

RÉPUBLIQUE du TCHAD

Présidence du Gouvernement

Ministère de l'Agriculture
et de l'Élevage

Direction de l'Agriculture

ETUDES D'ÉROSION HYDRIQUE
à la FERME de BEKAO

(LOGONE ORIENTAL)

CAMPAGNE 1963

O. R. S. T. O. M.
CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES
SECTION PÉDOLOGIE
Avenue du Général TILHO
FORT-LAMY

Décembre 1963

63 - 9

REPUBLIQUE DU TCHAD

PRESIDENCE DU GOUVERNEMENT

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

ET DE L'ELEVAGE

DIRECTION DE L'AGRICULTURE

ETUDES D'EROSION HYDRIQUE.

A LA FERME DE BEKAO

(Logone Oriental)

Campagne 1963

O.R.S.T.O.M.

Centre de Recherches Tchadiennes

Pédologie

Avenue du Général Tilho

FORT-LAMY

Décembre 1963

63 - 9

S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
AVANT PROPOS	I à 2 inclus
RESULTATS DE LA CAMPAGNE	
I - Généralités sur l'année météorologique	3 à 4 "
II - Résultats bruts relatifs au ruissellement	4 à 6 "
III - Essai d'interprétation	6 à 12 "
Effet érosif des pluies -	
Effet protecteur de la végétation et	
de la culture en billons	
CONCLUSIONS GENERALES SUR LES ETUDES D'EROSION A BEKAO	13 à 14 "
BIBLIOGRAPHIE	15

A V A N T - P R O P O S

--==--

Ce rapport fait suite aux deux années d'études d'érosion hydrique déjà effectuées à BEKAO. La première année deux parcelles expérimentales avaient été mises en place, et une troisième avait été installée la seconde année. C'est sur ce dispositif que les mesures ont été continuées cette année.

Nous nous contenterons de rappeler ici, très rapidement, les caractéristiques de l'installation et la succession culturale de chaque parcelle, tous détails complémentaires se trouvant dans les précédents rapports.

- Parcelle I : 20 x 6 mètres.
 pente 2% environ
 I961 = mil - arachide
 I962 = jachère naturelle
 I963 = coton à plat en lignes suivant courbes de niveau.
- Parcelle II : 15 x 6 mètres.
 pente 3% environ
 I961 = mil - arachide
 I962 = mil - arachide suivant courbes de niveau
 I963 = coton billonné suivant courbes de niveau.
- Parcelle III : 15 x 6 mètres.
 pente 3% environ
 I962 = mil - arachide suivant ligne de plus grande pente
 I963 = mil - arachide en lignes suivant courbes de niveau.

En principe, la succession culturale prévue devait correspondre à la rotation appliquée à la ferme de BEKAO, à savoir: coton; mil-arachide; mil-arachide; jachère; jachère. Cette succession n'a pas été suivie pour diverses raisons, dont la principale est que deux parcelles sur trois auraient été en jachère cette année; il aurait été intéressant de conserver au moins une de ces parcelles en jachère (la II spécialement), mais la jachère a malencontreusement été détruite avant le démarrage de la campagne.

Le caractère quelque peu précaire des installations et divers incidents en cours de campagne, survenus en particulier dans le transport des échantillons, ne permettent pas de considérer cette année les chiffres d'exportation en terre, d'ailleurs incomplets, avec une sécurité suffisante pour une exploitation complète. Pour le ruissellement lui-même qui va être étudié, certains chiffres sont douteux (concernant surtout la parcelle II); ils sont donnés alors entre parenthèses.

.../...

Noter enfin que pour des questions de personnel et aussi en fonction de la sensibilité réduite des mesures permises par le dispositif, il est impossible de suivre avec rigueur le ruissellement pluie par pluie. La périodicité prévue pour les vidanges était deux fois par mois, mais on a dû allonger cette unité de temps pour la même raison de sensibilité, lorsque les quantités ruissellées étaient trop faibles. En revanche, les vidanges ont été plus fréquentes en périodes de fortes pluies et de fort ruissellement.

Signalons enfin que l'installation a été mise en fonctionnement le 21 Avril, alors qu'il était déjà tombé 14,9 mm. de pluie dans la deuxième quinzaine de Mars et 41,5 mm. du 1er au 20 Avril; toutefois ces quantités sont assez faibles et correspondent à des pluies elles-mêmes assez faibles pour qu'elles soient peu érosives, d'autant qu'elles tombent sur un sol sec.

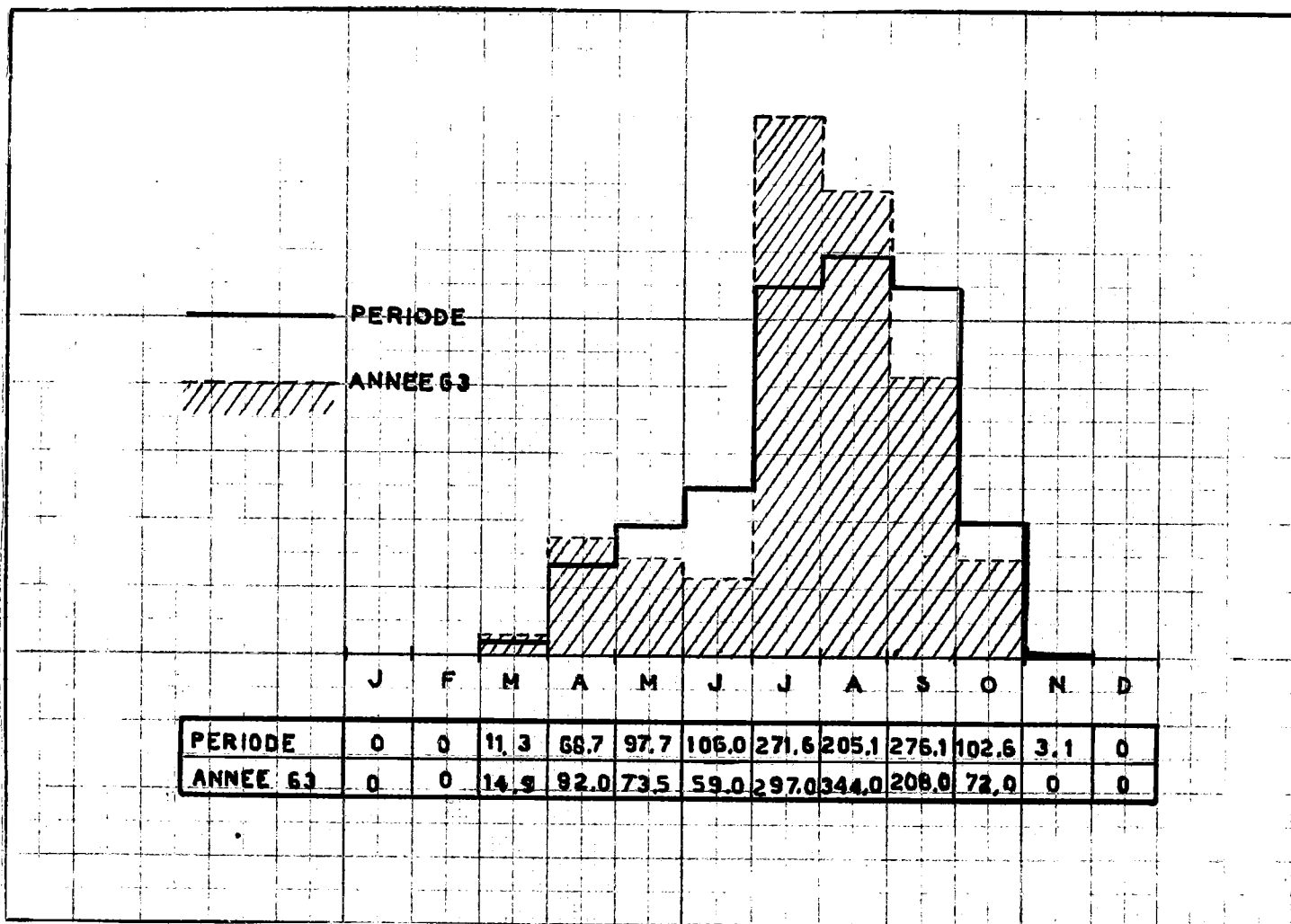
Après l'étude du ruissellement pour la présente campagne, nous essayerons de faire le bilan des trois années d'étude.

RESULTATS DE LA CAMPAGNE

I - GENERALITES SUR L'ANNEE METEOROLOGIQUE.

Le total pluviométrique récolté après le 21 Avril est de 1204 mm., soit pour l'année complète et en ajoutant la fraction tombée avant la mise en service du dispositif, un total général de 1260 mm.; la moyenne calculée sur 10ans (1953 à 1962) est de 1296 mm., c'est-à-dire que ce total est normal.

En revanche, si l'on considère la répartition des pluies et si on la compare au graphique moyen obtenu sur 7 ans (1955 à 1962 moins 1960 incomplet), période pour laquelle la moyenne est alors de 1255 mm., on peut faire les observations suivantes :

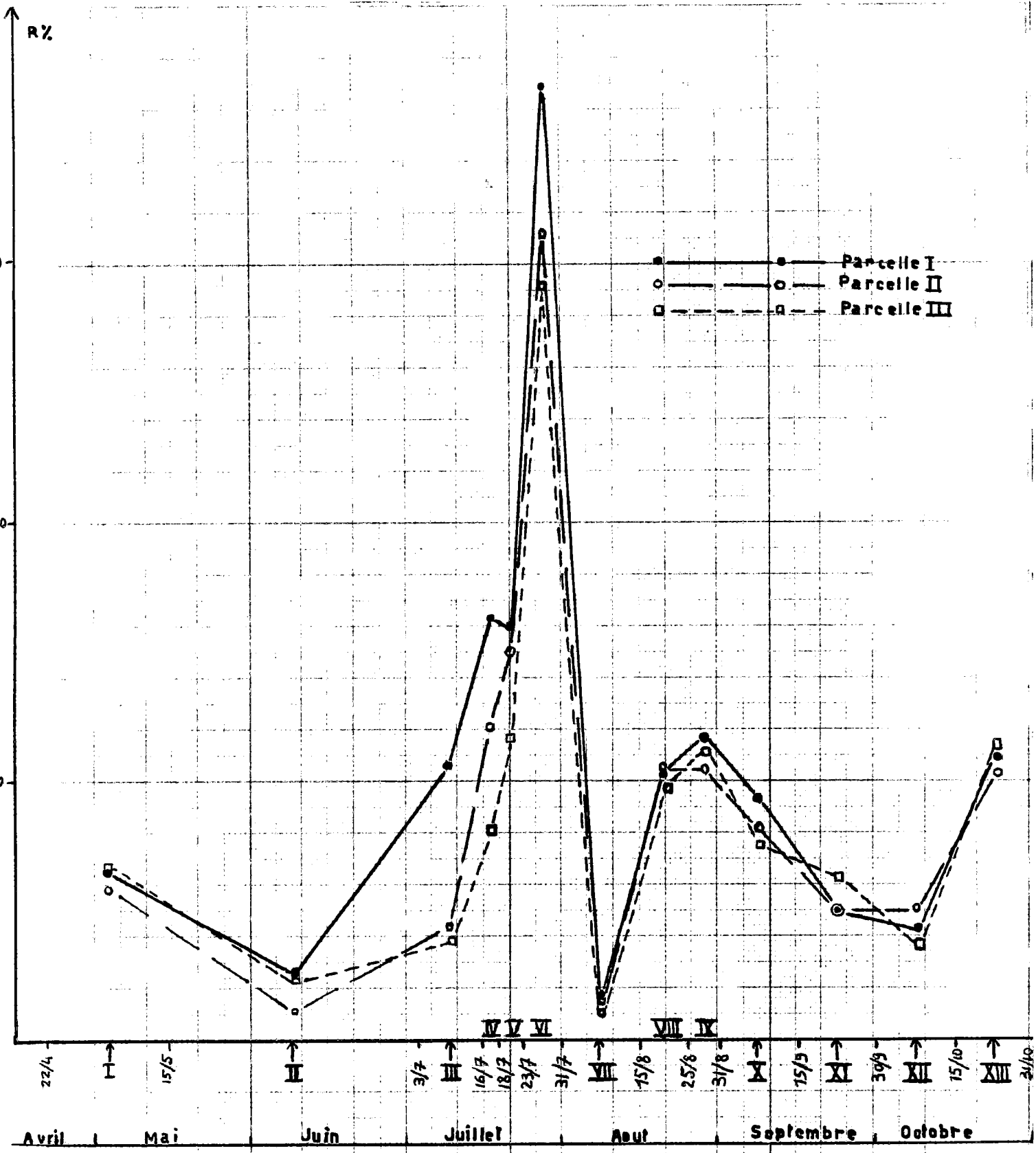


- Le tout début de la saison des pluies a été légèrement excédentaire (Mars - Avril).

- Les mois de Juillet et Août ont été largement excédentaires, tandis que chaque groupe de deux mois encadrant cette période centrale avant et après, est nettement déficitaire, en particulier Juin et Septembre.

II - RESULTATS BRUTS RELATIFS AU RUISSELLEMENT (Tableau I)

Période		Pluie	Parcelle I		Parcelle II		Parcelle III	
n°	dates	mm.	volume ruisselé	ruissel: R%	volume ruisselé	ruissel: R%	volume ruisselé	ruissel: R%
			mm.		mm.		mm.	
1	22/4-15/5	109,0	7,1	6,5	(6,4)	(5,9)	7,2	6,6
2	16/5- 3/7	112,0	2,9	2,6	1,4	1,2	(2,1)	(2,4)
3	4/7-15/7	113,5	12,0	10,6	(5,0)	(4,4)	4,4	3,9
4	16/7-18/7	97,5	15,9	16,3	(11,7)	(12,0)	7,9	8,1
5	19/7-23/7	102,5	16,3	15,9	(13,4)	(13,1)	11,9	11,6
6	24/7-31/7	45,5	16,7	36,7	(14,0)	(30,8)	13,3	29,2
7	1/8-15/8	81,5	1,5	1,8	(1,4)	(1,7)	0,9	1,1
8	16/8-25/8	142,0	14,6	10,3	(14,7)	(10,4)	14,1	9,9
9	26/8-31/8	121,0	14,2	11,7	12,6	10,4	13,6	11,2
10	1/9-15/9	120,0	(11,2)	(9,3)	(9,7)	(8,1)	(9,0)	(7,5)
11	16/9-30/9	88,0	4,4	5,0	4,4	5,0	5,6	6,4
12	1/10-15/10	51,0	(2,1)	(4,2)	(2,6)	(5,1)	(1,9)	(3,7)
13	16/10-31/10	21,0	(2,3)	(10,9)	2,2	10,5	2,4	11,4
Total ou/et:								
moyenne		1204,5	121,2	10,1	99,5	8,3	94,3	7,8



Il ressort de l'examen de ces résultats et principalement de l'examen de leur représentation graphique, plusieurs constatations :

1)- Par ordre décroissant les valeurs de R se classent de la manière suivante :

Parcelle I = coton à plat
 Parcelle II = coton billonné suivant courbes de niveau
 Parcelle III = mil - arachide.

Il semble donc que la couverture de mil - arachide soit plus efficace que le coton vis à vis de l'érosion et que pour le coton la culture à plat est nettement plus sensible, comme on devait s'y attendre; la différence n'est pas énorme, mais on se rappelle que la parcelle II a cependant une pente plus forte que la parcelle I.

2)- Malgré ces différences entre parcelles, les trois courbes ont très nettement la même allure, avec une bonne concordance des minima et des maxima; en particulier les pluies très fortement érosives apparaissent de façon très nette.

3)- Le décallage entre les courbes coton à plat et coton billonné est surtout net dans la première moitié du cycle végétatif, ce qui tend à montrer qu'à partir d'un certain stade de développement, l'effet protecteur du couvert végétal est assez efficace pour masquer l'effet de l'aménagement antiérosif.

C'est sur ces deux derniers points, aussi intéressants du point de vue théorique que pratique, que nous nous efforcerons d'apporter quelques précisions par un essai d'interprétation plus complet.

III - ESSAI D'INTERPRETATION.

1)- Analyse de l'effet érosif des pluies en fonction de leur intensité.

Pour essayer de procéder à cette analyse, nous avons dépouillé systématiquement les 72 pluviogrammes de la saison, puis pour chaque averse nous avons groupé les hauteurs de pluie par intensité décroissante; enfin pour chaque période, nous avons fait la somme des hauteurs de pluie par classe d'intensité et fait la somme des hauteurs de pluie d'intensité supérieure à 30 - 60 - 90 - 120 - 150 mm/H = ces résultats sont donnés dans le tableau 2.

Tableau 2

Hauteurs de pluie d'intensité supérieure à : (par période)

Période	>0 (Ptotal)	>30mm/H	> 60	> 90	> 120	> 150
I	I09	36	28,0	0	0	0
2	II2	32,0	9,5	4,5	0	0
3	II3,5	44,5	2,5	0	0	0
4	97,5	60,0	39,0	24,5	9,5	9,5
5	I02,5	I4,5	0	0	0	0
6	45,5	36,0	30,0	30,0	30,0	30,0
7	8I,5	I8,0	3,5	0	0	0
8	I42,0	45,5	42,5	I7,5	9,0	5,0
9	I2I,0	82,0	46,0	I6,5	0	0
I0	I20,0	87,0	49,0	I3,0	5,0	5,0
II	88,0	37,0	32,5	9,0	4,0	0
I2	5I,0	24,5	24,5	I9,5	I9,5	I9,5
I3	2I,0	8,5	0	0	0	0
Total	I204,5	525,5	307,0	I34,5	77,0	49,0

Si l'on compare alors ces données avec les résultats relatifs au ruissellement, on peut faire les remarques suivantes :

- sauf pour les périodes II et I2 en fin de saison des pluies et pour la période 2 en début de saison, les valeurs de R supérieures à 8% correspondent à des périodes où une fraction des pluies est tombée avec des intensités supérieures à 90 mm/Heure; ceci à une exception près pour la période 5 avec un fort ruissellement sans que les intensités atteignent 60 mm/H.

.../...

- les valeurs maxima de R (période 6), correspondent à une fraction de pluie importante à très forte intensité = 30 mm à plus de 150 mm/Heure.

Pour essayer de serrer l'effet de l'intensité des pluies on peut calculer des coefficients de ruissellement fictifs RK, en rapportant les hauteurs de pluie ruissellée aux fractions de pluie d'intensité supérieures à K pendant la même période; les calculs ont été faits pour la parcelle I et sont groupés dans le tableau 3.

Tableau 3

RK calculés sur les fractions de pluie d'intensité supérieure à K.

Parcelle I

Période	Volume ruisselé mm.	R 0	R 30	R 60	R 90	R 120	R 150
I	7,1	6,5	19,7	25,4	-	-	-
2	2,9	2,6	9,0	30,5	64,4	-	-
3	12,0	10,6	27,0	-	-	-	-
4	15,9	16,3	26,5	40,8	65,0	-	-
5	16,3	15,9	-	-	-	-	-
6	16,7	36,7	46,5	55,6	55,6	55,6	55,6
7	1,5	1,8	8,3	42,8	-	-	-
8	14,6	10,3	32,1	34,4	83,4	-	-
9	14,2	11,7	17,3	30,9	86,1	-	-
10	11,2	9,3	12,9	22,8	86,2	-	-
11	4,4	5,0	11,9	13,5	48,9	-	-
12	2,1	4,2	8,6	8,6	11,0	11,0	11,0
13	2,3	10,9	27,1	-	-	-	-
	121,2	10,1	23,1	39,5	90,4	-	-

Si les pluies ne ruissellaient qu'à partir d'un seuil d'intensité donné, les RK devraient être voisins entre eux et proches de 100 pour la valeur de K la plus voisine de ce seuil supposé. On constate qu'en fait il n'en est rien, ce qui traduit que le ruissellement est un phénomène plus complexe. On sait, en effet, que s'il existe un seuil d'intensité, c'est surtout pour faire démarrer le phénomène; d'autre part, cette méthode d'analyse est d'autant plus arbitraire que le calcul s'applique à des périodes et non à des averses. Toutefois, le tableau 3 donne quelques indications.

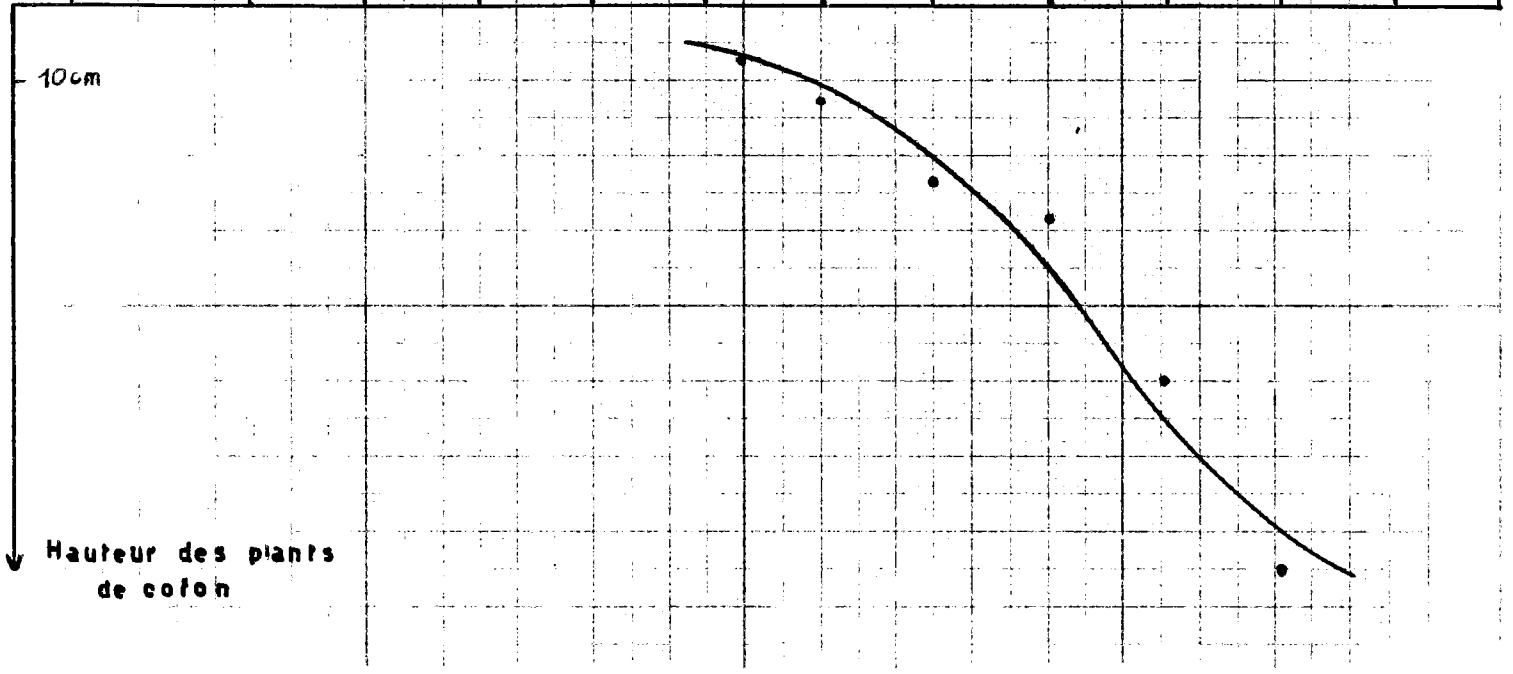
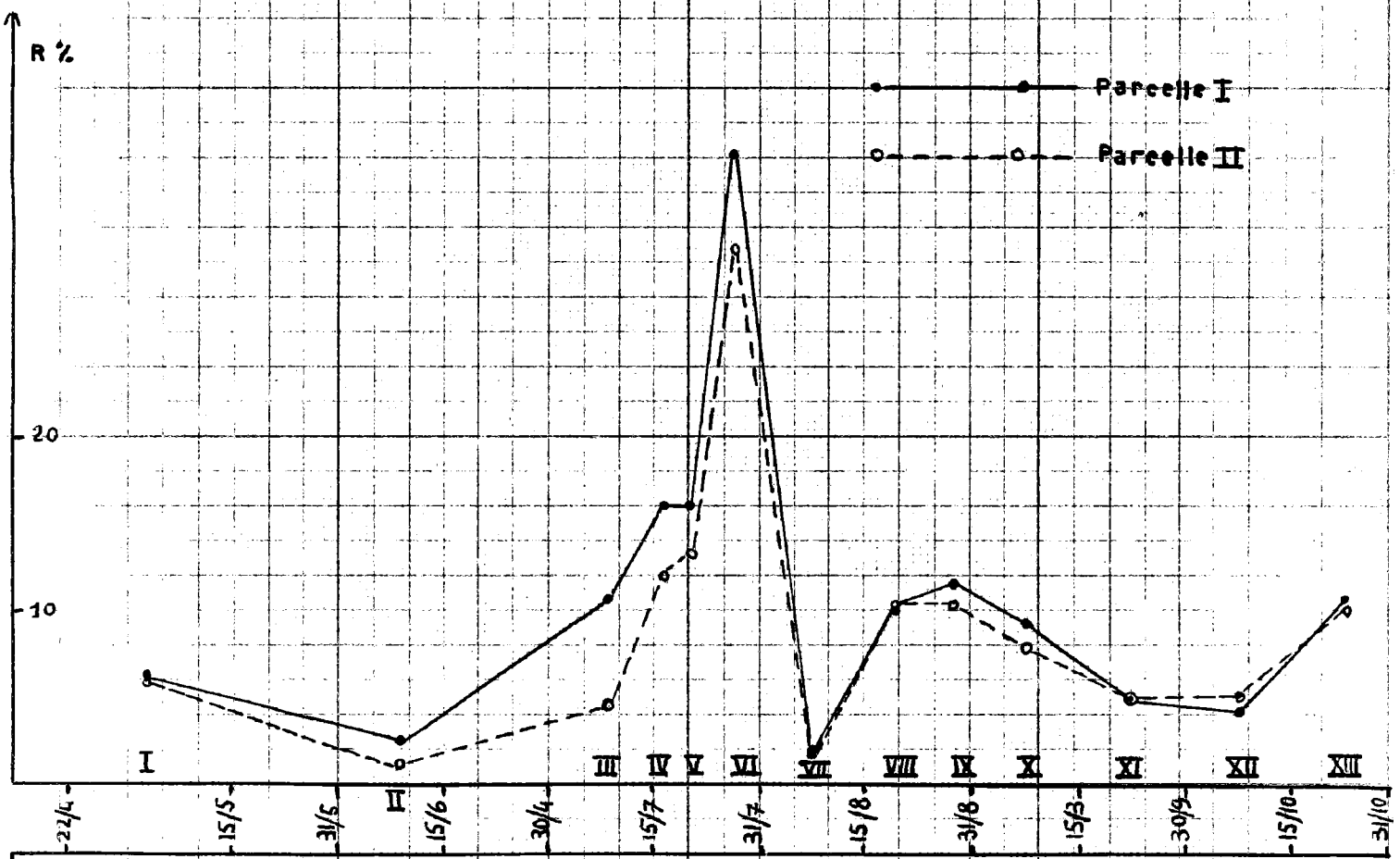
- A l'exception des périodes II et I2, déjà mentionnées plus haut, on a des R 60 compris entre 23 et 56% et des R 90 compris entre 55 et 86%; des intensités de 90 mm/H. semblent donc s'accompagner toujours de forts ruissellements.
- Pour les périodes II et I2, qui présentent des ruissellements faibles par rapport à l'ensemble de la saison, on peut en conclure que le ruissellement a diminué cette année en fin de saison, même avec des intensités encore notables.
- Noter enfin que les périodes où le ruissellement est maximum en milieu de saison des pluies, correspondent à des chutes de pluie fortes et rapprochées, c'est-à-dire qui ont beaucoup plus de chances de tomber sur un sol mouillé, condition très favorable pour que se déclenche le phénomène de ruissellement.

2)- Effet protecteur de la végétation de la culture en billons.

Nous avons déjà remarqué que le décallage entre les courbes du ruissellement relatives au coton à plat et au coton billonné (parcelles I et II), présentaient un décallage net jusqu'à la période 6 comprise; on peut penser que cet effet net du système antiérosif est dû à l'absence d'effet protecteur de la végétation dans ses premiers stades, alors qu'à partir d'un certain degré de développement, la protection serait suffisante pour amortir cette différence. Afin d'essayer de vérifier cette hypothèse, nous avons représenté graphiquement les ruissellements pour les parcelles I et II en fonction du temps et la courbe de hauteur des plants de coton en fonction du temps également.

On constate bien que jusqu'à la période 6, l'effet protecteur de la végétation ne peut être que très faible; il doit être encore faible pendant la période 7, mais on ne peut en juger vu que pour cette période les ruissellements sont très faibles. Il est probable qu'ensuite le couvert végétal exerce bien une action protectrice efficace.

CROISSANCE DU COTON ET RUISSELLEMENT



Du point de vue pratique, on peut immédiatement conclure que l'on a ici une raison de plus pour semer le coton dès que les conditions météorologiques favorables se présentent dans la saison.

En ce qui concerne l'effet du billonnage, il apparaît nettement sur les chiffres de ruissellement. Nous avons déjà essayé de voir également son effet par des observations directes sur le terrain (17 Octobre 1963). Ces observations ont porté sur des coupes verticales de sol peu profondes.

Parcelle I = horizon superficiel homogène
prélèvement 0 - 4 cm. effectué en IO
prises n° BK . IO.

Parcelle II =
- sommet de butte = horizon homogène comme en I
prélèvement idem n° BK 20 A.
- dans le sillon = sur 4 cm environ on observe des lits de sables successifs, nets.
prélèvement idem n° BK 20 B.

Il est net que les buttes sont érodées et que les produits ruisselés s'accumulent dans le sillon, ce qui prouve bien l'effet protecteur du buttage.

Les analyses des échantillons prélevés sont également intéressantes à considérer et à comparer à une série d'analyses portant sur des fractions de terre érodée et exportées, récoltées à date comparable (15 Octobre 1963), numérotées I,II,III, et correspondant aux trois parcelles.

	IO	20 A	20 B	I	II	III
<u>GRANULOMETRIE %</u>						
sables grossiers	43	40	54	59	54	53
sables fins	30	36	30	20	30	30
limons grossiers	12	12	8	4	7	8
limons fins	9	6	4	10	5	4
argile	5	6	4	6	4	4
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>						
M O %	1,53	0,92	1,16	3,4	1,63	1,20
C %	0,89	0,54	0,68	2,0	0,95	0,70
N %	0,56	0,34	0,39	1,1	0,67	0,39
C/N	15,8	15,4	17,4	18,1	13,2	17,6

On constate en particulier que l'échantillon 20 B. diffère des autres échantillons de surface par une plus forte proportion de sables grossiers et un moindre pourcentage en éléments fins, et se rapproche bien par ces mêmes caractères de la fraction exportée. On doit encore souligner que d'après les 15 autres analyses effectuées sur la terre érodée, il semble général que la fraction érodée soit plus riche en éléments fins pour la parcelle I cultivée à plat, ce qui indiquerait un effet protecteur très intéressant des dispositifs antiérosifs.

-oOo-

CONCLUSIONS GENERALES SUR LES ETUDES
D'EROSION A BEKAO

Afin d'essayer de préciser et d'étendre certains résultats observés pendant les trois années d'étude effectuées à BEKAO, il est intéressant de rassembler les résultats moyens annuels =

	Parcelle I	Parcelle II	Parcelle III
	Culture : R : E	Culture : R : E	Culture : R : E
	et : % : kg/Ha	et : % : kg/Ha	et : % : kg/Ha
	disposi- : : :	disposi- : : :	disposi- : : :
	tif. : : :	tif. : : :	tif. : : :
I961	Mil-ara- : : : chide : IQ5: 8204 / : : :	Mil-ara- : : : chide : I4,9: I0872 / : : :	: : : / : / : /
I962	Jachère : I38: 3258	Mil-ara- : : : à plat : I5,8: 7078 lignes sui : : : vant cour : : : bes de ni : : : veau : : :	Mil-ara- : : : lignes de I7, I: I3666 + grande : : : pente : : : : : : : : :
I963	Coton : IQI: / à plat : : : : : : : : :	Coton : 8,3: / billons/ : : : courbes : : : de niveau : : :	Mil-ara- : 7,8: / courbes : : : de niveau : : : : : :

La première année d'expérience montre l'influence nette de la pente, les parcelles I et II portant la même culture mais possédant des pentes respectives de 2 et 3% environ. Cette influence est nette tant sur la valeur du ruissellement que sur l'exportation en terre. En 1962, on constate l'effet protecteur de la jachère, surtout pour l'exportation en terre -Entre les parcelles II et III situées sur la même pente et avec la même culture mais en lignes différemment orientées, on observe l'influence nette, surtout en ce qui concerne la quantité de terre exportée, de cette orientation.

En 1963, on a précisé l'influence de l'aménagement antiérosif et l'effet du couvert végétal.

.../...

En considérant l'ensemble de ces résultats, on constate également que les chiffres sont assez dispersés; toutefois, ils permettent de conclure à un danger d'érosion certain à BEKAO, danger qui se traduit parfois dans les blocs de culture de la ferme par des phénomènes spectaculaires.

En fonction des résultats précédents, on peut préconiser un certain nombre de mesures protectrices :

- La première et la plus simple consiste à effectuer les semis dès que possible, de façon à obtenir le plus tôt possible, dans la saison, l'effet protecteur du couvert végétal. Cette mesure s'impose d'autant plus que la répartition de la pluviométrie peut être assez irrégulière pour qu'apparaissent, certaines années, des pluies très érosives, assez tôt dans la saison.

- Un aménagement antiérosif simple et facile à réaliser doit être aussi envisagé; ainsi MARIUS avait proposé l'an dernier le système en billons raccordés, qui, outre son efficacité due au compartimentage serré, peut s'appliquer de façon plus profitable que le simple buttage lorsque les lignes de culture sont assez obliques par rapport aux courbes de niveau. Cette année, ce système antiérosif a été mis en place sur le bloc coton et le chef de ferme estime due à cette technique, une très notable élévation de rendement.

A la suite des observations que nous avons effectuées sur ce bloc, il paraît utile d'insister sur deux points :

- Les billons raccordés doivent être exécutés avec soin; en particulier, on constate souvent que la terre servant à faire le bourrelet de raccord est prise immédiatement à proximité de ce bourrelet; il s'ensuit que le fond du compartiment n'est pas uniforme mais présente deux trous, parfois profonds, à chacune de ses extrémités, trous dans lesquels on a des croûtes limoneuses imperméables qui auraient sans doute moins tendance à se former sur un dispositif plus soigné.

- Les billons raccordés doivent être entretenus. Lors de la dernière saison des pluies, nous avons pu observer des billons raccordés qui s'étaient rompus de façon d'ailleurs très spectaculaire, donnant des rigoles d'écoulement qui ne peuvent avoir alors tendance qu'à se développer et continuer à détruire le système en aval. Un bon entretien devrait en principe prévenir la rupture et la réparer au plus tôt au cas où elle se produirait malgré tout.

B I B L I O G R A P H I E

- DABIN (B) - 1959 - Bilan de trois années d'érosion à la station d'Adiopodoumé, Côte d'Ivoire -
- C.R. 3ième conf. interaf. des sols - Dalaba - vol. II, pp. 629 - 635.
- DUGAIN (F) et FAUCK (R) - 1959 - Mesures d'érosion et de ruissellement en Moyenne Guinée - Relations avec certaines cultures.
- C.R. 3ième conf. interaf. des sols - Dalaba - vol. II, pp. 597 - 600.
- FOURNIER (F) - 1954 - La parcelle expérimentale - Méthode d'étude expérimentale de la conservation du sol, de l'érosion, du ruissellement. Extrait du rapport de la mission OECE Etude des sols aux Etats Unis.
- ORSTOM IDERT (Bondy), ronéo - 70 p., 13 fig., 5 tabl.
- FOURNIER (F) - 1958 - Contribution à l'étude de la conservation du sol en Afrique Occidentale Française - Doctorat d'état - Thèse secondaire Paris.
- ORSTOM - ronéo, 136 p., 10 fig., 8 graph., 12 tabl., 9 réf.
- MARIUS (C) - 1961 - Etude de l'érosion et du ruissellement à la ferme de Békao. (Rép. Tchad)
- ORSTOM. CRT. (Fort-Lamy), Déc. 1961, 23 p., ronéo., 7 pl., bibl., 6 réf.
- MARIUS (C) - 1962 - Etude de l'érosion et du ruissellement à la ferme de Békao. (Rép. Tchad)
- ORSTOM. CRT. (Fort-Lamy) Nov. 1962, 33 p., ronéo., 10 pl., bibl., 14 réf.
- ROCHE (P) - 1954 - Mesures de l'érosion et du ruissellement, sous différentes cultures, dans la région du Lac Alaotra (Madagascar).
- C.R. 2ième conf. interaf. des sols - Léopoldville - doc. 41, pp. 547 - 568.
- ROCHE (P) et DUBOIS (B) - 1959 - Mesures de ruissellement et d'érosion réalisées à Madagascar.
- C.R. 3ième conf. interaf. des sols - Dalaba - vol. II, pp. 601 - 614.