

REPUBLIQUE DE HAUTE-VOLTA  
MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ELEVAGE

Direction des Eaux et Forêts  
et de la Conservation des Sols

CENTRE TECHNIQUE  
FORESTIER TROPICAL  
Niger - Haute-Volta

---

DEUXIEME CAMPAGNE D'OBSERVATIONS  
SUR LA STATION DE MESURE DE L'EROSION DE GAMPELA

1968

par

Y. BIROT

Ingénieur du Génie Rural  
des Eaux et des Forêts

J. GALABERT

Ingénieur des  
Travaux des Eaux et des  
Forêts.

Centre Technique Forestier Tropical  
Niger - Haute-Volta

E. ROOSE  
Chargé de Recherches en  
Pédologie à l'O.R.S.T.O.M.

J. ARRIVETS  
Ingénieur agronome  
I.R.A.T. Haute-Volta

ORSTOM.- Côte-d'Ivoire

# S O M M A I R E

--:--:--:--:--:--:--:--

	Pages
INTRODUCTION	1
1 - LES CONDITIONS CLIMATIQUES : LA PLUVIOMETRIE	4
2 - LES OPERATIONS CULTURALES	9
3 - ANALYSE DES CONSEQUENCES DES FACTEURS CLIMATIQUES ET CULTURAUX	9
31 - Le développement du couvert végétal	9
32 - Le ruissellement	
33 - L'érosion	10
331 - Les pertes en terre	
332 - Les pertes en solution	
333 - Bilan des éléments entraînés	
34 - Les rendements des cultures	36
4 - RESULTATS RELATIFS A L'EQUATION DE WISCHMEIER	37
41 - Le dispositif expérimental : description	
42 - Résultats	
CONCLUSIONS	40

## I N T R O D U C T I O N

La deuxième campagne d'observations sur la station de mesure de l'érosion de GAMPELA utilisait l'infrastructure, le matériel, les dispositifs expérimentaux et les méthodes déjà décrits dans un précédent rapport auquel nous renvoyons le lecteur pour des informations plus détaillées.

Rappelons seulement que le but de ces recherches est de cerner et de préciser l'importance du phénomène de l'érosion hydrique, et de tester des méthodes simples de lutte contre l'érosion dans la région du plateau Mossi. En effet l'accroissement démographique conduisant à une diminution des jachères amène à une surexploitation, l'introduction de techniques culturales plus élaborées, peuvent laisser craindre quelque phénomènes érosifs malgré les faibles pentes de la région, étant donné la violence des pluies incidentes. L'étude compare 3 parcelles ayant reçu des traitements différents ; sur ces 3 parcelles on détermine le ruissellement, l'érosion, le rendement des cultures. Nous avons rappelé sur le tableau n° 1 les traitements en comparaison. Il faut noter l'intérêt tout particulier de ce dispositif qui utilise des parcelles expérimentales de dimensions très supérieures aux parcelles d'érosion traditionnelles qui n'ont que 200 m<sup>2</sup>. Les chiffres obtenus ici, tant sur le plan du ruissellement et de l'érosion, que sur le plan des rendements des cultures, ont donc une signification réelle, puisqu'ils sont "à l'échelle" d'un champ de culture paysanne.

Par suite des défauts inhérents à toute phase d'installation, les résultats enregistrés en 1967 étaient incomplets et affectés par la mise en place du dispositif (dessouchage par exemple). En 1968, les observations ont pu être menées à bien, et de façon beaucoup plus complète. Il a même été possible grâce à la collaboration de l'O.R.S.T.O.M. Côte-d'Ivoire (M. ROOSE Pédologue) et de l'I.R.A.T. Haute-Volta, de jeter les bases d'un bilan des pertes chimiques dues à l'érosion.

En 1968, il a été également décidé de s'attaquer à une meilleure connaissance des lois de l'érosion, par l'étude des paramètres de l'équation de WISCHMEIER. Rappelons que l'équation dite "équation universelle des pertes en terre" est de la forme :

.../...

PARCELLE	SUPERFICIE	PENTE	SOL	T R A I T E M E N T S		PLANTE
N°	m <sup>2</sup>	%		Aménagements antiérosifs	Techniques culturales	TEST
1	5 000	0,8	Ferrugineux Tropical squelettique sur carapace	Bourrelet de terre isohypse e = 0,40 m Fossé aval de diversion pente 2 ‰	Labour isohy- pse déversé vers l'aval Binage et but- tage (clois- onné) isohyp- -se	Sorgho
2	5 242	0,8	id	néant	Labour sui- vant la plus grande pente Binage et buttage sui- vant la pen- te Cloison- nage en 2e. moitié de saison des pluies.	Sorgho
3	4 435	0,8	id	néant	Culture tradi- tionnelle à la daba	Sorgho

TABLEAU N° 1  
LES TRAITEMENTS ETUDIÉS

$$A = K - R - LS - C - P.$$

- où
- A exprime la perte en terre totale
  - R est un index dépendant de l'énergie cinétique de la pluie et de l'intensité en 30 minutes.
  - K exprime la susceptibilité du sol à l'érosion
  - LS est un indice qui tient compte de la longueur et de l'inclinaison de la pente
  - C dépend des cultures, couvert, stade de végétation etc...
  - P dépend des aménagements antiérosifs réalisés.

Ces différents paramètres étant connus, cette équation permet à l'échelle de l'exploitation agricole de prévoir les risques d'érosion pour des cultures données sur des pentes de longueur et d'inclinaison données, avec des techniques culturales données sous le climat de la région considérée. Inversement, cette équation permet de définir les aménagements antiérosifs et les techniques culturales nécessaires pour maintenir l'érosion dans des limites tolérables dans le cadre d'une rotation culturale donnée. Sa portée pratique est donc considérable et il nous a semblé très urgent de commencer la détermination de certains paramètres de cette équation, dont les plus importants sont K et R.

R est calculé pour une série de transformations à partir des enregistrements pluviographiques.

K est déterminé au moyen d'une parcelle laissée en sol nu, travaillée à intervalles de 2, 3 semaines pour provoquer les risques d'érosion maximum. Sur cette parcelle d'érosion de 200 m<sup>2</sup> de superficie, LS est connu, C = 1 (pas de cultures), P = 1 (aucun aménagement antiérosif), on tire donc facilement d'érodibilité K de l'équation de WISCHMEIER citée ci-dessus.

En 1968, une telle parcelle dite de WISCHMEIER a été installée sur un sol de nature et de pente identiques à celui des grandes parcelles ; nous décrirons plus loin le dispositif utilisé.

Rappelons, pour terminer que pour la parcelle de WISCHMEIER comme pour les grandes parcelles, un certain nombre de répétitions climatiques sont indispensables pour obtenir des conclusions ayant un sens.

.../...

## 1) - LES CONDITIONS CLIMATIQUES : LA PLUVIOMETRIE

Les résultats de la campagne 1968, montrent que, outre un déficit relatif de la pluviométrie, une anomalie dans la répartition s'est produite avec une petite saison sèche assez marquée entre le 20 Juillet et le 20 Août. Le mois d'Août a été déficitaire et le mois d'Octobre excédentaire ; les comparaisons sont établies avec les moyennes établies sur 10 ans à la toute proche station de SABA.

Cette répartition "anormale" est fréquente dans les climats tropicaux, ses conséquences sur le plan de l'érosion peuvent être importantes, aussi, nous le répétons, est-il indispensable de prévoir un nombre de répétitions climatiques suffisant dans ce type de recherches.

### 11 - LA REPARTITION QUANTITATIVE

La répartition quantitative est donnée dans le tableau n° 2, et la fig. n° 1 illustre cette pluviométrie journalière. La fig. n° 2 présente la pluviométrie cumulée par période décadaire. L'analyse de ces figures et tableau fait apparaître nettement l'anomalie de la petite saison sèche du 20 Juillet au 20 Août, et le redressement fin Octobre. Ce phénomène en dehors de son action directe sur le développement des cultures, peut modifier également beaucoup les résultats relatifs à l'érosion et au ruissellement dans la mesure où les pluies tardives arrivent sur des parcelles où les végétaux sont bien développés, et jouent par leur couvert le rôle d'écran. La hauteur moyenne d'une pluie, c'est-à-dire la pluviométrie totale rapportée au nombre de jours de pluie est égale à 13,9 mm.

### 12 - L'ACTION EROSIVE DES PLUIES

F. FOURNIER a défini un indice d'agressivité climatique. Il caractérise la concentration du mois le plus pluvieux par rapport à l'ensemble de la pluviométrie annuelle. Il s'exprime par la formule  $p^2/P$  où  $p$  désigne en mm la pluviométrie du mois le plus pluvieux et  $P$  le total annuel également en mm. Cet indice n'a tout son sens que pour des valeurs moyennes établies sur plusieurs années d'observations climatiques, et à une échelle assez vaste (bassin versant). F. FOURNIER montre, qu'il est possible de relier cet indice à l'érosion. Bien qu'à l'échelle qui nous occupe, cet indice ait moins de sens, nous l'avons calculé en 1968, pour la station de GAMPELA, il est de 36 contre 84 en moyenne sur la station de SABA, toute proche.

TABLEAU N° 2 - CAMPELA 1968 -

MOIS DATES	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE
1			6,2		1,4	9,4	
2			0,8	4,0	9,5		
3							
4						15,8	
5			21,0	27,5			
6					10,0		
7				8,7		15,4	
8						48,8	51,2
9		16,2		12,9			
10			6,5		8,4	3,7	
11		1,4					
12						4,6	
13				34,3			
14							
15			8,9			25,6	
16	3,0			7,0	3,3		
17			28,6				
18		33,1			2,9	11,5	
19							
20				21,5			
21			21,0	1,4			
22							27,1
23				2,2	11,7		
24					8,6	2,5	
25							
26	2,9		10,6	2,2	35,8		
27			1,1				
28	19,9				15,3		
29			13,5	5,7			
30		36,6		5,0	31,2	4,4	
31							
Total mensuel en mm	25,8	87,3	89,6	161,0	58,1	141,7	78,3

PLUVIOMETRIE TOTALE : 721,8 mm

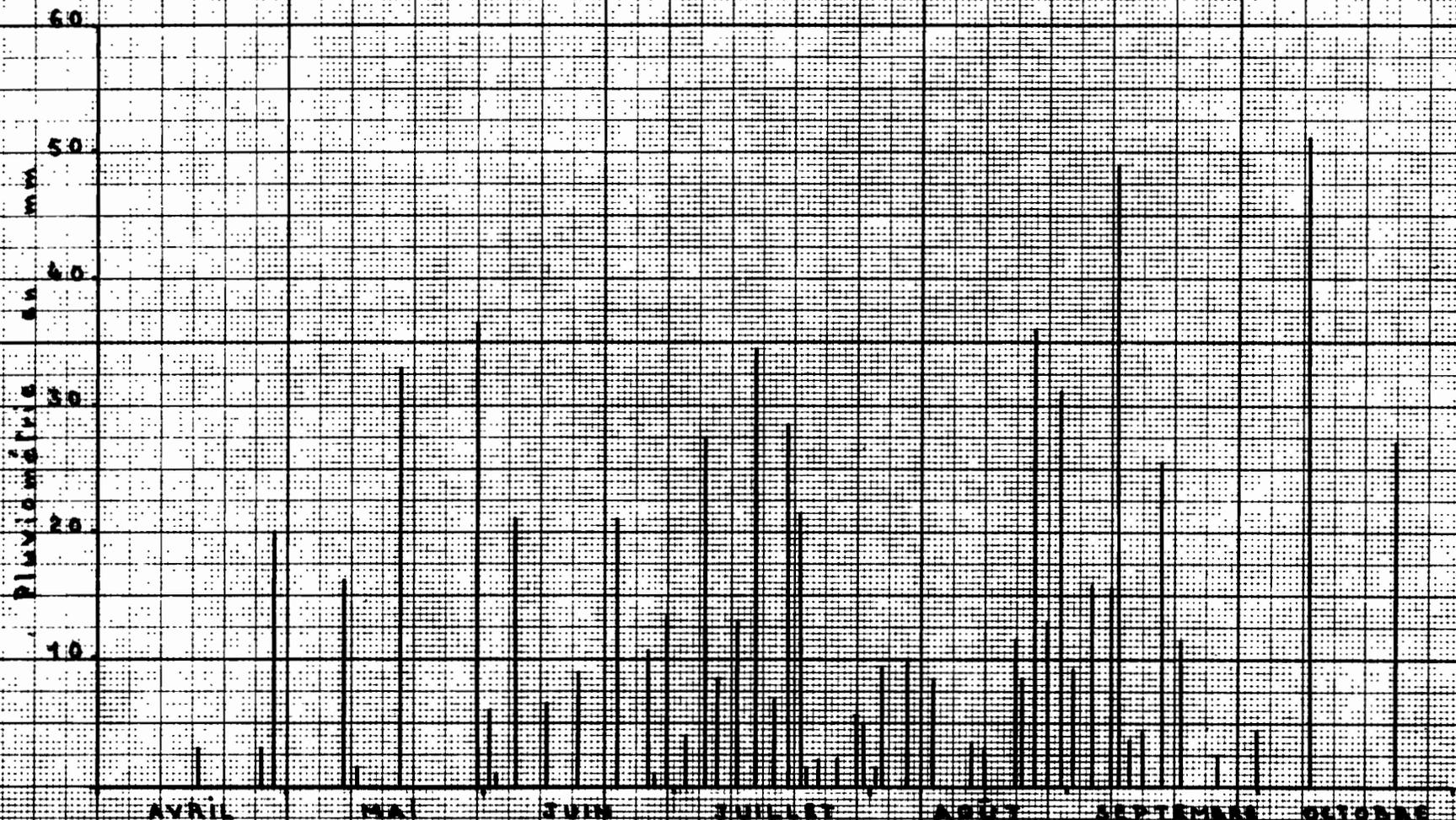
JOURNEES AVEC PLUIE	3	4	9	13	11	10	2
---------------------	---	---	---	----	----	----	---

NOMBRE DE JOURS AVEC PLUIE : 52

Fig. n° 1

GAMPELA - 1968 -

Pluviométrie : 321,8 mm



	AVRIL	MAY	JUN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE
1968	25,6	87,3	83,4	101,0	135,1	143,1	28,3
1967	?	?	74,5	100,3	321,3	133,3	0

Fig n°2

GAMPELA - 1968 -

Pluviométrie cumulée décadaire

Pluviométrie totale: 824,8 mm

GAMPELA-1968

SABA:  
Pluviométrie moyenne (1954-1963)  
693,4 mm

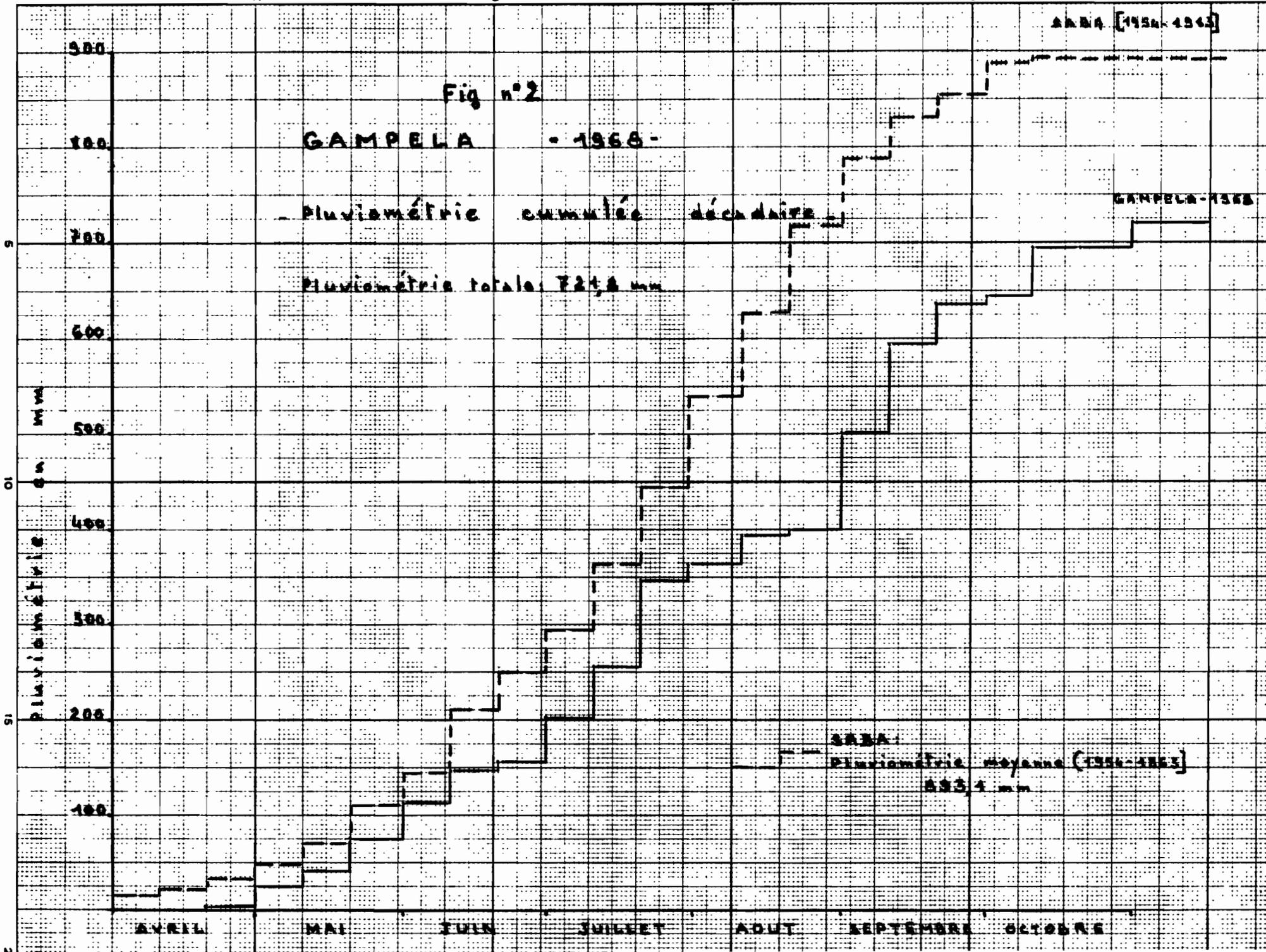


TABLEAU N° 3

Répartition des pluies en hauteur et intensité maximum.

Hauteur en mm	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Oct.	Total
	0-10	2	1	5	8	7	5	
10-20	1	3	2	1	3	3		11
20-30			2	3		1	1	7
30-40		1		1	2			5
40-50						1		1
50-60							1	1

Intensité max en mm/h	0-25	25-50	50-75	75-100	100-125	125-150	150-175	175-200	Total
	0-25	2	1	3	7	9	5		
25-50	1	3	3	2	3	2			14
50-75			3			2			5
75-100		1		2			1		4
100-125				2		1			3
125-150									0
150-175									
175-200							1		1

Cet indice, global, ne rend pas compte de l'action érosive des pluies unitaires et il nous a semblé intéressant de faire une étude plus détaillée.

L'intensité de la pluie joue un rôle déterminant dans sa force érosive et dans le déclenchement du ruissellement. Nous avons donné dans le tableau n°3 la répartition des pluies par classes d'intensité maxima. On note seulement 8 pluies dont l'intensité maxima est supérieure à 75 mm/h, ce qui n'est pas très important compte tenu du nombre de jours de pluies relativement grand. Il semble donc à priori que la force érosive des pluies a été assez limitée en 1968, mais l'utilisation de l'index R de WISCHEMEIER va nous permettre de préciser cette notion. Nous avons utilisé pour cela, le mode de calcul défini par C. BAILLY, J. de VERGNETTE et G. BENOIT DE COIGNAC du C.T.F.T. - MADAGASCAR qui a le gros avantage de donner R en unités américaines ce qui permet d'utiles comparaisons avec les ordres de grandeurs obtenus par les chercheurs américains.

Le tableau n° 4 répartit les pluies par classe de R, le tableau n° 5 montre la répartition de R au cours de la saison des pluies. Avec un total de 253, 9 unités de R, l'année 1968 n'a pas été très érosive étant donné la hauteur totale de la pluviométrie. En 1967 nous avons enregistré au NIGER, dans un climat plus sahélien il est vrai 278 unités de R pour 515 mm de pluie. L'examen plus détaillé des pluies montre que les deux précipitations ayant un R supérieur à 40 se sont produites en **Septembre** et **Octobre**, à un moment où le sol est bien couvert par la culture. Ceci apparaît plus nettement sur les figures n° 3 et 4. La fig. n° 3 montre qu'il n'y a pas de relation apparente entre la hauteur des pluies et l'index R. La fig. n° 4 donnant les valeurs cumulées de R et de la pluviométrie en fonction du temps. Les brusques "montées" de la courbe de R permettent de bien discerner les pluies érosives. En effet si l'on analyse les pluies du 13 Juillet, du 8 Septembre, et du 7 Octobre, le total de R pour ces 3 pluies est de 97 unités soit 38 % du R annuel. Ceci montre toute l'importance qu'il faut accorder à l'étude détaillée de chaque pluie, et aussi sur un plan pratique la nécessité de prévoir des ouvrages pouvant faire face à des pluies brutales et violentes, pluies cinquantenaires par exemple. En fait, si l'on exprime R en fonction de la hauteur de pluie correspondante (fig. n° 5), il semble qu'une liaison existe entre ces 2 facteurs. Nous pourrons, lorsque nous disposerons du nombre de répétition climatique suffisant, calculer cette régression qui, doit être une caractéristique de la station. Certains auteurs l'ont déjà fait (CHARREAU et collab. à SEFA au SENEGAL).

.../...

TABLEAU n° 4

GAMPELA 1968.

Répartition des pluies en fonction

de l'Index de WISCHMEIER (Unités américaines).

Index R	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Oct.	Total
0-10	2	4	9	12	11	8		46
10-20	1	1			1	1	1	5
20-30				1				1
30-40						1	1	2

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Oct.	Total
R m	10,61	30,70	25,80	55,47	27,34	59,70	44,31	253,93
% de Ra	4,17	12,08	10,16	21,84	10,76	23,51	17,45	100

Répartition de l'index R de WISCHMEIER  
au cours de la saison des pluies.

TABLEAU n° 5

Fig. n° 3

GAMPELA 1958

Relation entre la pluviométrie  
et l'index pluie de WISCHMEIER

Index pluie de Wischmeier

200

100

50

50

50

50

0

200

400

600

800

Pluviométrie cumulée en mm

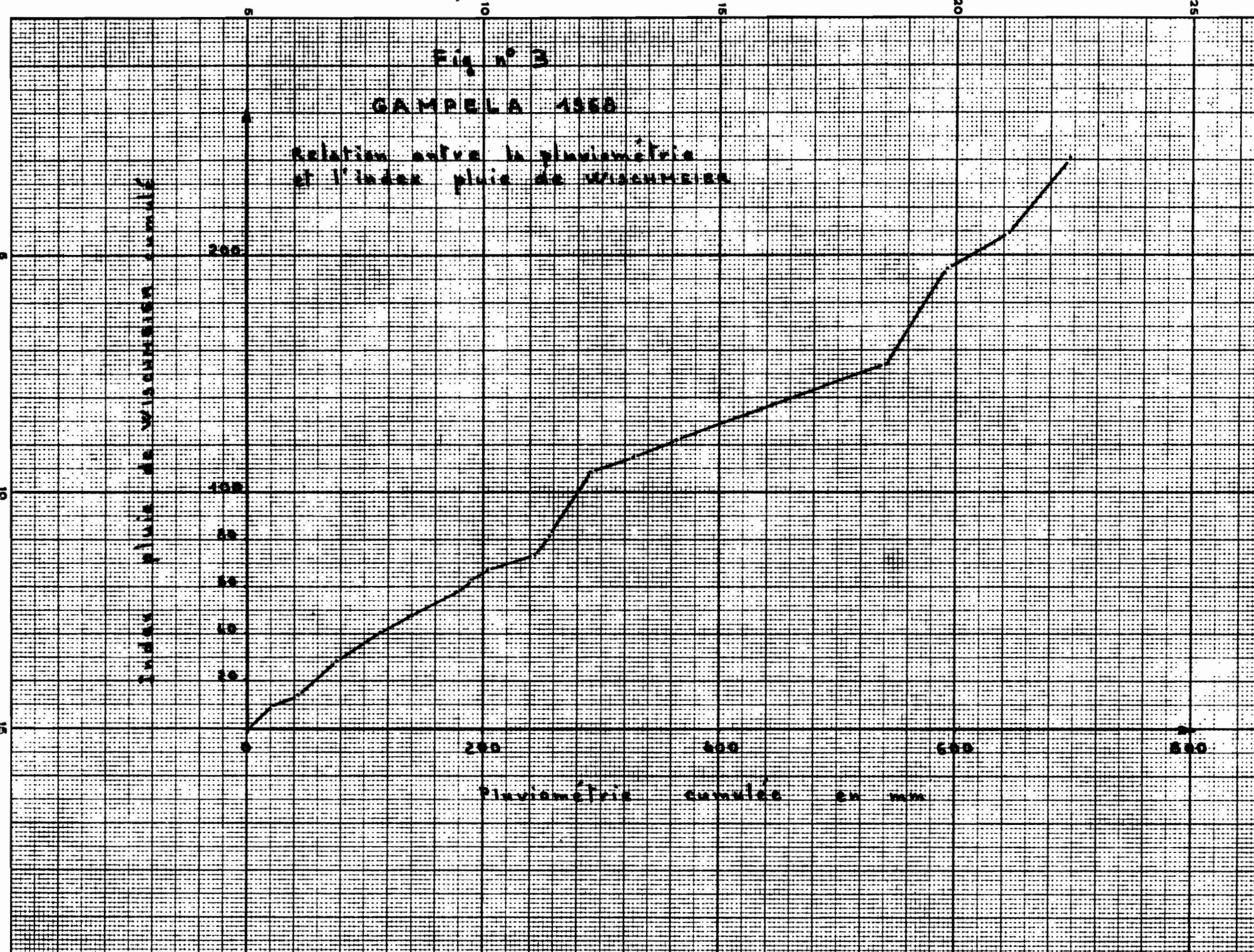


Fig n°4

GAMPELA 1968

Répartition annuelle de la pluviométrie  
et de l'index pluie de viscosité  
sur périodes homogènes

— pluie liquide

INDEX PLUIE DE VISCOSITE (CMM/LE)

PLUVIOMETRIE CUMULEE (mm)

AVRIL MAI JUIN JUILLET AOUT SEPT OCTOBRE

ANNÉE 1968

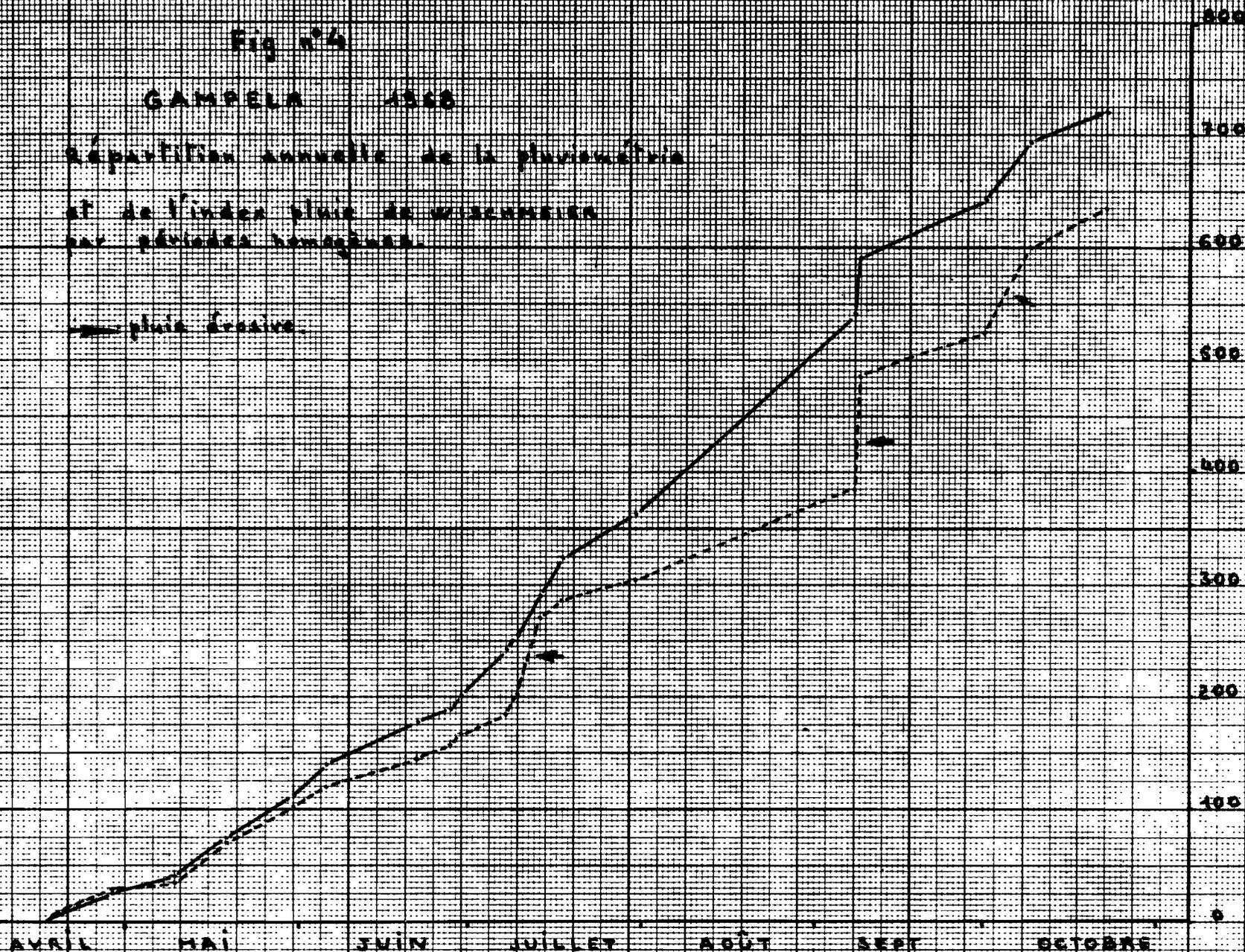
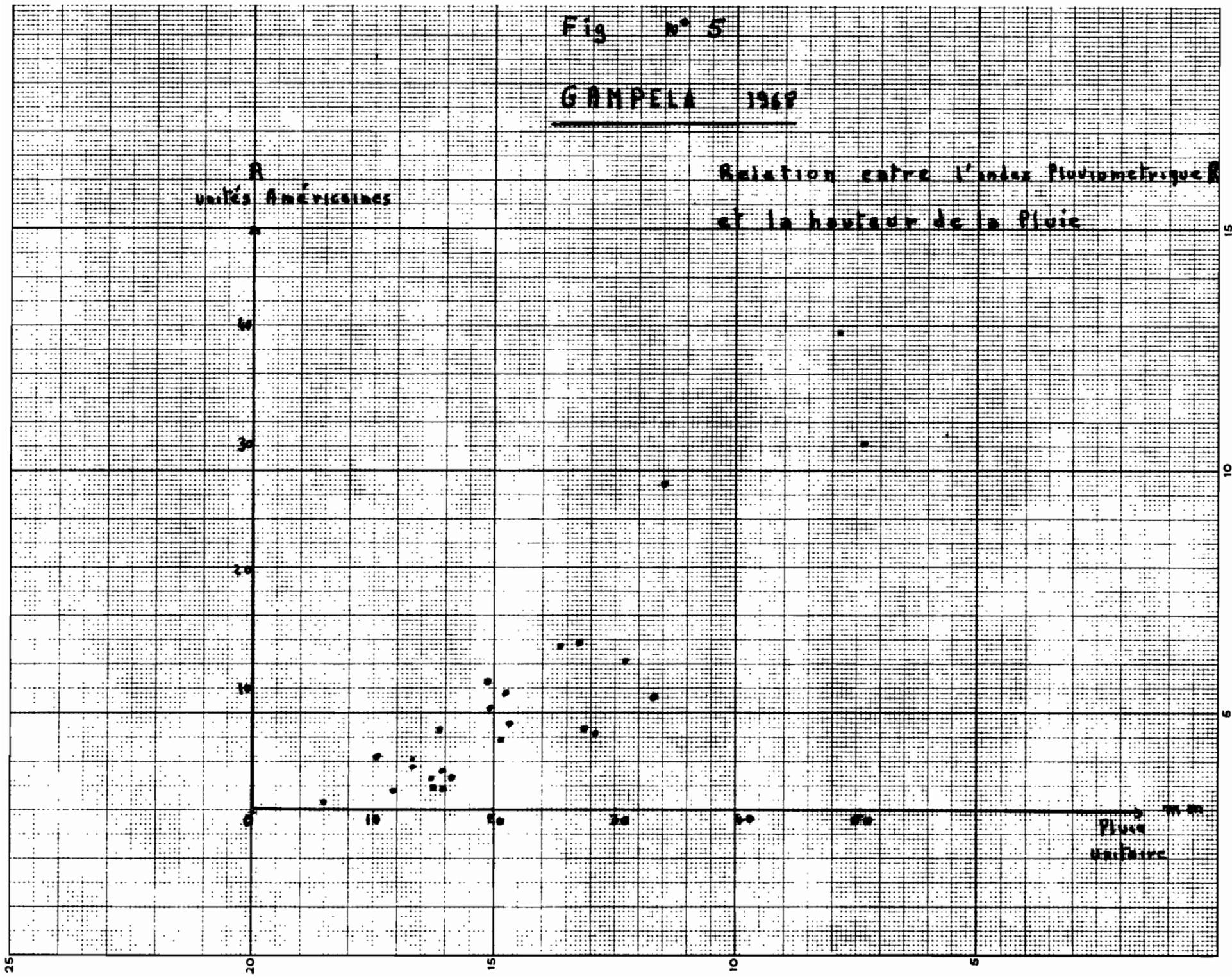


Fig n° 5

GAMPELA 1967

R  
unités Américaines

Relation entre l'index pluviométrique  
et la hauteur de la pluie



En conclusion, l'année 1968 a été peu érosive, les pluies les plus dangereuses survenant à un moment où le couvert végétal est bien développé. Cela nous sera confirmé par l'étude du ruissellement et de l'érosion.

## 2) - LES OPERATIONS CULTURALES

Elles ont été résumées dans le tableau n° 6, mais appellent cependant quelques commentaires. Les labours sur les parcelles 1 et 2 sont effectués chaque année, ce qui n'est pas le cas dans un assolement normal, labour de début ou fin de cycle. Mais nous sommes obligés de procéder chaque année ainsi afin d'avoir des résultats comparables entre eux. Sur la parcelle n° 2, cela permet aussi de préciser le danger maximum de l'érosion.

Les techniques de labour isohypse déversé vers l'aval doivent permettre rapidement la constitution de gradins horizontaux successifs. Des mesures de pente seront faites sur la parcelle n° 1 à l'issue du cycle d'observation. La fumure utilisée est la fumure préconisée par l'I.R.A.T., épanchée en deux temps. L'épandage (sur une ligne parallèlement à la ligne de semis) a été suivi d'un sarclage.

L'invasion du Striga, proportionnelle d'ailleurs à l'intensité de techniques culturales mises en oeuvre a complètement faussé ces rendements comme nous le verrons plus loin.

## 3) ANALYSE DES CONSEQUENCES DES FACTEURS CLIMATIQUES ET CULTURAUX

### 31 - LE DEVELOPPEMENT DU COUVERT VEGETAL

Nous consacrons un paragraphe spécial à ce facteur, parce que son rôle essentiel dans le mécanisme du ruissellement et de l'érosion, comme nous l'avons d'ailleurs déjà dit.

WISCHMEIER et les auteurs américains distinguent 5 stades dans l'état du couvert d'un champ suivant les stades de la culture. Ici, et dans les conditions de climat soudanien, ils se réduisent à 3, dont les périodes sont pour 1968

- 1) - du labour jusqu'à la levée du 16 Mai au 20 Juin 1968 durant cette période le sol est pratiquement nu.
- 2) - la croissance du 20 Juin au 20 Juillet
- 3) - croissance et maturation jusqu'à la fin de la saison des pluies, c'est-à-dire octobre.

Durant cette période le couvert du Sorgho est très abondant. Cette distinction nous permettra de calculer le facteur C de l'équation de WISCHMEIER à la fin de cette étude. Nous verrons à propos de l'analyse du ruissellement et de l'érosion toute l'influence du couvert, par son rôle d'écran, et combien il est important de le développer vite, pour que ce rôle puisse être joué le plus précocement possible. Le développement rapide peut être obtenu par les techniques culturales permettant des semis précoces, l'utilisation des engrais, etc...

### 32 - LE RUISSÈLEMENT

Le ruissellement est néfaste à 2 points de vue :

- il constitue dans certains cas une perte en eau inadmissible dans ces sols à bilan hydrique déficitaire et sous des pluviométries marginales.
- il est générateur et transporteur d'érosion.

Aussi l'étude détaillée des phénomènes du ruissellement nous a semblé très importante et le dispositif expérimental choisi, nous permet des observations instantanées sur le ruissellement au cours d'une crue, et d'apprécier son intensité que l'on peut comparer à la pluviométrie.

Les ruissellements journaliers sont donnés dans les tableaux n° 8 à 12, où ils sont été exprimés en coefficient de ruissellement qui permet d'apprécier la quantité d'eau perdue, par rapport à la pluviométrie incidente, et les débits maxima ou pointe de ruissellement qui permet d'apprécier la force érosive du ruissellement.

TABLEAU n° 6  
CALENDRIER CULTURAL 1968

NATURE DES TRAVAUX	PARCELLE 1	PARCELLE 2	PARCELLE 3
Labour	tracteur 16 Mai	tracteur 16 Mai	néant
	isohypse	suisant la pente	
Semis (80x40)	22 Mai	24 Mai	20 Mai
Levé	générale et régulière le 2 Juin		

.../...

Suite

NATURE DES TRAVAUX	PARCELLE 1	PARCELLE 2	PARCELLE 3
Engrais	50 kg/ha phos- -phate d'Ammo- niaque le 10 Juin	id le 12 Juin	id le 11 Juin
	50 kg/ha Per- lurée le 28 Juin	id le 1er Juillet	id le 29 Juillet
Binage	à chaque épandage d'engrais		
Billonnage	22/7	23 Juillet	néant
Récolte	29/10	30/10	4/11

Les ruissellements ont été exprimés de façon globale répartis en classe, en coefficient et pointes de ruissellement dans le tableau n°7.

L'analyse de ces tableaux fait apparaître :

- une très grande analogie dans la répartition des coefficients et pointes de ruissellement entre 1967 et 1968 ; toutefois sur P 3 le coefficient de ruissellement annuel était sensiblement plus élevé en 1967.

- des différences nettes entre les parcelles ; la parcelle n° 1 ayant des coefficients et pointes de ruissellement faibles, par rapport aux 2 autres. La parcelle n° 3 connaît des pointes de ruissellement très supérieures à la parcelle n° 2, malgré des coefficients de ruissellement voisins.

Cela peut s'expliquer par l'action du travail du sol sur la parcelle n° 2, et au contraire par le glissement de l'eau sur la parcelle n° 3, la surface du sol étant "glacée" et lissée par le phénomène de battance.

- des pointes de ruissellement qui ne sont jamais très élevées même sur la parcelle n° 3 ; aucune pointe de ruissellement n'a dépassé 80 l/s/ha ce qui est un ordre de grandeur relativement faible. Ceci s'explique aisément par la faible pente du terrain et confirme bien le fait que sur ce type de sol et de pente, le ruissellement n'est que très peu érosif, et n'est en somme qu'un agent transporteur des pro-

.../...

TABLEAU n° 7

Répartition par classes de coefficients et points de ruissellement journaliers  
coefficients annuels de ruissellement.

Coefficient de ruissellement	1968			1967		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3.
0 - 10	51	41	41	50	44	38
10 - 20	3	4	4	2	4	3
20 - 30		5	5	2	2	6
30 - 40		2	3		2	6
40 - 50		1	1		2	1
50 - 60		0				
60 - 70		1				
<b>T O T A U X</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>54</b>

Points de ruissellement en l/s/ha	P1	P2	P3	P1	P2	P3
0-20	54	51	43	53	49	41
20-40		3	4	1	5	3
40-60			3			7
60-80			4			3
<b>T O T A U X</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>54</b>

Coefficient annuel de ruissellement	P1	P2	P3	P1	P2	P3
	2,27	12,64	15,06	3,96	12,03	22,2

Station de GAMPELA

RUISSELLEMENT JOURNALIER

MOIS D'AVRIL 1968

Date	Précipitation en mm	P l u v i o m é t r i e			R u i s s e l l e m e n t						
		I en 15	I en 30	Index	Débit max. l/s/h			% de ruissellement			
		mn en mm/h	mn en mm/h	pluie R	P1	P2	P3	P1	P2	P3	
16	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	19,9	58	37	10,61	2,54	32,2	71,0	2,0	28,0	33,0	
Totaux	25,8			10,61	moyennes mensuelles			1,54	14,00	25,48	

MOIS DE MAI 1968

9 Mai	16,2	30	20	3,69	cuve	23,10	50,3	2,5	69,70	38,27
11 "	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18 "	33,1	?	?	15,00	3,72	11,20	70,6	2,2	5,70	24,10
30 "	16,7	26	19	3,26	c	c	5,66	-	3,38	9,41
30 "	19,9	34	32	8,75	5,00	16,16	41,66	11,15	29,80	35,58
Totaux	87,3			30,70	moyennes mensuelles			3,83	22,53	26,15

TABLEAU n° 8

MOIS DE JUIN 1968

Date	Précipitation en mm	Pl u v i o m é t r i e			R u i s s e l l e m e n t					
		Intensité en 15 mn en mm/h	Intensité en 30 mn en mm/h	Index pluie R	Débit max en l/s/ha			% Ruissellement		
		P1	P2	P3	P1	P2	P3			
1	6,2	16	12	0,96	-	-	-	-	0,6	1,2
2	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	21,0	36	22	5,87	3,83	9,64	46,44	8,80	14,14	26,80
10	6,5	14	10	-	-	-	-	-	-	-
15	8,9	18	12	-	-	-	-	-	0,34	-
21	21,0	48	34	9,79	1,18	8,53	10,80	3,57	15,50	10,00
26	10,6	36	33	4,93	e	6,10	10,80	1,00	24,63	17,55
27	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	13,5	38	23	4,25	-	13,83	1,83	-	37,20	3,92
Totaux	89,6			25,80	Moyennes mensuelles			3,00	15,97	11,35

TABLEAU n° 9

M O I S D E J U I L L E T 1969

Date	Précipitation en mm	P l u v i o m e t r i e			R u i s s e l l e m e n t						
		Intensité en 15 mn en mm/h	Intensité en 30 mn en mm/h	Index pluie R	Débit max. en l/s/ha			% de ruissellement			
					P1	P2	P3	P1	P2	P3	
2	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	27,5	48	19	7,24	11,33	17,66	16,66	13,8	26,5	20,5	
7	8,7	22	12	-	c	c	c	-	-	-	
9	12,9	46	38	7,13	-	17,50	23,23	-	43,7	24,8	
13	34,3	72	54	27,20	13,33	21,66	69,16	13,9	29,9	41,6	
16	7,0	12	8	-	-	-	-	-	-	-	
17	28,6	24	20	6,5	3,72	15,81	2,10	6,2	35,2	5,20	
20	21,5	46	27	7,4	-	16,50	c	-	1,2	1,80	
21	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
23	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
26	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
29	5,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
30	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Totaux	161,0			55,47	moyennes mensuelles			6,45	23,48	16,98	

TABLEAU N° 10

MOIS D'AOUT 1968

Date	Précipitation en mm	Pluviométrie			Ruissellement						
		I en 15 mn en mm/h	I en 30 mn en mm/h	Index pluie R	Débit max l/s/h			% de ruissellement			
		P1	P2	P3	P1	P2	P3				
1	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	9,5	-	-	-	0	0	2,10	0	0	6,44	
6	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	8,4	22	12	-	-	-	-	-	-	-	
16	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
18	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22-23	11,7	24	14	1,85	-	-	-	-	-	-	
24	8,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
25-26	33,4	36	23	9,66	0	4,0	24,50	0	5,54	22,09	
26	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
28	15,3	22	18	3,25	0	0	1,54	0	1,50	3,14	
30	31,2	40	33	12,58	0	1,83	16,66	0	3,90	11,31	
Totaux	138,1			27,34	Moyenne mensuelle			0	2,38	8,69	

TABLEAU n° 11

MOIS DE SEPTEMBRE

Date	Précipitation mm	Pluviométrie			Ruissellement						
		I 15 mm en mm/h	I 30 mm en mm/h	Index Pluie R	Débit max l/s/ha			% de ruissellement			
					P1	P2	P3	P1	P2	P3	
1	9,4	22	12	-	-	-	-	-	-	-	-
4	15,8	18	13	2,04	-	-	-	-	-	-	-
7	15,4	16	13	2,32	0	0	0	-	-	-	-
8	48,8	92	56	39,45	0	18,50	77,83	0,18	10,30	30,30	
10	3,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	4,6										
15	25,6	62	39	13,72	0	3,33	27,83	0	7,0	18,80	
18	11,5	68	14	2,17	0	0	0,43	0	2,0	3,70	
24	2,5										
30	4,4										
Totaux	111,7			57,70	Moyenne mensuelle			0	5,0	14,1	

MOIS D'OCTOBRE

7-8	51,2	58	43	30,27	0	17,7	39,0	0	14,10	19,60
21-22	27,1	58	40	14,07	0	3,5	14,0	0	7,20	14,00
Totaux	78,3			44,31	Moyenne mensuelle			0	11,71	17,66

TABLEAU n° 12

duits de la destruction de la structure du sol par l'effet de battance des pluies (effet splash).

Nous avons reproduit pour un certain nombre de pluies, l'image de l'intensité de la pluie et du ruissellement et parfois de l'érosion ; ces résultats sont donnés sur les fig. n° 6 à 16. Enfin nous avons exprimé sur la fig. 17 l'évolution du ruissellement (cumulé) en fonction de la pluviométrie (cumulée). L'examen de ces fig. permet de montrer que :

- les temps de réponse, c'est-à-dire l'intervalle de temps entre le début de la pluie et le début de ruissellement, peut être assez court, inférieur à 10 minutes. Il varie suivant ces parcelles, le ruissellement se déclenchant sur la parcelle 1 en culture améliorée toujours après les deux autres ;  
Exemple : crue du 13 Juillet.

- l'intensité du ruissellement est souvent beaucoup plus élevée sur la parcelle en culture traditionnelle que sur la parcelle en culture suivant la pente mais la durée du ruissellement peut être plus brève. La pluie du 13 Juillet illustre bien ce phénomène ; même sur la parcelle 1 le ruissellement s'écoule lentement, du fait du travail du sol.

- le ruissellement est très ralenti après le 20 juillet comme le montre la fig. n° 17. Cela tient en particulier au rôle joué par la couverture végétale de la plante cultivée, ici le sorgho, qui par son rôle d'écran diminue considérablement l'impact des gouttes d'eau arrivant au sol. Cette remarque a une portée pratique importante. C'est durant la première moitié de la saison des pluies lorsque le sol est très imparfaitement couvert, qu'existent les dangers du ruissellement et de l'érosion. C'est donc à ce moment là qu'il faut prévoir les techniques du buttage. En 1968, le buttage a été fait début Août ce qui a posteriori apparaît trop tardif.

- l'influence des techniques culturales apparaît également sur la fig. 17. Le 1er Août les parcelles 1 et 2 sont cloisonnées : le ruissellement est définitivement stoppé sur la parcelle n° 1. Il est ralenti sur la parcelle n° 2, alors que sur la parcelle n° 3 en culture traditionnelle non travaillée, le ruissellement continue de façon notable.

- le ruissellement peut être très élevé en sol nu ; la pluie du 8 Mai d'une hauteur de 16,2 mm déclenche un ruissellement de 70 % sur la parcelle n° 2, dont le sol n'a pas encore été labouré. Ceci pourrait être un argument en faveur

Fig. 16

CAMPOLA

2-3 MAI 1968

Pluviométrie 16,2 mm

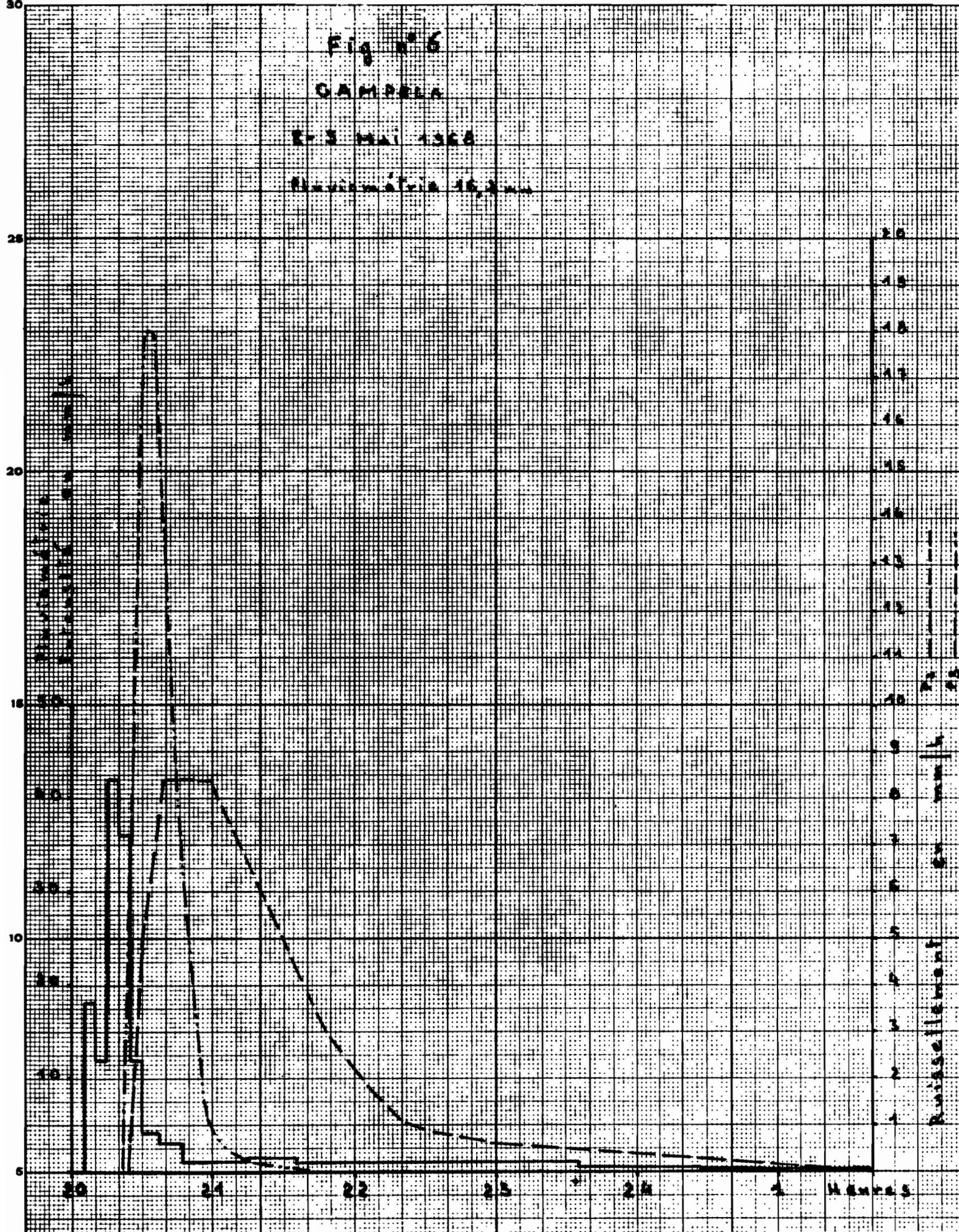


Fig. n° 7

CAMPELA

30 mai 1968 (1)

Pluviométrie : 15,3 mm

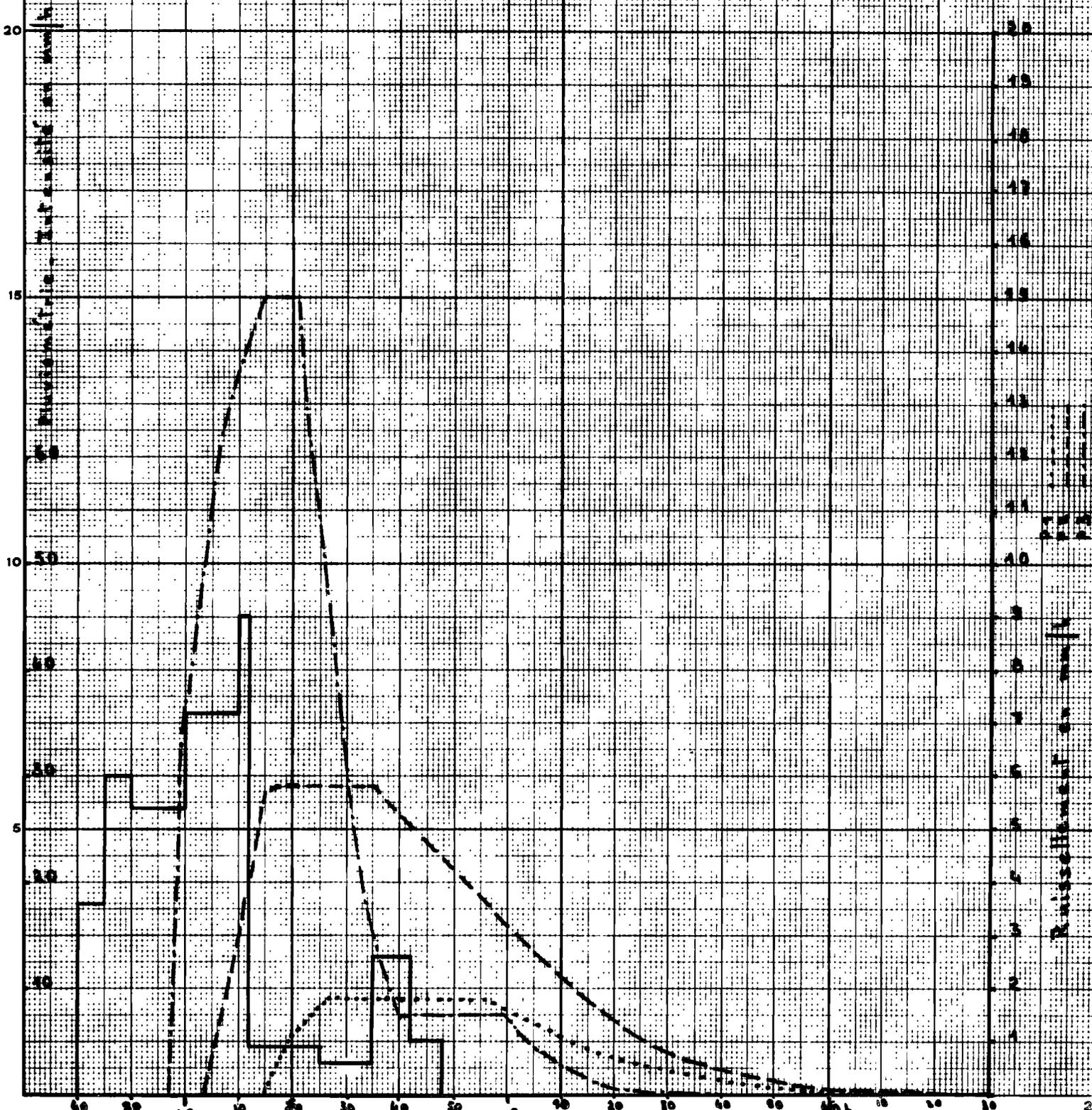


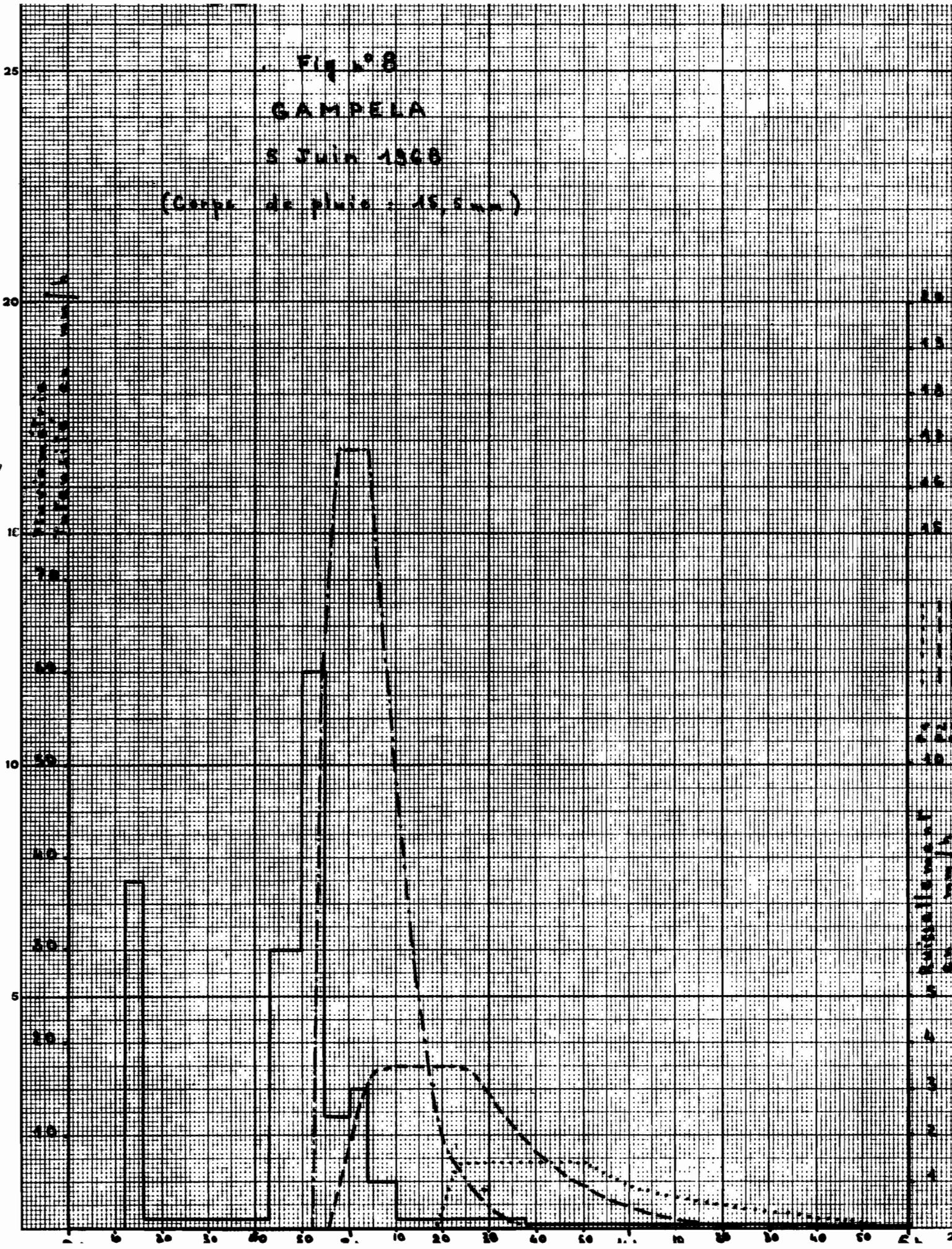
Fig. n° 8

GAMPELA

3 Juin 1968

(Cours de pluie : 15,5 mm)

b



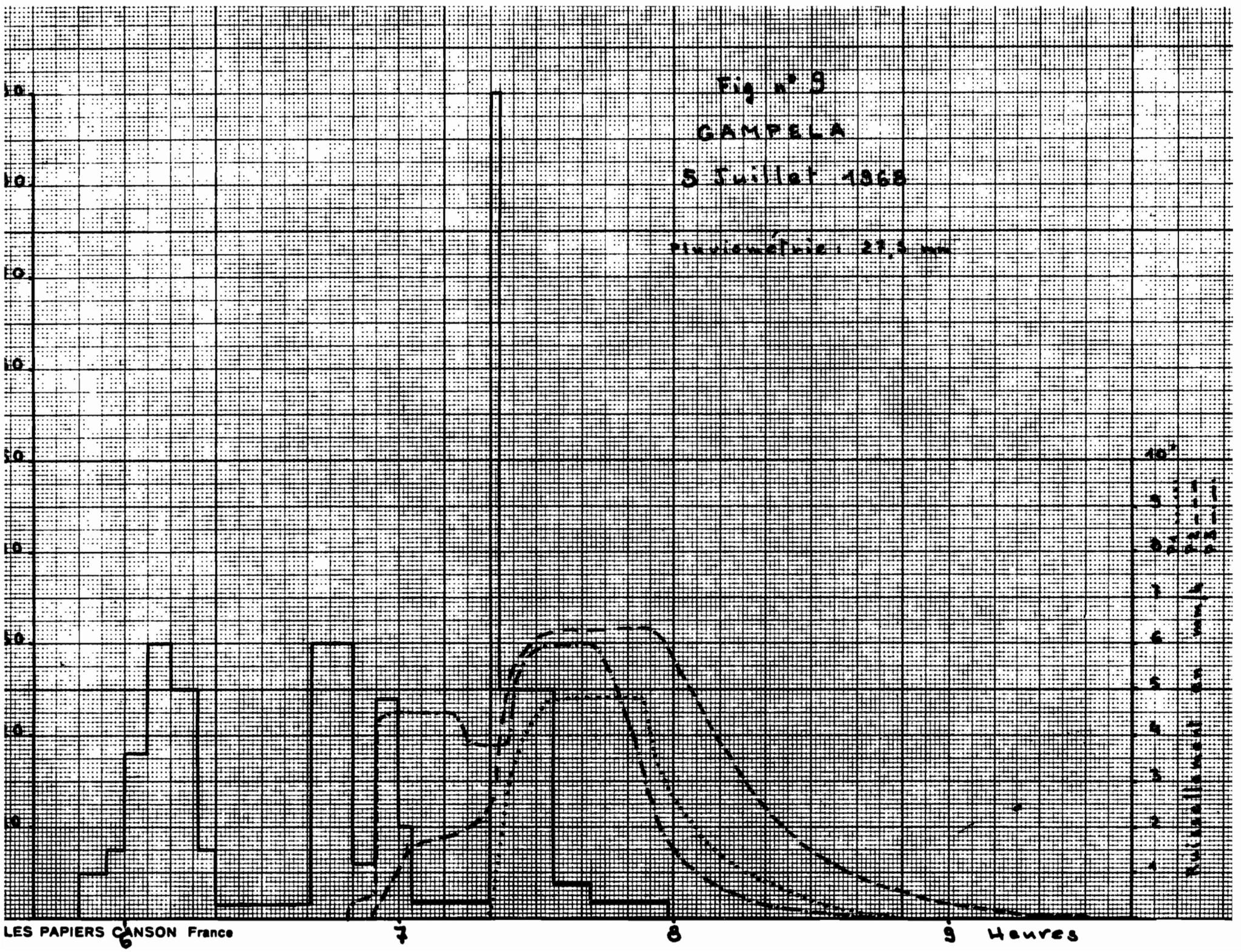
Pluie (mm)  
Débit (m³/s)  
Débit (m³/s) (calculé)  
Débit (m³/s) (observé)

Fig n° 3

GAMPELA

5 Juillet 1968

Pluviométrique: 27,3 mm



Débit (m³/s)

Fig. 7-10

GAMPELA

5 Juillet 1968

concentration  
g/l/h

P1  
P2  
P3

exposition  
h

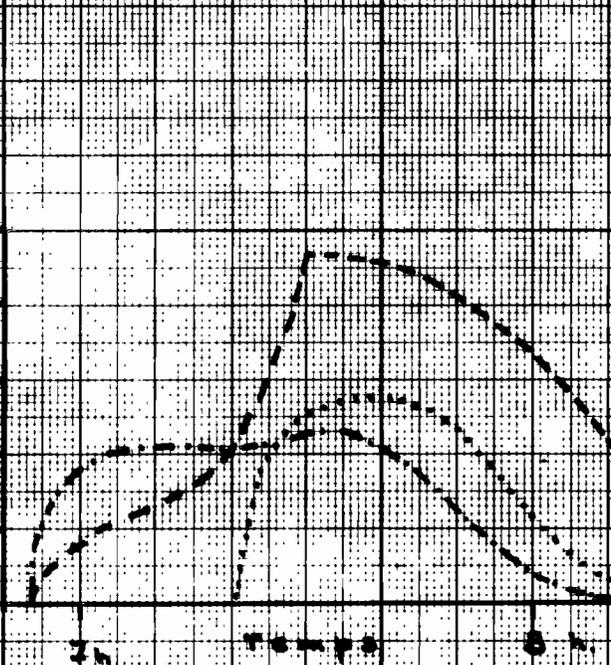


Fig. 111 GAMBELA

9 Juillet 1968

provisional: 12,500

5-1

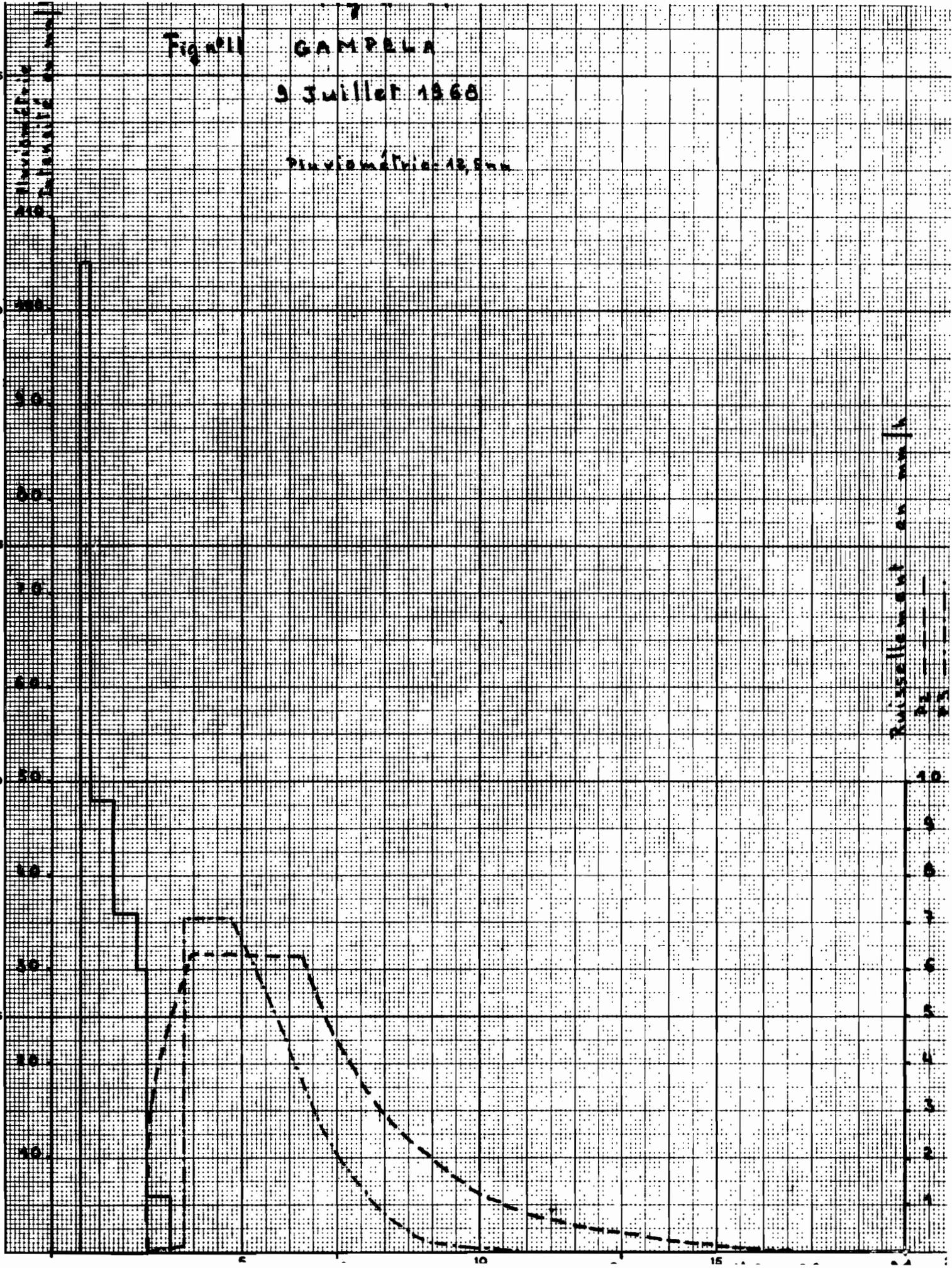


Fig. 12 GAMPOLA  
9 juillet 1968

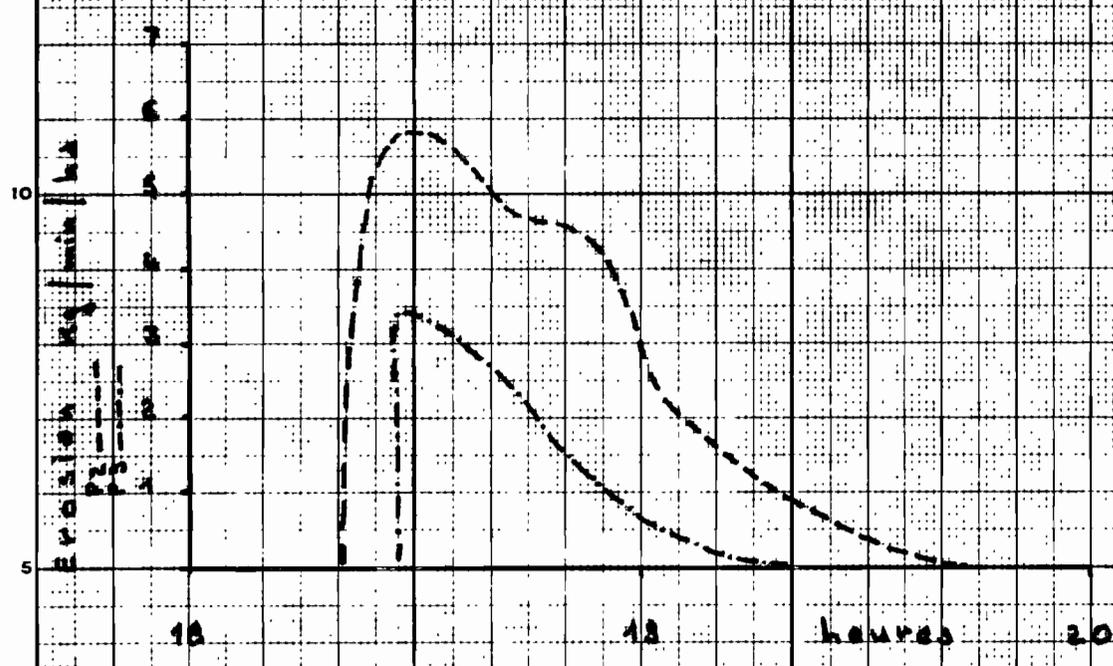
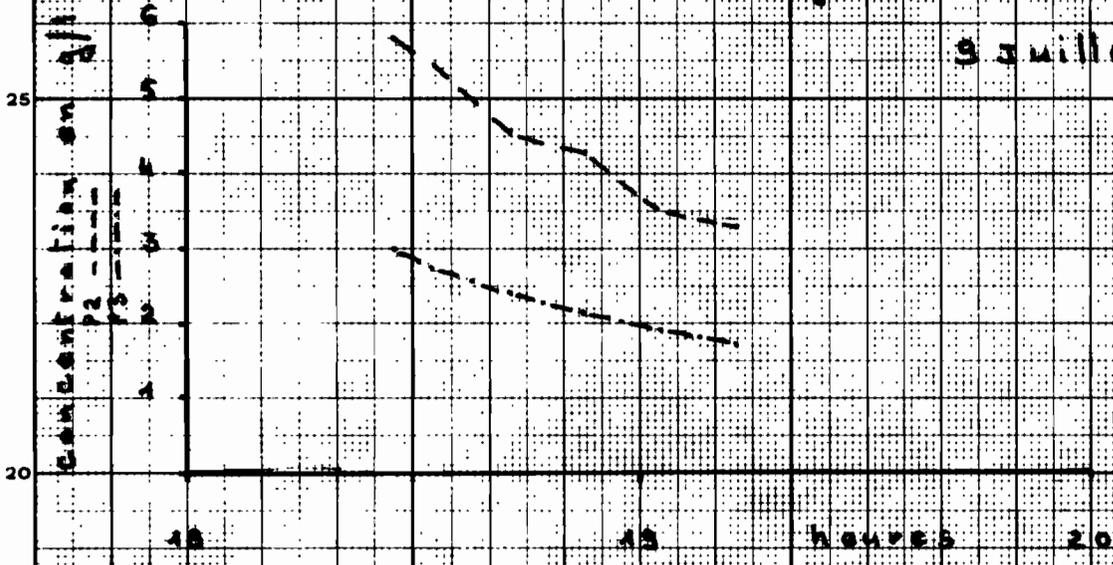


Fig. n° 13

# GAMPELA

13 Juillet 1968

Pluviométrie: 84,3 mm

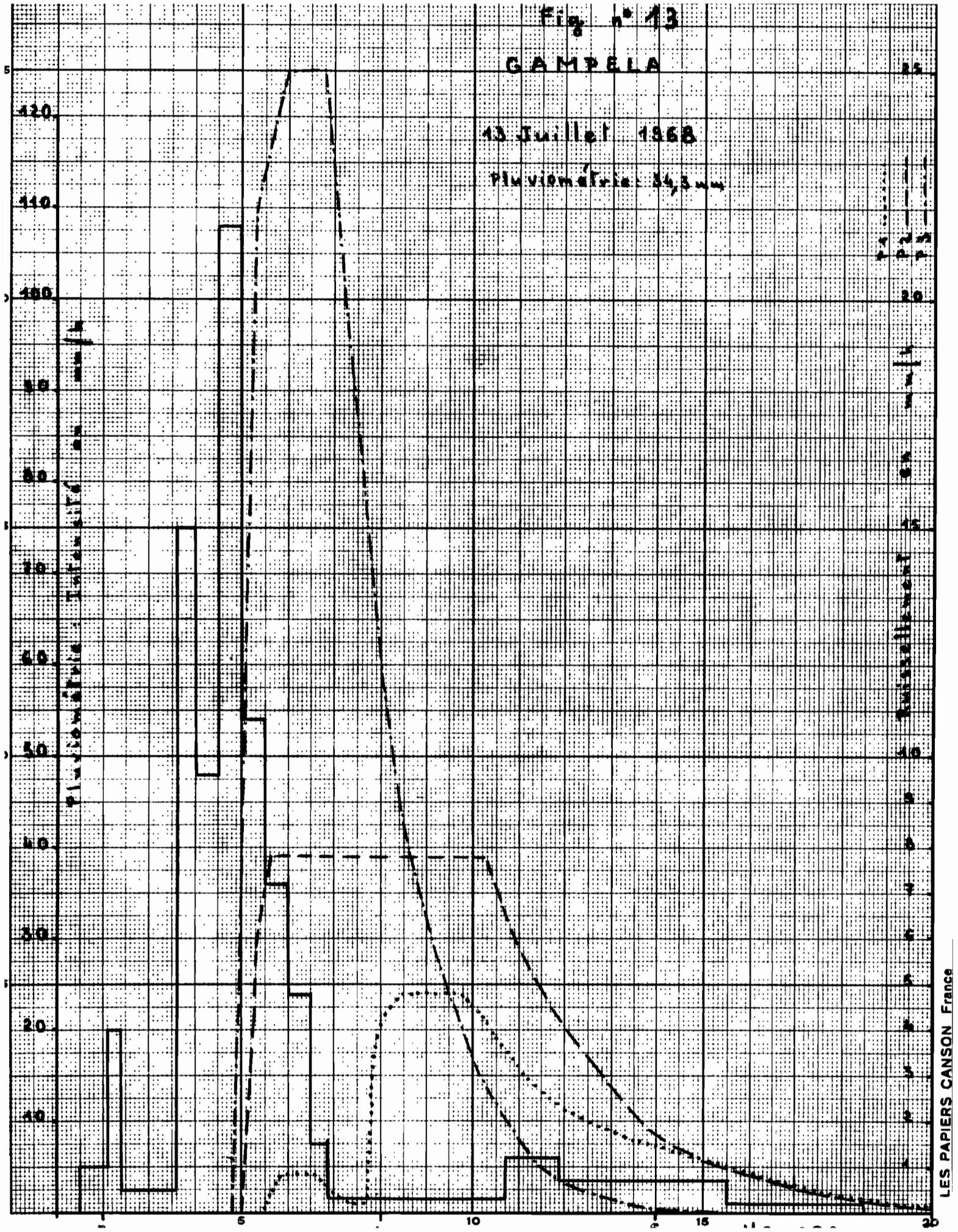


Fig n° 14

GAMPELA

15 juillet 1968

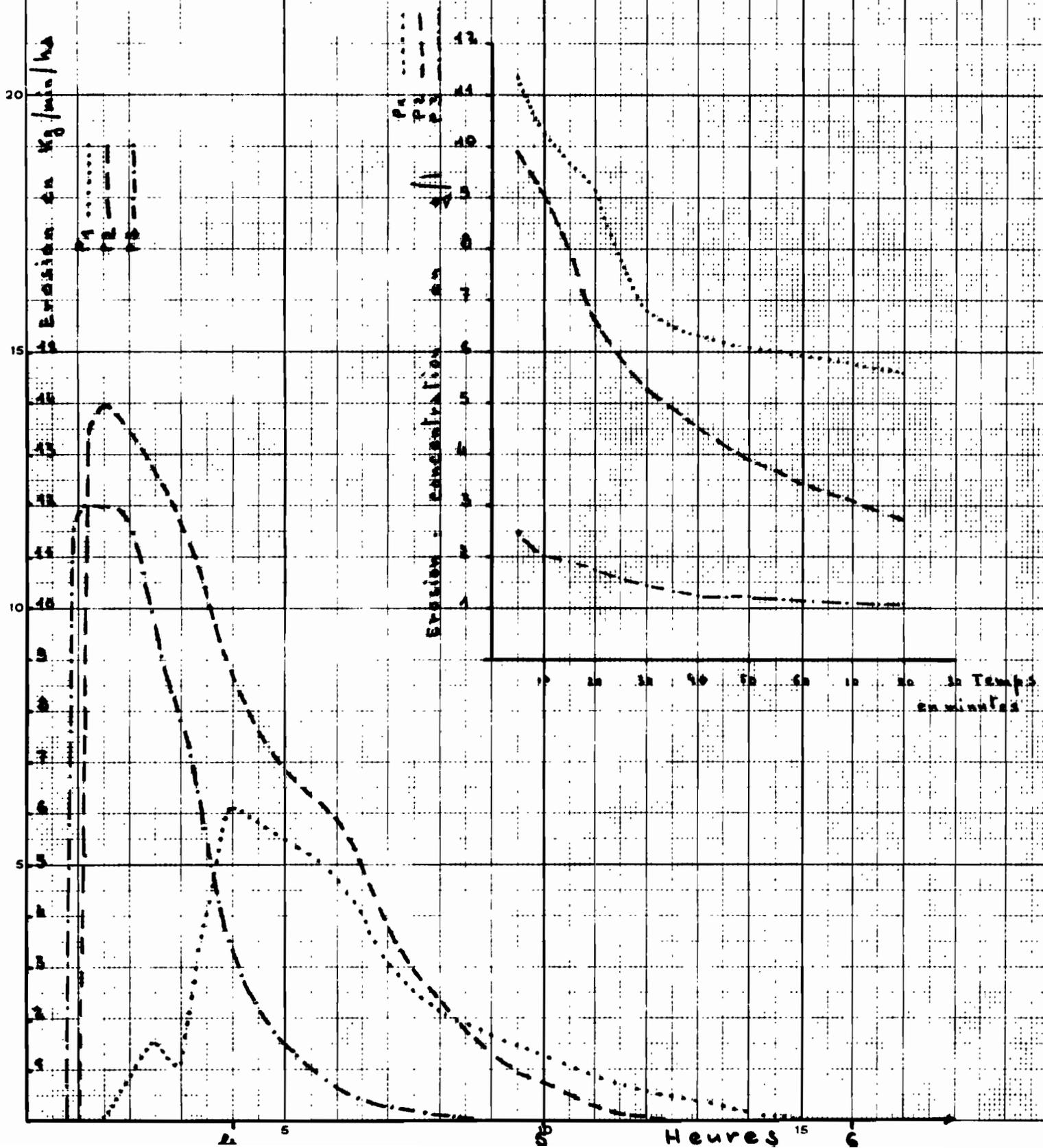
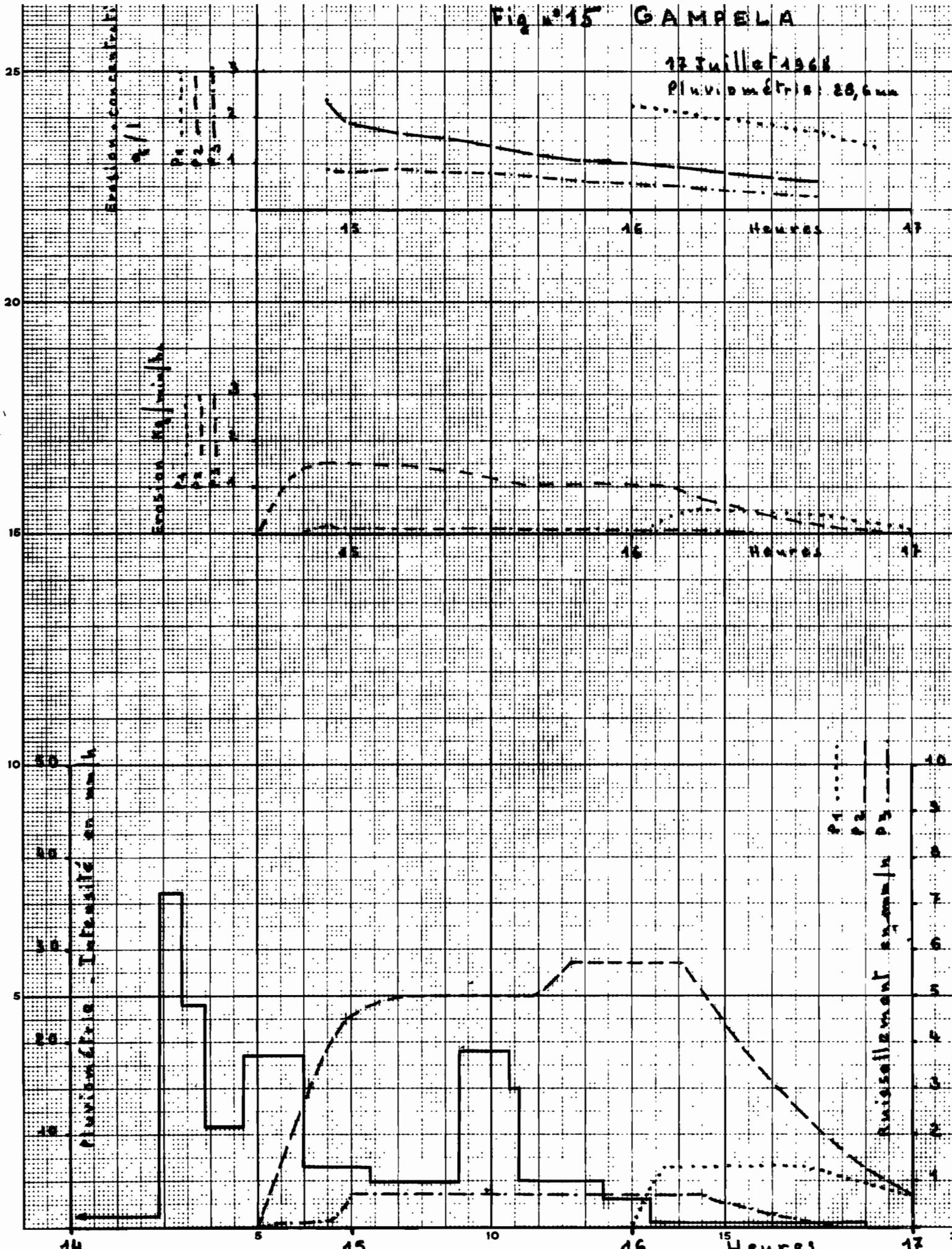


Fig. n°15 GAMPÉLA

12 Juillet 1968

Pluviométrie: 20,6 mm



Figs. 16

GAMPELA

8 Septembre 1968

Pluviométrie 403 mm

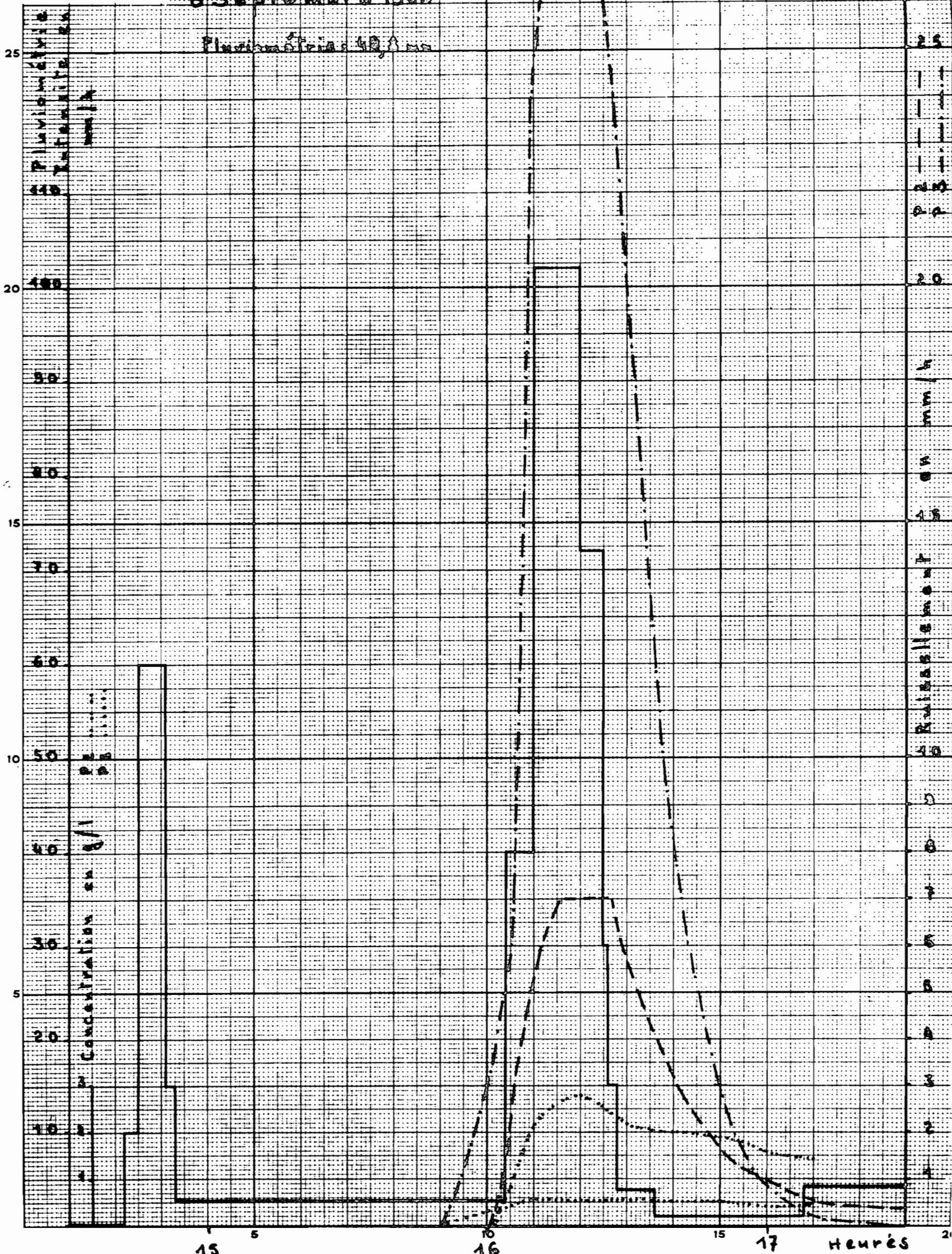
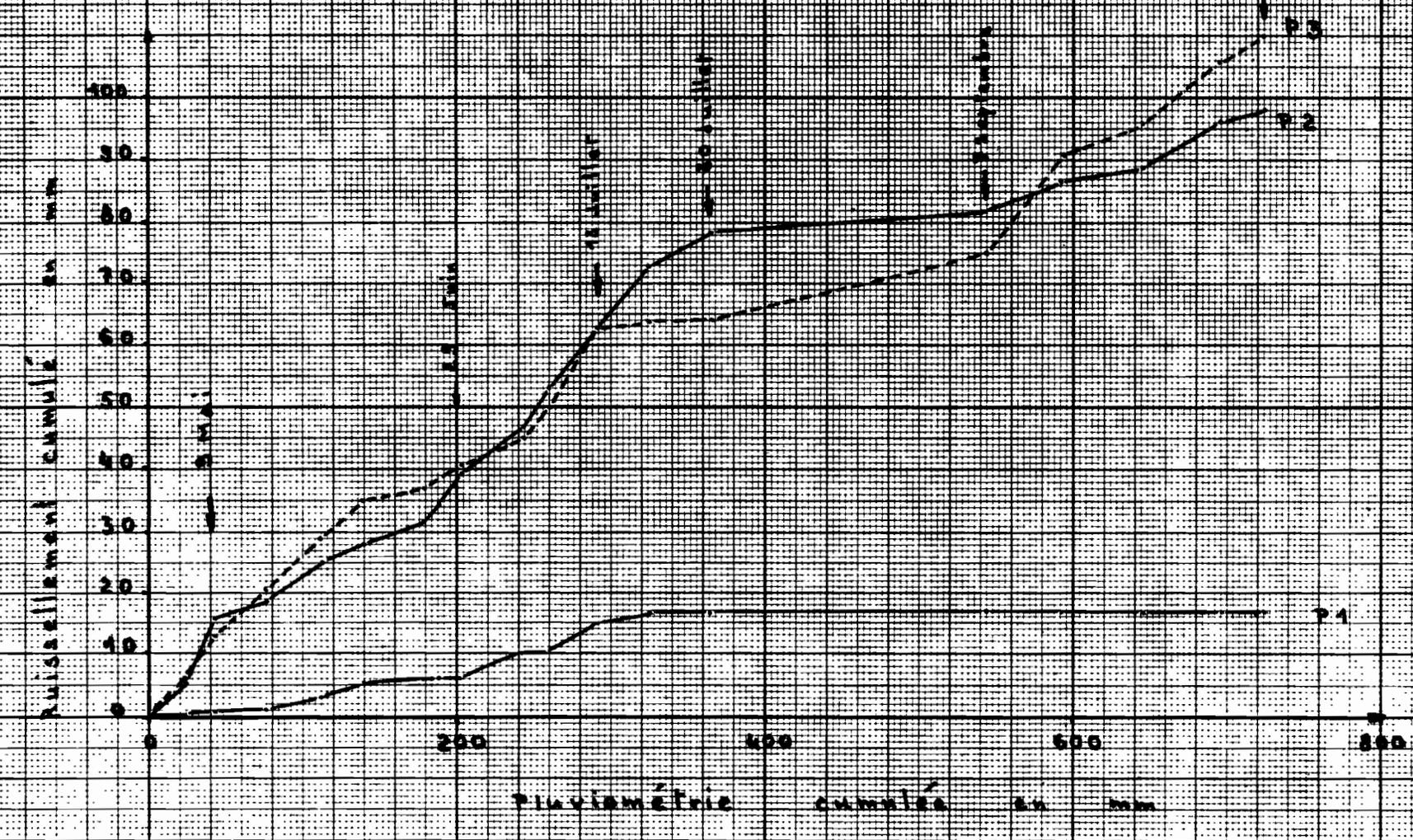


Fig. 17  
 CAMPOLA 1960  
 Suissellement en fonction de la pluviométrie



des labours de fin d'hivernage, qui permettrait aux premières pluies de l'année suivante de s'infiltrer et partant, autorisant des semis plus précoces. En fait ceci dépend des sols et des cultures.

### 33 - L'EROSION

Lors d'une crue, les eaux turbides issues de la parcelle sont recueillies dans une cuve où se sédimentent les éléments les plus lourds, le reste de la terre est entraîné en suspension dans les eaux qui s'écoulent au déversoir de la cuve. Les pertes en terre se situent donc à deux niveaux :

- dépôts de cuve
- suspensions

Les pertes en éléments chimiques se produisent aussi à ces deux niveaux mais également à un 3ème : celui des solutions, en effet un certain nombre d'éléments sont dissouts et exportés par les eaux s'écoulant au déversoir.

Un bilan complet de l'érosion demandait donc une détermination rigoureuse des pertes chimiques à ces trois niveaux. Grâce au concours de l'O.R.S.T.O.M. COTE-D'IVOIRE et de l'I.R.A.T. HAUTE-VOLTA, la délicate entreprise de l'analyse des eaux de ruissellement a pu être faite presque en totalité.

L'analyse des dépôts de cuve a pu également être réalisée dans de bonnes conditions, par contre en ce qui concerne les suspensions nous ne disposons que d'un sondage sur P2 et P3 le 21 Juin, et d'un échantillon moyen pour chaque parcelle.

Rappelons tout d'abord le mode de prélèvement sur le terrain. Lors de la crue, un observateur placé au déversoir de la cuve de chaque parcelle, effectue des prélèvements d'eau (3 l) à intervalles réguliers 10 minutes. Au laboratoire du C.T.F.T. sont déterminées les concentrations de terre sèche (suspensions) sur une partie de chaque échantillon. On peut donc tracer la courbe de concentration en fonction du temps et connaissant la courbe des débits liquides par l'enregistrement limigraphique, établir la courbe des débits solides, dont le planimétrage donne la quantité totale de sédiments exportés en suspension.

Le reste des échantillons sert à constituer un échantillon d'eau moyen pour la crue considérée ; ceci se fait pour chaque échantillon proportionnellement au débit écoulé à l'instant où chaque échantillon a été prélevé. Il y a donc

pour chaque crue, 1 échantillon d'eau moyen, qui est expédié aux laboratoires de l'O.R.S.T.O.M. à ADIOPODOUME (Côte-d'Ivoire).

L'analyse granulométrique et chimique des suspensions, peut se faire à partir de grands volumes d'eau prélevés lors de la crue et que l'on fait flocculer ensuite.

Enfin la détermination des dépôts de cuve se fait lors de la vidange de la cuve après chaque crue, les sédiments sont recueillis, pesés, séchés etc... Des échantillons mensuels moyens (pondérés) sont confectionnés.

### 331 - LES QUANTITES EXPORTEES. RELATIONS AVEC LA PLUVIOMETRIE ET LE RUISSELLEMENT

Le tableau n° 13 rassemble les résultats concernant les pluies ayant provoqué de l'érosion, les caractéristiques de la pluie (hauteur, index R) ainsi que les coefficients de ruissellement ont été rappelés.

On peut constater tout d'abord que trois ou quatre crues n'ont pu être observées par suite d'incidents divers et que les valeurs totales de l'érosion seront par défaut et inférieures à la réalité.

Pour certaines crues, on a représenté parallèlement à l'intensité de la pluie, et du ruissellement la variation de la concentration des suspensions dans les eaux, et de leur débit solide au cours de la crue. Les courbes de débit solides des suspensions coïncident toujours dans leur maximum avec les pointes de ruissellement comme le montrent les fig. n° 6 à 16. On voit d'autre part aisément les différences entre les parcelles, la parcelle 3 donnant des eaux toujours moins chargées que les deux autres. La turbidité des eaux de ruissellement varie beaucoup pour une même parcelle suivant l'intensité des pluies et suivant l'importance du couvert végétal (cf. fig. n° 18).

L'ensemble des résultats concernant l'érosion a été récapitulé dans le tableau n° 14, qui appelle les remarques suivantes :

- le total des pertes en terre semble peu élevé en valeur absolue, compte tenu d'une pluviométrie de 700mm. Ceci est dû à plusieurs facteurs qui peuvent se ranger dans l'ordre décroissant suivant, faible pente, légère susceptibilité de sol, à l'érosion, pluies peu érosives.

- de très grosses différences apparaissent entre les parcelles, qui se classent dans un ordre logique par rapport aux traitements qu'elles ont subi.

DATE	PLUVIO-METRIE		RUISSELLEMENT %			EROSION EN Kg/ha						EROSION TOTALE			OBSERVATIONS
	mm	INDEX R	P1	P2	P3	SUSPENSIONS			DEPOTS LOURDS			LE Kg/ha			
						P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	
28/4	19,9	10,61	?	?	?	NO	NO	NO	19,3	33,5	30,62	19,3	33,5	36,6	Par défaut
8-9/5	16,2	3,69	2,50	69,70	38,27	NO	NO	NO	11,0	33,5	24,1	11,0	33,5	24,1	Par défaut
18/5	33,1	15,00	3,20	5,70	24,10	20,0	114,0	248,0	18,3	43,5	40,3	38,3	52,5	28,3	
30/5	16,7	3,26		3,38	9,41	0	0	8,3	0	9,2	26,2	0	9,2	34,5	
30/5	19,9	8,75	1,15	29,80	35,58	71,0	215,0	8,0	10,0	18,7	16,1	81,0	23,7	97,1	
1/6	6,2	0,96	0	0,60	1,20	0	0	0	0	2,304	8,6	0	2,3	8,6	
5/6	21,0	5,87	8,80	14,14	26,80	22,0	111,0	55,6	4,1	55,6	25,8	26,1	66,6	80,8	
15/6	8,9		0	4,34	0					0,4			0,4		
21/6	21,0	9,79	3,57	15,50	10,00	4,0	151,0	49,0	11,0	28,6	74,0	15,0	79,6	23,0	
26/6	10,6	4,93	1,00	24,63	17,55	0	67,0	41,0	45	33,0	33,6	4,5	100,0	74,6	
29/6	13,5	4,23	0	37,20	3,82	0	125,0	13,0	0	32,6	59,3	0	57,6	72,3	
5/7	27,5	7,24	13,80	26,50	20,50	100,0	242,0	119,0	6,0	1,0	5,0	06,0	243,0	24,0	
9/7	12,9	7,13	0	43,70	24,50	0	228,0	80,0	0	15,1	17,8	0	243,1	97,8	
13/7	34,3	27,20	13,90	29,90	41,60	297,0	607,0	335,0	15,0	23,3	10,3	32,0	630,3	545,3	
17/7	28,6	6,50	6,20	35,20	5,20	20,0	126,0	10,0	3,0	7,5	2,2	23,0	33,5	12,2	
20/7	21,5	7,40	0	21,20	1,80	0	NO	0	3,8	7,6	2,0	3,8	7,6	2,0	P2 par défaut
2/8	9,5		0	0	6,44	0	0	2,0	0	0	9,3	0	0	11,3	
25-26	33,4	9,66	0	5,54	22,09	0	NO	NO	0	4,6	2,8	0	4,6	2,8	P2 P3 par défaut
28/8	15,3	3,25	0	1,50	3,14	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0,3	
30/8	31,2	12,58	0	3,90	11,31	0	6,6	7,0	0	2,5	0,6	0	9,1	7,6	
8/9	48,2	39,45	0,18	10,30	30,3	0	100,0	73,2	3,8	12,5	1,6	3,8	12,5	74,8	
15/9	25,6	13,72	0	7,0	18,80	0	9,0	10,6	0	3,3	0	0	12,3	10,6	
7-8/10	51,2	30,27	0	14,10	19,66	0	56,0	30	0	5,8	0	0	61,8	30,0	
TOTAUX						534	2 166	1 170	110	360	388	644	2527	1558	

TABLEAU n° 13 - G A M P E L A 1968 -  
PLUIE RUISSELLEMENT ET EROSION UNITAIRES

TABLEAU n° 14

PERTES EN TERRE ET TURBIDITE SPECIFIQUE MOYENNE

	PARCELLE 1 "culture améliorée"	PARCELLE 2 culture en plus grande pente	PARCELLE 3 culture traditionnelle
suspensions kg/ha	534	2 166	1 170
Dépôts de cuve kg/ha	110	360	388
Total perte en terre Kg/ha	644	2 527	1 558
<u>Suspensions %</u> Total perte en terre	82,3	85,7	75,1
Volume ruissel- lement m <sup>3</sup> /ha	163,8	912,3	1 087,0
Turbidité spécifique	3,93	2,76	1,43
Coefficient de ruissellement moyen %	2,27	12,64	15,06
Coefficient ma- x. de ruissel- lement %	13,9	69,7	38,3

- La turbidité spécifique moyenne montre également des différences selon les parcelles. Là encore le classement est logique. En effet sur la parcelle n° 3 en culture traditionnelle le travail du sol est très réduit et il y a de forts ruissellements ; sur la parcelle n° 2 cultivée en plus grande pente, le travail du sol provoque l'érosion maximum, le ruissellement est également assez fort ; sur la parcelle n° 1 en culture améliorée, le travail du sol même réalisé correctement, facilite l'arrachage des particules de terre, et le ruissellement est beaucoup plus réduit que sur les autres parcelles, la turbidité se trouve ainsi la plus élevée.

- La répartition des matériaux érodés entre dépôts de cuve et suspensions montre une très forte proportion de suspension supérieure dans tous les cas à 75 % et c'est là le fait essentiel, car ceci nous fait craindre une exportation d'éléments fins, argile et limon, et c'est ce que nous confirmera l'analyse granulométrique. Il faut donc s'attendre à une érosion sélective des matériaux du sol en place. Plus que les pertes en terre totales dont la quantité est faible, l'aspect qualitatif de l'érosion semble à la fois beaucoup plus pernicieux et grave, comme nous le verrons plus loin.

Le tableau des érosions journalières et la fig. montrent que :

- Le mois de Juillet est le plus érosif avec 4 pluies seulement qui provoquent plus de la moitié de l'érosion annuelle. Dans les mois qui suivent l'érosion est extrêmement réduite.

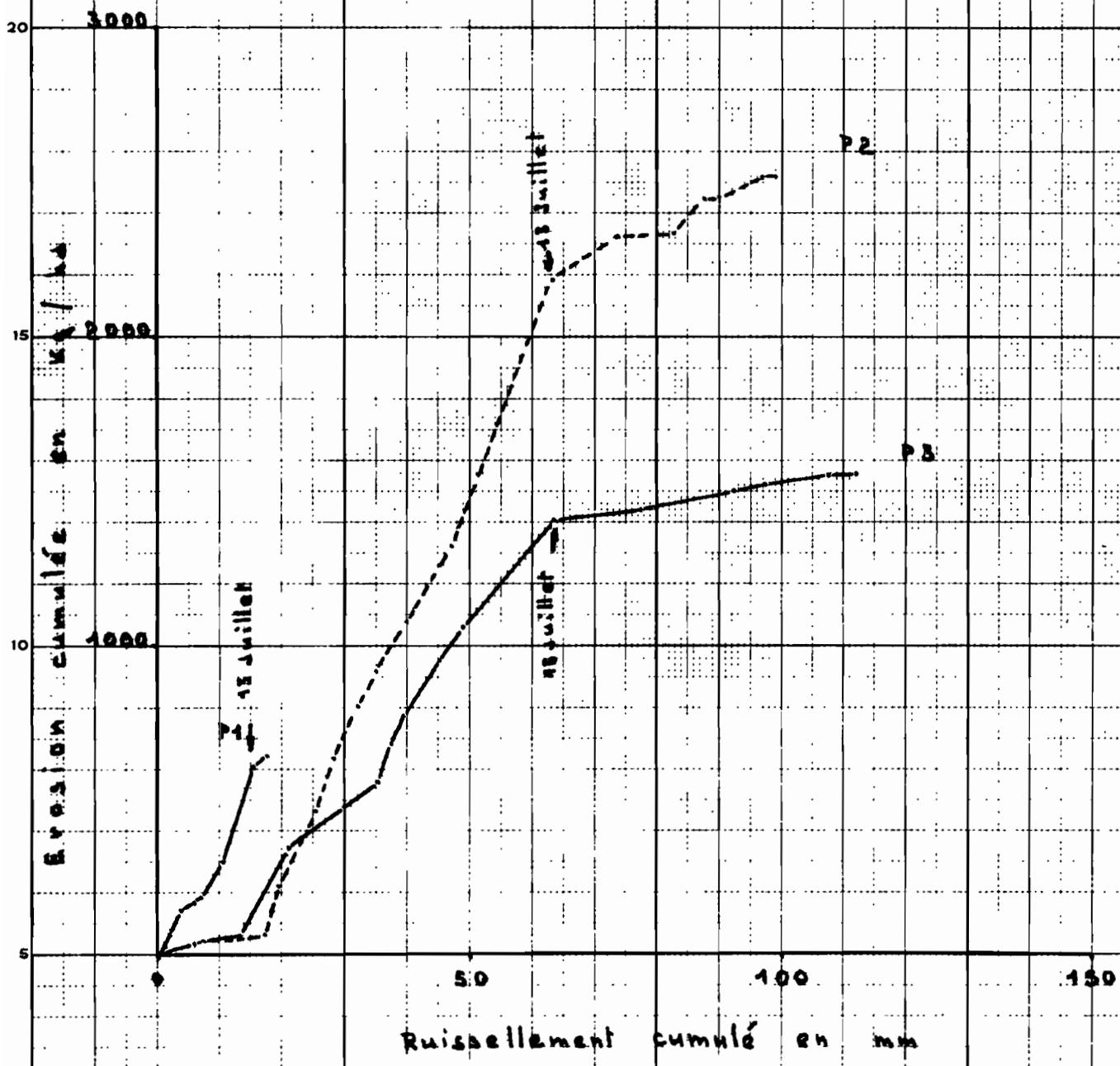
- Les dépôts de cuve sur la parcelle n° 3 sont plus importants que sur les autres parcelles, et les éléments fins moins importants que sur la parcelle n° 2 autrement dit il semble que les matériaux arrachés sur la parcelle n° 3 soient plus grossiers que sur les parcelles 1 et 2. Ce phénomène est tout à fait normal puisque sur les parcelles labourées il y a une remontée des éléments fins en surface, et que le travail du sol, même superficiel, favorise toujours un certain arrachage de la terre.

Nous avons également cherché à vérifier les relations entre ruissellement et érosion, index pluie R de WISCHMEIER C'est ce que nous avons représenté sur les fig. n° 18 et 19. La fig. n° 18 montre de façon claire la turbidité spécifique différente suivant les parcelles. Mais elle montre aussi que l'érosion est stoppée alors qu'un certain ruissellement continue. Ce fait montre bien l'influence du couvert de la plante cultivée qui par son rôle d'écran brise l'énergie cinétique des

Fig n° 18

GAMPELA 1968

EROSION en fonction du ruissellement



gouttes de pluie, diminue l'intensité d'arrivée de l'eau au sol et la vitesse du ruissellement ; le couvert diminue également le ruissellement.

La fig. n° 19 montre que l'érosion est considérablement freinée après le 17 Juillet sur l'ensemble des parcelles. Ceci confirme encore plus nettement l'influence du couvert, et le fait que l'érosion est de type splash, le ruissellement n'étant ici qu'un agent transporteur, car si P1 et P2 ont été billonnées et cloisonnées début Août, la parcelle P3 n'a pas été travaillée, et à partir à ce moment, elle ne connaît pas une érosion très supérieure à P2. Il est intéressant de comparer toujours sur cette figure, l'érosion sur la parcelle n° 2 et sur la parcelle de WISCHMEIER. En effet, on voit que jusqu'au 17 Juillet les érosions sont tout à fait comparables, parce que le développement du sorgho est réduit sur la parcelle n° 2 qui peut être considérée pratiquement en sol nu. Les très faibles pluies du 20 Juillet au 20 Août ne causent aucune érosion, mais le sorgho se développe tout de même considérablement. Les pluies de la fin du mois d'Août continuent à éroder notablement la parcelle de WISCHMEIER, et de façon réduite la parcelle n° 2.

En conclusion l'érosion semble particulièrement dangereuse dès le début de la saison des pluies et c'est à ce moment là qu'il faut prévoir les mesures antiérosives. Il pourrait être intéressant de semer directement sur billons.

### 3312 - Etude qualitative des terres arrachées

#### 33121 - La granulométrie

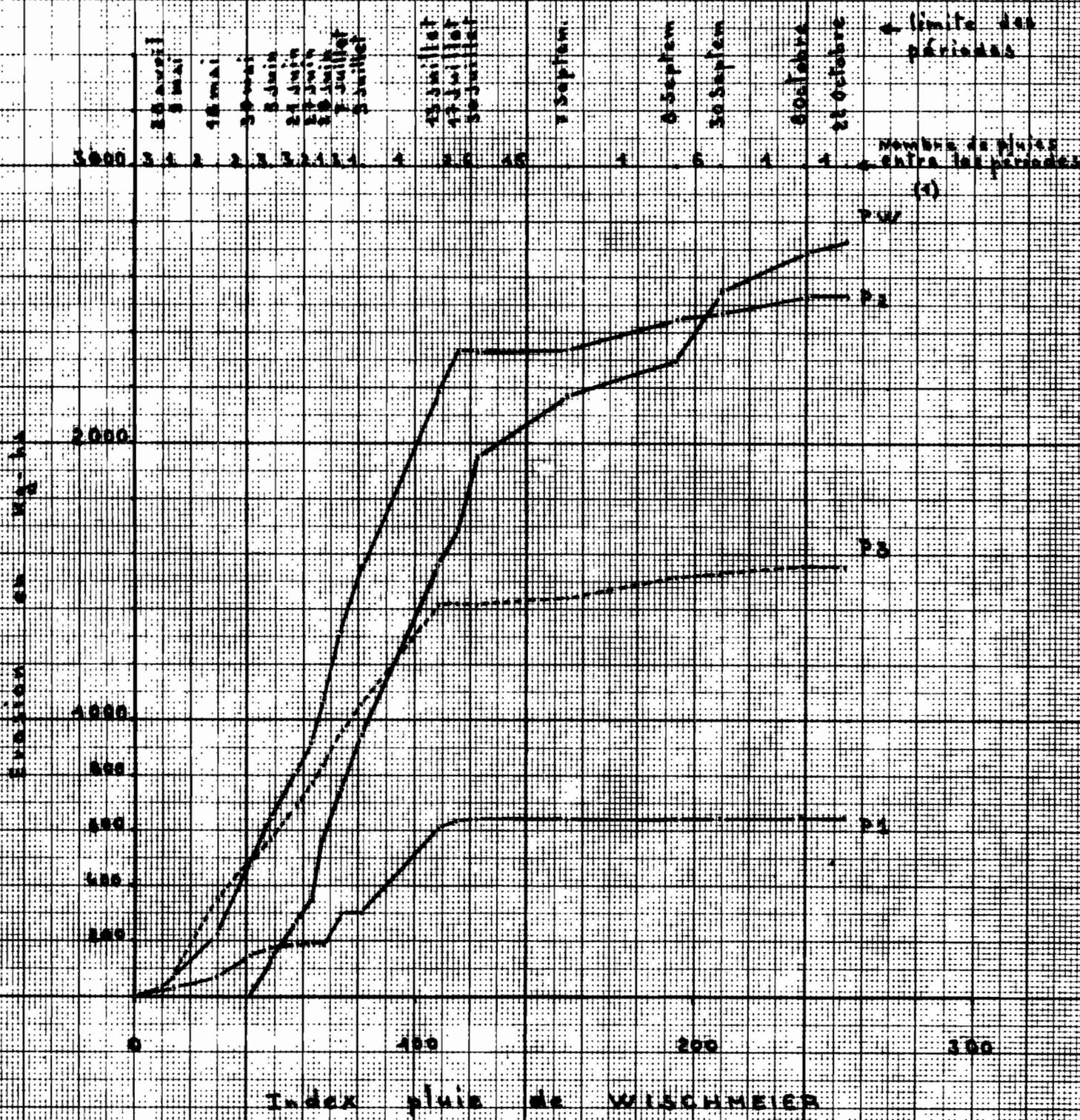
Comme nous l'avons vu précédemment les terres arrachées sont recueillies à deux niveaux, dépôts de cuve et suspension.

Les dépôts de cuve ont donné lieu à la constitution d'un échantillon moyen pondéré, c'est-à-dire que chaque crue y est représentée proportionnellement aux dépôts de cuve recueillis. L'analyse granulométrique fait apparaître, même dans ces dépôts supposés lourds une très forte proportion d'éléments fins argile + limon.

Les suspensions ont été déterminées sur les produits dès la floculation de gros échantillons d'eau, pour la crue du 21 Juin sur parcelles 2 et 3. Une autre détermination a été faite à partir d'un échantillon "moyen" pour chaque parcelle. Cet échantillon a été obtenu de la façon suivante :

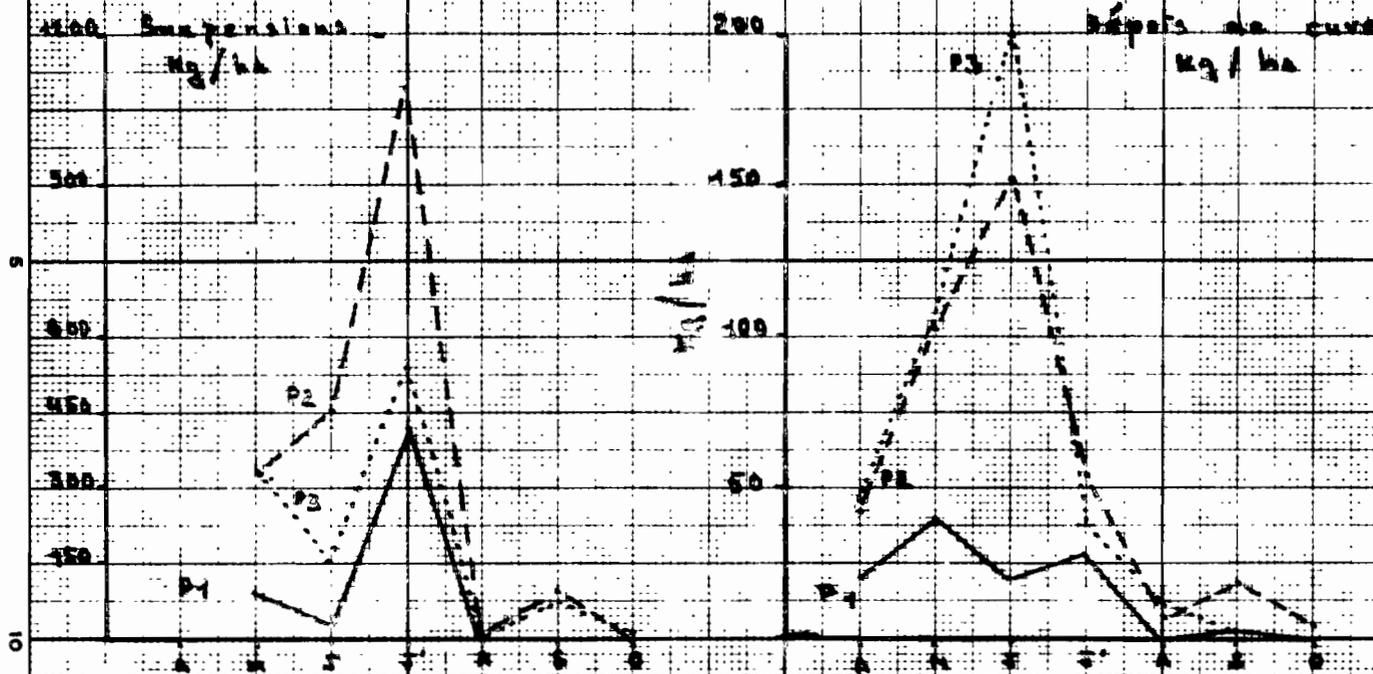
.../...

# Fig n° 19 GAMPELA 1968

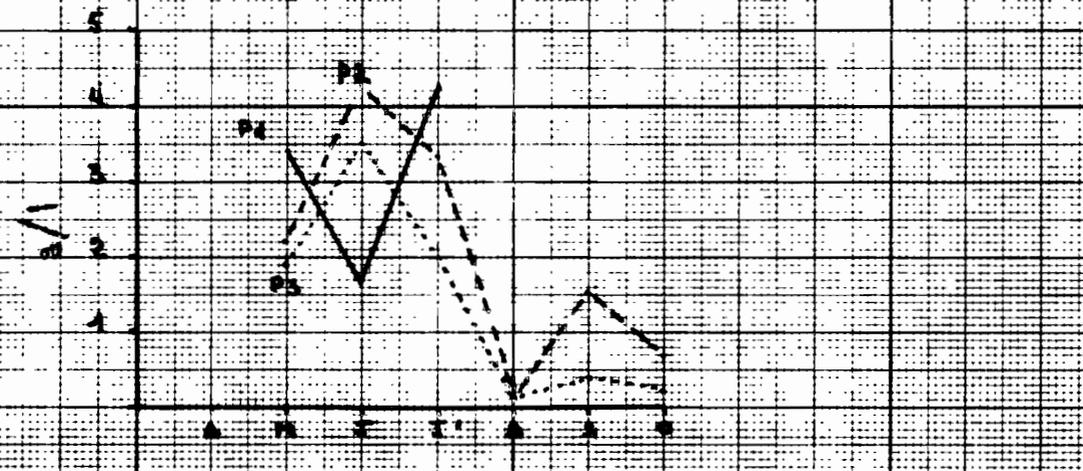


(\*) marquent les mesures avant le 27 juin

Fig. n° 20 GAMBELA Restes en Terre manuelle



Variation de la turbidité spécifique manuelle



il est la somme des terres recueillies après filtration de l'eau de l'échantillon moyen d'eau relatif à chaque crue ; il ne s'agit donc pas véritablement d'un échantillon moyen pondéré.

Les analyses montrent que les suspensions sont constituées d'argile + limon à plus de 99 %.

Nous touchons donc là un fait capital, si l'on songe que les suspensions représentent suivant les parcelles de 75 à 85 % des matériaux érodés. Nous sommes donc en présence d'une érosion sélective particulièrement pernicieuse si l'on tient compte du fait que le taux d'éléments fins dans le sol en place n'est que de 10 %. Ce fait se trouve illustré de façon très claire par la fig. n° 21.

Le complexe absorbant déjà très réduit, se voit donc encore amenuisé par un arrachage sélectif des colloïdes minéraux. Comme les apports organiques sont pratiquement inexistants, c'est donc l'ensemble du complexe absorbant et de la capacité d'échange qui est affecté, avec ce que cela implique pour la stabilité structurale.

C'est donc l'ensemble des facteurs de la fertilité qui se trouve affecté par ce phénomène érosif.

Le tableau n° 15 ci-dessous établi à partir de l'échantillon moyen des suspensions montre tout le danger de l'érosion. Car en effet si la parcelle n° 2 donne un taux

PARCELLES	Eléments fins totaux exportés Argile + limons fins Kg/ha	% des terres érodées	Argile + limons fins entraînés par rapport au stock contenu dans les 10 premiers cm du sol en ‰
1	597	93,0	4,9
2	2445	96,7	20,6
3	1287	82,6	10,4

TABLEAU n° 15

.../...

d'entraînement des éléments fins très élevé, et l'on savait bien a priori que cette méthode culturale est la plus défavorable, la parcelle n° 3 cultivée de façon traditionnelle fait apparaître un taux de 1%, pour cette année, ce qui est fait. D'autre part, on peut supposer que sur ce type de sol peu profond et reposant sur carapace, la pédogénèse doit être très réduite, et la dégradation du complexe absorbant apparaît donc comme un phénomène irréversible.

Les différences constatées entre les parcelles en culture montrent donc tout l'intérêt qu'il faut porter à ce problème. La culture traditionnelle est déjà néfaste par elle-même, des façons culturales plus importantes mais mal utilisées sont encore plus graves, des façons culturales appropriées doivent permettre de limiter beaucoup cette érosion. Comme nous l'avons vu précédemment, le travail du sol remonte des éléments fins vers la surface, et si une protection n'est pas faite tel qu'un billonnage isohypse par exemple, la perte en éléments fins risque d'être importante.

Il est intéressant de remarquer que les taux d'entraînement sont d'un ordre de grandeur très supérieur aux chiffres cités par l'I.R.H.O. sur la station de NIANGOLOKO ; sur des sols à texture moins grossière et de pente plus faible, il est vrai (0,5 %).

#### 33122 - Analyse chimique des terres érodées.

Nous avons analysé sur les échantillons de terres provenant des dépôts de cuve et des suspensions (deux échantillons du 21 Juin et les trois échantillons moyens) les caractéristiques suivantes. :

- matière organique
- azote total
- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total
- bases totales
- bases échangeables
- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> échangeable )   sauf pour les trois échantillons moyens de suspension.

Pour ne pas alourdir le texte nous avons exprimé ces analyses sous la forme de schémas que l'on trouvera aux fig. n° 21 et 22, et dont l'examen appelle les commentaires suivants :

.../...

- en ce qui concerne la matière organique, l'azote total, l'acide phosphorique total, les bases échangeables (surtout le calcium), les teneurs sont nettement plus élevées dans les matériaux érodés que dans le sol en place.

- en ce qui concerne la matière organique, l'azote, et l'acide phosphorique total, les teneurs sont nettement plus élevées dans les suspensions que dans les dépôts de cuve. Or les suspensions constituent, nous l'avons vu près de 80 % des matériaux érodés.

- des différences existent entre les parcelles, la parcelle n° 3 ayant des teneurs presque toujours plus faibles. Ceci rejoint d'ailleurs ce qui a été dit à propos des pertes en terre, et plus particulièrement des éléments fins.

En utilisant les résultats de l'analyse des échantillons moyens des suspensions et en les supposant véritablement moyens, nous avons pu dresser un bilan des pertes chimiques dans les terres érodées que l'on trouvera au tableau n° 16. Il faut bien noter que les chiffres qui y figurent ne représentent qu'un ordre de grandeur et non la réalité. Toutefois on peut considérer que les valeurs données sont plutôt par défaut du fait :

- d'observations manquantes pour certaines crues.

- que l'échantillon moyen considéré n'est pas véritablement moyen, dans la mesure où chaque crue n'y est pas représentée proportionnellement à l'érosion totale qu'elle a entraînée. Les crues à forte érosion se trouvent donc désavantagées.

Ce tableau montre les différences entre les parcelles qui vont dans le même sens que ce qui a été dit précédemment mais surtout que les exportations de l'azote, du calcium magnésium et potassium sont importantes ; l'acide phosphorique étant peu entraîné.

L'érosion "chimique" est donc sérieuse par la quantité et la nature des éléments exportés, et il faut se rappeler à ce propos le rôle du calcium dans le complexe absorbant et le maintien de la structure ;

	PARCELLE 1		PARCELLE 2		PARCELLE 3	
	suspen- sions	cuve	suspen- sions	cuve	suspen- sions	cuve
Ca	1,954	0,313	6,238	0,952	3,205	0,737
Mg	1,324	0,152	5,241	0,435	1,458	0,143
K	1,284	0,161	5,284	0,376	2,886	0,210
Nn	0,067	0,008	0,264	0,027	0,188	0,020
N	1,329	0,210	4,526	0,876	3,837	0,641
MO	16,660	5,30	65,157	22,110	40,726	13,000
P <sub>05</sub>	0,561	0,064	2,600	0,252	1,580	0,197

Eléments exportés dans les terres arrachées  
en kg/ha.

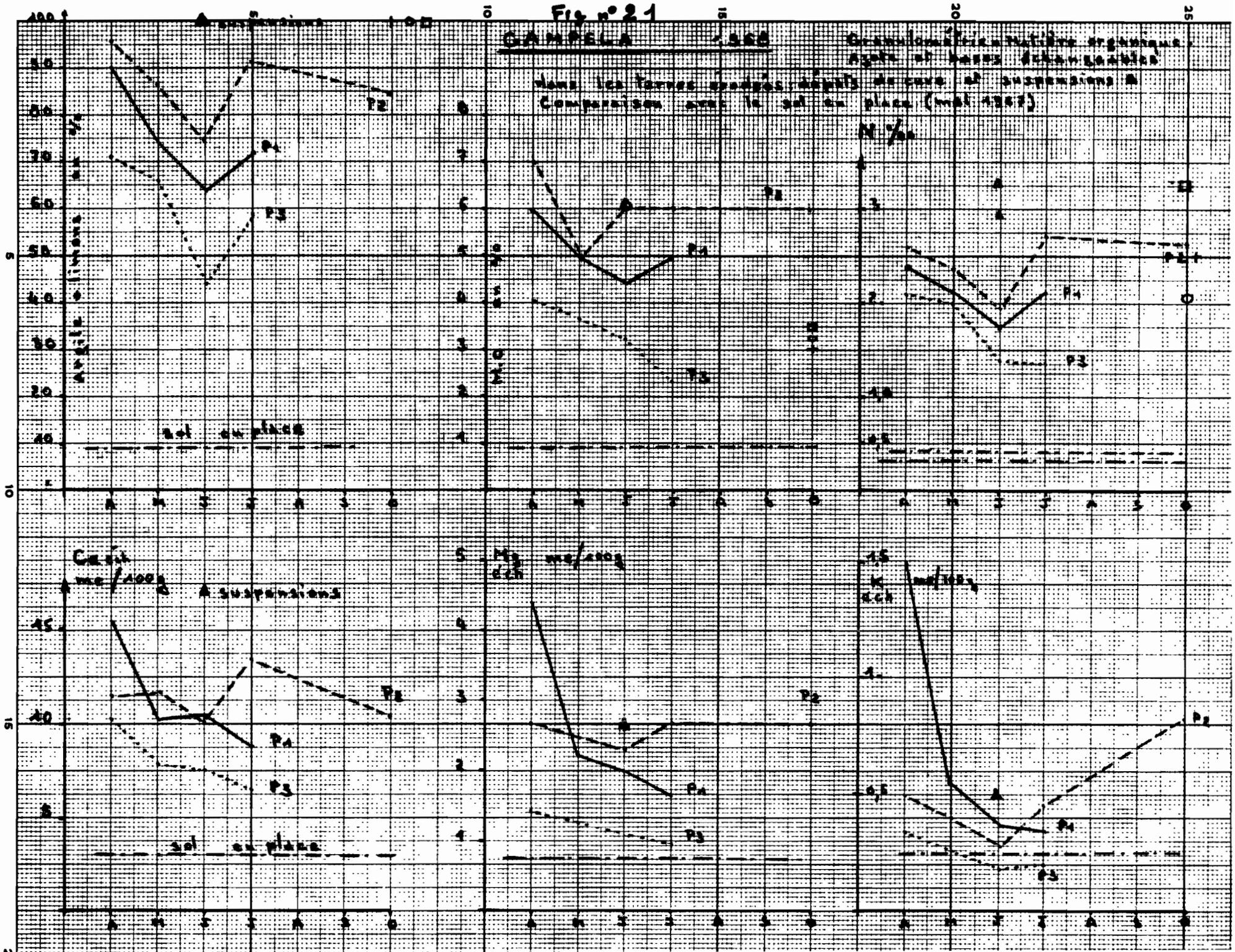
TABLEAU n° 16

Fig. n° 21

**CAMPÊLA 1968**

Granulométrie Matière organique  
Agile et bases échangeables

dans les terres sèches, après de cure et suspensions B  
Comparaison avec le sol en place (mai 1967)





332 - ETUDE DES SOLUTIONS DES EAUX DE RUISSELLEMENT

Cette étude a été réalisée au moyen d'échantillons moyens confectionnés sur chaque parcelle, pour chaque crue ; les analyses ont été faites aux laboratoires de l'O.R.S.T.O.M. à ADIOPODOUME en Côte-d'Ivoire. Presque toutes les crues ont pu être enregistrées et les résultats sont beaucoup plus précis que ceux concernant les suspensions. Les caractéristiques suivantes ont été déterminées :

Résistivité  
pH  
Matière organique  
N total, N (NH<sub>3</sub>), N(NO<sub>3</sub>)  
P en PO<sub>4</sub>  
Fe<sup>2</sup>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>  
Ca, Mg, K, Na

Pour des raisons multiples les échantillons n'ont pu être transmis à l'analyse dans des délais suffisamment courts, aussi nous n'avons pas pris en considération les valeurs du pH, de l'azote ammoniacal et nitrique.

En ce qui concerne la résistivité, elle varie normalement en raison inverse de la somme des ions, la régression semble même bonne comme le montre la fig. n° 23 excepté un point dont la position est inexplicable.

L'étude des teneurs en Fer, silice, alumine montre que le rapport Silice/Fer + Alumine se situe entre 5 et 10, ce qui traduit un mode d'altération de type ferrugineux. La teneur en Alumine est plus faible que dans les sols ferrallitiques. Les teneurs plus élevées sur P1 et P2 s'expliquent par la mise en surface de pseudocolloïdes pour le travail du sol (cf. fig. n° 24).

La fig. n° 25 montre les variations du taux d'azote dans les eaux de ruissellement. Il est possible de voir assez nettement l'entraînement de l'azote après son application. Les taux relativement faibles de la parcelle n° 1 montre tout l'intérêt de façons culturales correctes, dans le maintien de l'engrais sur la parcelle, donc sa rentabilisation.

La fig. n° 26 donne l'évolution du taux de bases dans les eaux de ruissellement. Cette fois-ci les concentrations

.../...

Fig n° 23

GAMPELA 1968

Relation entre la résistivité  
et la somme des ions dans les  
eaux de ruissellement

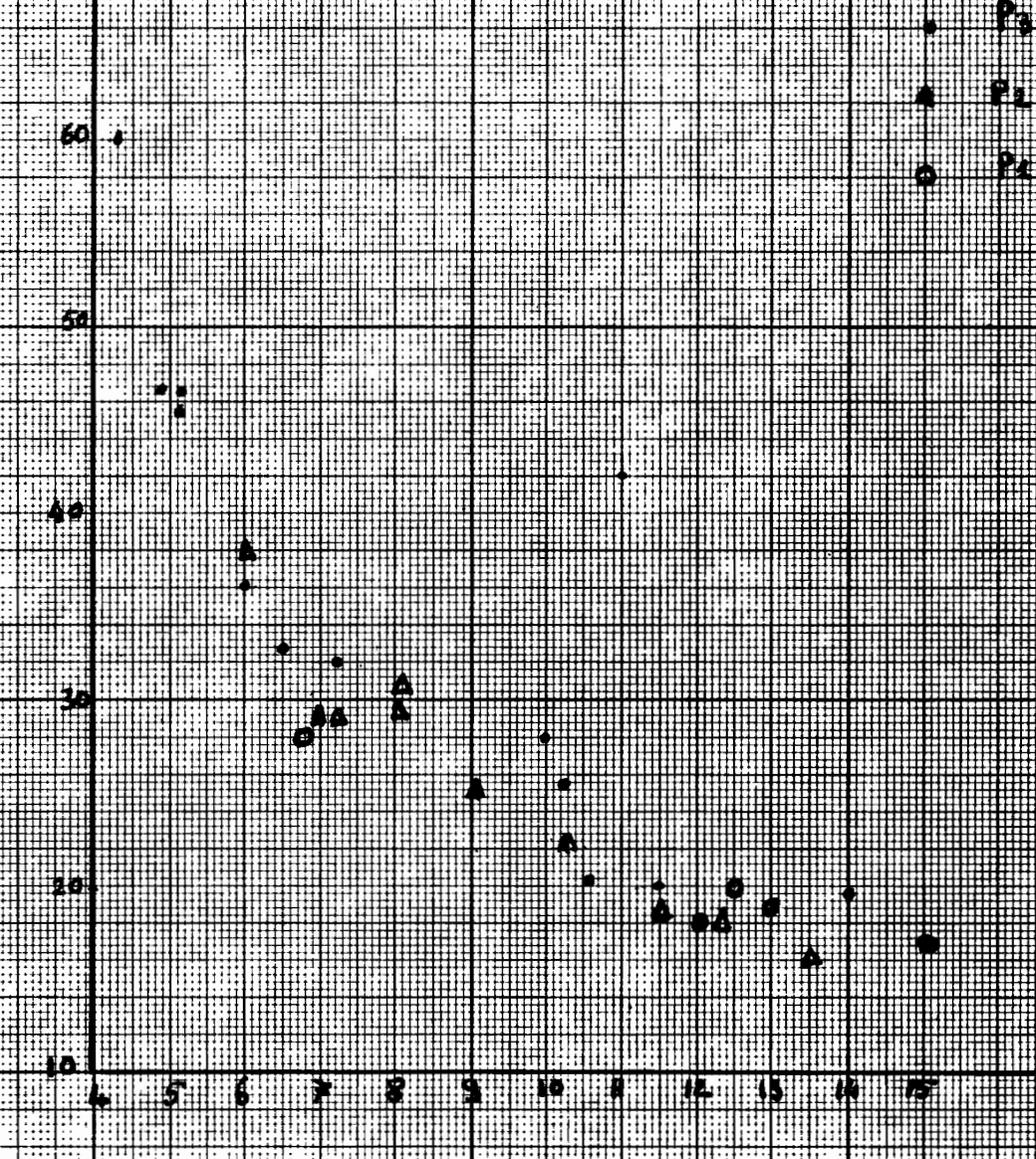


Fig : n° 24

Station de GAMPELA

Evolution de la Concentration

Silice, Alumine, Fer.

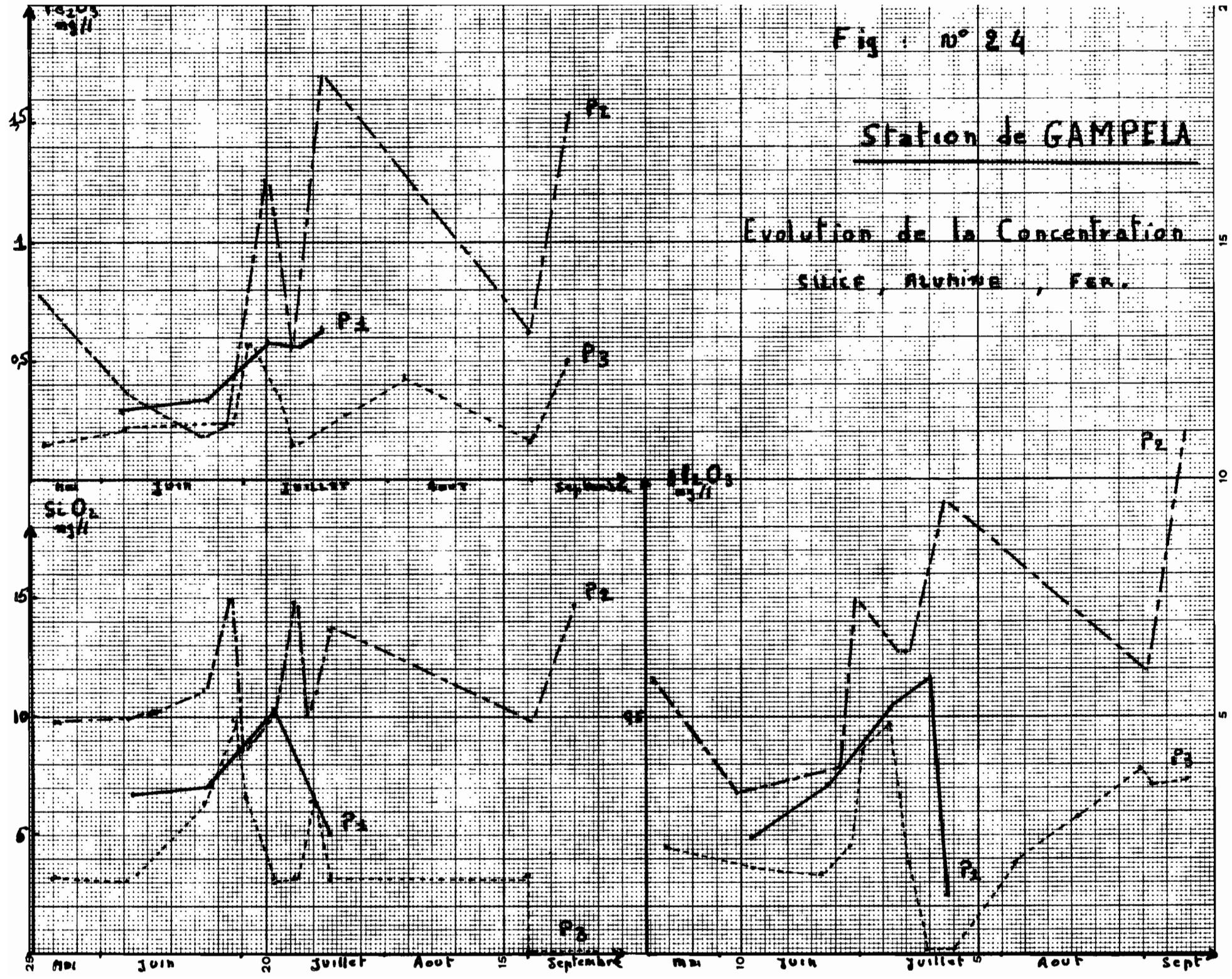


Fig n° 25

GAMPELA 1968

Evolution de la concentration  
de l'Azote total en solution  
dans les eaux de ruissellement

N total en mg/l



Mai

Juin

Juillet

Août

Septembre

50 kg/ha Phosph. Am.

50 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

P<sub>1</sub>

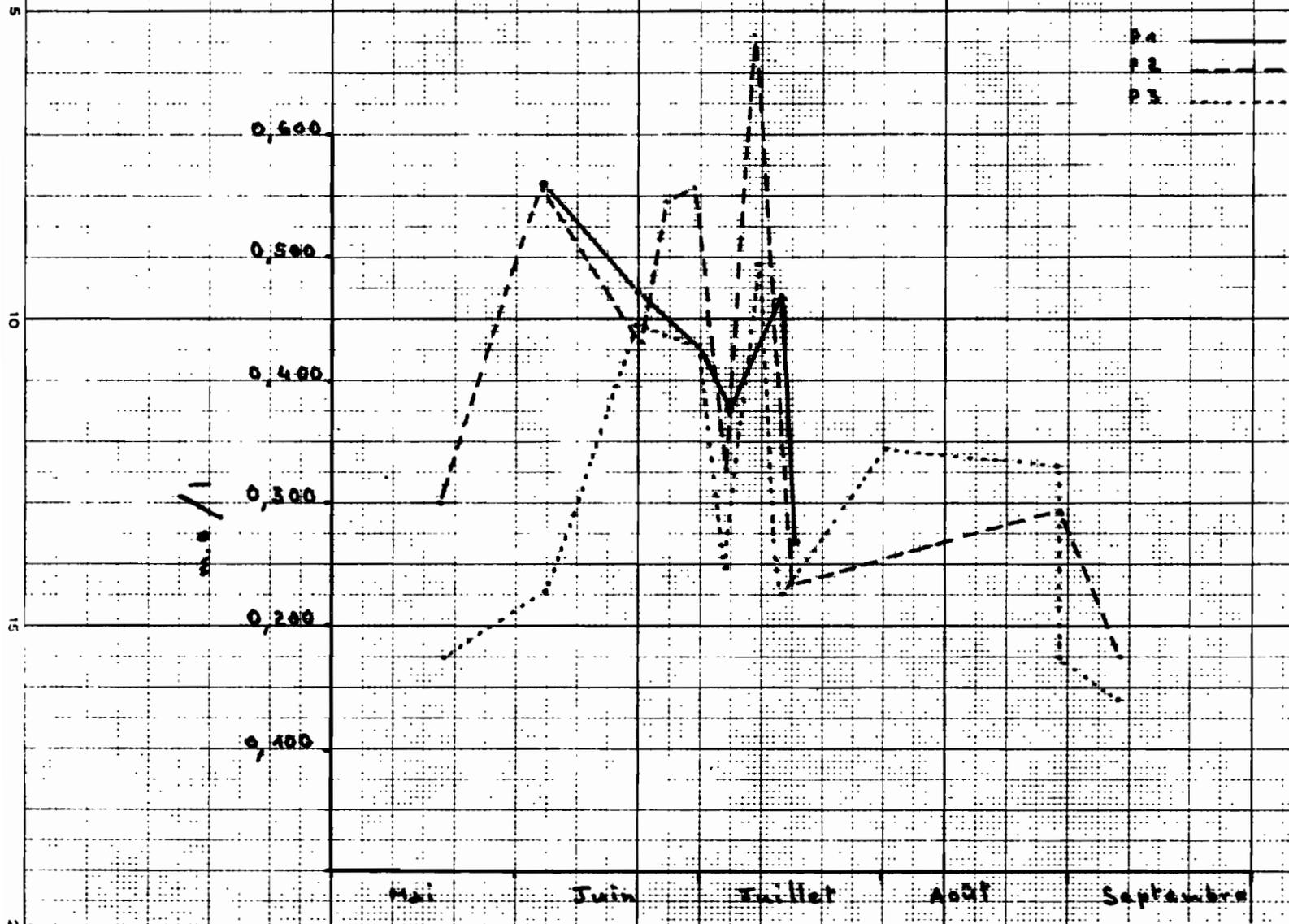
P<sub>2</sub>

P<sub>2</sub>

P<sub>3</sub>

Fig n° 26 GAMPOLA 1968

Evolution de la somme des bases (m.e.) en solution



sont assez élevées sur la parcelle n° 1. Il faut relier ceci à la turbidité des eaux, toujours plus élevée sur la parcelle n° 1.

Nous avons fait le bilan de ces pertes en solution. Le tableau n° 17 exprime la concentration moyenne d'un certain nombre d'élément. Il s'agit de moyennes pondérées. Le tableau n° 17<sup>2</sup> fait le total de l'exportation de ces éléments ; il faut remarquer que ce bilan est par défaut puisque manquent un certain nombre de crues. Ce tableau fait apparaître des entraînements en solution assez importants sur les parcelles 2 et 3 en ce qui concerne l'azote, le calcium, le potassium. Mais il est plus intéressant de rapporter ces pertes en ce qui concerne les cations à la quantité contenue dans les dix premiers centimètres de sol, c'est-à-dire qu'on apprécie ainsi leur lixiviation. Le tableau n° 17<sup>3</sup> montre que les cations lixiviés sont par ordre décroissant Na, K, Mg, Ca sauf une exception sur la parcelle n° 3 ou  $K > Na$ . Ceci est donc bien logique puisque cela correspond parfaitement à la "force de fixation" sur le complexe absorbant.

Les tableaux n° 17<sup>2</sup> et 17<sup>4</sup> expriment les pertes en bases échangeables et matière organique, azote, acide phosphorique.

En conclusion les pertes chimiques par les solutions des eaux de ruissellement ne sont pas négligeables, surtout en ce qui concerne l'azote, le taux d'entraînement du sodium et de potassium est assez fort.

### 333 - BILAN DES ELEMENTS ENTRAINES

Arrivé à ce stade il peut être intéressant de jeter les bases d'un total des pertes chimiques subies par les parcelles. Nous insistons sur le fait qu'il ne s'agit que d'un simple ordre de grandeur, puisque la majeure partie des pertes concerne les suspensions dont le nombre d'analyses est réduit. Toutefois pour des raisons déjà exposées il faut considérer cet ordre de grandeur comme inférieur à la réalité.

Nous avons pour ce faire, effectué la somme des tableaux n° 16 et n° 17 ayant ainsi l'ordre de grandeur du total des pertes par érosion : dépôts de cuve, suspensions, solutions en ce qui concerne la matière organique, l'azote total, l'acide phosphorique total, les bases totales, c'est ce qu'exprime le tableau n° 18.

TABLEAU n° 17  
GAMPELA 1968

1) - Concentration des éléments minéraux en solution dans les eaux de ruissellement en mg : l (moyenne pondérée)

PARCELLE	N	PO4	Ca	Mg	K	Na
1	6,60	0,53	4,33	1,07	3,85	0,60
2	7,20	0,47	3,60	1,40	2,65	0,42
3	7,57	0,25	2,25	0,75	2,21	0,29

2) - Eléments minéraux exportés en solution dans les eaux de ruissellement (en kg/ha)

PARCELLE	N	PO4	Ca	Mg	K	Na
1	0,854	0,069	0,560	0,158	0,499	0,078
2	3,979	0,260	1,991	0,774	1,463	0,234
3	4,698	0,154	1,395	0,464	1,371	0,181

3) - Lixiviation des éléments en solution dans les eaux de ruissellement

pois du cation exporté en solution en ‰  
pois du cation échangeable  
dans les 10 premiers cm du sol

PARCELLE	Ca	Mg	K	Na	CLASSEMENT
1	0,56	1,02	3,11	3,39	Na > K > Mg > Ca
2	2,01	5,02	9,14	10,17	Na > K > Mg > Ca
3	1,41	3,01	8,57	7,87	K > Na > Mg > Ca

4) - Matière organique et bases exportées en solution dans les eaux de ruissellement en kg/ha

PARCELLE	Matière organique	en ‰ de la MO des 10 <sup>er</sup> cm du sol	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
1	4,707	0,35	0,784	0,263	0,601	0,105
2	31,993	2,39	2,787	1,290	1,763	0,315
3	15,447	1,15	1,953	0,773	1,652	0,306

Les ordres de grandeur relevés sur les parcelles 2 et 3 apparaissent assez forts, notamment en ce qui concerne l'azote, le magnésium, le calcium, le potassium. En ce qui concerne l'azote par rapport à sa teneur initiale obtenue dans les analyses faites en 1967, c'est 2 % de la quantité d'azote contenue dans les dix premiers centimètres du sol qui est exporté sur la parcelle n° 2 et n° 3. Mais il ne faut pas oublier qu'il y a eu apport d'engrais azotés au cours de cette campagne. On peut remarquer que l'azote est entraîné également sur la parcelle 2 cultivée suivant la pente que sur la parcelle 3 en culture traditionnelle.

En ce qui concerne la potasse les analyses des suspensions du 21 Juin montrent que les pertes de potasse totale sont élevées par rapport à la potasse échangeable. Il est étonnant de constater que la potasse se trouve fortement fixée alors que l'argile est du type kaolinitique, si l'on se réfère aux analyses faites sur la toute proche station de GONSE.

Sur la parcelle cultivée en plus grande pente, le taux d'entraînement de l'acide phosphorique atteint 8‰.

Le but de l'essai de GAMPELA n'est pas tellement de comparer la qualité des techniques antiérosives ou culturales, car l'on sait bien à l'avance que le classement sera, parcelle 1, puis 3, puis 2 en ce qui concerne l'érosion, mais bien plutôt de chiffrer et de donner des ordres de grandeur du danger de l'érosion avec ces différents traitements.

Ce que l'on peut déduire c'est que

- des techniques culturales correctes permettent de réduire considérablement des pertes des éléments de la fertilité bien qu'elles soient encore non négligeables sur la parcelle 1.

- que la culture traditionnelle avec un travail du sol très réduit constitue déjà un grave danger. Outre des pertes importantes, elle ne permet pas par exemple une utilisation correcte des engrais azotés ; l'acide phosphorique étant relativement fixé. Sur le plan de la fertilisation, cela pourrait conduire à un renforcement de la fumure azotée ou tout au moins à se méfier des fumures dites de vulgarisation dont le niveau peut être trop bas. D'autre part, il semble aussi que des carences en bases soient susceptibles d'apparaître sur ce type de sol.

G A M P E L A

Tableau N° 18

PARCELLE	MO kg/ha	N kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total kg/ha	Bases totales kg/ha/			
				Ca	Mg	K	Na
1 cult. amél.	26,7	2,39	0,676	2,83	1,63	1,94	0,153
2 plus gde pente	119,3	9,38	3,046	9,181	6,45	7,12	0,525
3 cult. trad.	69,2	9,18	1,892	5,337	2,06	4,47	0,389

Exportations totales dans les dépôts de cuve, les suspensions, les solutions.

Tableau N° 19

	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ca	Mg	K
Parcelle 1 Cult. améliorée	81	80	496	250	61
Parcelle 2 plus gde pente	320	362	1784	1024	223
Parcelle 3 Cult. traditionnelle	313	225	721	326	140

Exportations totales par érosion traduites en poids de grains (kg/ha) de Sorgho

- des façons culturales plus intenses mais appliquées sans discernement conduisent à des pertes encore plus importantes, ceci doit donc inciter la vulgarisation à la prudence ; il ne faut pas condamner le travail du sol, mais son application doit être correcte, et accompagnée de techniques antiérosives qui pourraient comporter au moins un billonnage isohypse.

Il nous a semblé intéressant de rapporter ces chiffres aux quantités exportées pour une récolte de sorgho. Nous avons utilisé pour cela les résultats d'une étude réalisée par B. DUPONT DE DINECHIN de l'IR.A.T. : Contribution à l'étude des exportations du maïs et du sorgho en HAUTE-VOLTA (Colloque fertilité sols tropicaux TANANARIVE, nov. 1967). Cet auteur montre que les exportations totales du sorgho pour 100 Kg de grains produits.

sont	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,84 kg	
	N	2,93	
	S	0,56	
	K <sub>2</sub> O	3,84	ou 3,18 kg de K
	MgO	1,03	0,61 kg de Mg
	CaO	0,81	0,57 kg de Ca

Par rapport aux exportations d'une culture, les pertes par érosion (terre et eaux) apparaissent donc relativement importantes. (cf. tableau n° 19).

Nous avons esquissé l'amorce d'un bilan chimique dans le tableau n° 20. Le calcul des exportations de la récolte a été fait en tenant compte séparément, du grain, tiges, rachis, etc... le rapport grain/paille étant très faible, en utilisant les valeurs données par B. DUPONT DE DINECHIN. En fait, il nous manque les éléments totaux contenus dans le sol ce qui rend ce tableau incomplet. Cependant on peut voir qu'en ce qui concerne l'azote, on est au seuil du déséquilibre pour la parcelle 2. Si la récolte avait été normale, on aurait pu s'attendre à un déséquilibre net. La fumure phosphatée est très suffisante.

On peut remarquer qu'en règle générale les engrais tant azotés que phosphatés sont mieux utilisés en parcelle en culture améliorée que sur les deux autres, ceci est d'une portée pratique considérable.

.../...

		Pertes totales kg/ha	Exportation récolte %	Dépôts de Cuve %	Suspensions %	Eaux %	Engrais kg/ha
	CaO	14,65	72,9	2,9	18,7	5,5	
	MgO	14,53	81,5	1,6	15,0	1,9	
	K <sub>2</sub> O	50,61	95,6	0,3	2,9	1,2	
PARCELLE	Na <sub>2</sub> O						
1 Cult.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	6,79	89,9	0,9	9,2	1,0	20,00
amél.	N total	25,96	90,7	0,7	5,1	3,5	32,7
	CaO	22,30	42,3	5,9	39,3	12,5	
	MgO	21,24	49,9	3,2	40,6	6,3	
	K <sub>2</sub> O	50,70	84,8	0,8	11,3	3,1	
	Na <sub>2</sub> O						
PARCELLE							
2 Cult	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	8,89	65,6	2,8	29,4	2,2	20,00
plus d'	N total	31,53	70,5	2,1	14,2	13,2	32,7
de pen-							
te							
	CaO	13,79	45,8	7,7	32,5	14,7	
	MgO	11,27	69,8	2,1	21,2	29,5	
	K <sub>2</sub> O	36,38	86,7	0,6	8,5	4,2	
PARCELLE							
3 Cult	Na <sub>2</sub> O						
tradi-	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	6,65	71,5	2,9	23,8	1,8	20,00
	N total	26,84	60,5	2,7	16,5	20,3	32,7

TABLEAU n° 20

ESQUISSE DE BILAN CHIMIQUE

En conclusion le phénomène de l'érosion tant sur le plan physique que chimique semble donc grave, car il s'agit d'un phénomène sélectif, qui enlève les éléments les plus riches d'un sol déjà pauvre. Bien entendu, il ne faut pas perdre de vue qu'il doit y avoir une certaine pédogenèse qui vient compenser ces pertes. On peut penser que sur ces sols squelettiques de faible profondeur sur carapace, la pédogenèse est sans doute assez réduite.

### 33 - LE RENDEMENT DES CULTURES

Les récoltes ont été affectées par la petite saison sèche enregistrée du 20 Juillet au 20 Août mais surtout par un parasitisme intense du Striga venant fausser tous les résultats auxquels on aurait pu logiquement s'attendre. En effet, le développement du striga est proportionnel à l'intensité des façons culturales que l'on a réalisées. Un arrachage pied à pied a été effectué sur la totalité des parcelles, 1 2 et 3. On a trouvé :

Culture améliorée P 1 : 206 000 pieds/ha  
Culture suivant la pente P2 : 132 000 pieds/ha  
Culture traditionnelle : 16 000 pieds/ha.

On peut également attribuer ces faibles rendements à des variétés trop tardives comme le montre un essai de courbe de réponse à l'azote sur sorgho réalisé par l'I.R.A.T. à GAMPELA.

Les rendements figurant dans le tableau n° 21. Ils apparaissent très faibles compte tenu malgré tout de la fumure reçue. En 1967 sans engrais on avait obtenu :

P 1 : 828 kg/ha de grain  
P 2 : 853  
P 3 : 760

TABLEAU n° 21

Parcelle	Tiges et Feuilles	Rachis	Grain	Total	Rapport Grain/paille %
1	5 193	182	427	5 802	7,9
2	4 576	178	459	5 213	9,6
3	3 322	131	428	3 881	12,4

Récolte de Sorgho en kg/ha de matières sèches à l'air  
.../...

Toutefois il est intéressant de noter l'influence des techniques culturales sur la production de matières sèches totales, les parcelles se classent alors très nettement dans l'ordre 1, 2, 3.

#### 4) - RESULTATS RELATIFS A LA PARCELLE DE WISCHMEIER

La parcelle de WISCHMEIER installée à GAMPELA sur sol et pente identiques aux grandes parcelles en culture a les dimensions suivantes : 8 x 25 m soit 200 m<sup>2</sup>. La longueur est disposée suivant la plus grande pente. La parcelle est entourée sur 3 côtés (amont, gauche et droite par une bordure de tôle éliminant les ruissellements parasites). Une gouttière collectrice au bas ferme le 4e. côté de la parcelle en aval, elle recueille les eaux de ruissellement et les dirige dans un canal d'amenée qui lui est perpendiculaire. Un partiteur à 9 fentes au bout du canal d'amenée permet de recueillir 1/9 des eaux turbides. Pour éviter un engorgement du partiteur par des éléments grossiers ou des corps étrangers, il est placé un tamis en tête du canal d'amenée. La 9e. partie des eaux est recueillie dans une cuve, les sédiments étant recueillis dans un fût. Les pertes en terre sont déterminées à ce niveau pour chaque pluie.

La parcelle est laissée en sol nu ; elle est placée devant les risques d'érosion maximum. Les opérations culturales ont été les suivantes :

Labour à la daba suivant la pente le 2 Mai 1968

Sarclages les 17 Mai, 7 Juin, 22 Juin, 17 Juillet, 7 Août, 22 Août, 5 Septembre.

Un certain nombre de mises au point après des ennuis techniques, n'a permis de faire fonctionner qu'à partir du 1er Juin 1968.

La fig. n° 19 représente les pertes en terre cumulée en fonction de l'index pluie cumulé.

Les pertes en terre sont de 2,728 pour 212 unités de R. Le calcul donne pour 1968 une valeur de  $K = 0,03$  tonne/ha par unité de R. Cet ordre de grandeur est donc très faible, ce qui n'est pas étonnant, si l'on tient compte de la texture du sol.

L'équation de WISCHMEIER ne rend pas compte de l'aspect qualitatif des pertes en terre et nous avons vu toute l'importance que ce problème avait sur ce type de sol. Il semble donc important que tous les résultats donnés pour la sus-

.../...

ceptibilité des sols à l'érosion de l'équation de WISCHMEIER soient assortis d'une étude qualitative des terres érodées.

D'autre part, comme pour l'ensemble des autres thèmes étudiés à GAMPELA, la détermination du facteur K doit porter sur un certain nombre de répétitions climatiques.

Nous avons cependant essayé de calculer les autres facteurs de l'équation de WISCHMEIER c'est-à-dire les facteurs C et P. Pour ce faire nous avons considéré 3 stades de végétation différents :

- le premier stade va du labour jusqu'après la levée, cette année du 16 Mai au 20 Juin.

- le 2ème stade correspond à la croissance soit du 20 Juin au 20 Juillet.

- le 3ème stade jusqu'à la fin de la saison des pluies.

Le facteur C est calculé au moyen de la parcelle n° 3 en culture traditionnelle, où  $P = 1$ . Le facteur P est calculé pour P1 et P2 au moyen du facteur C calculé précédemment. Ceci n'étant pas tout à fait exact puisque le couvert sur P1 et P2 était différent de celui de P3 (rendement matière sèche plus élevé) mais ceci constitue tout de même un ordre de grandeur intéressant.

Le calcul du facteur C montre que celui-ci décroît fortement avec le développement du couvert végétal ce qui est parfaitement logique.

Le facteur P est supérieur à 1 sur la parcelle cultivée suivant la pente, ce qui est normal, sa diminution au stade 3 peut être attribué au billonnage cloisonné effectué début Août. Sur la parcelle n° 1, il en est de même, avec un facteur P beaucoup plus faible qui montre bien l'incidence des aménagements antiérosifs.

TABLEAU N° 22  
PARCELLE N° 3  
Culture traditionnelle

	A	K	R	LS	P	C
Stade 1	533,48	0,03	37,53	0,223	1	0,95
Stade 2	851	0,03	74,44	0,223	1	0,76
Stade 3	137	0,03	131,35	0,223	1	0,07

PARCELLE N° 2  
Culture de plus grande pente

	A	K	R	LS	C	P
Stade 1	603	0,03	37,53	0,223	0,95	1,13
Stade 2	1695	0,03	74,44	0,223	0,76	2,00
Stade 3	196	0,03	131,55	0,223	0,07	*1,42

PARCELLE N° 1  
Culture améliorée

	A	K	R	LS	C	P
Stade 1	156	0,03	37,53	0,223	0,95	0,29
Stade 2	464	0,03	74,44	0,223	0,76	0,55
Stade 3	4	0,03	131,35	0,223	0,07	*0,03

\* billonage  
clisonné début  
but août

Coefficients de l'équation de WISCHMEIER

## C O N C L U S I O N S

L'année 1968 a par ses caractéristiques climatiques, été dans l'ensemble peu érosive.

Les observations ont pu être menées de façon beaucoup plus précises que l'année précédente ; elles ont permis de dégager un certain nombre de faits très importants.

- une érosion imputable presque uniquement à l'effet splash

- une érosion "physique" très sélective des terres ; les éléments érodés sont à plus de 90 % des éléments fins : argiles et limons constituant ainsi une dégradation inadmissible du complexe absorbant et de la structure même en l'absence de travail du sol (culture traditionnelle).

- une érosion "chimique" également très active en particulier pour l'azote, le magnésium, la potasse, le calcium. En ce qui concerne l'azote, les exportations en solution sont loin d'être négligeables (la moitié des pertes par érosion en culture traditionnelle). L'acide phosphorique est moins entraîné. En dehors de l'azote, du sodium, et un peu du calcium les éléments entraînés en solution constituent une perte faible. C'est surtout au niveau des suspensions que se situe le maximum des pertes.

Le niveau de ces pertes atteint des ordres de grandeur plus élevés que ceux donnés par l'I.R.A.T. sur la station de SEFA en CASAMANCE. Si ces chiffres se confirment à la campagne suivante, ceci amènerait peut être à repenser sérieusement certaines questions telles que la préparation et le travail du sol - Amélioration de la stabilité structurale -

Doses et épandage des engrais. Date d'application.

En effet, le rôle des techniques culturales apparaît une fois de plus déterminant dans la conservation des eaux, des terres et des éléments fertilisants. Bien plus même les techniques culturales permettent une meilleure rentabilisation des fumures appliquées. Il faut insister à nouveau sur le fait que l'agriculture met en jeu un faisceau de techniques et que la conservation des eaux et du sol, ne constitue pas une technique à part, mise en oeuvre par quelques spécialistes. L'agronome qui doit réaliser une synthèse des facteurs permettant l'amélioration des rendements et le maintien de la fertilité en tient compte.