11,4	21,7	6037		39,8	4,5	48,3	7,8	12,6
	Racine	3441		28,9	3,6	73,6	1,4	1,7	600		4,0	0,3	5,4	0,3	0,4
	Pncule	1125		15,2	2,6	7,1	0,6	1,8	459		7,0	0,7	4,0	0,5	0,8
	Total	5975		183,2	31,8	308,8	13,4	25,2	7096		50,8	5,5	57,7	8,6	13,8
Récolte	Tige	7969		51,0	12,1	74,0	15,1	24,3	5044		20,2	2,2	44,3	2,0	3,7
	Feuille	2503		18,0	2,5	60,7	2,5	1,8	-		-		-		-
	Racine	1875		19,5	7,8	7,5	0,8	3,4	591		4,5	2,1	2,3	0,2	0,9
	Glume	459		3,5	1,0	2,4	0,7	1,4	216		2,3	0,2	1,0	0,1	0,4
	Rachis	544		3,5	0,2	3,5	0,6	0,9	122		0,7	0,1	1,5	0,1	0,2
	Graine	3309		78,8	4,4	14,5	2,0	5,2	628		14,3	1,1	2,8	0,1	1,2
	Total	16659		174,3	28,0	162,6	21,7	37,0	6601		42,0	5,7	51,9	2,5	6,4
		Graines DVA : 759													
		Total DVA : 6732													