

PH. MATHIEU

**EROSION ET TRANSPORT  
SOLIDE SUR LE BASSIN VERSANT  
DE L'AMITIORO  
CÔTE D'IVOIRE**



**OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER**

**CENTRE D'ADIPODOUMÉ — CÔTE D'IVOIRE**

Novembre 1969

B.P. 20 - ABIDJAN

1007702

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE D'ADIPODOUME

Laboratoire de Sédimentologie

EROSION ET TRANSPORT SOLIDE SUR  
LE BASSIN VERSANT DE L'AMITIORO  
COTE D'IVOIRE

Ph. MATHIEU

Novembre 1969

Ce rapport entre dans le cadre de l'étude sur l'érosion, le transport et la sédimentation en milieu intertropical (Bassin du BANDAMA).

Cette opération a été conçue et dirigée par Monsieur le Professeur J-Ph. MANGIN (1).

(1) - Laboratoire de Géologie et de Sédimentologie.  
Faculté des Sciences de NICE.

RESUME

On analyse l'action mécanique du ruissellement sur un bassin versant forestier de la zone intertropicale humide, en Côte d'Ivoire.

Après un exposé des données concernant la géomorphologie du bassin et les conditions pédologiques et climatologiques qui y règnent, on aborde les problèmes de méthodologie.

Vient ensuite l'exposé des observations réalisées de 1963 à 1968 au cours duquel les variations de la charge solide en suspension des eaux pendant la crue sont analysées en fonction des débits de crue et de décrue et où l'existence d'une relation entre volume ruisselé et transport solide est montrée.

L'examen des bilans annuels fait apparaître de forts déficits de découlement et des taux d'érosion annuels faibles.

L'étude granulométrique et minéralogique des sédiments transportés qui termine cet exposé fournit quelques indications sur les modalités du transport solide en région forestière tropicale sur substratum schisteux.

## INTRODUCTION

Les principaux objectifs qui ont été fixés lors de la mise en place de l'étude du couple érosion-sédimentation en 1963 sont les suivants.

- Erosion mécanique et chimique en savane et sous forêt.
- Ruissellement et transport à différentes échelles :
  - ravineau de premier ordre,
  - marigot,
  - fleuve (Bandama).

Exportations solides et solubles vers les aires de sédimentation.

- Sédimentation actuelle au niveau de l'embouchure ; étude des milieux fluvio-lagunaire et fluvio-marin.

Ce rapport rend compte des études entreprises de 1963 à 1968 sur le bassin versant forestier de l'Amitioro, situé en Côte d'Ivoire sur substratum schisteux.

Il traite de l'érosion mécanique, du transport en suspension et des valeurs globales des exportations effectuées par crue et par année au niveau de la station principale du bassin versant (station Amitioro-figure 6).

Les résultats concernant l'érosion, le transport solide et en solution au niveau du petit bassin d'un ravineau de premier ordre (station ravineau); tributaire de l'Amitioro, sont exposés dans un rapport séparé (B. Boulangé - à paraître).

Feront suite à ce rapport :

- une étude sur la physico-chimie des eaux de pluie (Ph.Mathieu-C.Monnet - en préparation),
- une étude sur l'érosion chimique et le transport en solution par la rivière Amitioro (Ph.Mathieu - en préparation).

La prospection pédologique du bassin a été assurée par le service pédologique du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé (P. de La Souchère-1963).

Les installations hydrologiques et météorologique ainsi que l'étude du ruissellement ont été réalisées par le service hydrologique (J.Sircoulon-1967).

Nous envisagerons ici l'érosion mécanique en la situant dans le contexte hydrologique qui la conditionne.

Nous aborderons successivement les points suivants :

- Charge solide en suspension des eaux de l'Amitioro ; variations en fonction du débit ; relation transport solide ; volume d'eau ruisselé.
- Etude des crues. Contrôle de l'érosion par les facteurs hydrologiques.
- Bilans annuels.
- Nature granulométrique et minéralogique du transport solide.

SITUATION GEOGRAPHIQUE

ET

STATIONS D'ETUDE

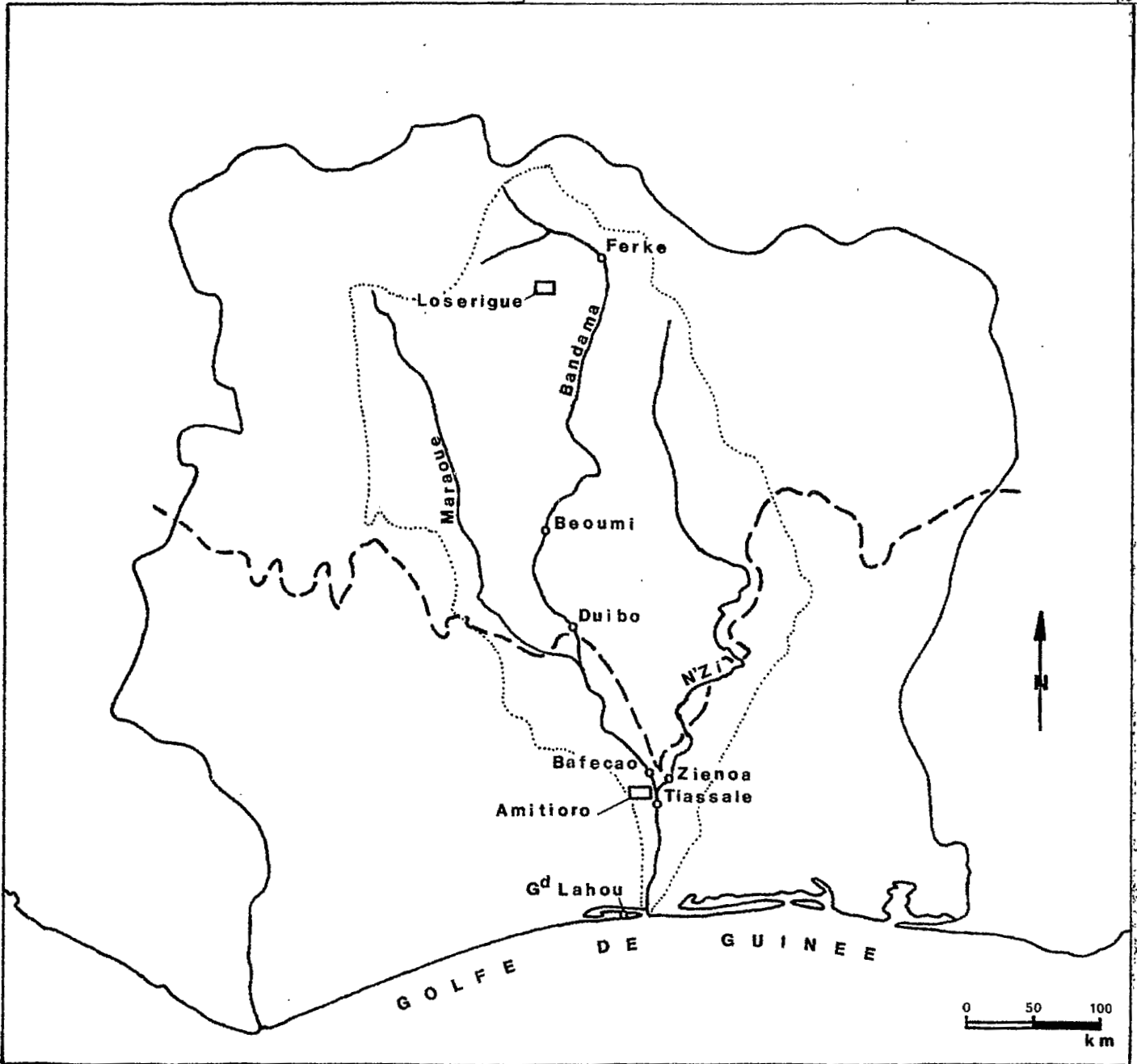
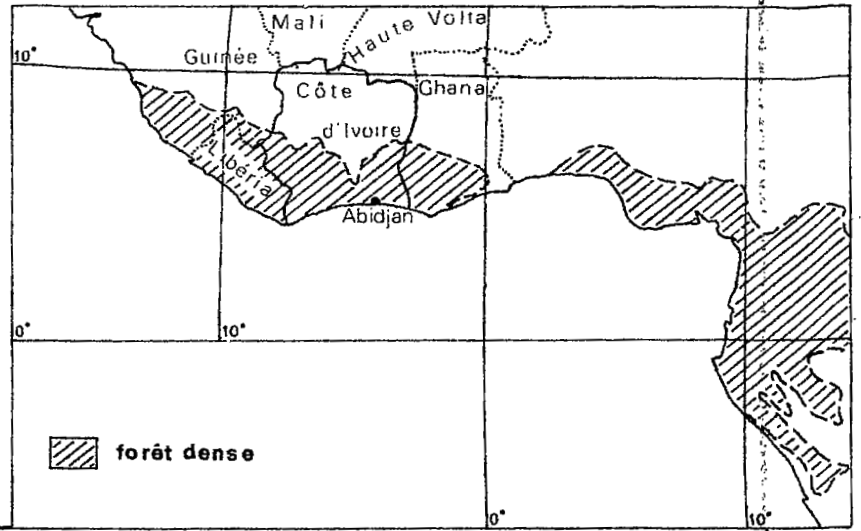


fig.1

LE CADRE DE L'ETUDE

SITUATION

Le bassin versant de l'Amitioro est situé entre 5°49' et 5°57' de latitude nord et 4°52' et 5°02' de longitude ouest, à quelques kilomètres à l'ouest de la ville de Tiassalé (figure 1). Il déborde légèrement vers le nord la route Abidjan-Divo. La station d'étude a été choisie sur la route de Bacanda. A cette station, la superficie drainée est de 170,4 km<sup>2</sup>.

GEOMORPHOLOGIE (I) (figure 2)

L'Amitioro coule vers l'est avant de rejoindre le fleuve Bandama dont il constitue un affluent de la rive droite.

Le réseau hydrographique est dense et bien ramifié. La ligne de partage des eaux, à l'ouest, est marquée par un alignement de collines de 120m à 170m d'altitude (point culminant = 177m), orientées suivant la direction tectonique NE-SW, séparant le massif granitique de Divo-Lakota de la zone schisteuse à l'est. Ces collines sont formées de schistes tufacés, de quartzites et de gondites. Les sommets sont constitués par des pointements de roches vertes. Les croupes plus ou moins convexes dominent des talwegs au profil transversal en auge. La pente des versants varie de 5 à 25%.

La partie centrale du bassin est comprise entre les cotes 40 et 80 mètres. Le relief y est peu accusé et se présente sous forme d'ondulations de faible amplitude. Le substratum est formé par des schistes et des grauwacks peu métamorphisés appartenant au Birrimien flyschöide.

Le drainage est subparallèle et s'effectue suivant une direction générale NW-SE, c'est-à-dire perpendiculairement à la direction tectonique. Notons que cette direction est celle suivie par le Bandama au nord de Tiassalé. Les interfluves sont étroits, allongés et lobés. Les profils en auge sont asymétriques et les pentes des versants

---

(I): Photointerprétation exécutée par P. de la Souchère, pédologue ORSTOM, Côte d'Ivoire.



BASSIN DE L'AMITIORO  
CARTE PHYSIOGRAPHIQUE

ECHELLE : 1:100.000

PHOTOINTERPRETATION : P. de La SOUCHERE

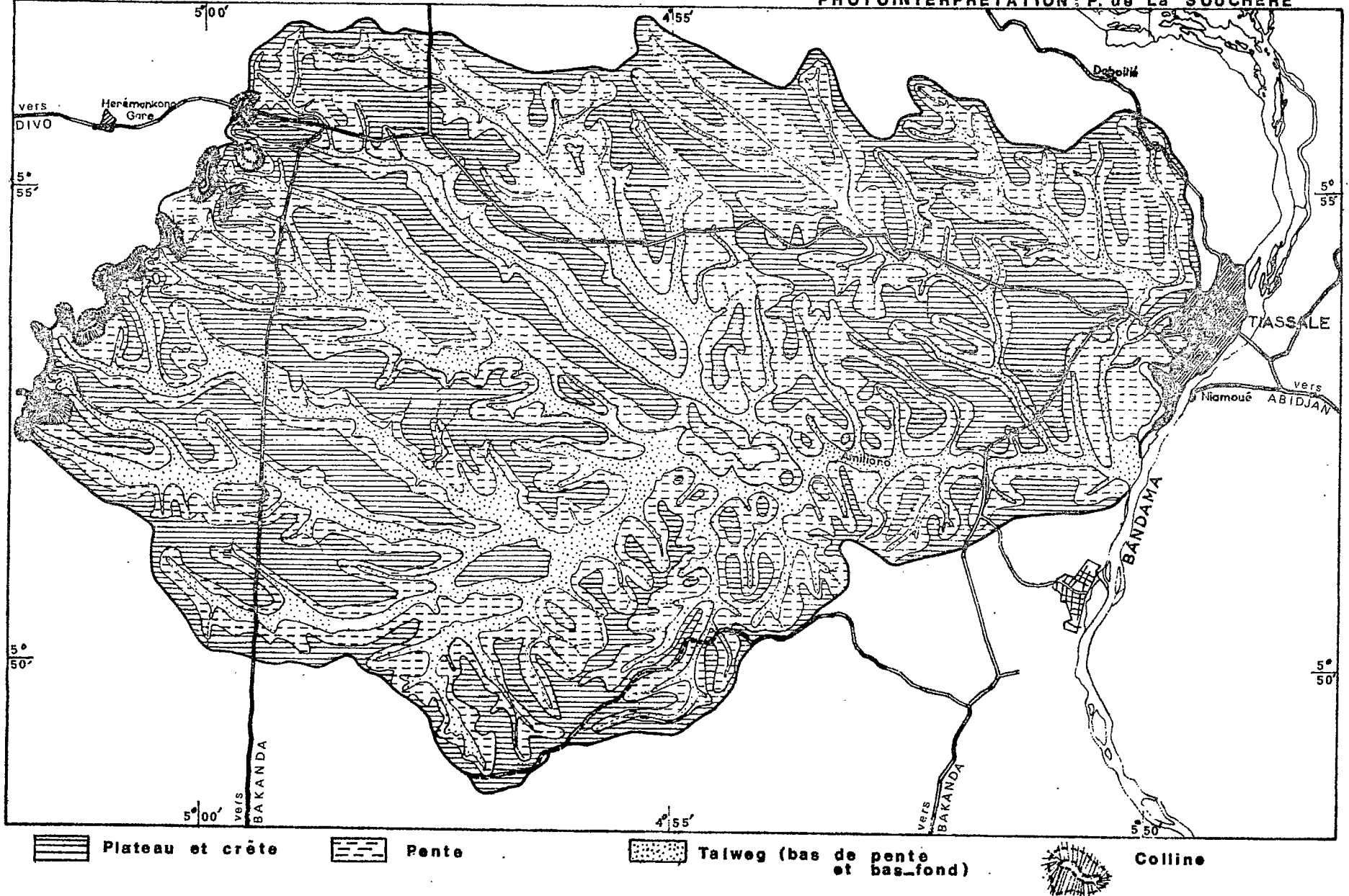


fig.2

# HYPSOMETRIE DU BASSIN DE L'AMITIORO

d'après le service hydrologique de l'ORSTOM-Abidjan

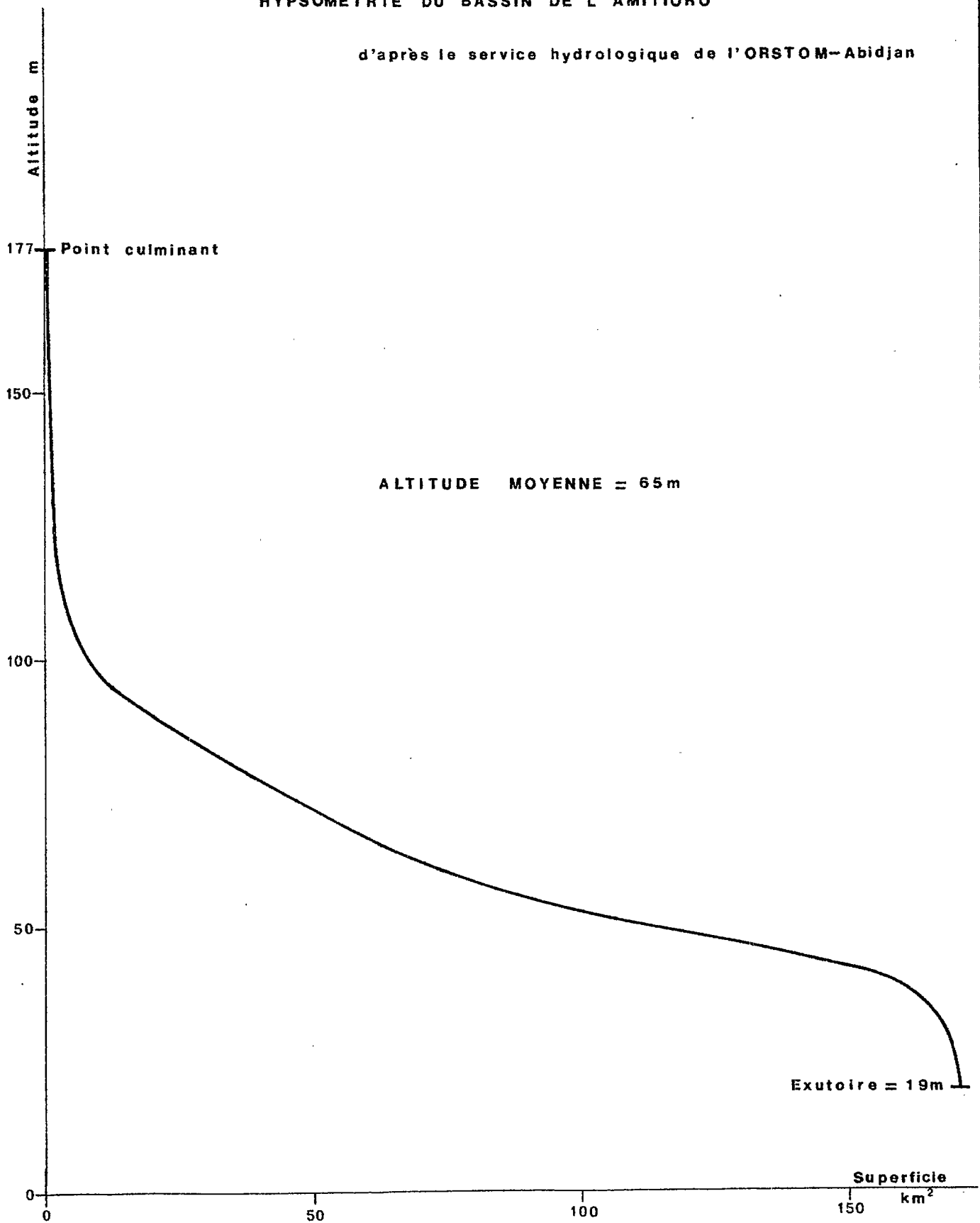


fig.3

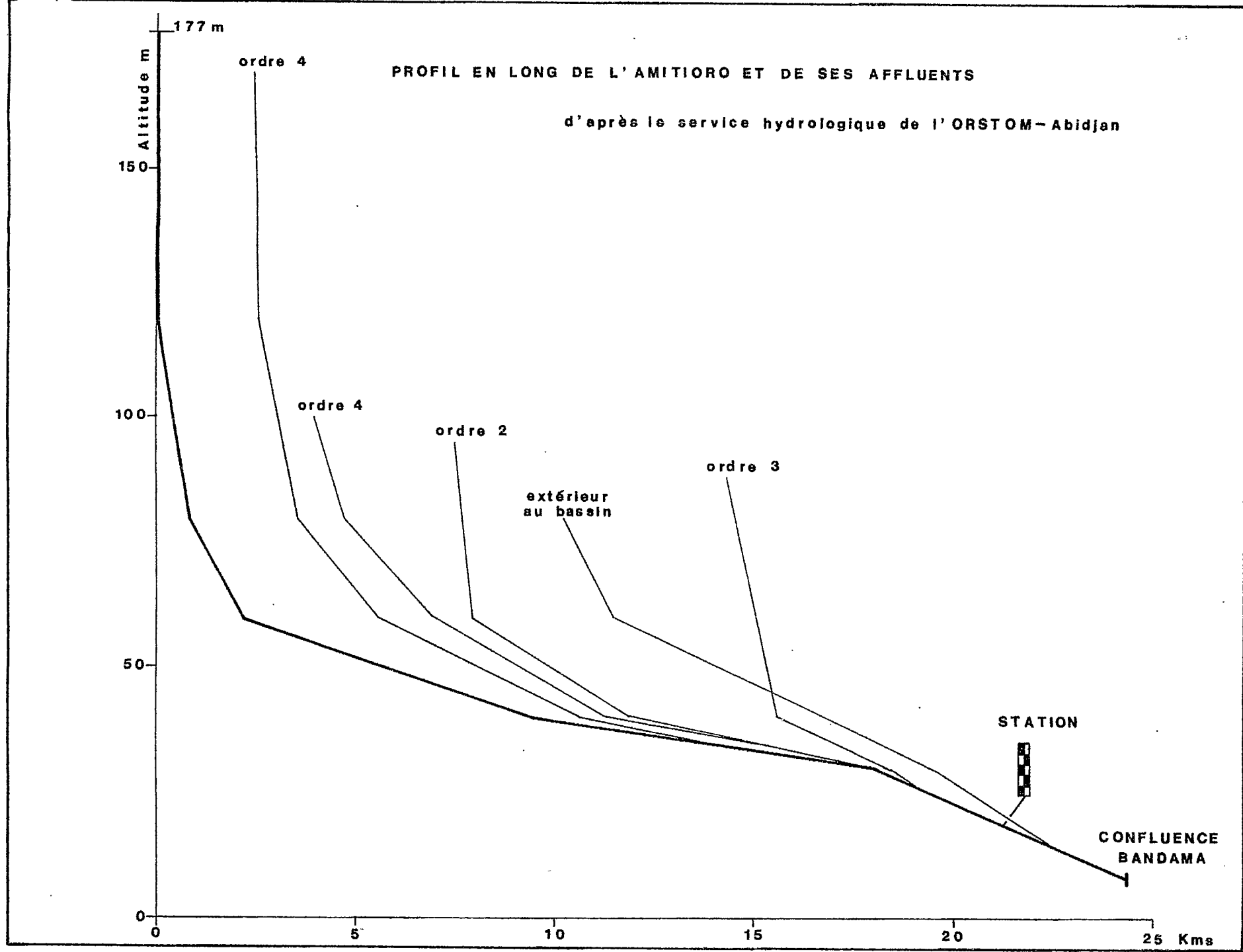


fig.4

de l'ordre de 3 à 8%. Les bas-fonds ont des profils longitudinaux et transversaux réguliers et calibrés.

Le réseau prend une allure différente, plus confuse, dans la partie sud de cette zone qui est constituée par un plateau déglacé. Les versants sont plus irréguliers et dissymétriques. Il est probable qu'il existe une bande quartzitique formée au milieu des schistes.

A l'extrémité est du bassin, à proximité du Bandama, quelques batholites granitiques entourés de leur auréole de métamorphisme de contact dominant une zone déprimée dans laquelle divague le cours de l'Amitioro. On peut distinguer dans cette zone un niveau de hautes terrasses alluviales. Les basses terrasses et les bas-fonds sont immergés en période de crue sur une largeur variant de 200m à 1 Km.

L'altitude moyenne du bassin est de 65m. L'altitude de l'exutoire a été évaluée à environ 19m. Aux abords des sources, les pentes sont assez fortes et dépassent 10 m/Km. L'indice de pente global est de 3 m/Km (figure 3).

### PEDOLOGIE

L'étude pédologique a été faite par P. de la Souchère (1963). Celui-ci a déterminé deux groupes de sols recouvrant la zone schisteuse du bassin.

I - Groupe des sols faiblement ferrallitiques; très gravillonnaires dans lesquels on distingue suivant la position topographique :

a- des sols bruns-rouges, argilo-sableux fins à argileux, bien pourvus en limons fins, fortement gravillonnaires et quartzeux à éléments schisteux en profondeur (sommets et crêtes),

b- des sols ocres, sableux fins argileux à argilo-sableux fins, bien pourvus en limons, fortement gravillonnaires et quartzeux, à éléments schisteux en profondeur (plateaux et pentes),

c- des sols jaunes, sableux fins limoneux (bas de pente et replats), dont la répartition suivant la pente descendante est la suivante :

- sols à carapace de nappe en profondeur (haut de pente)
- sols faiblement à moyennement gravillonnaires, à éléments schisteux en profondeur (replats),
- sols à pseudo-gley de profondeur (bas de pente).

2- Groupe des sols hydromorphes minéraux à engorgement temporaire de surface (bas-fond).

- a- sols beiges à jaunes, sableux fins, limoneux, à pseudo-gley de profondeur :
  - sols à pseudo-gley,
  - sols à pseudo-gley et à lit de quartz plus ou moins émoussés,
- b- sols gris, argileux à argilo-sableux fins, bien pourvus en limons, à gley et pseudo-gley d'ensemble (cuvettes).

CLIMAT

La région de Tiassalé fait partie du domaine climatique équatorial de transition, (climat Attien), type boréal, qui est caractérisé par deux saisons des pluies séparées par deux saisons sèches de durées inégales provoquées par le déplacement du front intertropical.

La grande saison sèche dure de décembre à février inclus. Mais la sécheresse n'est pas absolue pendant cette période.

La grande saison des pluies s'étend de mars à juin avec une pluviométrie maximale en juin.

Juillet et août appartiennent à la petite saison sèche due à l'installation d'un régime d'alizés.

La petite saison des pluies dure de septembre à novembre mais avec des hauteurs pluviométriques plus faibles qu'à la première saison des pluies (figure 5).

D'après les données recueillies pendant 35 années d'observations à Tiassalé ville, la pluviométrie moyenne annuelle est de 1323 mm. Le bassin est compris entre les isohyètes moyens annuels de 1300 mm et

de 1400 mm. A la station Tiassalé ville, les précipitations maximales observées sont de 1904 mm (en 1931) et les précipitations minimales de 781 mm (en 1957).

La pluviométrie en année décennale humide est de 1648 mm.

La pluviométrie en année décennale sèche est de 998 mm.

La pluviométrie maximale moyenne pendant 30 jours consécutifs de l'année est comprise entre 300 et 350 mm.

La région de Tiassalé est comprise entre les lignes d'isodéficits hydriques cumulés de 200 mm et de 300 mm. (M. Eldin et A. Daudet-1968).

Dans le tableau I, nous donnons les valeurs mensuelles et annuelles de la pluviométrie à Tiassalé ville et sur le bassin de l'Amitioro. Le réseau de pluviomètres et de pluviographes installé en 1963 a été démonté à l'issue de la campagne hydrologique fin 1966. Pour les années 1967 et 1968, nous ne pouvons donc pas donner de moyenne pluviométrique sur l'ensemble du bassin. Seul un pluviomètre situé à proximité de la station Amitioro a été conservé (P 14).

La température moyenne annuelle à Tiassalé est de 27°. Si l'on suit les variations annuelles de la température, on note :

- un maximum principal diurne de 35° et nocturne de 24° en février et mars ; l'amplitude journalière est la plus forte (11°).
- Un minimum principal diurne de 30° et nocturne de 22° en août avec une amplitude journalière de 8°.
- Un maximum secondaire diurne de 32° et nocturne de 23° en novembre.
- Un minimum secondaire diurne de 32° et nocturne de 22° en décembre.

L'évaporation mesurée au bac Colorado est de :

- 1100 mm pour 1963
- 1200 mm pour 1964

Les variations de l'évaporation suivent les variations de la température.

En définitive, la plus grande partie des précipitations se situe à la première saison des pluies. Mais la seconde saison des pluies est plus favorable au ruissellement et provoque les plus fortes crues.

TABLEAU I

PLUVIOMETRIE (mm)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Moyenne (1) interannuelle	23	56	128	148	166	223	105	56	115	169	106	40	
Maxima (1)	62	159	290	399	291	430	233	265	347	341	239	174	
Minima (1)	0	0	31	42	54	95	2	0	16	45	0	0	
1963 Tiassalé (1)	8	80	40	138	139	140	173	21	342	138	59	26	1304
Amitioro					251	144	202	93	298	181	57	38	(1264)
1964 Tiassalé (1)	27	40	128	187	291	265	9	20	47	71	55	81	1221
Amitioro	28	16	104	163	260	209	39	44	60	45	104	121	1193
1965 Tiassalé (1)	0	41	116	209	162	246	96	33	142	102	31	0	1178
Amitioro	29	97	80	177	155	267	111	42	107	74	42	2	1183
1966 Tiassalé (1)	0	56	67	277	125	237	345	66	122	131	91	47	1564
Amitioro	0	57	165	204	135	305	260	72	121	152	83	38	1592
1967 Tiassalé (1)	0	95	99	89	85	251	117	34	54	84	49	62	1019
Amitioro P. 14	0	132	124	81	91	231	61	16	58	33	101	37	965
1968 Tiassalé (1)	34	203	66	88	154	299	299	118	175	158	126	75	1795
Amitioro P. 14	12	67	73	88	272	322	289	121	203	146	113	75	1781

(1) = Station de Tiassalé - ville. d'après l'A.S.E.C.N.A.

Station Amitioro : 1967 et 1968 relevées en P. 14 seulement

# PLUVIOMETRIE

comparée a la moyenne de TIASSALE (35 ans)

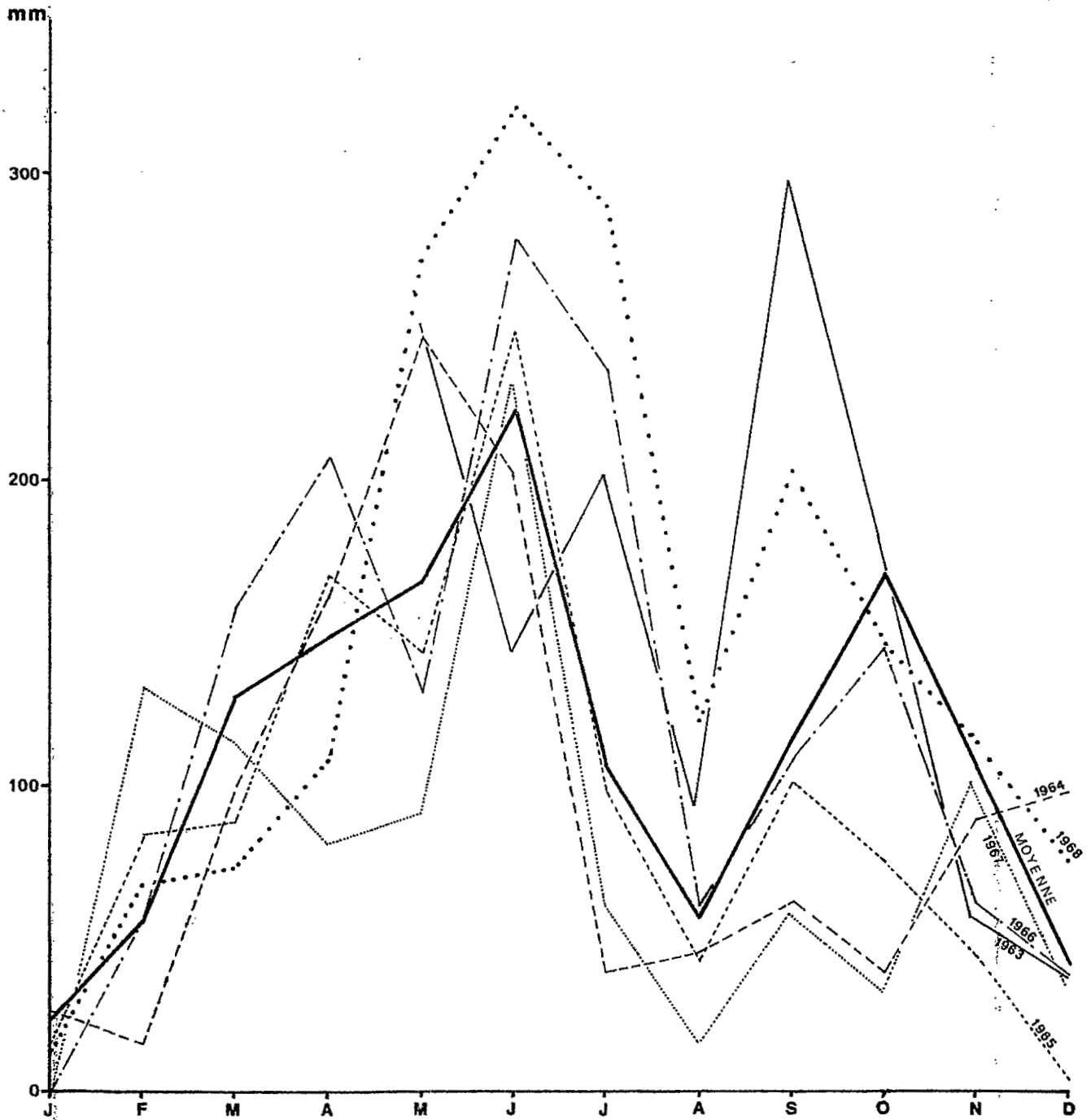


fig.5



## VEGETATION

La bassin versant de l'Amitioro est recouvert d'une forêt classée dite forêt de l'Amitioro. C'est une formation secondaire vieillie. Elle est caractérisée par la forêt mésophile à *Celtis* à tendance hygrophile. Malgré la faible pluviométrie, le développement d'espèces hygrophiles est permis grâce à l'important pouvoir de rétention des sols établis sur schistes, riches en limons.

Suivant les conditions de drainage, on peut distinguer deux aspects édaphiques.

a) Les formations forestières croissant sur interfluvés, milieu bien drainé, comportent de nombreuses espèces mésophiles. Leur structure est assez homogène avec un toit à deux étages comprenant une voûte supérieure discontinue au-dessus d'une voûte inférieure dense et continue.

b) Les formations forestières croissant dans les talwegs et les bas-fonds, milieu à engorgement temporaire, sont réduits à quelques espèces ripicoles. Leur structure est hétérogène avec un seul étage très discontinu dominant une strate arbustive.

Quelques cultures sont échelonnées le long de la route Abidjan-Divo ainsi qu'en bordure des pistes. Il s'agit de plantes vivrières : caféiers, cacaoyers, bananiers doux. Mais la superficie cultivée est très faible relativement à celle occupée par la forêt.

## METHODOLOGIE

Le bassin versant de l'Amitioro a été installée en 1963 par le service Hydrologique de l'ORSTOM.

L'équipement est le suivant : (figure 6)

### I - Stations pluviométriques.

De 1963 à 1966, le bassin a été équipé de 18 pluviomètres : P I à P14 et PA, PC, PD, ces derniers installés dans les limites du petit bassin étudié à la station marigot, et 4 pluviographes : PE I à PE 4.

La totalité de ces appareils n'a été définitivement installée qu'à la fin de mai 1963. Cela fait que nous ne connaissons pas la pluviométrie antérieurement à cette date.

### 2 - Stations limnigraphiques.

L'Amitioro a été jaugée au pont de la route de Bacanda. La station est équipée d'un limnigraphe OTT type X à mouvement hebdomadaire et d'un jeu d'échelles limnimétriques.

Dans la partie nord du bassin, un petit ravineau d'une longueur de 80 m a été équipé d'un jaugeur Parschall (W = 1 pieds) couplé à un limnigraphe du même type que celui de la station principale.

Une station intermédiaire (station marigot) n'a été suivie que pendant les saisons 1963 et 1964. Elle a dû être abandonnée par la suite et nous ne possédons sur elle que peu de données.

### 3 - Station climatologique.

Cette station comporte :

- 1 thermomètre à maximum
- 1 thermomètre à minimum
- 1 psychomètre sec et mouillé
- 1 anémomètre enregistreur
- 1 pluviomètre association
- 1 évaporomètre piche
- 1 bac Colorado, type ORSTOM
- 1 bac à évaporation de classe A, du Weather bureau.

# BASSIN DE L'AMITIORO

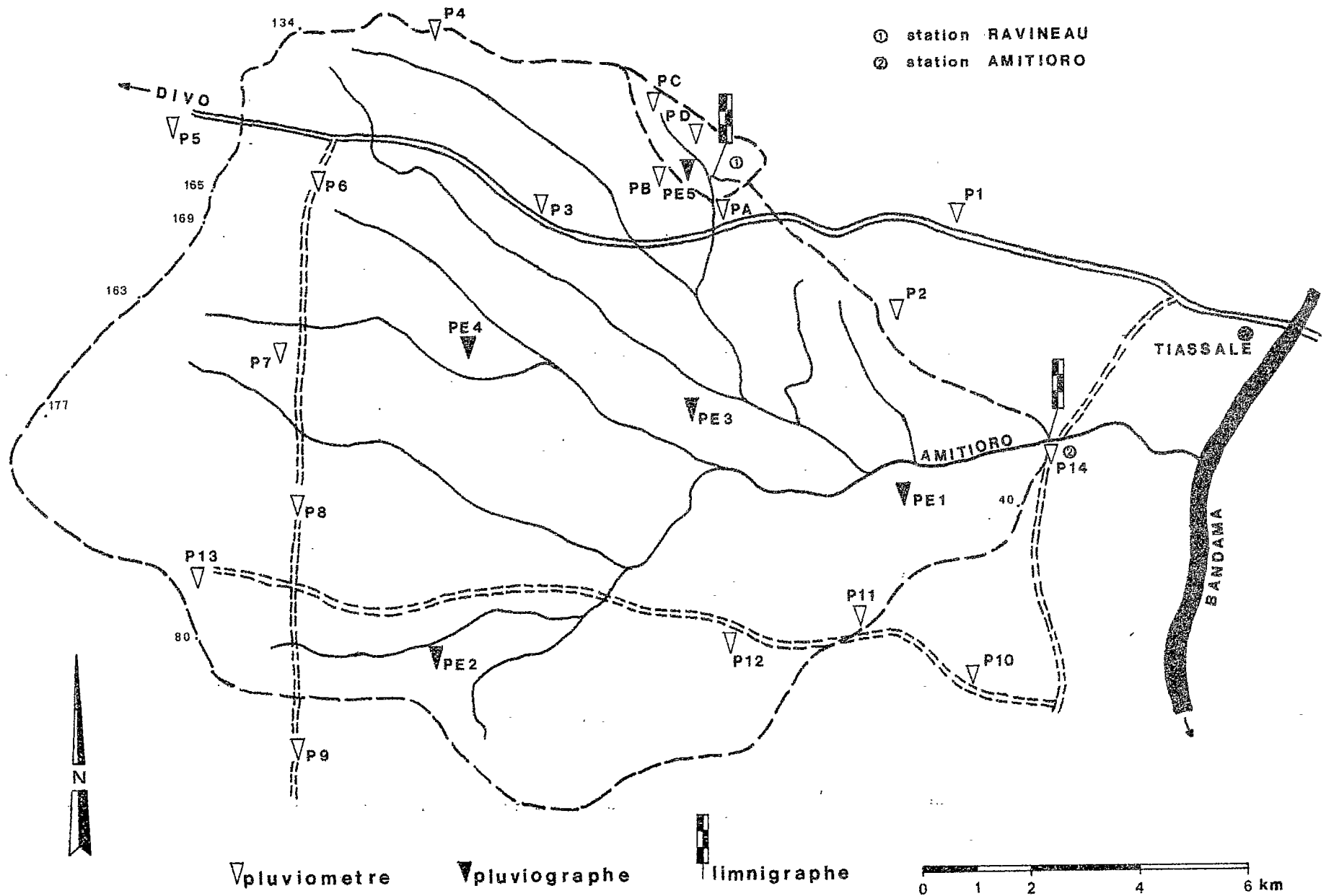


fig.6

4) Méthodes de prélèvements pour la détermination du transport solide en suspension.

Les prélèvements d'eau à la station Amitioro sont faits d'une passerelle située 50 m environ à l'amont du pont de la route de Bacanda, dans l'axe du cours d'eau, en surface ( 0 à 20 cm ), à l'aide d'un seau fixé à l'extrémité d'une corde. Lorsque les eaux sont basses, nous opérons de la berge, à l'aide d'une bouteille en plastique conçue spécialement, d'une contenance de 10 litres, à section rectangulaire, munie d'une poignée, que l'on dispose dans l'axe du courant, l'ouverture vers l'amont. Cette façon de prélever est utilisée systématiquement pour les prélèvements à la station du ravineau. Immédiatement après le prélèvement, l'eau est vidangée dans un jerrican de 10 litres, en prenant soin de remuer au fur et à mesure pour éviter le dépôt de matière solide.

Le jerrican est ensuite transporté au laboratoire d'Adiopodoumé. Son contenu est mis à décanter dans des bonbonnes de 10 litres en verre. La sédimentation étant très lente en milieu naturel, on doit ajouter un flocculant. On utilise 15 cc de sulfate d'alumine à 10 %.

Le siphonage est effectué à l'aide d'un tube recourbé à son extrémité sur 3 cm. Le fond de la bonbonne est ensuite transvasé dans un béccher forme haute de 2 litres à l'aide d'un jet d'eau distillée. On procède à une seconde décantation (sans rajouter de flocculent) suivie d'un second siphonage. Le fond du béccher est alors transvasé dans une capsule et mis à évaporer sur plaque chauffante puis mis à l'étuve pendant 48 heures à 105°C.

La fréquence des prélèvements est variable. Les premières années (1963-1965), ils étaient faits :

- en début de montée de crue,
- à la pointe de crue,
- en décrue,
- au niveau de la courbe de tarissement, si celle-ci n'est pas masquée par la montée d'une autre crue.

Mais il nous a semblé intéressant de faire des prélèvements plus rapprochés, et, pour certaines crues à partir de 1966, ceux-ci ont été effectués sensiblement tous les 10 cm de hauteur à l'échelle.

Ceci nous a permis de tracer une courbe de débit solide à partir de laquelle nous obtenons par planimétrage le tonnage en matériaux en suspension exporté par la crue.

5) Etude critique.

Les erreurs introduites dans l'estimation des charges solides et des débits solides sont de plusieurs ordres.

Nous distinguerons :

- Les erreurs liées à la précision de la courbe de tarage de la section
- Les erreurs liées à la lecture de l'échelle limnimétrique ou à l'enregistrement limnimétrique.
- Les erreurs liées à l'échantillonnage. Elles peuvent provenir :
  - . du choix du point de prélèvement sur la section,
  - . du mode de prélèvement.
- Les erreurs liées au mode de séparation des phases liquide et solide.
- Les erreurs de pesées.

I - Courbe de tarage.

L'étalonnage de la section a été obtenu par 27 jaugeages à des cotes comprises entre 0,31 m et 4,32 m, correspondants à des débits de 0,002 m<sup>3</sup>/sec à 49,5m<sup>3</sup>/sec. La cote maximale atteinte pendant toute la durée de l'étude ayant été de 4,34m (ce qui représente un débit de 53,72 m<sup>3</sup>/sec), l'extrapolation est faible. L'étalonnage est donc satisfaisant sauf pour les très faibles débits (inférieurs à 0,001 m<sup>3</sup>/sec c'est-à-dire à 0,30 m à l'échelle). Pour ces faibles débits, le marigot est constitué par des mares qui se déversent les unes dans les autres, et qui, à la limite, ne communiquent plus entre elles. Elles sont alors soumises à une évaporation intense tendant à concentrer les éléments en solution.

Nous avons utilisé la même courbe de tarage, obtenue en 1963, pour les 6 années sur lesquelles porte cette étude. Mais nous avons remarqué que les modifications du lit de l'Amitiolo étaient pratiquement nulles. On n'y constate pas de comblement du lit, et l'évolution des versants, à l'échelle de notre étude, est négligeable.

On peut donc admettre que les débits sont donnés avec la même précision tous les ans.

2- Lecture des hauteurs d'eau.

La lecture à l'échelle limnimétrique et sur l'enregistrement ne se fait qu'avec une précision de  $\pm 1$  cm.

3- L'échantillonnage.

a) Choix du point de prélèvement sur la section.

Pour des raisons d'ordre pratique, nous avons dû limiter les prélèvements pour chaque hauteur choisie de l'hydrogramme à un seul, effectué en surface dans l'axe du lit mineur.

Afin de tester la valeur de l'échantillonnage, nous avons fait, pour quelques crues, plusieurs prélèvements suivant le profil transversal à différentes profondeurs (surface et fond) et sur 2 ou 3 verticales, et nous avons comparé les valeurs des charges solides de chaque prélèvement obtenu à une même cote à l'échelle.

Nous établissons une moyenne que nous comparons à la charge de l'échantillonnage dont le point de prise est celui choisi arbitrairement pour chaque crue. L'écart obtenu est ramené à 100 et traduit l'erreur relative.

Date	16-7-63			9-9-63		19-9-63
N° prélèvement	1	2	3	I	2	I
Charge solide	289,6	250,0	184,4	161,5	295,4	173,8
$g/m^3$ : CS	241,1	243,9	196,1	163,6	315,4	166,0
	235,7	271,6	191,1		277,3	169,3 x
	175,0	291,7			328,0	
		252,1				
		248,5				
Moyenne M $g/m^3$	235,4	259,6	190,5	162,6	304,0	169,7
CS-M $g/m^3$	5,7	12,0	5,6	1,0	11,4	0,4
Erreur relative %	2,4	4,6	2,9	0,6	3,8	2,4

x : valeurs soulignées = échantillons choisis arbitrairement.

Ces résultats montrent que l'erreur introduite en choisissant arbitrairement le point de prélèvement reste nettement inférieure à 5%. Nous pouvons donc considérer que l'échantillon est représentatif de la section.

b) Mode de prélèvement .

Au cours du prélèvement, on doit s'efforcer de ne pas perturber le milieu. L'utilisation du seau à partir de la passerelle à l'avantage d'être rapide. Ce procédé simple ne présente pas d'inconvénient lorsque les eaux sont hautes. Lorsque les eaux sont basses, il y a risque de contamination par le fond et le charriage. L'utilisation de la bouteille en plastique mise dans l'axe du courant permet d'éviter cet inconvénient.

4- Mode de séparation des phases liquide et solide.

La nécessité d'opérer une floculation nous fait introduire dans l'eau une certaine quantité de sulfate d'alumine. Afin de déterminer la quantité de flocculent que l'on risque de retrouver dans le résidu, nous avons procédé à des dosages sur deux eaux de siphonage. Dans un premier cas, l'excès de poids est de 3,2%, dans un second cas, de 3,8%.

Au moment de l'évaporation, on risque de récupérer avec la charge solide une fraction du résidu sec soluble de l'échantillon. Mais cette erreur peut être négligée d'autant qu'on a pris soin de récupérer le fond de la bonbonne avec de l'eau distillée.

5- Les pesées.

La balance utilisée permet une précision de 1 mg. l'erreur de pesée proprement dite est donc négligeable puisque les poids de résidu sont généralement supérieur à 500 mg.

Nous avons vérifié par ailleurs l'évolution du poids du résidu pour quelques échantillons en cours de dessiccation. On constate qu'après 24 heures, on atteint un poids constant.

Malgré les nombreuses précautions qu'on est amené à prendre pour la détermination de la charge solide d'une eau, le résultat est toujours entaché d'une certaine erreur qu'il est difficile d'évaluer. Si on traduit ce résultat en débit solide, sa valeur ne pourra en aucun cas être plus précise que celle du débit liquide correspondant.

LES FACTEURS HYDROLOGIQUES CONDITIONNELS DE L'EROSION.

Les caractéristiques hydrologiques du bassin de l'Amitioro ont été exposées dans un rapport groupant les campagnes 1963 et 1964 (J.SIRCOULON-1967). Les résultats des campagnes 1965 et 1966 sont à paraître.

Les principaux facteurs hydrologiques que nous pouvons considérer sont les suivants :

- La hauteur pluviométrique
- La répartition pluviométrique
- Le coefficient de ruissellement
- Le bilan hydrologique résultant

I) La hauteur pluviométrique.

C'est un facteur important mais qui, pris isolément, n'a aucune signification. A une pluie d'une fréquence donnée ne correspond pas obligatoirement une crue de même fréquence.

Par exemple, le 12/2/65, une hauteur pluviométrique moyenne sur le bassin de 54,3 mm provoque un ruissellement de 125.000 m<sup>3</sup>, soit un coefficient de ruissellement de 1,3%. Par contre, l'averse du 20/6/65 avec une hauteur moyenne de 38,1 mm provoque un ruissellement de 1.394.000 m<sup>3</sup> soit un coefficient de 21,5%. Dans le premier cas, le tonnage de matière en suspension exporté par la crue est de 20 tonnes, dans le second cas, il atteint, pour une pluviométrie moyenne moindre, 270 tonnes et le taux d'érosion passe de 1,2 Kg/ha à 15,8 Kg/ha

D'autre part, pour des pluviométries annuelles identiques, les volumes ruisselés, et par voie de conséquence, les tonnages solides exportés, peuvent différer. Une forte hauteur pluviométrique peut être provoquée par plusieurs petites pluies, dont la hauteur est inférieure ou égale à la pluie limite, qui ne provoquent qu'un ruissellement nul ou très faible. C'est ainsi qu'en 1963, 65% des averses sont inférieures à 10 mm et 80 % inférieures à 20 mm et qu'en 1964, 65 % donnent moins de 10 mm et 85 %, moins de 20 mm.

Ces remarques nous conduisent à envisager un second facteur.



## 2) La répartition pluviométrique.

Dans l'exemple précédent, l'averse du 12/2/65 survient en période de saison sèche, précédée seulement l'avant-veille d'une pluie moyenne de 25 mm. Les conditions de saturation du sol ne sont pas favorables à un fort coefficient de ruissellement. Par contre, l'averse du 20/6/65 survient après une période à forte pluviosité et les conditions d'imbibition du sol sont favorables à un coefficient de ruissellement particulièrement élevé.

Le ruissellement sera donc dans une très large mesure déterminé par la position de la pluie par rapport aux événements antérieurs. Il faudra donc considérer, outre la pluie moyenne ( $P_m$ ), l'intervalle de temps séparant le début de l'averse de la fin de l'averse précédente ( $T_a$ ) et la pluie moyenne antérieure cumulée ( $P_c$ ).

La précipitation limite d'écoulement a été calculé pour 1963 et 1964 sur le petit bassin de 2,75 Km<sup>2</sup>, pris en enclave sur le bassin de l'Amitioro, par J. Sircoulon. Les valeurs limites de la pluie moyenne pouvant donner un écoulement augmentent rapidement avec le  $T_a$  et sont les suivantes :

- 9 mm après 1 jour sans pluie.
- 12,5 mm après 3 jours sans pluie
- 20mm après 8 jours sans pluie
- 25 mm après 12 jours sans pluie

On voit donc que les conditions de ruissellement sont sévères. Les pluies isolées de début et de fin de saison des pluies, ont peu de chances de ruisseler. C'est ainsi que l'averse du 20 octobre 1963, d'une hauteur moyenne de 25,6 mm n'a donné aucun ruissellement. Il en est de même pour les pluies du 8 mars 1964 (26,8 mm) et du 17 mars 1964. (42,2mm).

Indépendamment de la répartition pluviométrique en cours d'année, l'intensité horaire de la pluie exprimée par le hyétogramme, contribue à expliquer la forme de l'hydrogramme et par là même, pour ce qui concerne l'érosion mécanique, l'agressivité du ruissellement.

### 3) Le coefficient de ruissellement.

Ce facteur dépend des deux précédents. Il es lié d'au-  
tre part à la nature du sol et du sous-sol dont dépend la quan-  
tité d'eau absorbée par le drainage profond, à l'évapotrans-  
piration et à la quantité d'eau retenue par la végétation. La  
relation entre le ruissellement et la hauteur de la pluie mo-  
yenne est donc très lâche.

Dans le tableau suivant, nous donnons les valeurs  
maximales du coefficient de ruissellement pour les années 1963  
à 1966.

Année	KR % Maxi
1963	35,8
1964	15,0
1965	21,5
1966	28,4

### 4) Bilan hydrologique.

Nous donnons plus loin les bilans hydrologiques pour  
les années 1963 à 1968.

QUELQUES DONNEES COMPARATIVES CONCERNANT L'EROSION  
MECANIQUE SUR LE CONTINENT AFRICAIN ET EN COTE D'IVOIRE.

Nous réunissons dans ce chapitre quelques données concernant l'importance de l'érosion : données recueillies d'une part en milieu naturel (bassins versants représentatifs) et d'autre part sur parcelles expérimentales. Elles concernent les concentrations de matière en suspension dans les eaux de ruissellement et les exportations annuelles.

I) Erosion sur bassins versants africains :

(P. TOUCHEBEUF DE LUSSIGNY).

- Bassin du Mayo-Kereng B - Cameroun.  
.....

Ce bassin est recouvert par une savane boisée assez claire. La hauteur pluviométrique est de 900 mm, la pente moyenne de 2,3%.

Les concentrations de matières en suspension varient de 300 à 5800 g/m<sup>3</sup>. L'érosion annuelle se chiffre à 4 t/ha/an.

- Bassin du Banian (Madagascar).  
.....

Ce bassin est recouvert par une savane boisée claire. La pluviométrie est de 700 mm. La pente moyenne de 8%. L'érosion annuelle (suspensions non comprises) s'élève à 0,12 t/ha/an.

- Bassin du Mayo-Boulore (nord Cameroun).  
.....

Les concentrations varient de 280 à 930 g/m<sup>3</sup>. L'érosion a été chiffrée pour 1954 à 0,06 t/ha/an et pour 1955 à 0,03 t/ha/an.

- Bassin du Tero (Dahomey).

Les concentrations en crue sont comprises entre 600 et 3400 g/m<sup>3</sup>. Le transport annuel en suspension s'élève pour 1956 à 4,7 t/ha/an, et pour 1957 à 8,5 t/ha/an. Ces chiffres élevés sont dûs à une mise en culture intensive du bassin.

- Bassin de Teloua à Razelmamaoulmi.  
.....

(massif de l'Air-Niger).  
.....

Sur ce bassin d'une superficie de 1170 km<sup>2</sup>, les concentrations en crue varient de 750 g/m<sup>3</sup> à 1700 g/m<sup>3</sup>. Elles sont de l'ordre de 200 g/m<sup>3</sup> en faible crue. Le transport annuel est estimé à 0,25 t/ha/an.

- Bassin de Kountkouzout (Niger). (G.VUILLAUME-1968)

Ce bassin d'une superficie de  $16 \text{ km}^2$  comporte plusieurs stations de prélèvement. Les concentrations observées sont les suivantes :

- Sur reg non cultivé : 2 à 3 g/l
- Sur reg non cultivé à pente faible : 1,5 g/l
- Sur reg mis en culture : 7 g/l
- Sur reg mis en culture à forte pente : de 4,8 à 9,5g/l

## 2) Erosion sur parcelles expérimentales.

(E.ROOSE-1966-1967-1968)

Les résultats obtenus sur les parcelles d'érosion du Centre O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé (Côte d'Ivoire) sont les suivants :

pour une pluviométrie de 2000 mm/an et une pente de 22%; l'érosion sous forêt est comprise entre 0,01 et 2,4 t/ha/an (valeur moyenne : 0,2 t/ha/an). Cette érosion, si le sol reste en après défrichage passe à 120 t/ha/an.

Les totaux annuels, sous forêt d'Adiopodoumé, sont pour 1965 les suivants :

Ruissellement : 14,4 mm  
Coefficient de ruissellement : 0,62 %  
Suspensions : 227 kg/ha/an  
Erosion totale : 227 kg/ha/an

On note l'absence de charriage.

Le transport solide par l'érosion en nappe est donc très réduit sous sols couverts.

Dans le cas de la forêt secondaire hygrophile sur sables tertiaires, E. Roose a enregistré de 2 à  $60 \text{ t/Km}^2$  sur des pentes variant de 7 à 45 %.

A Séfra (Casamance-Sénégal), sous forêt brûlée ou protégée, pour une pluviométrie de 1300 mm et une pente de 1 à 2 %, l'érosion est de l'ordre de 0,02 à 0,5 t/ha/an.

La forêt offre donc une très bonne protection contre l'érosion.

## 3) Etudes faites sur le bassin versant du Bandama (Côte d'Ivoire)

Ces études menées parallèlement à celles réalisées sur le bassin de l'Amitioro, en différentes stations sur le Bandama, fournissent pour les concentrations de matière en suspension, les valeurs minimales et maximales réunies dans le tableau suivant (en  $\text{g/m}^3$ ).

	DUIBO	BAFECAO	TIASSALE	N'ZI à ZIENOA
: 1964		6-160	25-155	-200
: 1965	35-155	25-155	30-190	-300
: 1966	15-175	15-185	20-180	20-170
: 1967	25-135	20-105	20-115	20-180

Pour ces mêmes stations, le matériel en suspension exporté annuellement est le suivant (en kg/ha/an) :

	DUIBO	BAFECAO	TIASSALE	N'ZI à ZIENOA
Superficie km <sup>2</sup>	32.000	59.000	94.250	34.000
1964		154	156	124
1965	185	141	125	132
1966	159	151	124	117
1967	131	82	69	40

Ces chiffres sont faibles et sont nettement inférieurs à ceux obtenus sous savane boisée au Cameroun mais se rapprochent de ceux obtenus par E. Roose sur parcelles expérimentales à couverture forestière.

4) Transport solide sur le bassin du Loserigue (région de Korhogo-Côte d'Ivoire) (F. LENOIR-1968)

Ce bassin, tributaire du Bandama, est recouvert d'une savane partiellement cultivée. Sa superficie est de 3,6 km<sup>2</sup>, sa pente moyenne de 3%. La pluviométrie en année moyenne est de 1339 mm.

La charge solide en suspension varie de 200 à 7000 g/m<sup>3</sup>. En 1967, pour un volume ruisselé de 197.720 m<sup>3</sup>, le transport solide en suspension a été de 375 tonnes, soit une érosion annuelle de 1042 kg/ha/an.

## LA CHARGE SOLIDE DES EAUX DE L'AMITIORO

### I) Suspensions et charriage.

Les chiffres qui suivent ne concernent que le transport solide en suspension. L'Amitioro ayant un écoulement presque permanent pendant toute la durée de la saison des pluies, il n'est pas possible d'installer dans son lit de fosse à sédiments. Par contre, à la station du ravineau qui draine un bassin de 2 ha, le charriage a pu être recueilli après chaque crue, en totalité. D'après les valeurs obtenues par B. Boulangé, celui-ci ne représente que 5 à 10 % de la totalité du transport, sur ce petit bassin tributaire de l'Amitioro.

On peut difficilement extrapoler d'une station à l'autre même si celles-ci sont rapprochées. On peut toutefois remarquer que le fond sur lequel s'exerce le charriage présente, dans le cas de l'Amitioro où le lit est marqué par des berges abruptes, une section mouillée à peu près constante quelle que soit l'importance de la crue. Le charriage s'exerce alors dans un volume réduit. Par contre les suspensions bénéficient d'un volume d'eau beaucoup plus considérable et, même si les concentrations sont faibles, la totalité du matériel exporté sera lié à l'importance de la crue. Autrement dit, la part qui revient au charriage dans le transport total sera d'autant moins forte que le volume ruisselé sera grand.

Le rapport du charriage à la charge totale risque donc d'être important en basses eaux, au moment où le volume écoulé et les concentrations en matières en suspensions sont faibles.

### 2) Charge solide en suspension des eaux de l'Amitioro.

Les charges solides en suspensions dans les eaux de l'Amitioro sont faibles. Elles varient dans un domaine restreint compris entre 50 et 400 g/m<sup>3</sup> en période de crue. En basses eaux, les concentrations diminuent et deviennent souvent inférieures à 50 g/m<sup>3</sup>.

Le tableau ci-dessous indique les valeurs limites des concentrations observées chaque année.

ANNEE	C.S. Maxi <sub>3</sub> g/m	C.S. Mini <sub>3</sub> g/m
1963	897	162
1964	361	32
1965	293	34
1966	659	17
1967	406	51
1968	788	38

Les charges maximales obtenues en 1963 et en 1968 peuvent être considérées comme exceptionnelles.

Les fréquences des concentrations en crue sont les suivantes (en%) :

C.S. g/m <sup>3</sup>	1963	1964	1965	1966	1967	1968
<50			12	18	1,9	1,9
50-100		35	35	25	19,5	16,9
100-200	46	39	50	32	52,9	36,2
200-300	43	17	3	13	22,3	25,1
300-400	8	9		7	2,8	11,6
400-500				5	0,9	5,3
500-600						1,0
600-700						0,5
700-800						1,4
800-900	3					

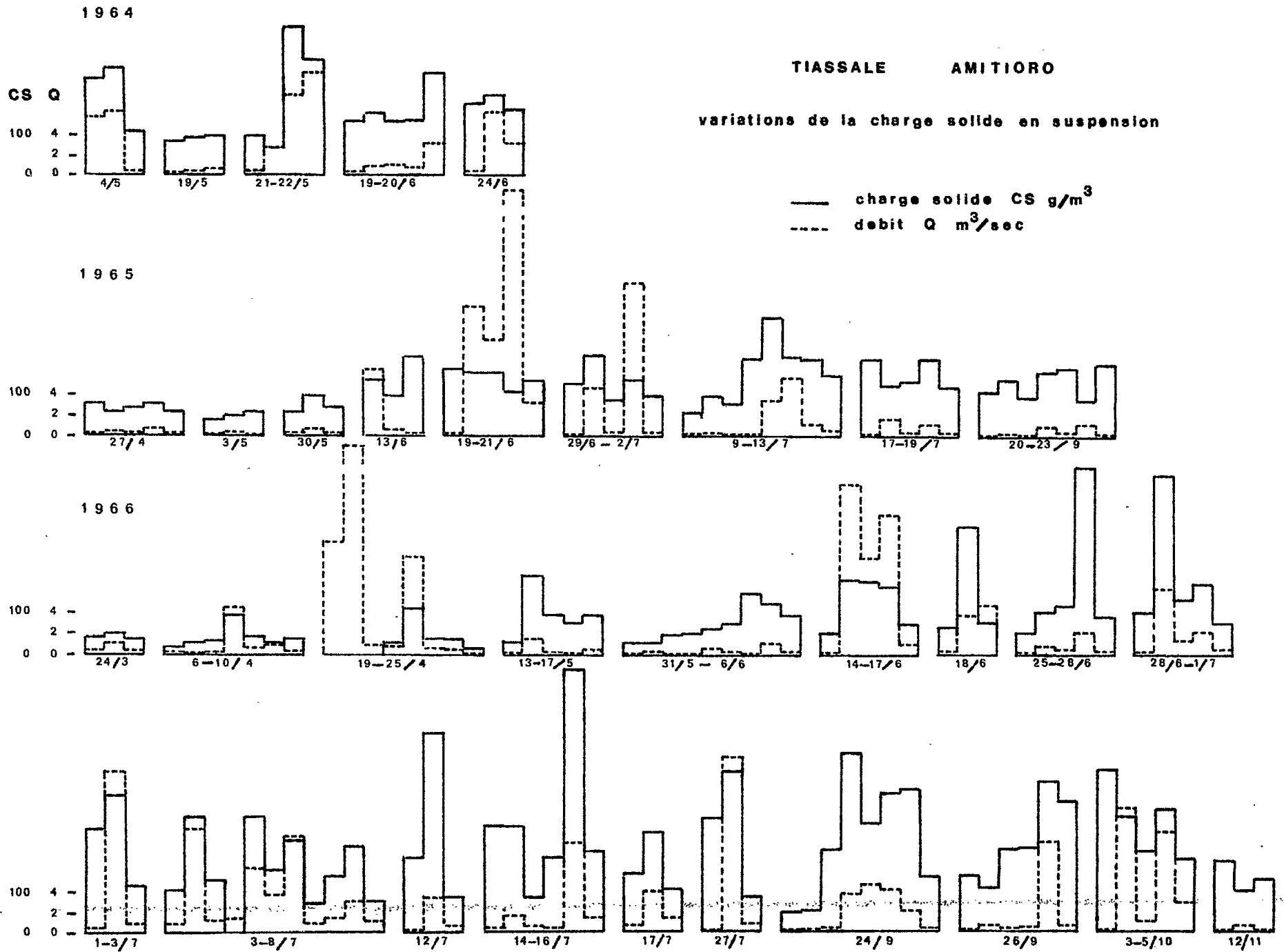


fig.7



# CHARGE SOLIDE - DEBIT DE DECRUE

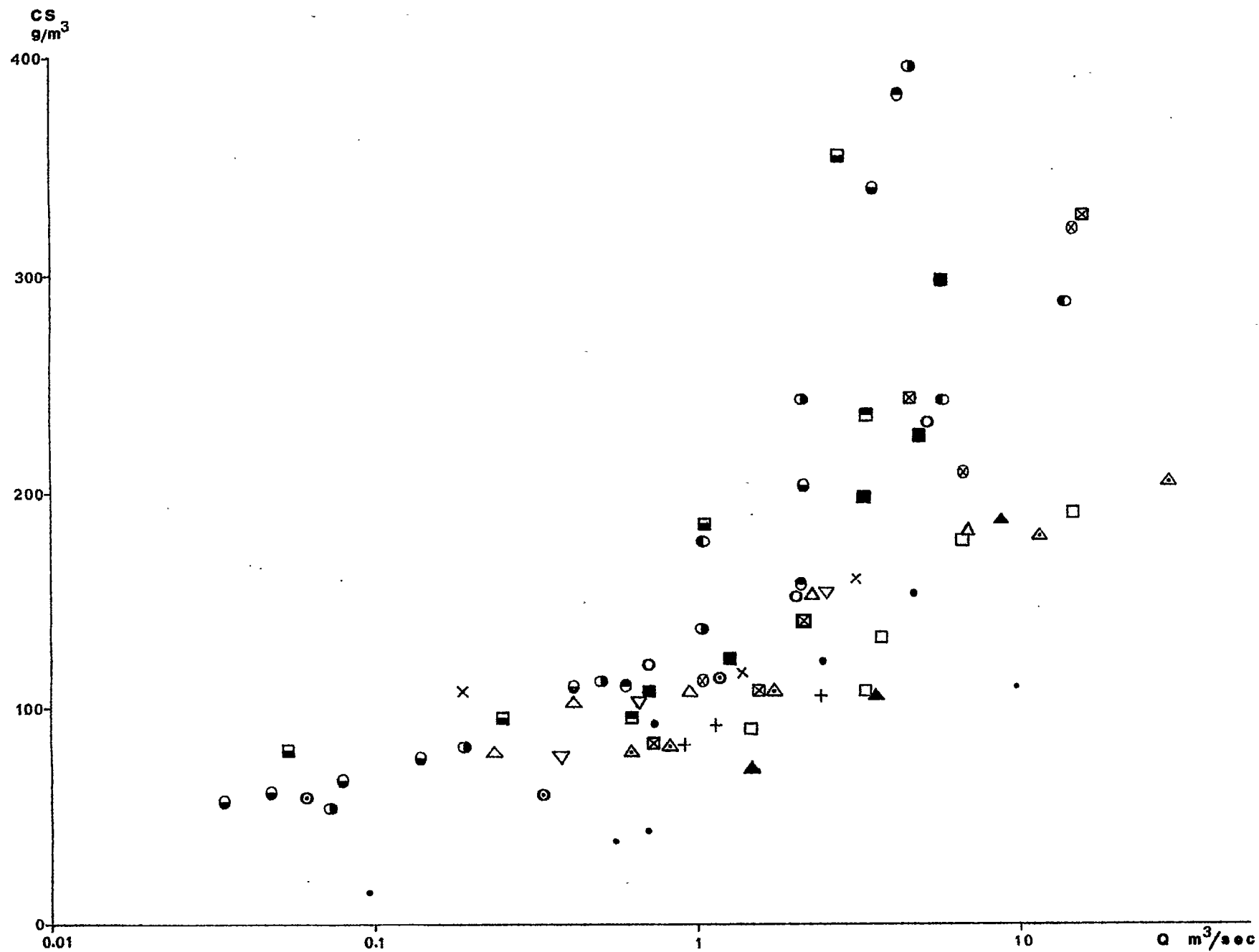


fig.8

Ces valeurs sont donc sensiblement supérieures à celles obtenues sur le Bandama, mais nettement inférieures aux concentrations observées en savane sur le bassin du Loserigue.

3) Variations de la charge solide unitaire pendant la crue. (fig. 7)

On appelle charge solide unitaire la quantité de matière en suspensions contenue par unité de volume (exprimée ici en  $g/m^3$ ).

Elle n'est pas uniforme pendant toute la durée de la crue. Elle croît pendant la montée de crue pour atteindre un maximum situé avant la pointe de crue, puis décroît ensuite régulièrement.

a) Relations charge solide-débit en montée de crue

Il n'existe pas de relation entre la charge solide et le débit en montée de crue. Par contre, la charge solide est sensible aux accélérations et aux décélérations des valeurs du débit. Sa valeur maximale coïncide avec le point le plus haut de la partie de la courbe de concentration de l'hydrogramme dont la pente est la plus forte. C'est durant cet épisode de courte durée que l'érosion est la plus agressive. Il y a concentration de matière en suspension.

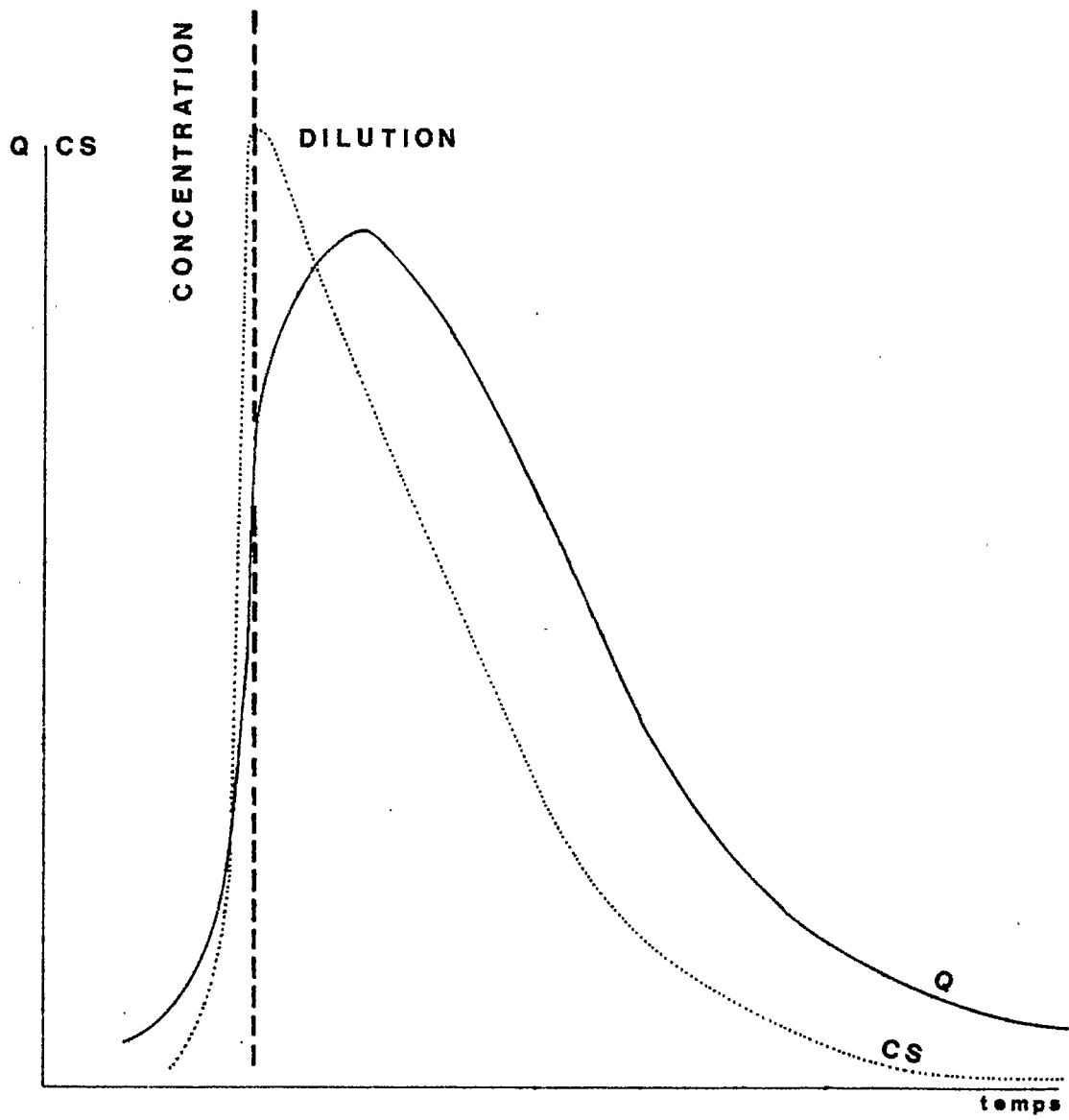
b) Relations charge solide-débit en décrue.

A la pointe de crue, la charge solide a déjà nettement diminué. La diminution de la charge unitaire est compensée par l'augmentation du volume ruisselé. Il y a dilution.

Pendant la décrue la charge diminue régulièrement. On n'a pas mis en évidence de relation étroite entre la valeur du débit en décrue et la teneur en matière en suspensions. On a porté sur la figure 8 les valeurs de la charge pendant la décrue en utilisant un figuré différent pour chaque crue. Les valeurs de la charge décroissent régulièrement avec le débit mais elles ne sont pas reproductibles d'une crue à l'autre.

On ne peut donc pas prévoir les valeurs de la charge solide unitaire en connaissant le débit, aussi bien en montée qu'en descente de crue.

Pour une crue simple, on peut donner une représentation schématique des variations de la charge solide par rapport au débit (figure 9) montrant qu'il y a succession de deux phénomènes :



**SCHEMA DE VARIATION DE LA CHARGE SOLIDE  
EN FONCTION DU DEBIT**

fig.9

- d'abord une concentration
- suivie d'une dilution.

Les figures 10 à 30 représentent les crues sur lesquelles on a pratiqué un échantillonnage serré. Nous avons reporté l'hydrogramme, les charges solides unitaires, et la courbe de débit solide correspondante.

4) Les variations du rapport de la charge solide à la charge soluble avec le débit. (Figure 31)

Les valeurs du rapport charge solide/charge soluble ne sont pas les mêmes pour toutes les valeurs du débit. Elles varient même très largement puisqu'elles sont comprises entre 0,1 et 18.

Nous avons cherché s'il existait une relation entre ce rapport et le débit. Celle-ci en fait est très lâche, comme l'indique la figure 31. On peut remarquer cependant une augmentation relative de la charge solide par rapport à la charge soluble aux forts débits. Cela s'explique par le fait qu'aux basses eaux les charges solubles de l'Amitioro sont fortes, les concentrations s'opérant par le jeu de l'évaporation. Par contre, les charges solides sont faibles. Lorsqu'il y a augmentation du débit, il y a concentration de matière en suspension correspondant à une phase érosive active alors que les éléments en solution sont dilués.

5) Transport solide en suspension.

a) Variations du débit solide pendant la crue.

Le débit solide est obtenu en multipliant la charge unitaire par le débit liquide.

Il augmente très vite en début de crue jusqu'à un maximum qui survient sensiblement plus tôt que celui du débit liquide, et plus tard que la charge solide maximale. Il continue à augmenter malgré la diminution de la charge solide unitaire, le volume d'eau ruisselé devenant important. Il décroît ensuite régulièrement.

La courbe de débit solide est donc sensiblement parallèle à l'hydrogramme mais nettement décalée par rapport à celle-ci (Figures 10 à 30)

7-9/6/1967

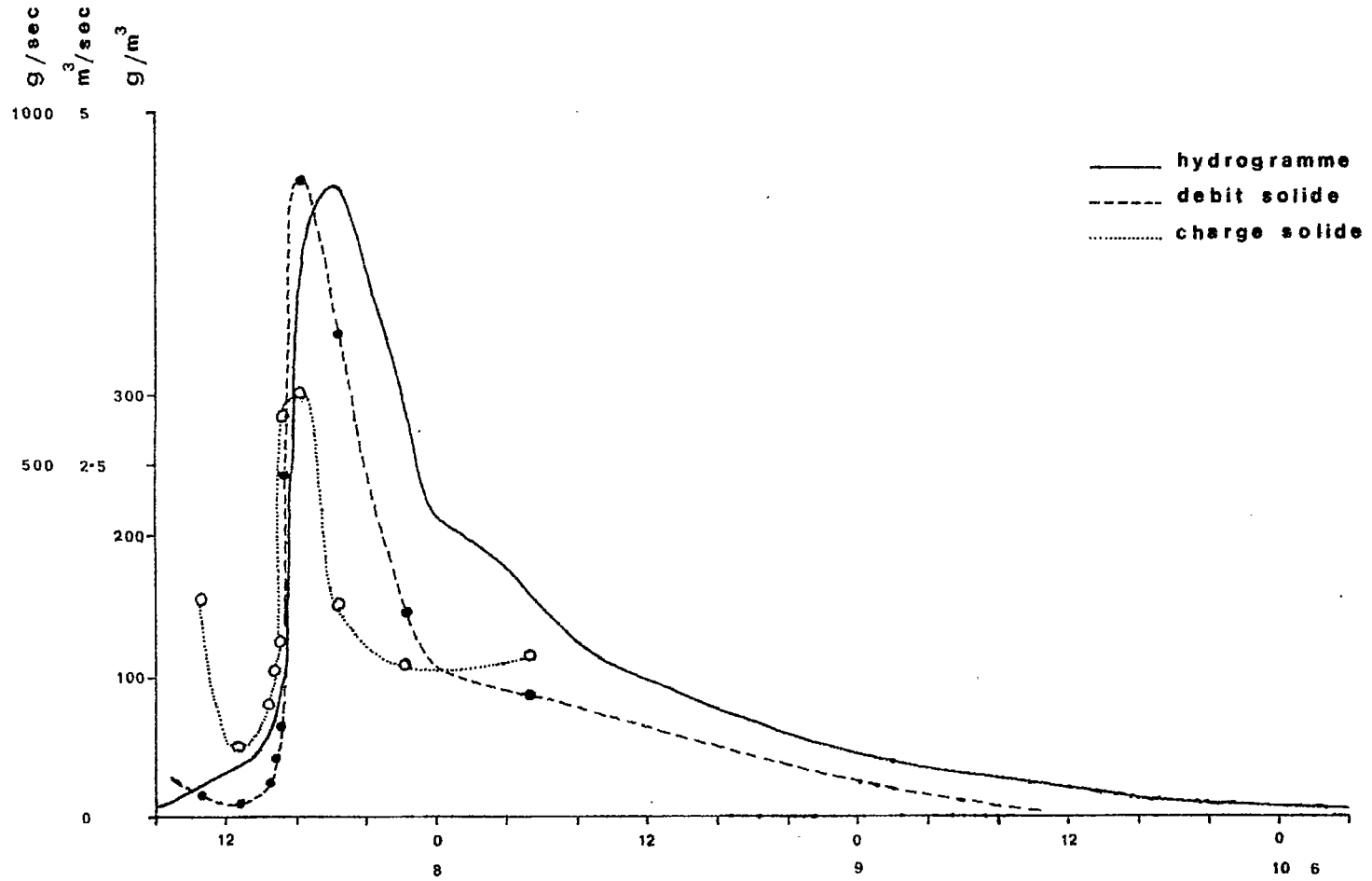


fig. 10

10-12/6/1967

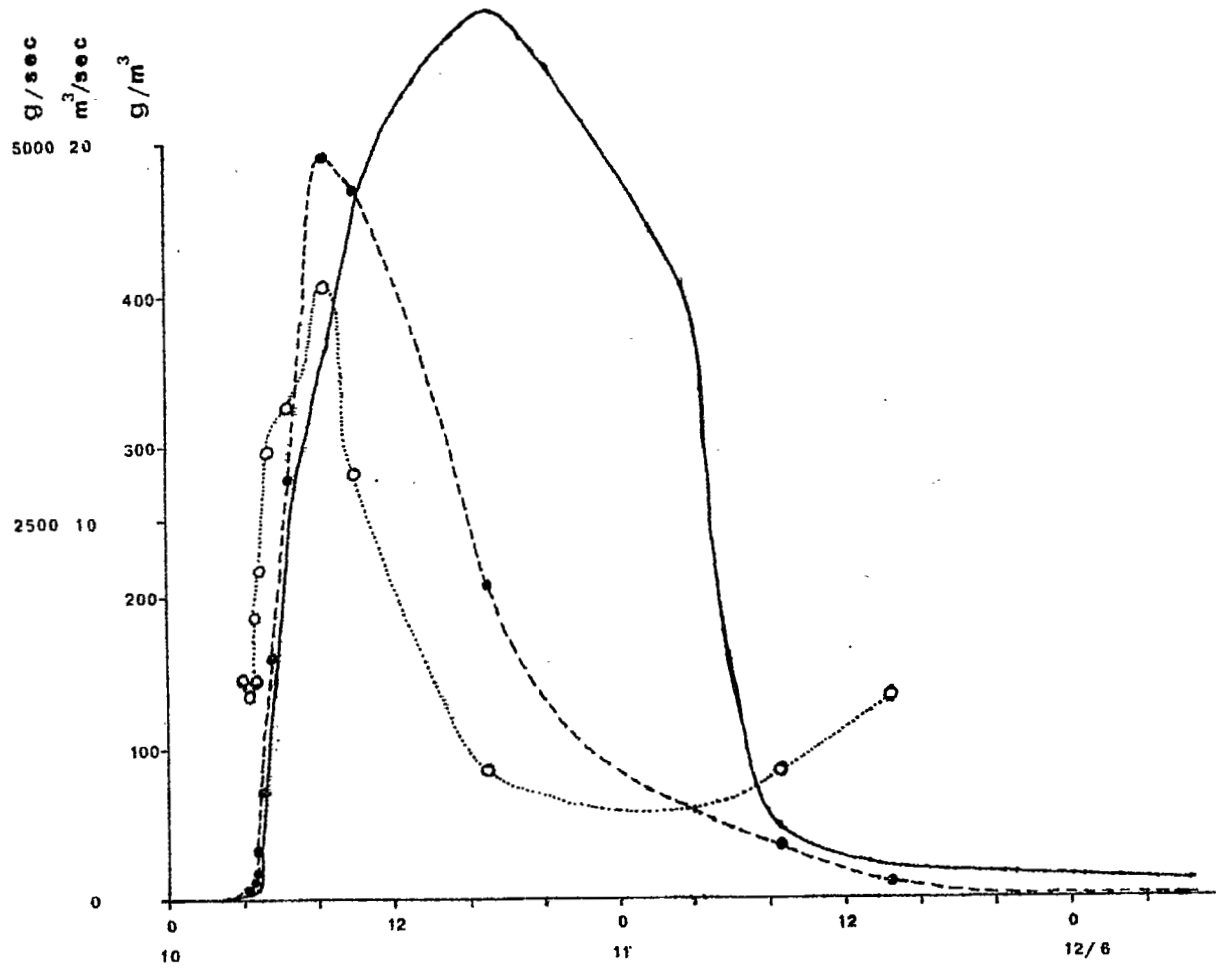


fig. 11

4-7/7/1967

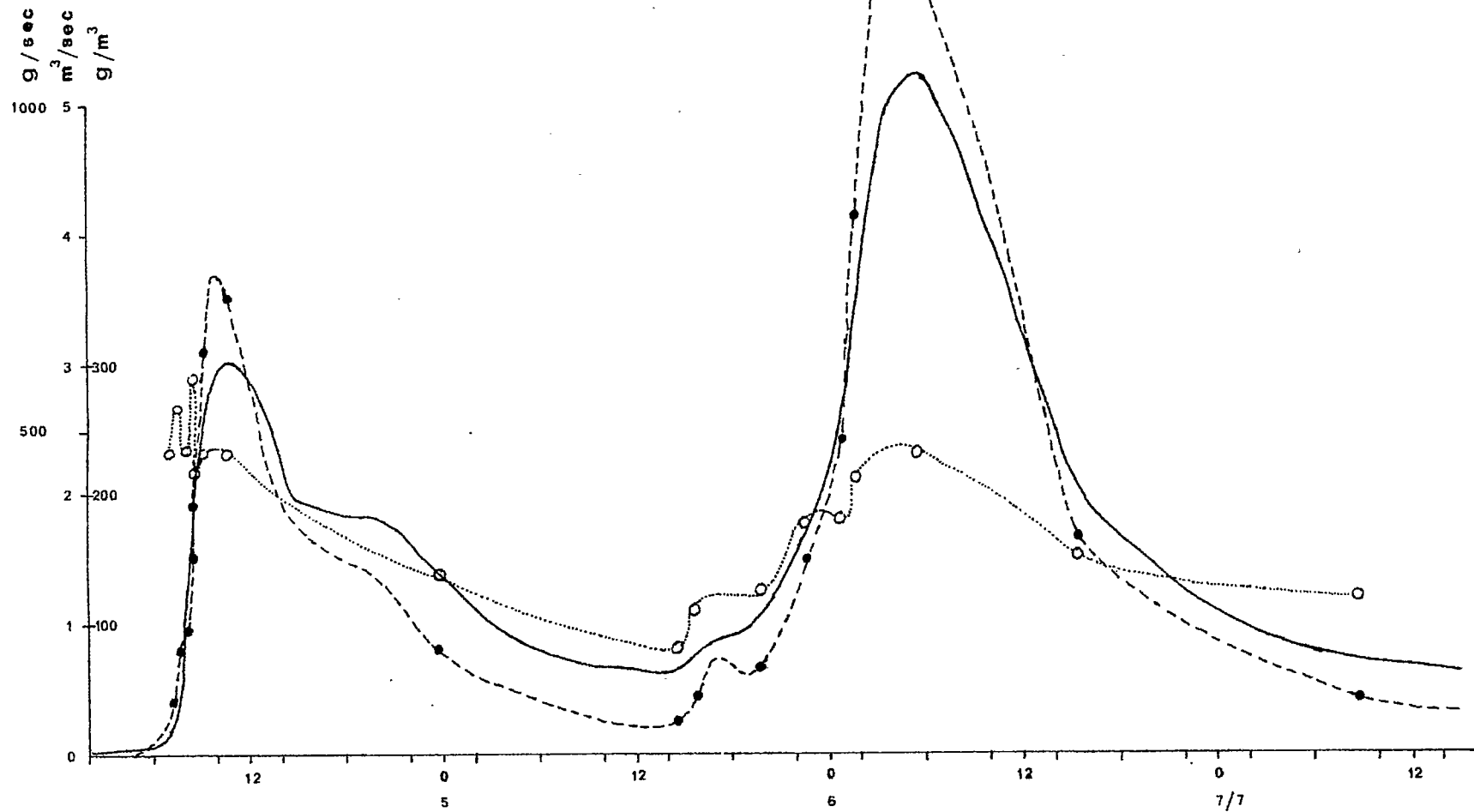


fig. 12

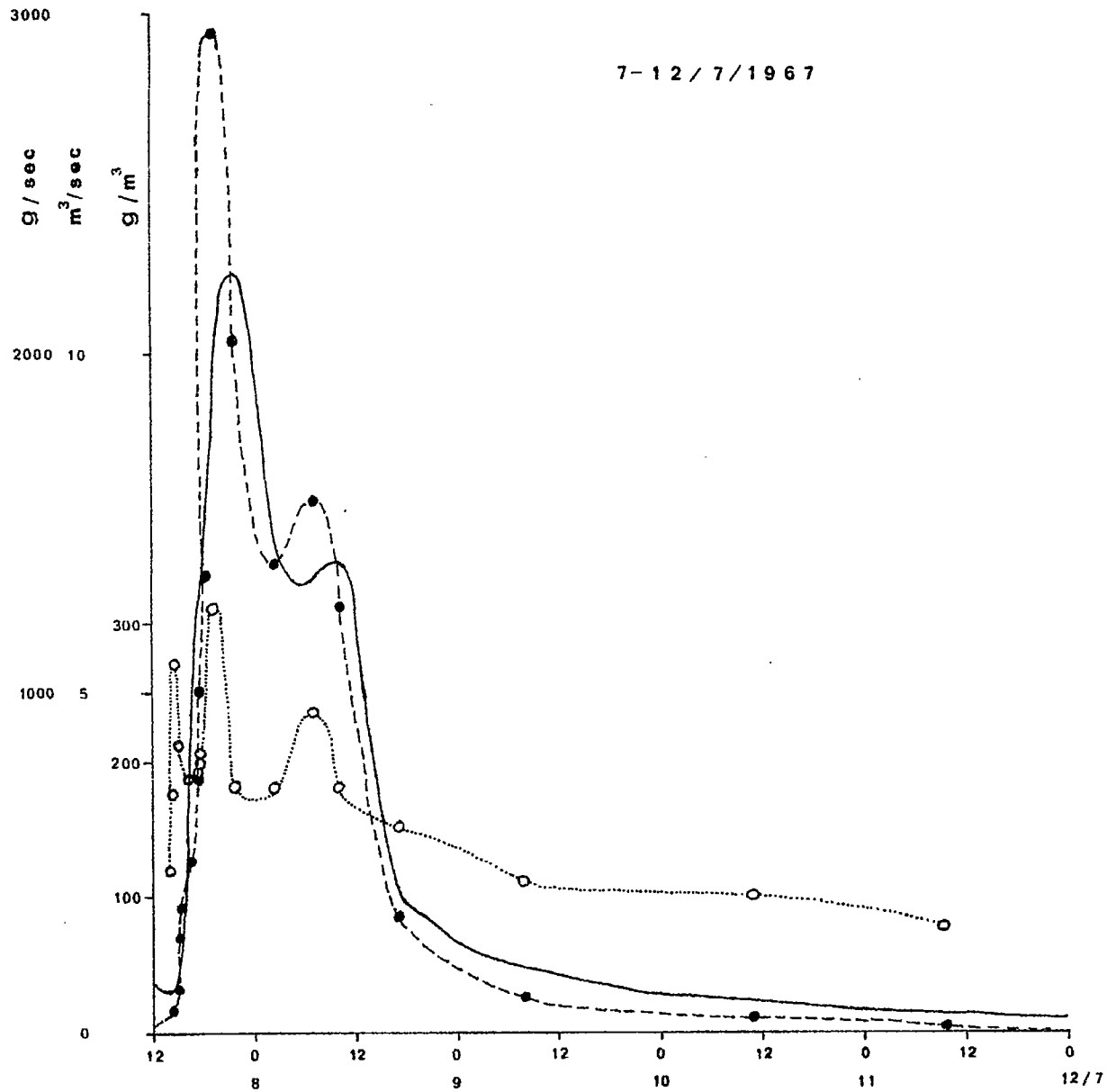


fig. 13



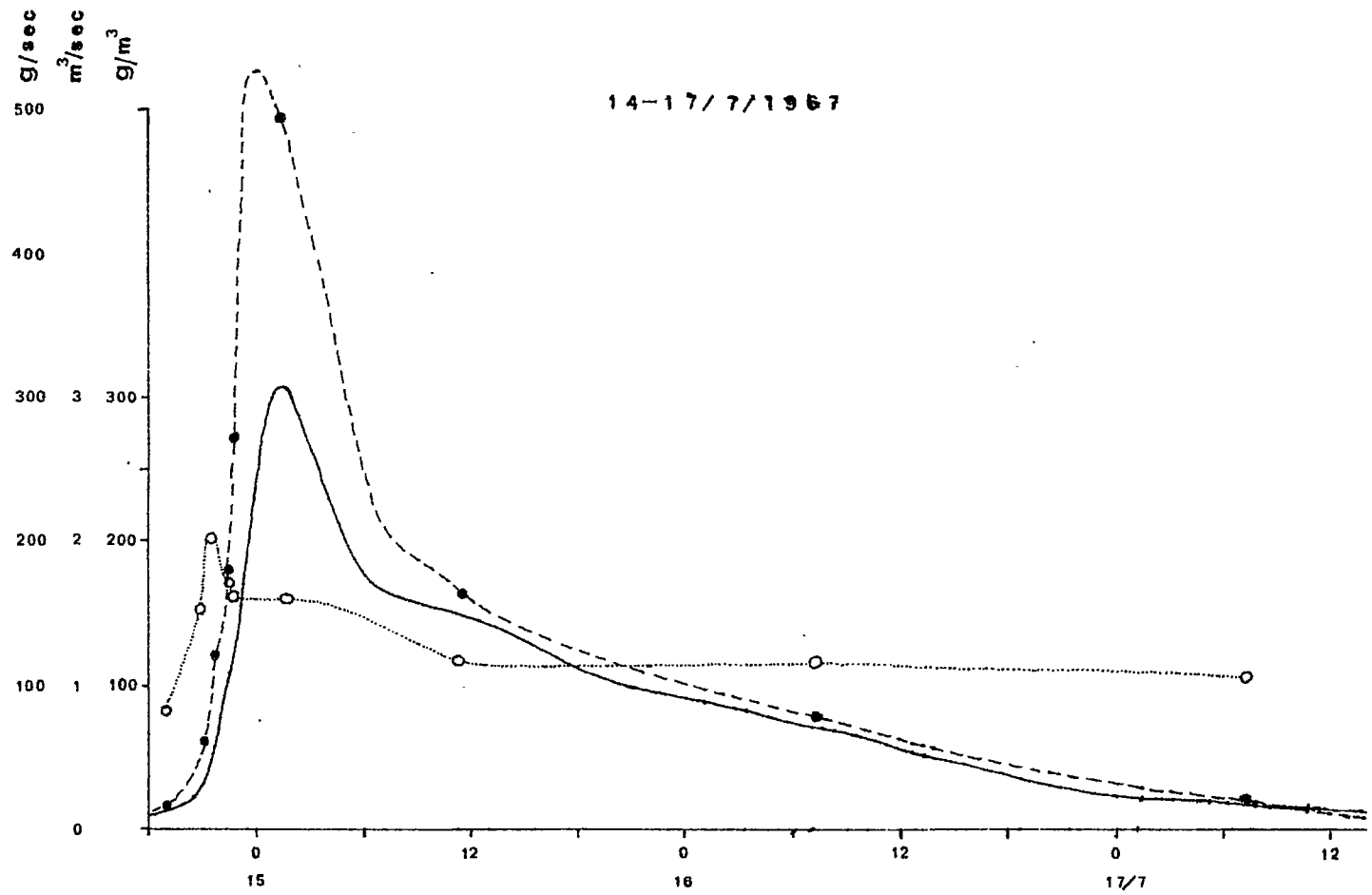


fig. 14

21-24/12/1967

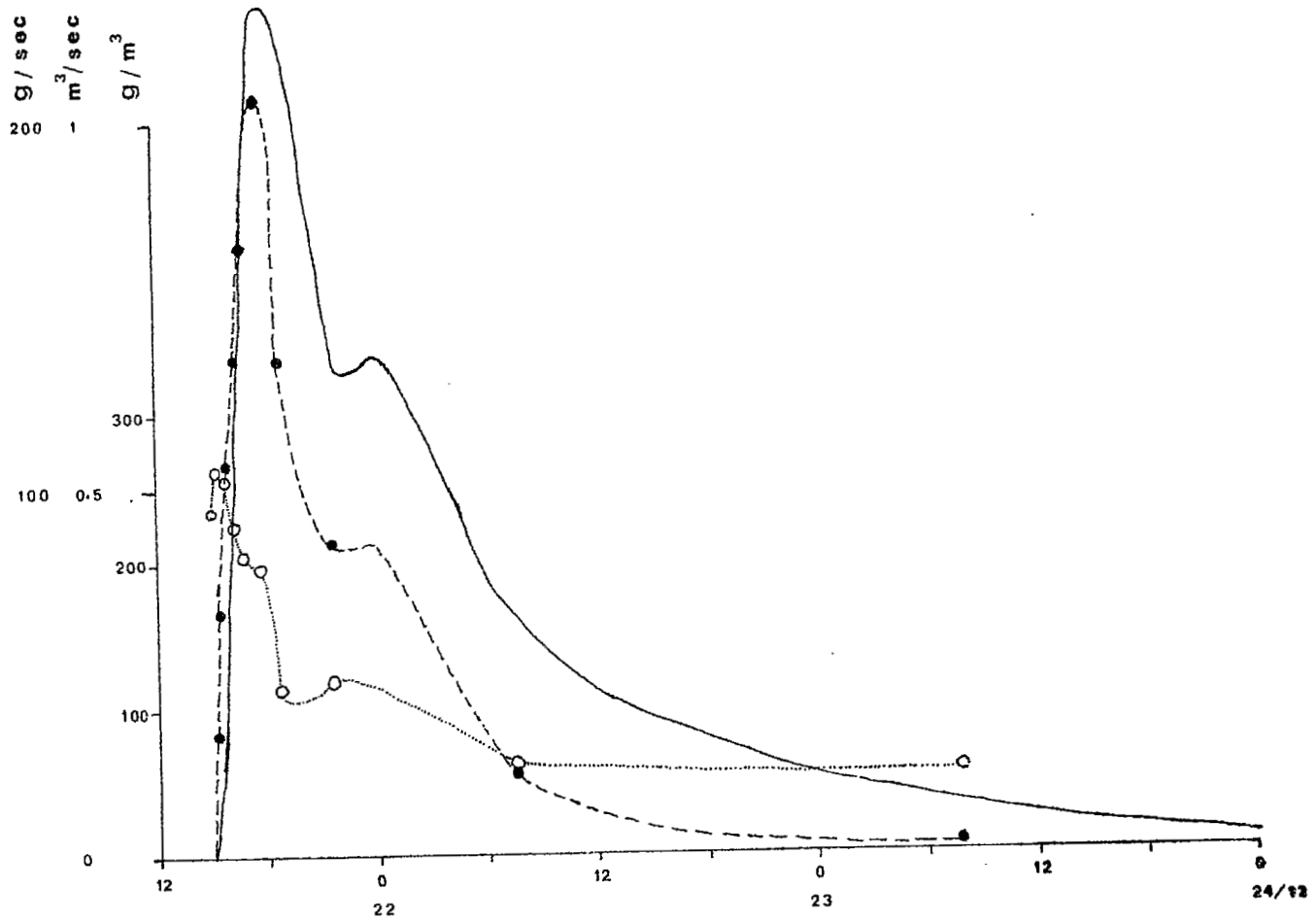


fig. 15



8-11/6/1968

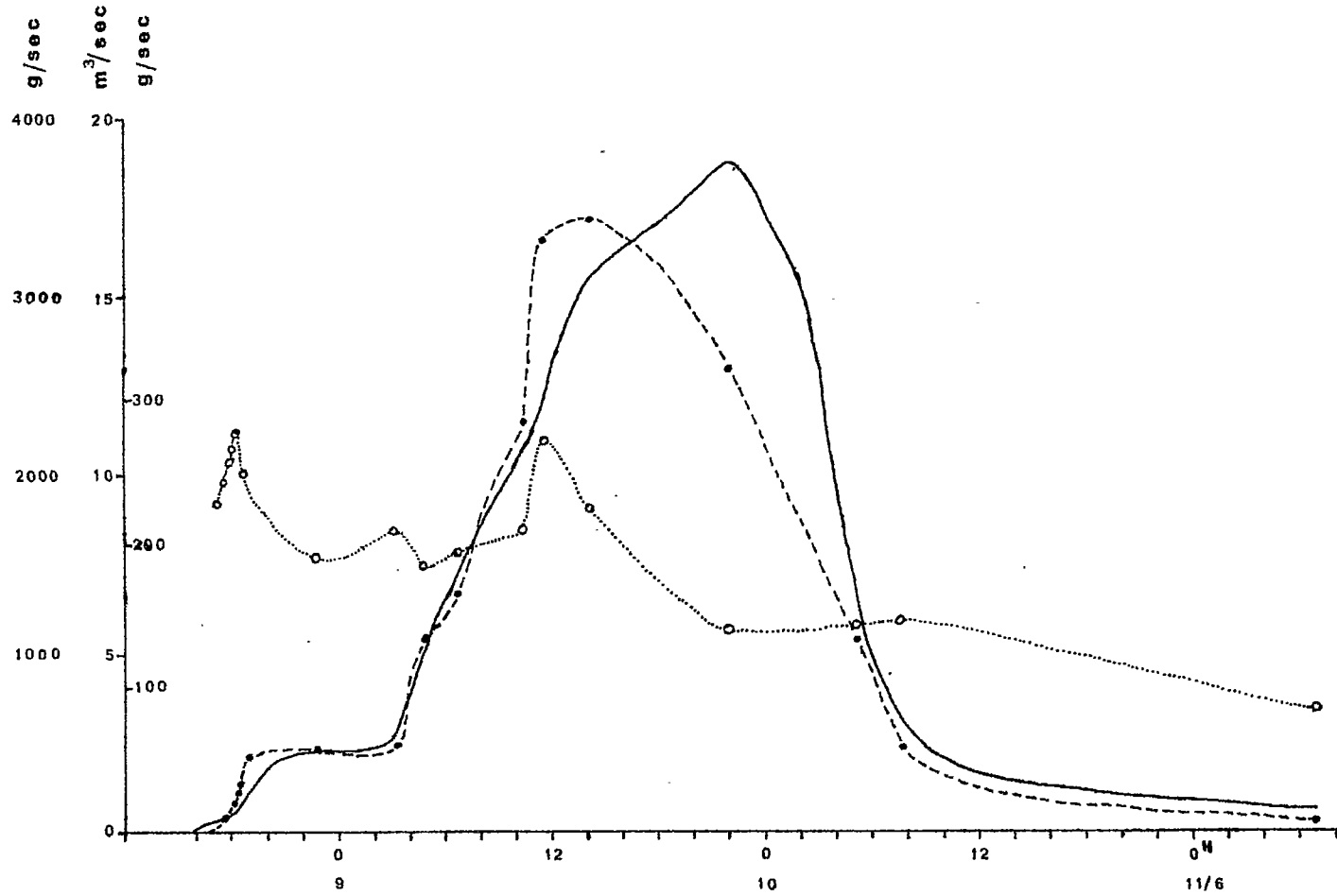


fig. 17

13-15/6/1968

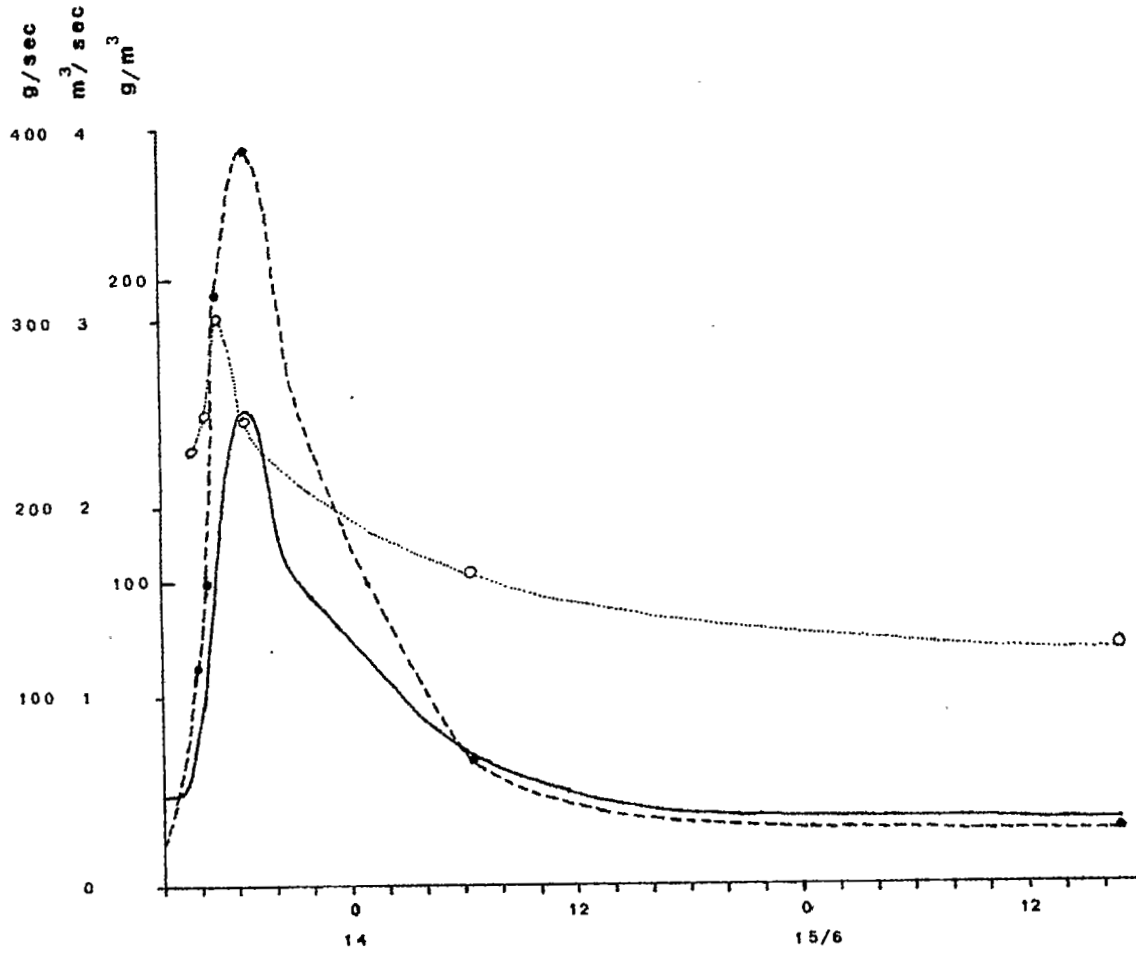


fig. 18

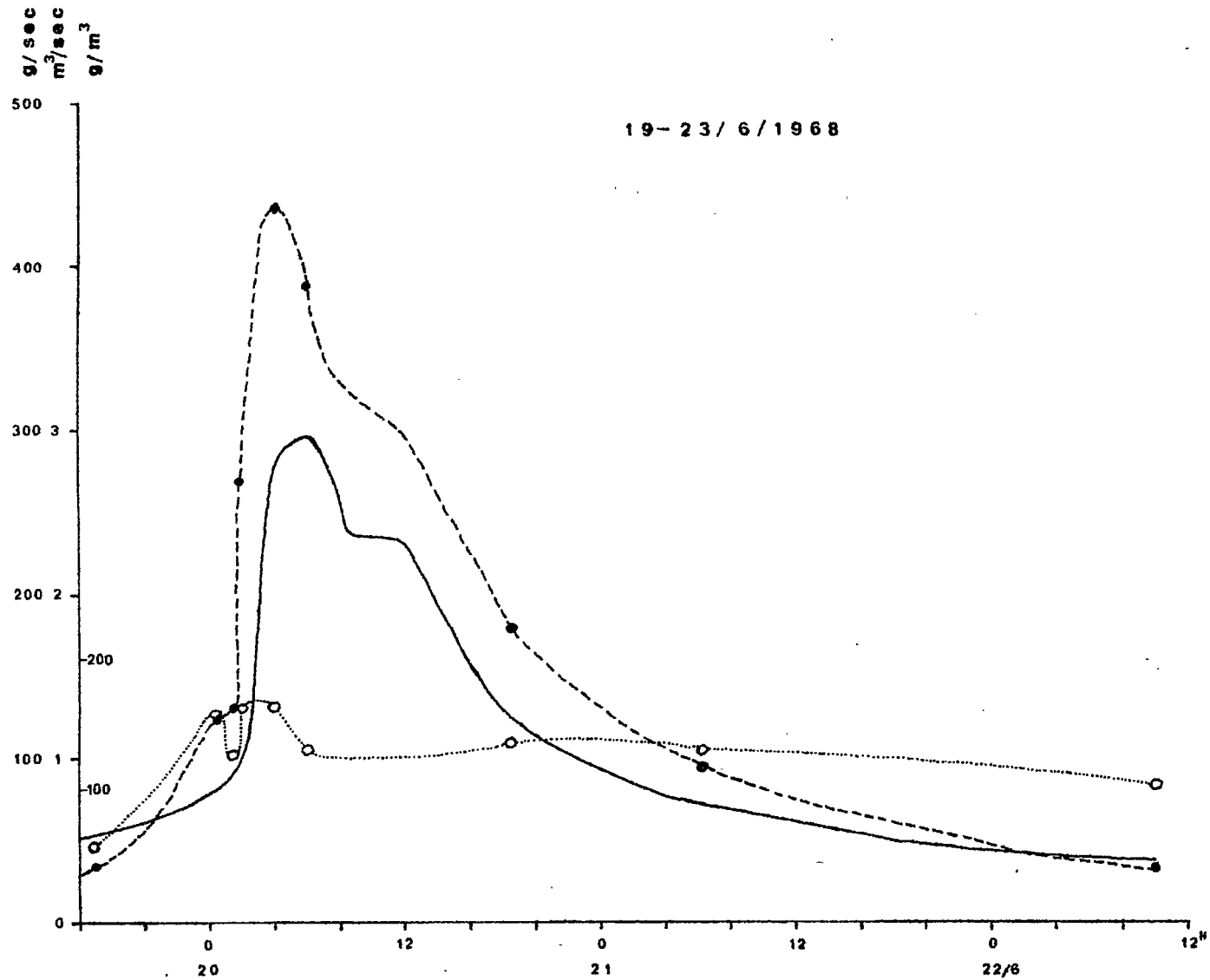


fig. 19

27/6 - 2/7/1968

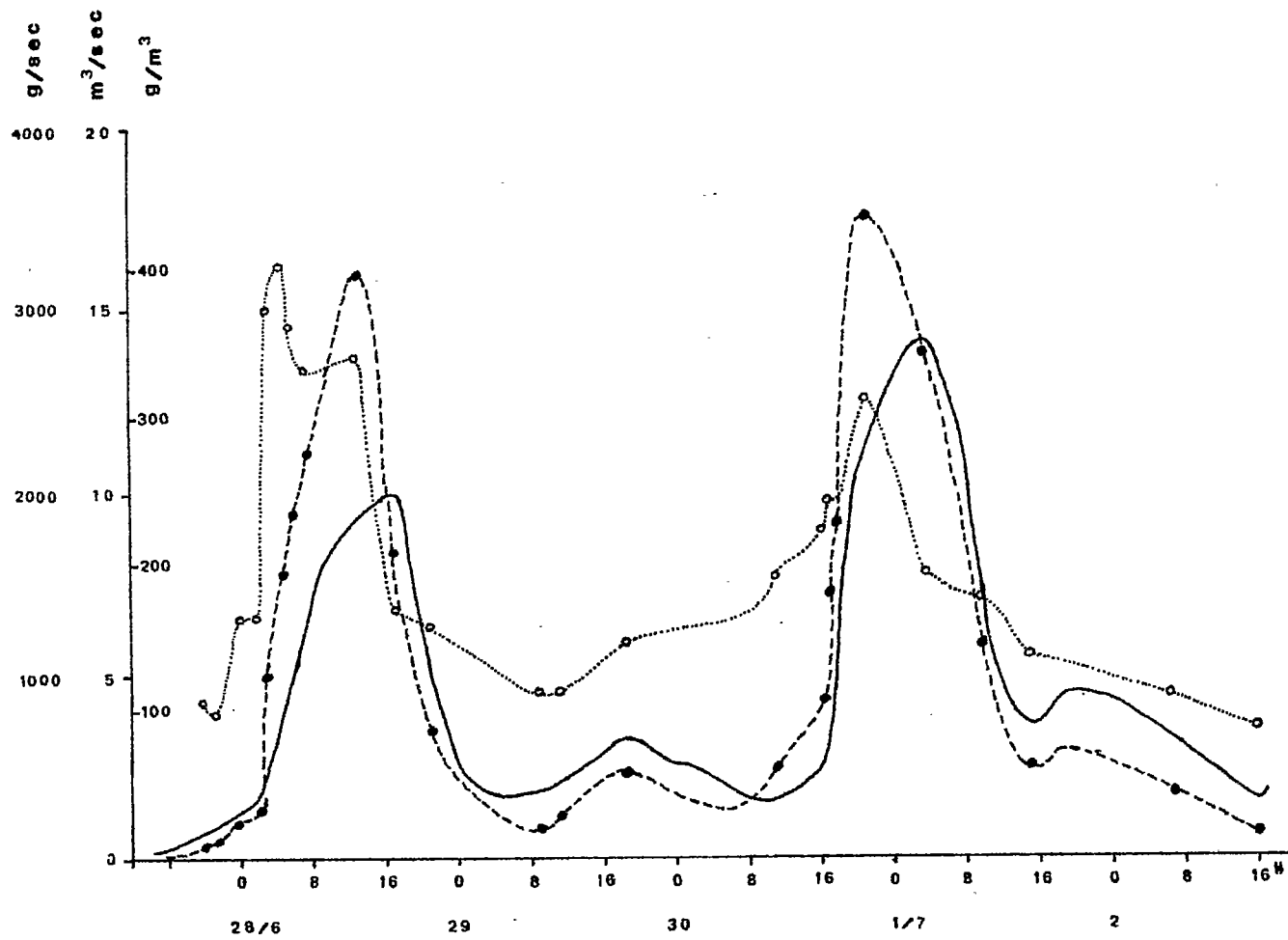


fig. 20

2-4/7/1968

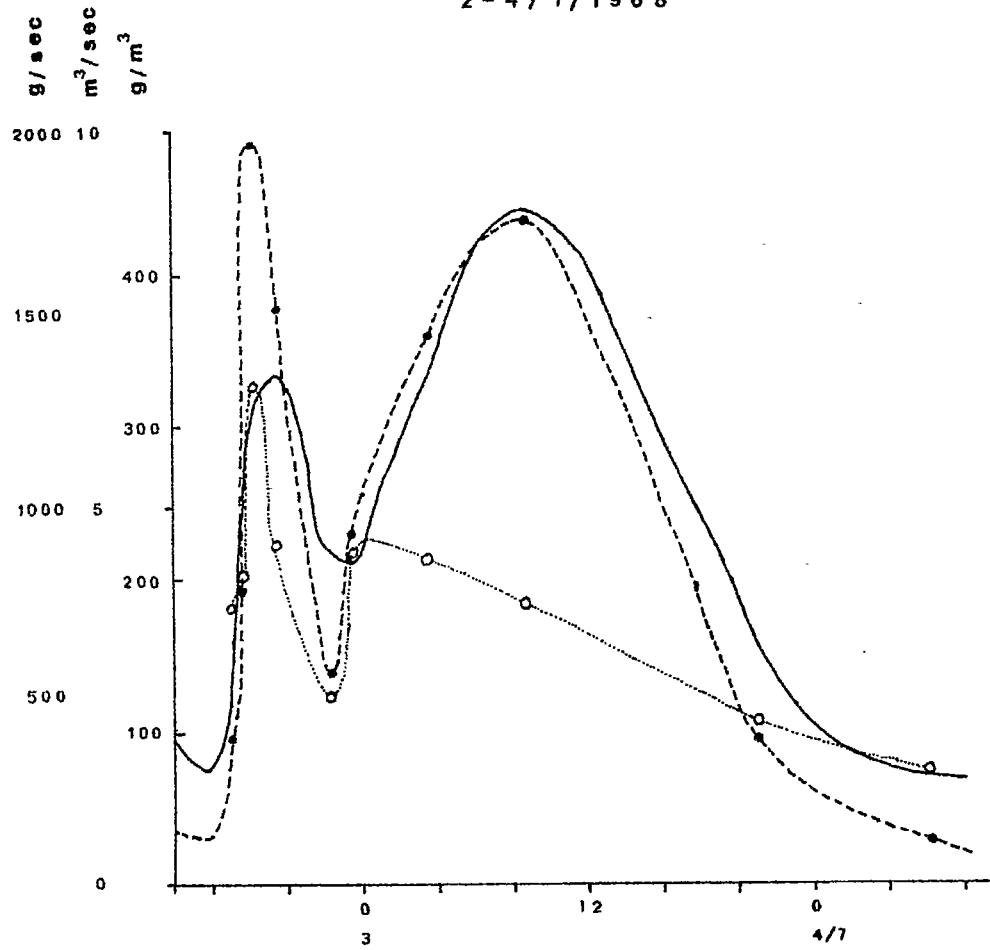


fig. 21



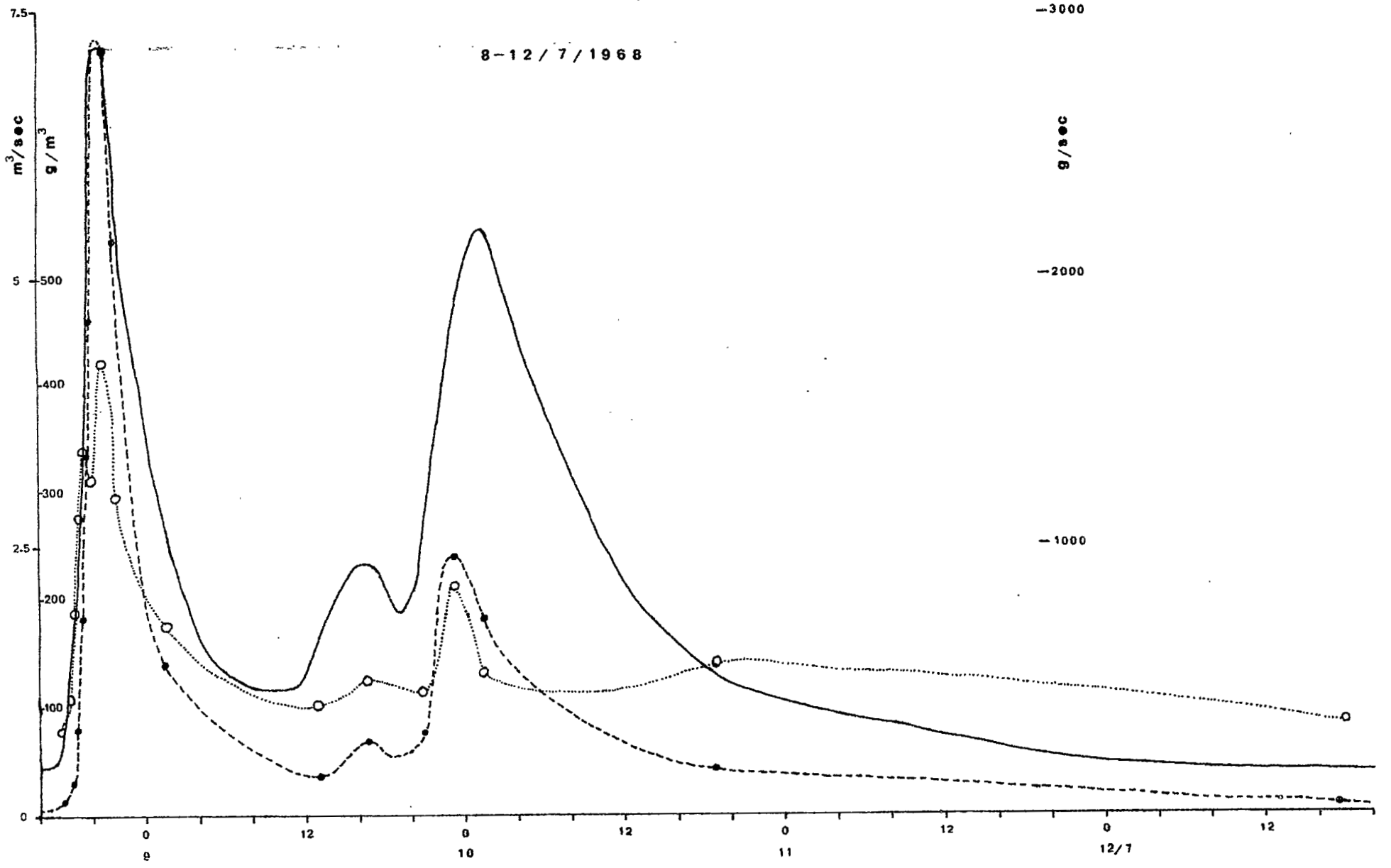


fig. 22

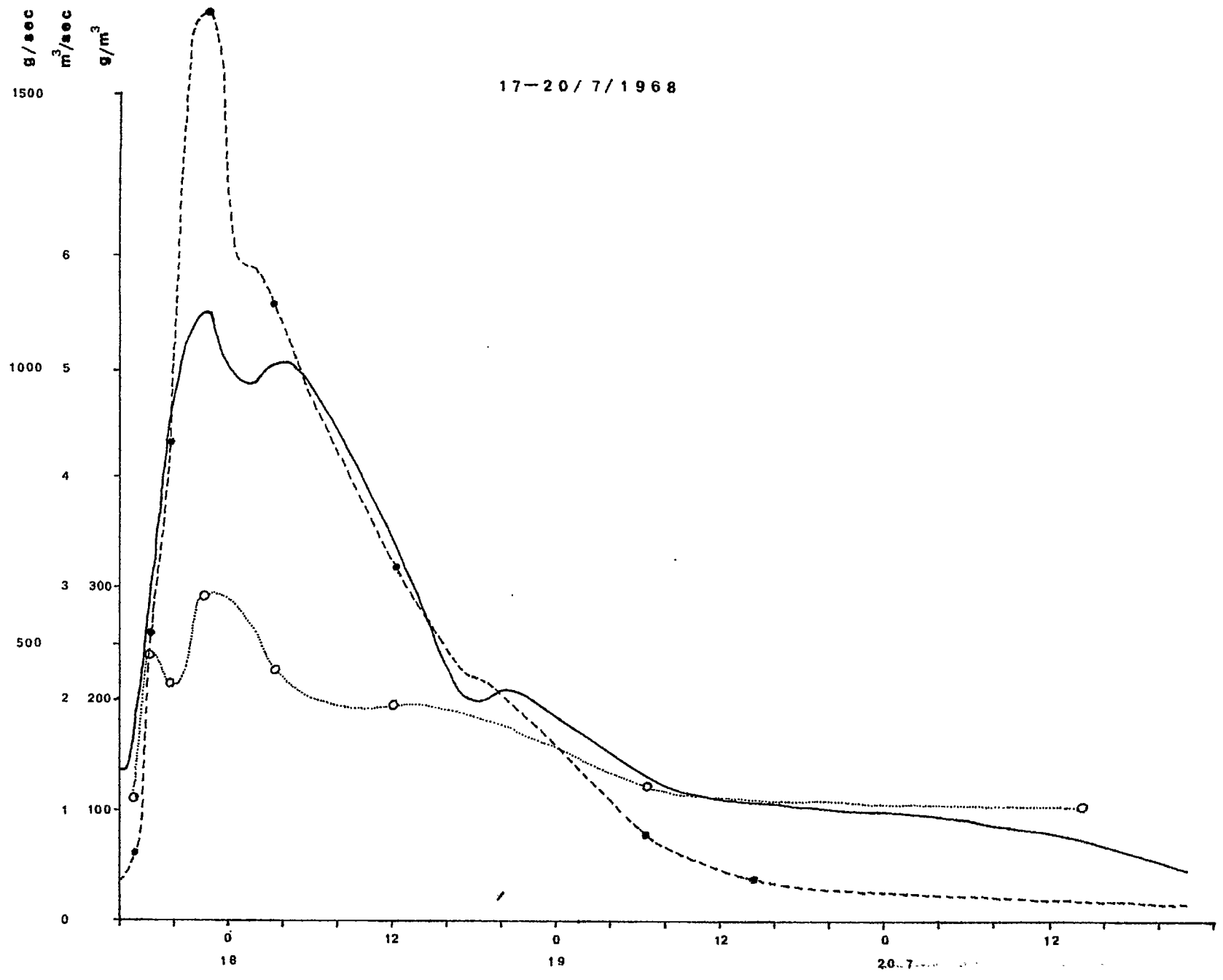


fig. 23

21-23 / 7 / 1968

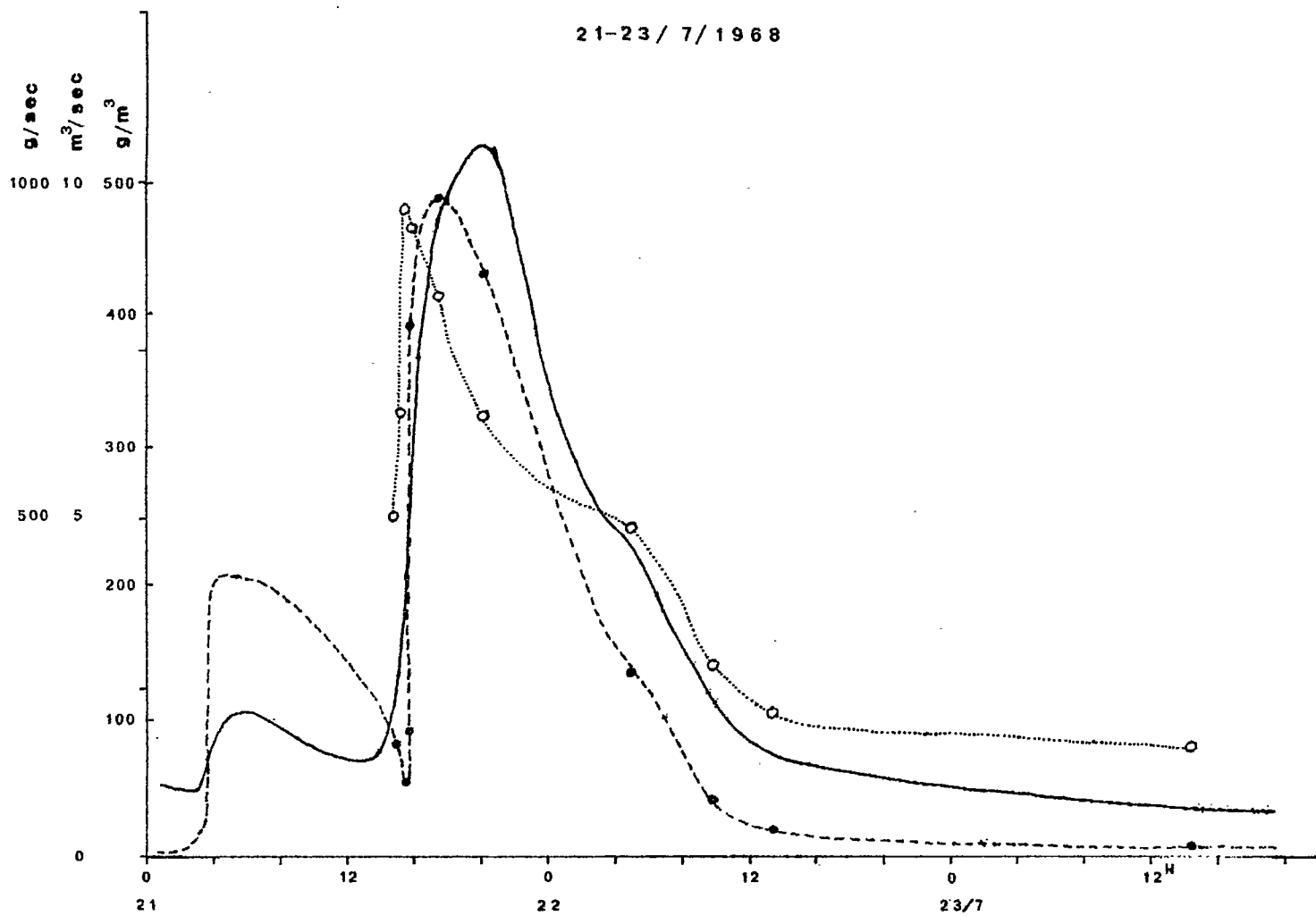


fig. 24

28/7-1/8/1968

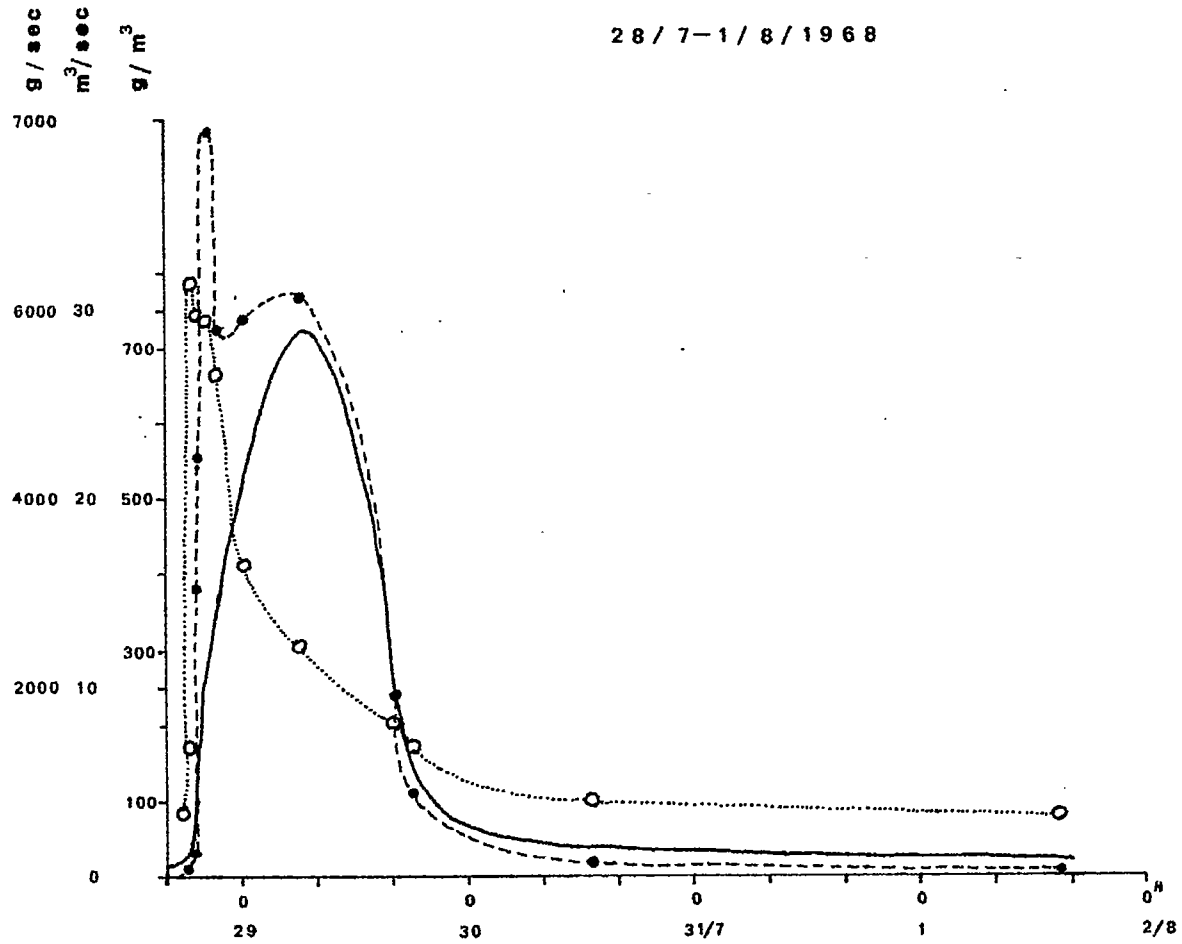


fig. 25

8-11/8/1968

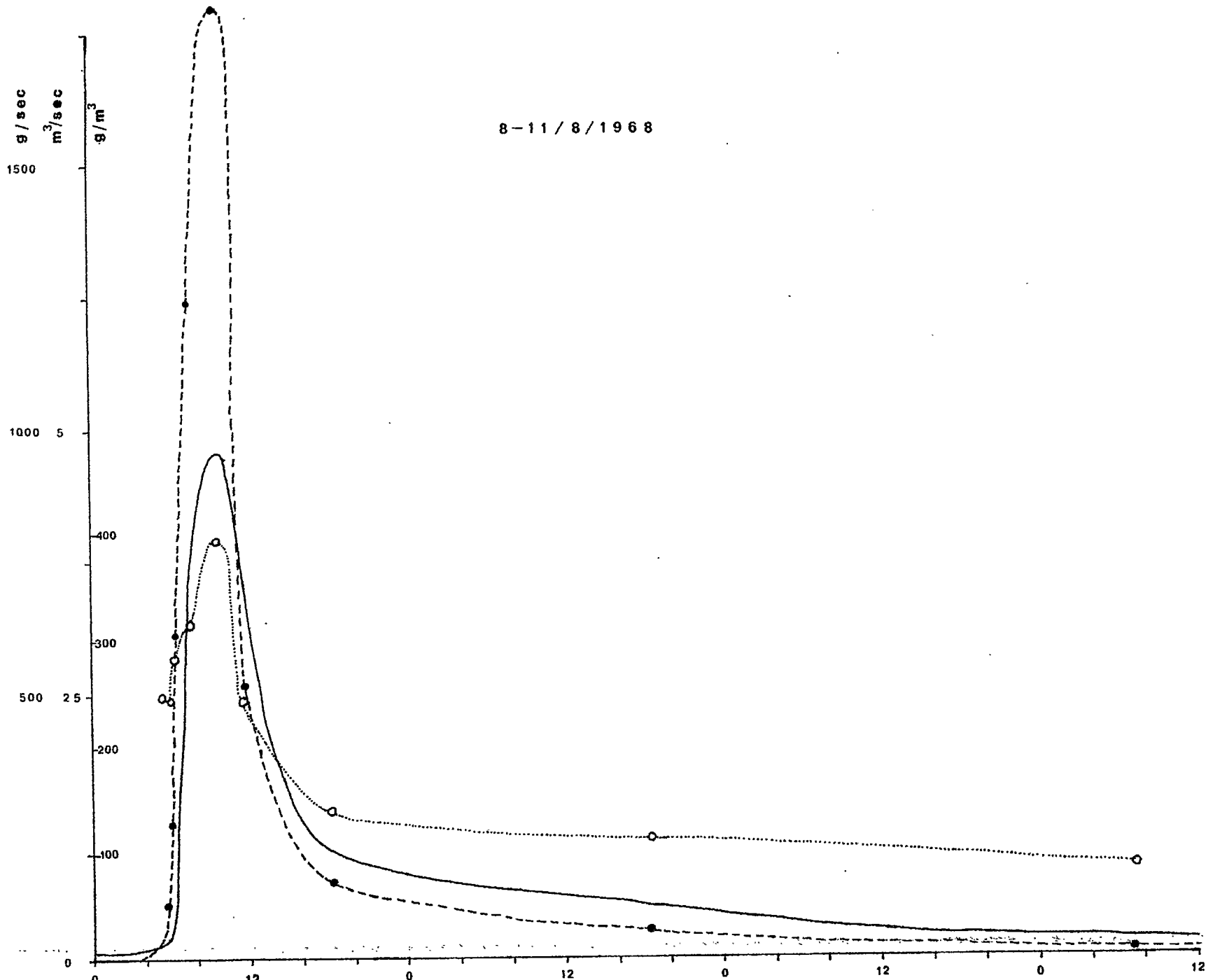


fig. 26

11/8

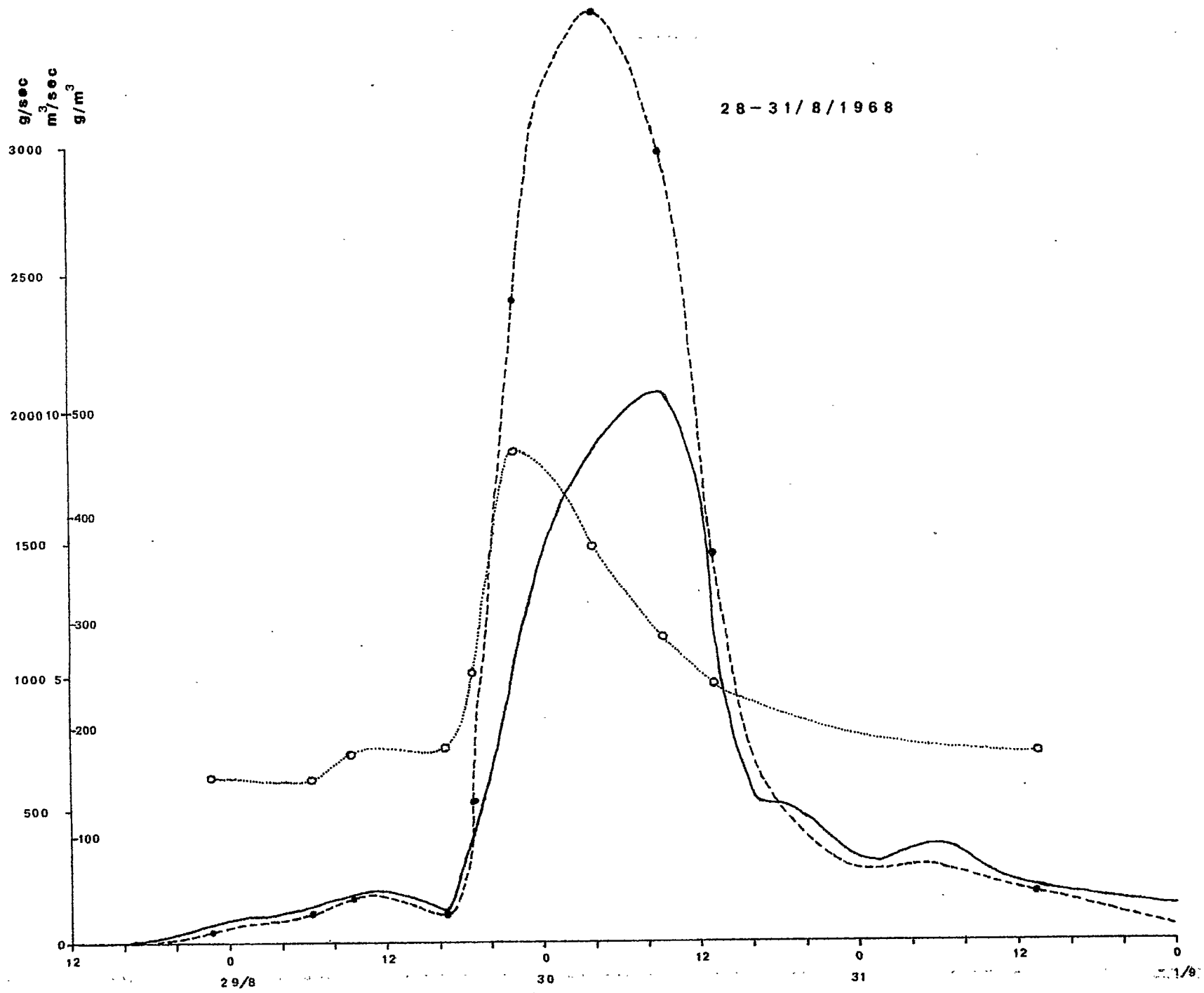


fig. 27

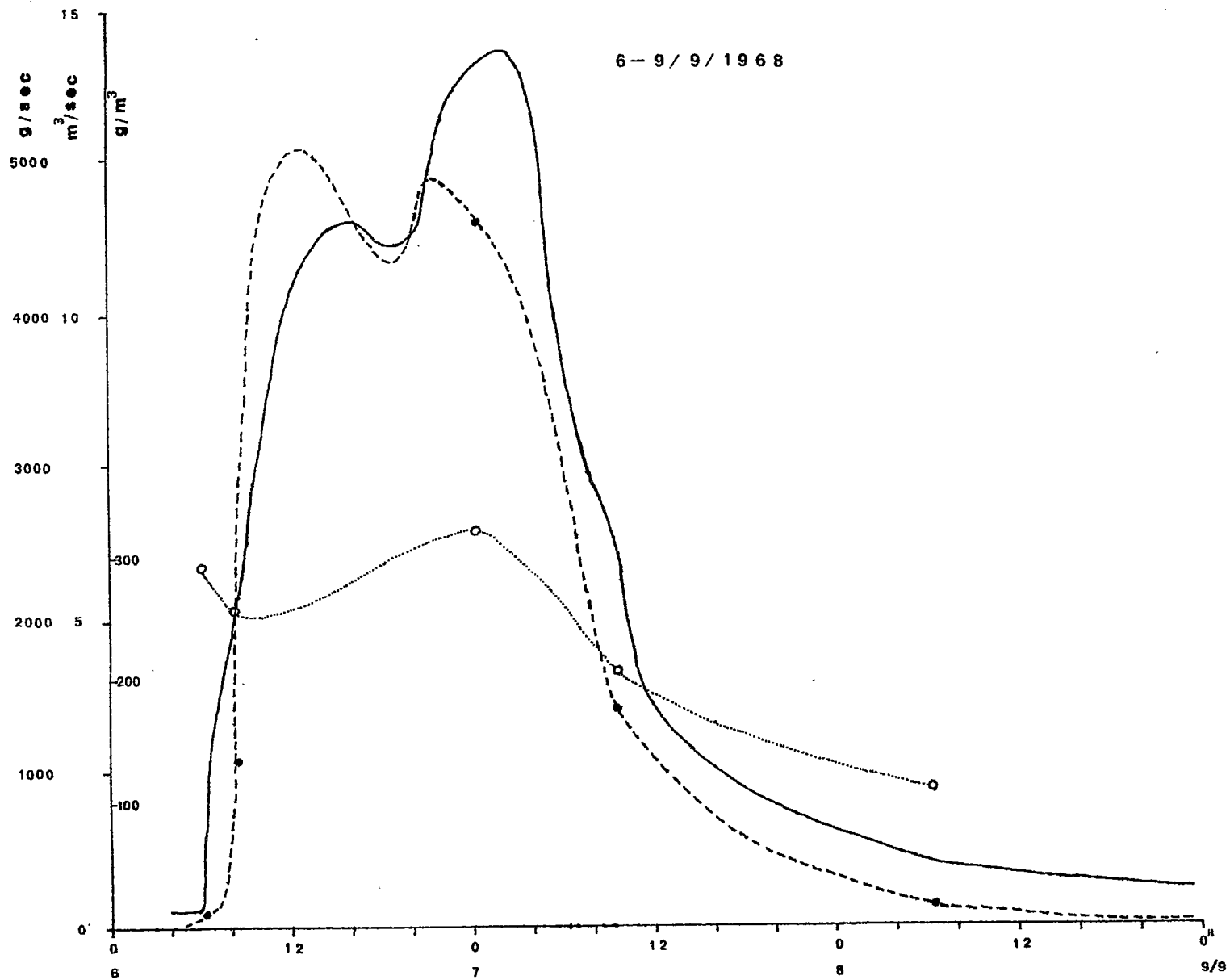


fig. 28

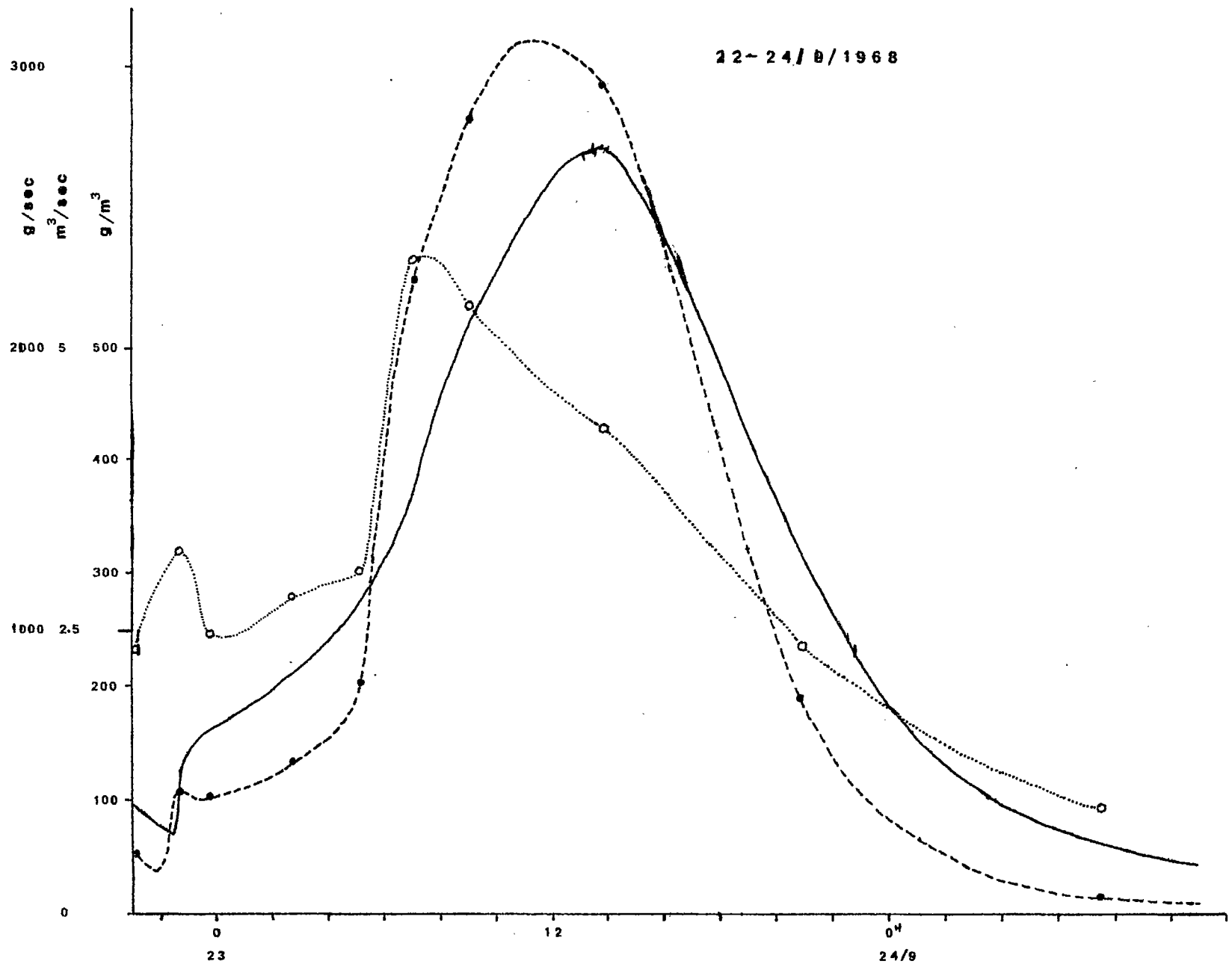


fig. 29



20-22/11/1968

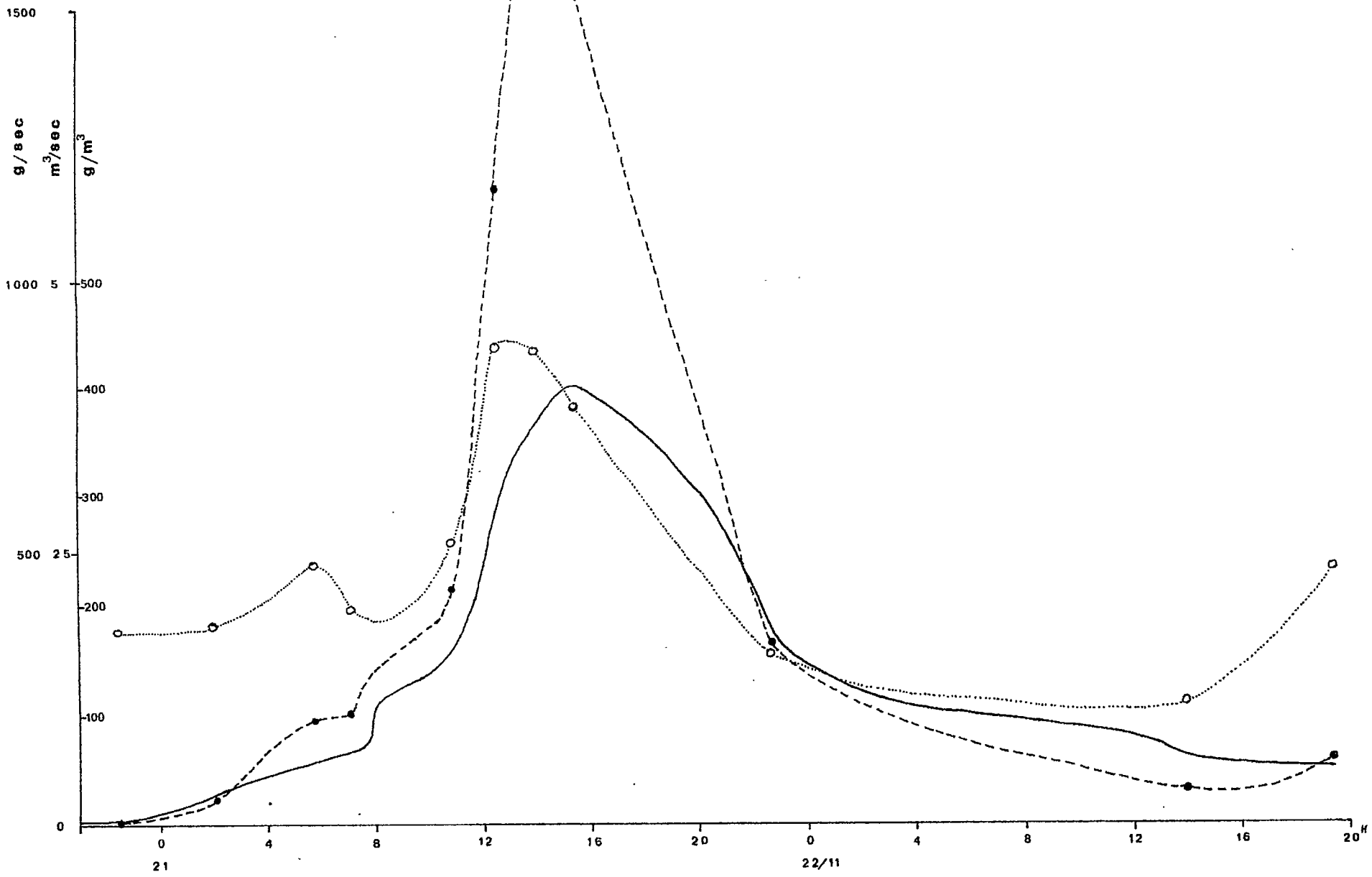


fig. 30

RAPPORT CHARGE SOLIDE / CHARGE SOLUBLE

EN FONCTION DU DEBIT

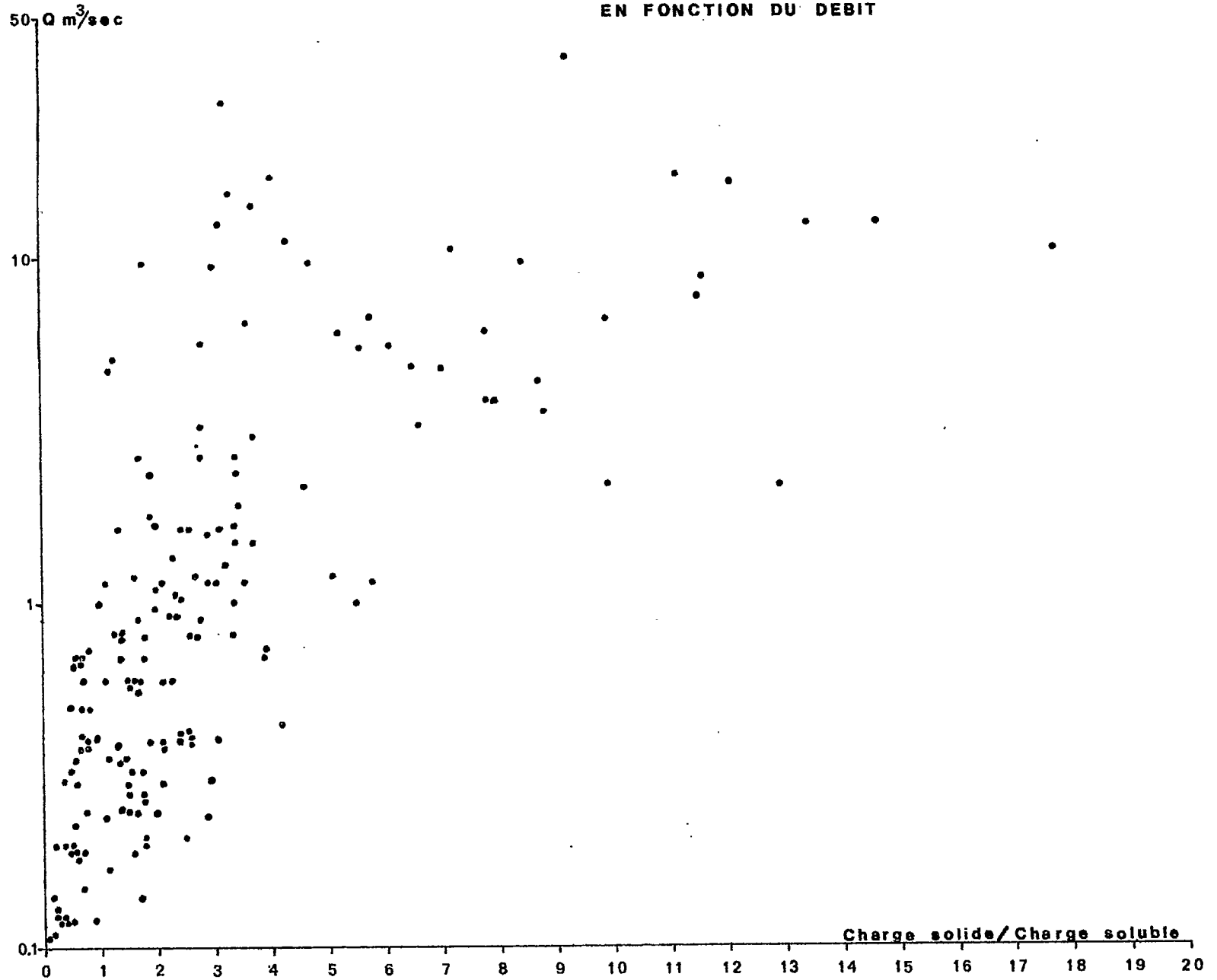


fig. 31

b) Estimation du transport solide.

Par planimétrage de la courbe de débit solide, on obtient la valeur T du transport effectué pendant la crue. Cette valeur a été obtenue pour 18 crues échantillonnées serrées et 33 crues dont l'échantillonnage est plus espacé soit 51 crues au total.

En reportant sur un graphique à coordonnées logarithmiques les valeurs de T en fonction du volume ruisselé VR, nous obtenons des points qui se disposent de part et d'autre d'une droite moyenne (figure 32). Le transport est donc, avec une certaine approximation, fonction du volume ruisselé.

Toutes les crues ont été enregistrées à la station Amitioro de mai 1963 à décembre 1968 ; on en connaît le VR qui nous permet grâce à la relation précédente de trouver la valeur du T correspondant.

De cette façon nous pouvons chiffrer le taux d'érosion ER correspondant à chaque crue ainsi que le taux d'érosion annuel.

c) Comparaisons entre les bassins du Loserigue et de l'Amitioro.

A débit égal, la charge est toujours beaucoup plus faible à l'Amitioro qu'au Loserigue.

Comparons la courbe T/VR de l'Amitioro avec celle obtenue dans les mêmes conditions en savane, sur le bassin versant du Loserigue (région de Korhogo). (F.LENOIR-1968). (Figures 32 et 33)

Alors que nous obtenons une droite sur le bassin de l'Amitioro, le faciès est plus hyperbolique sur le Loserigue ce qui traduit deux types d'érosion différents. Dans le premier cas, (Amitioro), le tonnage exporté est proportionnel au volume ruisselé ce qui traduit une érosion peu active. Dans le second cas, (Loserigue), le tonnage exporté croît plus vite que le volume ruisselé ce qui est le résultat d'un ruissellement plus agressif.

TRANSPORT SOLIDE EN SUSPENSION  
EN FONCTION DU VOLUME RUISSELE

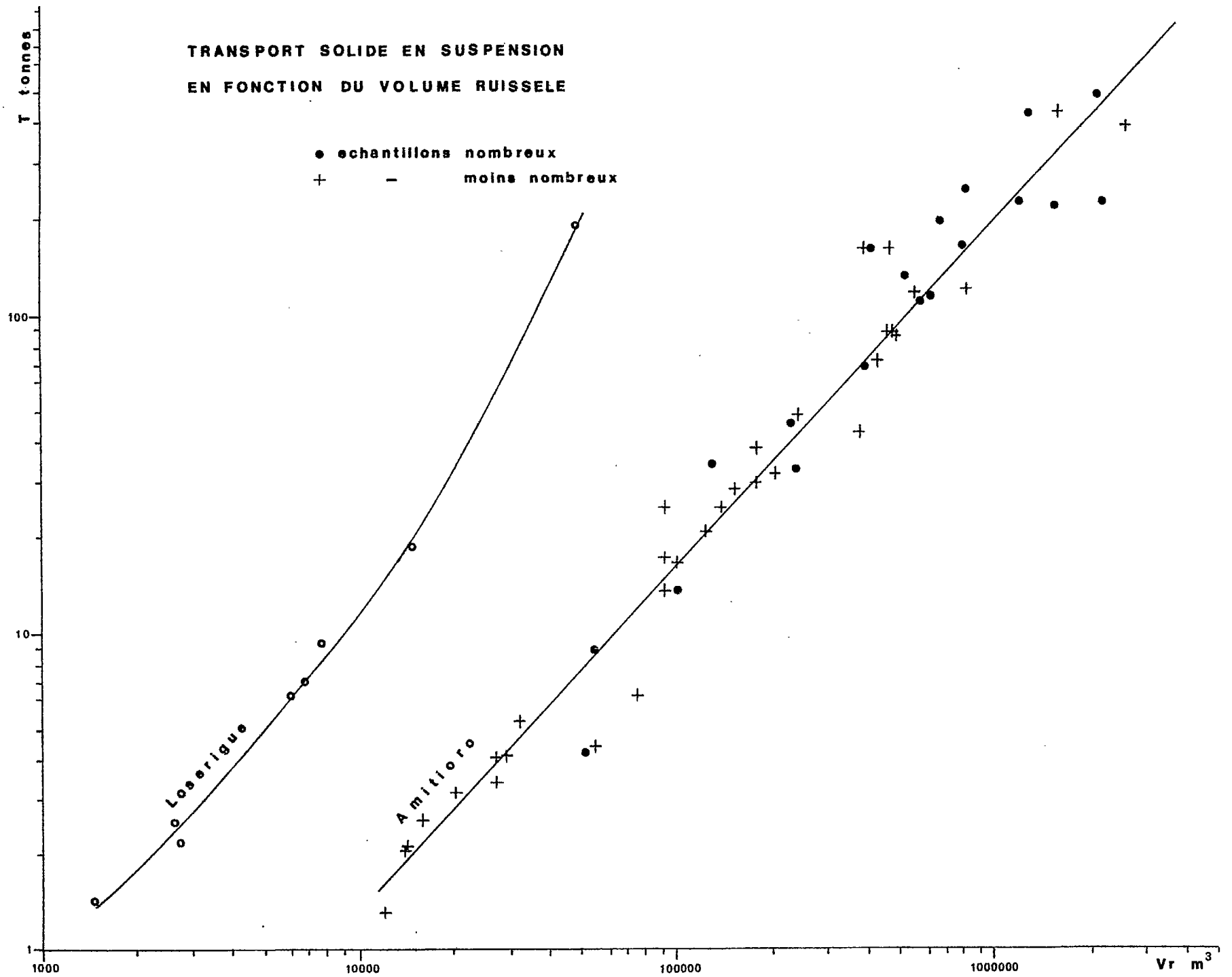


fig. 32

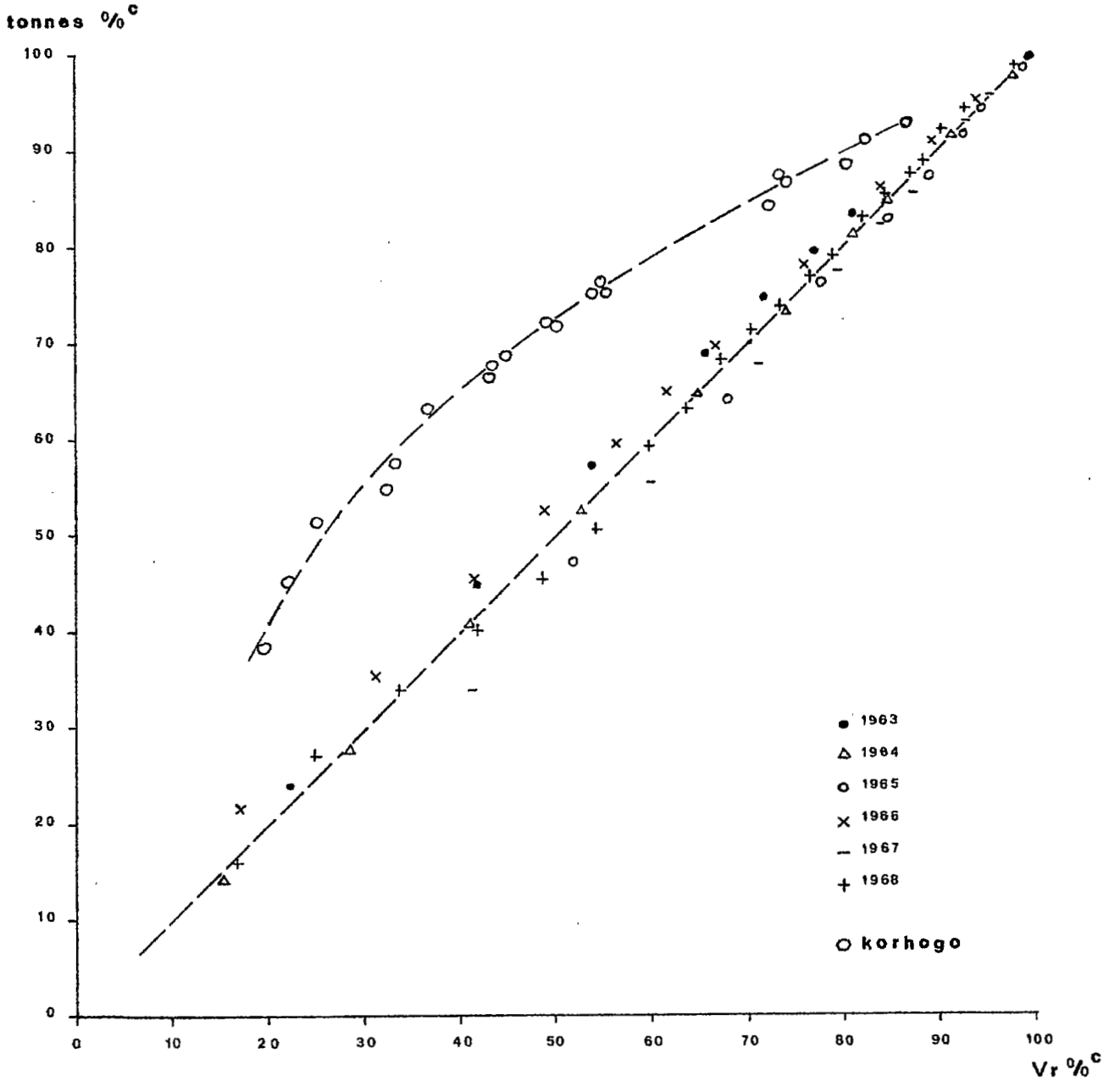


fig.33

DEUXIEME PARTIE

ETUDE DES CRUES

+

+

+

Nous avons représenté sur les figures 34 à 39 les tonnages exportés par crue chaque année d'étude (1963 à 1968).

Les pourcentages cumulés des volumes ruisselés et des tonnages exportés annuellement figurent dans les tableaux II à VII. Les crues sont classées dans l'ordre des volumes ruisselés décroissants. Les variations de  $T\%<sup>C</sup>$  par rapport à  $V\%<sup>C</sup>$  sont représentées sur la figure 33.

Les tableaux VIII à XIII donnent les répartitions par quinzaines de la pluviométrie P, de l'écoulement E et du transport T. Les figures 40 à 45 indiquent les variations annuelles de ces trois facteurs.

On remarque que les courbes cumulatives de l'écoulement et du transport se calquent l'une sur l'autre. Elles présentent un palier correspondant à la petite saison sèche en août-septembre en 1963 et en 1966. Les autres années, ce palier est peu marqué traduisant soit l'absence de la petite saison sèche comme c'est le cas en 1968, soit une petite saison des pluies déficitaire.

On peut noter le décalage existant entre la courbe de la pluie cumulée et celle de l'écoulement.

La distribution des exportations solides varie d'une année à l'autre.

TRANSPORT SOLIDE EN SUSPENSION

1963

TONNES

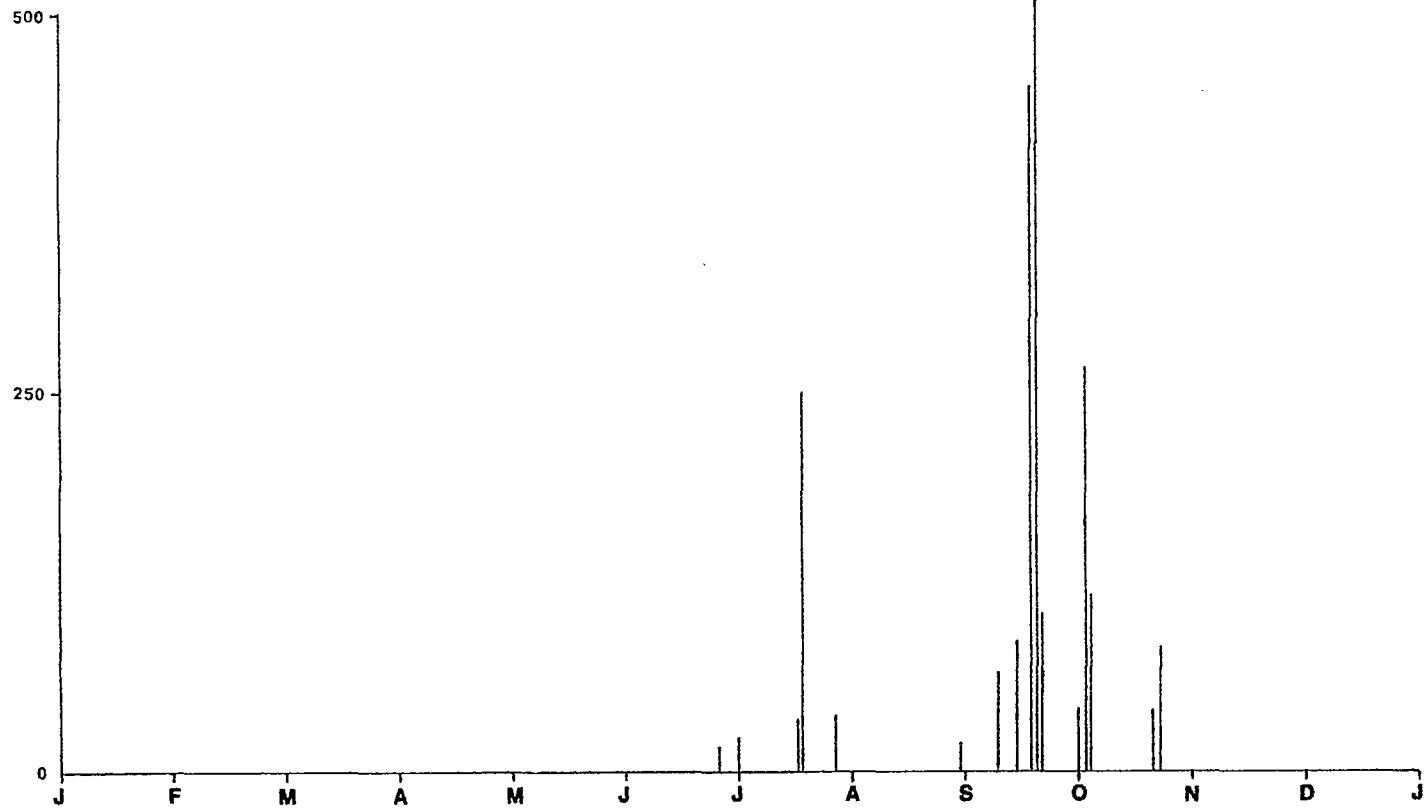


fig. 34

# TRANSPORT SOLIDE EN SUSPENSION

1964

TONNES

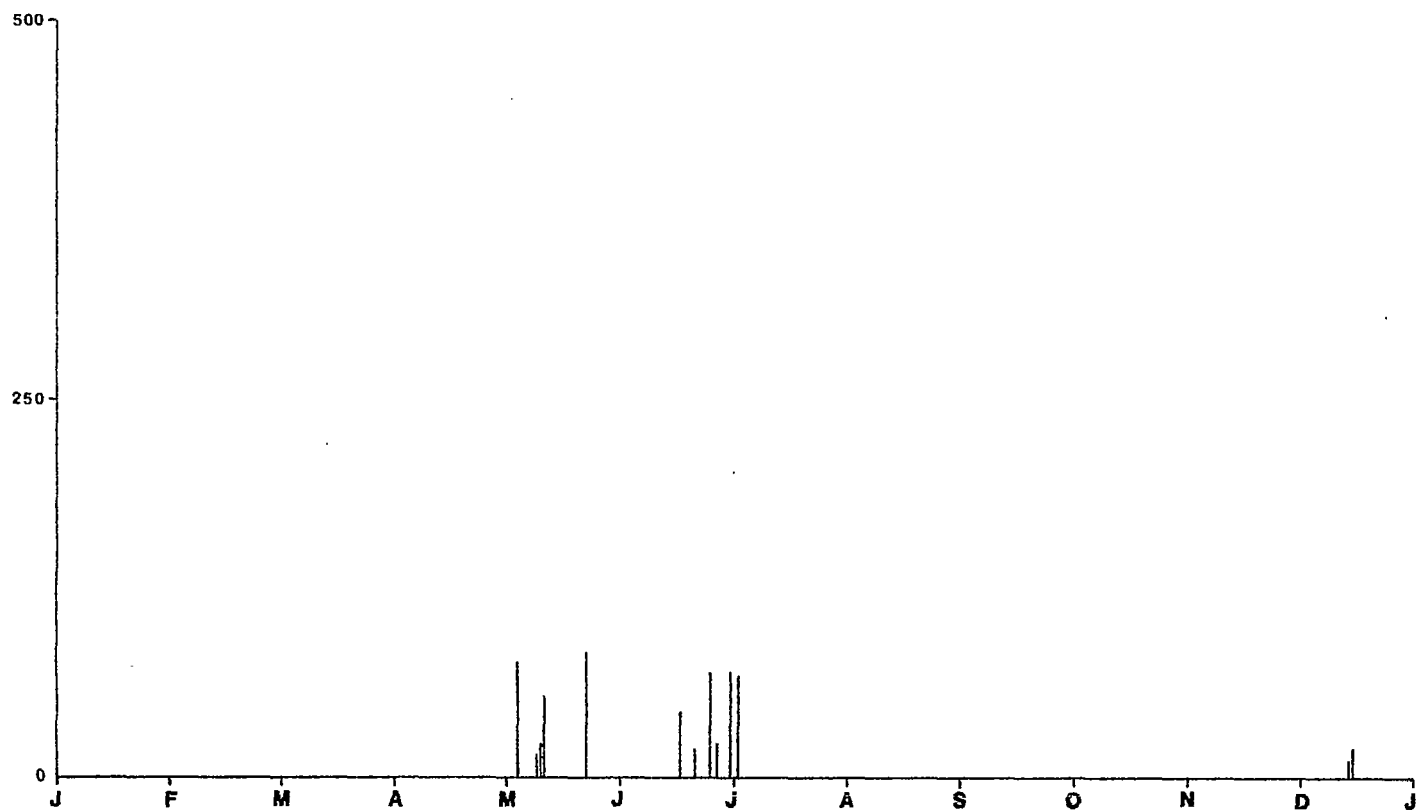


fig. 35



TRANSPORT SOLIDE EN SUSPENSION

1965

TONNES

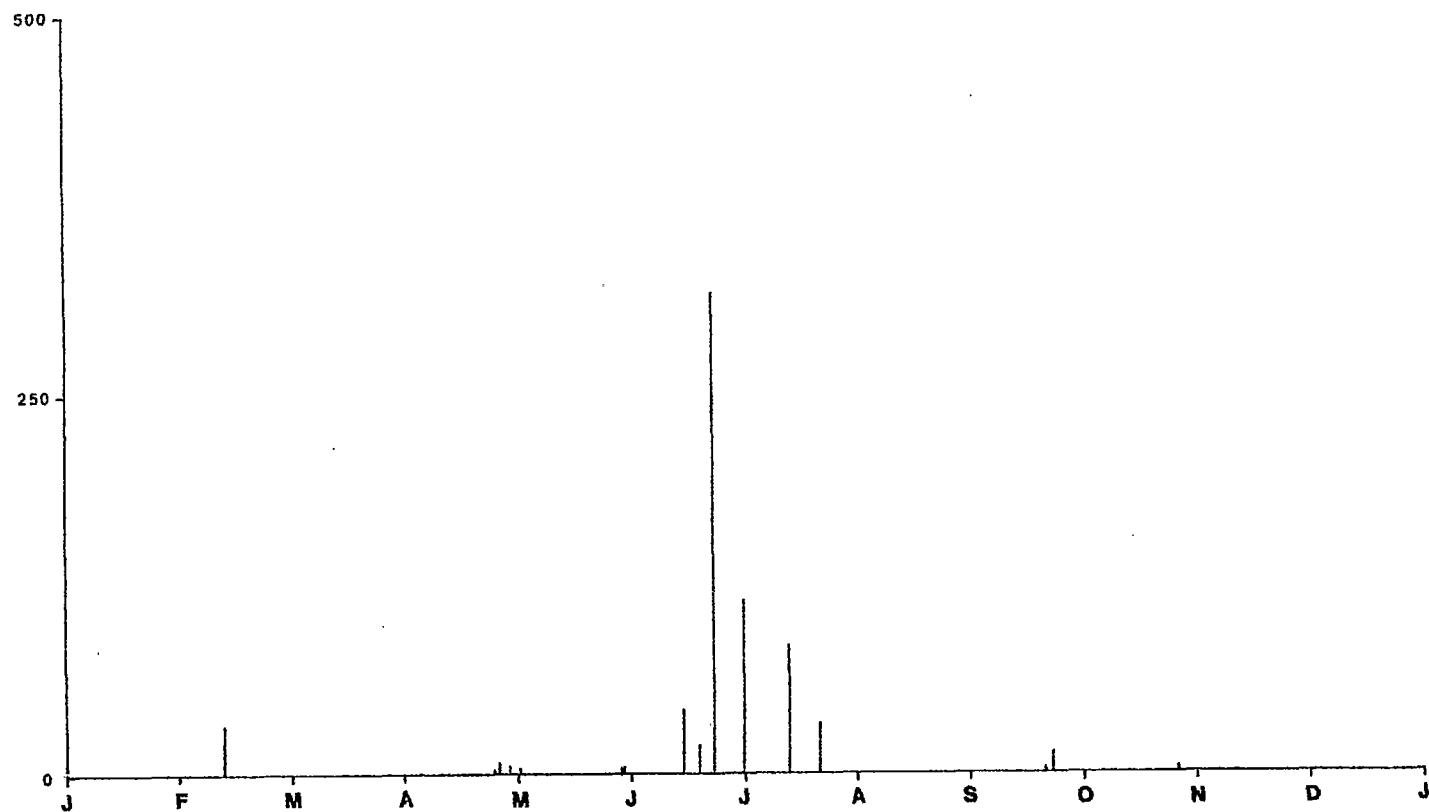


fig. 36

TRANSPORT SOLIDE EN SUSPENSION

1966

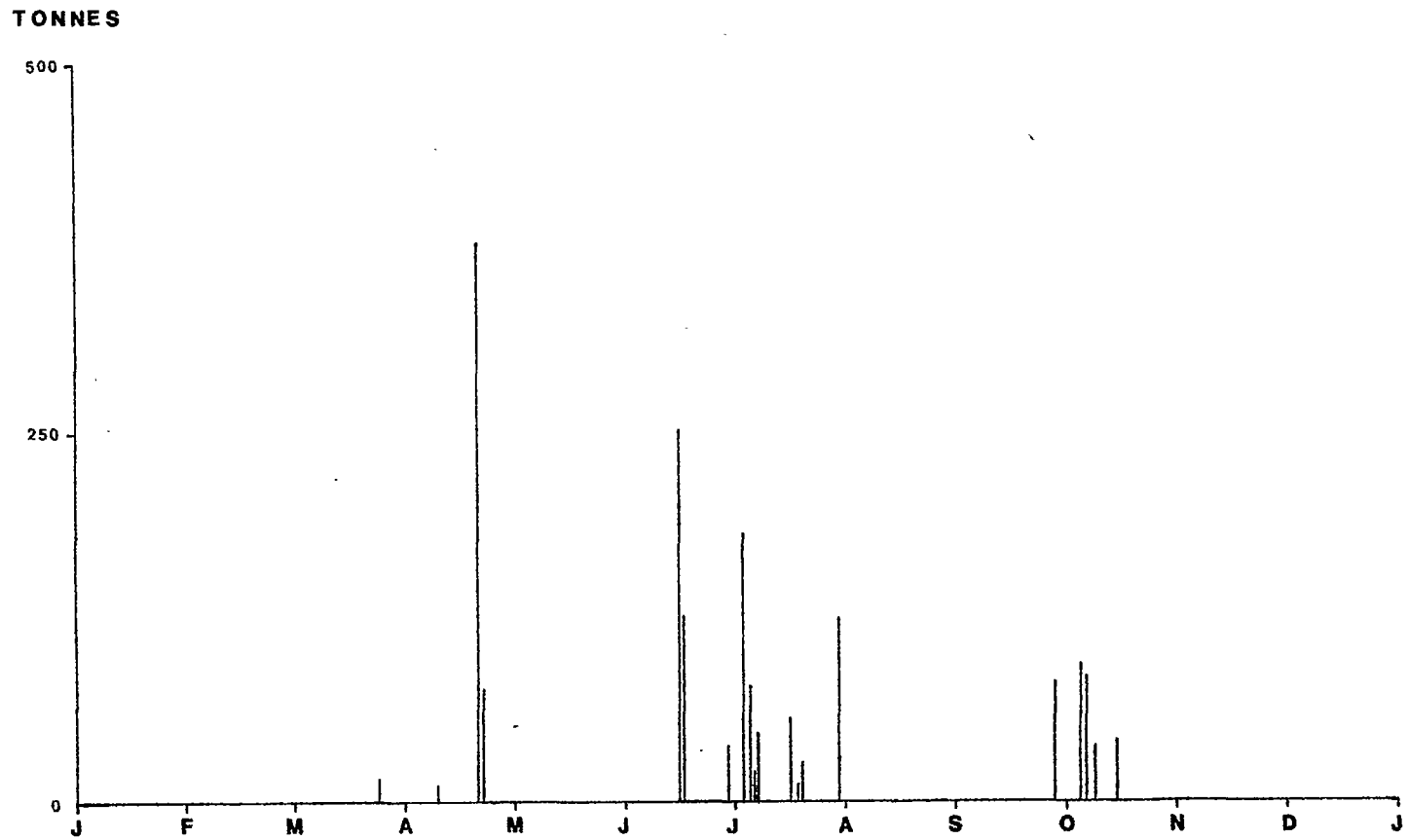


fig.37

TRANSPORT SOLIDE EN SUSPENSION

1967

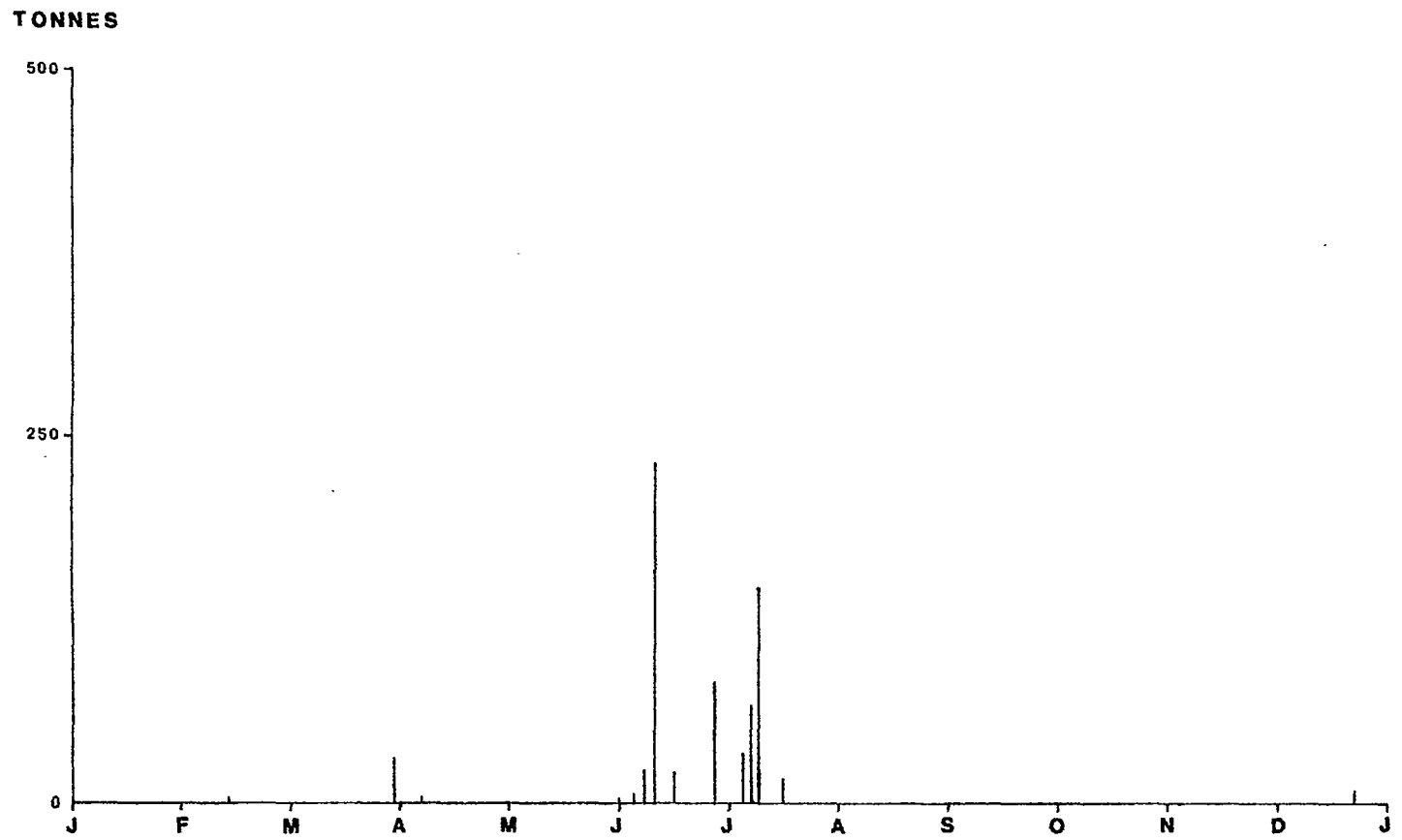


fig.38

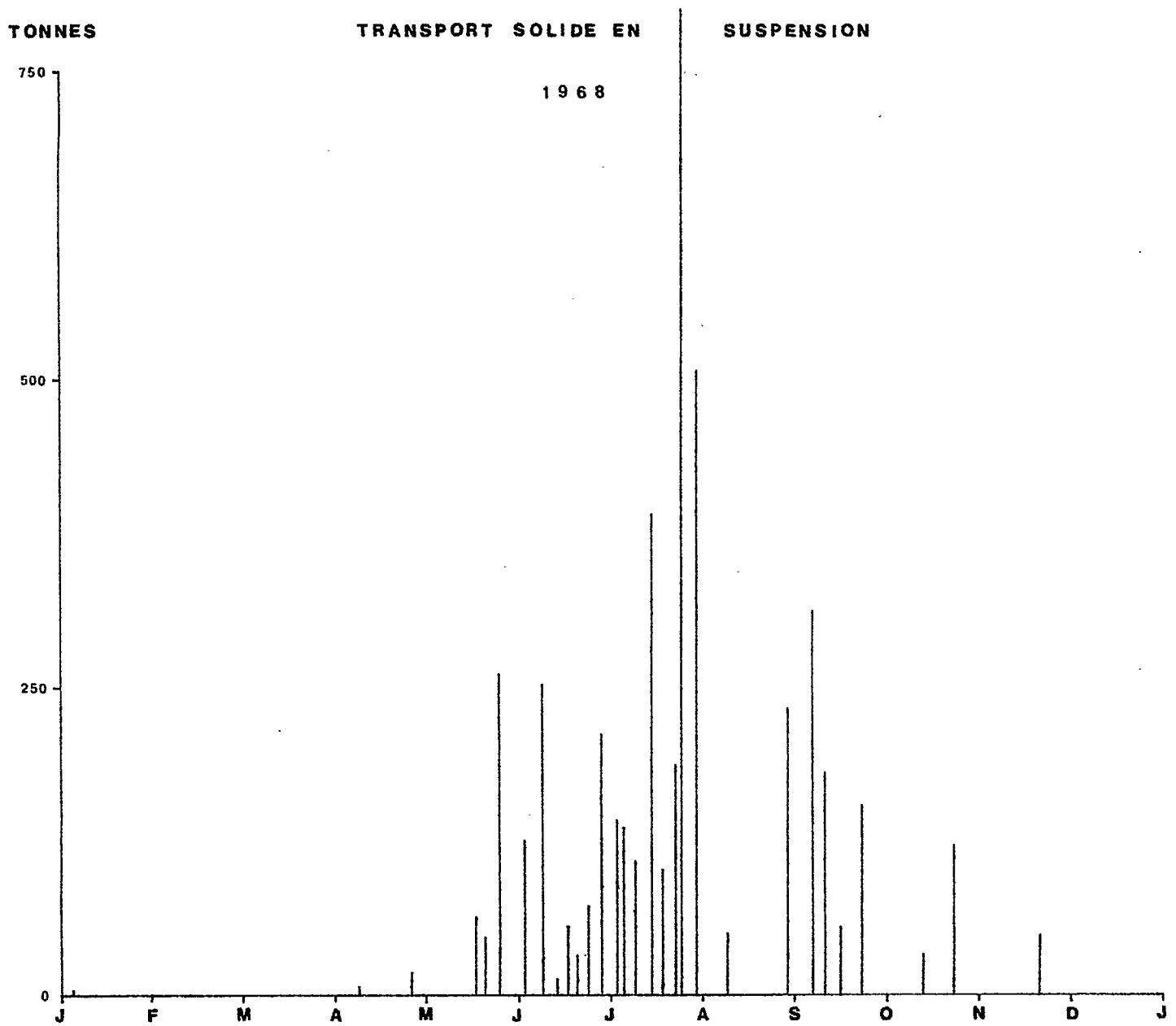


fig.39

TABLEAU II

Crues classées par ordre de volumes ruisselés décroissants

Vr 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	T tonnes	Vr %	T %	Vr %c	T % c
2496	510	22,2	23,9	22,2	23,9
2225	450	19,8	21,0	42,0	44,9
1368	265	12,1	12,4	54,1	57,3
1333	250	11,8	11,6	65,9	68,9
688	125	6,1	5,8	72,0	74,7
583	104	5,2	4,9	77,2	79,6
469	84	4,2	3,9	81,4	83,5
454	80	4,0	3,7	85,4	87,2
374	65	3,3	3,0	88,7	90,2
261	44	2,3	2,1	91,0	92,3
233	39	2,1	1,8	93,1	94,1
219	36	1,9	1,7	95,0	95,8
209	34	1,9	1,6	96,9	97,4
134	22	1,2	1,0	98,1	98,4
118	19	1,0	0,9	99,1	99,3
101	16	0,9	0,7	100,0	100,0

TABLEAU III

1964

Crues classées dans l'ordre des volumes ruisselés décroissants

Vr $10^3 m^3$	T tonnes	Vr %	T %	Vr %c	T % c
500	80	15,1	14,1	15,1	14,2
435	76	13,2	13,4	28,3	27,7
424	74	12,7	13,1	41,0	40,8
387	68	11,7	12,0	52,7	52,8
381	68	11,5	12,0	64,2	64,7
298	51	9,0	9,0	73,2	73,7
250	43	7,6	7,6	80,8	81,3
123	22	3,7	3,9	84,5	85,1
117	21	3,6	3,7	88,1	88,7
108	19	3,3	3,4	91,4	91,6
108	19	3,3	3,4	94,7	94,5
101	15	3,1	2,6	97,8	97,1
73	11	2,2	1,9	100,0	100,0

TABLEAU IV

1965

Crues classées par ordre de volumes ruisselés décroissants

Vr 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	T tonnes	Vr %	T %	Vr % c	T % c
1394	270	36,0	39,6	36,0	39,6
697	125	18,0	18,3	54,0	57,9
455	79	11,8	11,6	65,8	69,5
259	44	6,7	6,5	72,5	76,0
223	37	5,8	5,4	78,3	81,4
203	31	5,3	4,6	83,6	86,0
187	31	4,8	4,6	88,4	90,6
125	20	3,2	2,9	91,6	93,5
92	13	2,4	1,9	94,0	95,4
45	7	1,2	1,0	95,2	96,4
32	5	0,8	0,7	96,0	97,1
29	4	0,7	0,6	96,7	97,7
27	4	0,7	0,6	97,4	98,3
27	3	0,7	0,4	98,1	98,7
20	3	0,5	0,4	98,6	99,1
16	3	0,4	0,4	99,0	99,5
14	2	0,4	0,3	99,4	99,8
9	1	0,3	0,1	99,7	99,9
6	1	0,3	0,1	100,0	100,0

TABLEAU V

1966

Crues classées par ordre de volumes ruisselés décroissants.

Vr10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	T tonnes	Vr %	T %	Vr % c	T %c
1630	380	17,4	21,4	17,4	21,4
1282	250	13,7	14,1	31,1	35,5
997	182	10,5	10,3	41,6	45,8
698	126	7,5	7,1	49,1	52,9
688	126	7,4	7,0	56,5	59,9
518	93	5,5	5,2	62,0	65,1
468	85	5,0	4,8	67,0	69,9
450	80	4,8	4,5	71,8	74,4
439	78	4,7	4,4	76,5	78,8
419	75	4,5	4,2	81,0	83,0
281	56	3,0	3,2	84,0	86,2
274	47	2,9	2,6	86,9	88,8
241	41	2,6	2,3	89,5	91,1
223	38	2,4	2,1	91,9	93,2
216	36	2,3	2,0	94,2	95,2
171	26	1,8	1,5	96,0	96,7
119	19	1,3	1,1	97,3	97,8
103	16	1,1	0,9	98,4	98,7
79	12	0,8	0,7	99,2	99,4
75	11	0,8	0,6	100,0	100,0



TABLEAU VI

1967

Crues classées par ordre de volumes ruisselés décroissants

Vr 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	T tonnes	Vr %	T %	Vr %c	T %c
1778	230	41,2	34,2	41,2	34,2
810	147	18,8	21,8	60,0	56,0
475	83	11,0	12,3	71,0	68,3
383	67	8,9	9,9	79,9	78,2
177	31	4,1	4,6	84,0	82,8
138	24	3,2	3,5	87,2	86,3
124	33	2,9	4,9	90,1	91,2
124	20	2,9	2,9	93,0	94,1
93	17	2,1	2,5	95,1	96,6
75	6	1,7	0,9	96,8	97,5
56	4	1,3	0,7	98,1	98,2
56	9	1,3	1,3	99,4	99,5
14	2	0,3	0,3	99,7	99,8
12	1	0,3	0,2	100,0	100,0

TABLEAU VII

1968

Crues classées par ordre de volumes ruisselés décroissants

Vr 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	T tonnes	Vr %	T %	Vr %c	T %c
3758	800	15,4	16,2	15,4	16,2
2117	506	8,6	10,3	24,0	26,5
2013	211	8,3	4,3	32,3	30,8
1964	390	8,1	7,9	40,4	38,7
1523	254	6,3	5,2	46,7	43,9
1378	260	5,7	5,3	52,4	49,2
1243	412	5,1	8,4	57,5	57,6
962	180	3,9	3,7	61,4	61,3
792	234	3,3	4,7	64,7	66,0
730	141	3,0	2,9	67,7	68,9
724	136	3,0	2,8	70,7	71,7
681	125	2,8	2,5	73,5	74,2
653	120	2,7	2,4	76,2	76,6
647	186	2,7	3,8	78,9	80,4
618	107	2,5	2,2	81,4	82,6
577	103	2,4	2,1	83,8	84,7
467	84	1,9	1,7	85,7	86,4
407	72	1,7	1,5	87,4	87,9
403	154	1,7	3,1	89,1	91,0
366	64	1,5	1,3	90,6	92,3
331	55	1,4	1,1	92,0	93,4
317	55	1,3	1,1	93,3	94,5
276	47	1,1	1,0	94,4	95,3
243	32	1,0	0,6	95,4	95,9
230	48	0,9	1,0	96,3	96,9
228	45	0,9	0,9	97,2	97,8
226	38	0,9	0,8	98,2	98,6
199	33	0,8	0,7	98,9	99,3
106	17	0,4	0,3	99,3	99,6
102	14	0,4	0,3	99,7	99,9
52	4	0,2	0,1	99,9	100,0
17	2	0,1		100,0	
3					

SAISON 1963

Mises à part les crues antérieures au mois de juin qui n'ont pas été étudiées, la mise en place du dispositif n'étant pas achevé, l'essentiel des exportations se situe à la saison des pluies (septembre-October). (Figure 34). Le mois de juin est déficitaire ; par contre, Juillet est excédentaire. Trois crues fournissent plus de 50 % du transport annuel. La crue la plus forte, qui se situe le 19 septembre, avec un volume ruisselé de  $2496.10^3 m^3$  exporte à elle seule 23,9 % du total annuel.

Fin juillet, la pluie cumulée atteint 55,5% de la pluviométrie annuelle alors que 23,7% seulement de l'écoulement total et 16,6% du transport se sont effectués. (Figure 40).

Le tableau XIV donne les caractéristiques des principales crues enregistrées sur le bassin, qui sont les suivantes :

- PM (mm).....Pluie maximale ponctuelle
- Pm (mm).....Pluie moyenne
- Pc (mm).....Pluie moyenne antérieure cumulée
- Ta (h).....Intervalle de temps séparant deux averse  
                    ayant produit un écoulement
- Tm (h.mn)....Temps de montée
- Tr (h.mn)....Temps de réponse
- Tb (h.).....Temps de base
- Qo (m<sup>3</sup>/sec..)Débit de base
- QM (m<sup>3</sup>/sec..)Débit maximum de la crue
- Hr (mm).....Lame d'eau ruisselée
- KR (%).....Coefficient de ruissellement
- VR (m<sup>3</sup>) .....Volume ruisselé
- T (tonnes)...Tonnage exporté par la crue
- ER (Kg/ha)...Taux d'érosion

TABLEAU VIII

AMITIORO 1963

MOIS	P mm	P %	P %c	H 10 <sup>3</sup> m	E %	E %c	T tonnes	T %	T %c
JANVIER	"	:	:	" (80,4)	(0,5)	(0,5)	"	:	:
FEVRIER	"	:	:	" (48,4)	(0,3)	(0,8)	"	:	:
MARS	"	:	:	" (26,3)	(0,2)	(1,0)	" ?	:	:
AVRIL	" (236)	(15,7)	(15,7)	" 8,3 93,4	0,5	1,5	"	:	:
MAI	" 152 99	10,1 6,6	25,8 32,4	" 944,8 201,8	5,4 1,2	6,9 8,1	"	:	:
JUIN	" 62 82	4,1 5,5	36,5 42,0	" 1,9 177,7		8,1 9,1	" 16	0,7	0,7
JUILLET	" 58 144	3,9 9,6	45,9 55,5	" 201,3 2359,5	1,1 13,5	10,2 23,7	" 22 320	1,0 14,9	1,7 16,6
AOUT	" 9 84	0,6 5,6	56,1 61,7	" 22,5 210,0	0,1 1,2	23,8 25,0	" 19	0,9	16,6 17,5
SEPTEMBRE	" 130 168	8,7 11,2	70,4 81,6	" 1574,1 6629,0	9,0 37,9	34,0 71,9	" 149 1064	7,0 49,7	24,5 74,2
OCTOBRE	" 102 79	6,8 5,3	88,4 93,7	" 3496,6 1215,1	20,0 6,9	91,9 98,8	" 434 119	20,2 5,6	94,4 100,0
NOVEMBRE	" 52 5	3,5 0,3	97,2 97,5	" 158,8 36,7	0,9 0,2	99,7 99,9	"	:	:
DECEMBRE	" 15 23	1,0 1,5	98,5 100,0	" 9,7 10,4	0,1	100,0	"	:	:
TOTAL	" (1500)	:	:	" 17507,2	:	:	" 2143	:	:

pluie  
 ecoulement - transport

1963

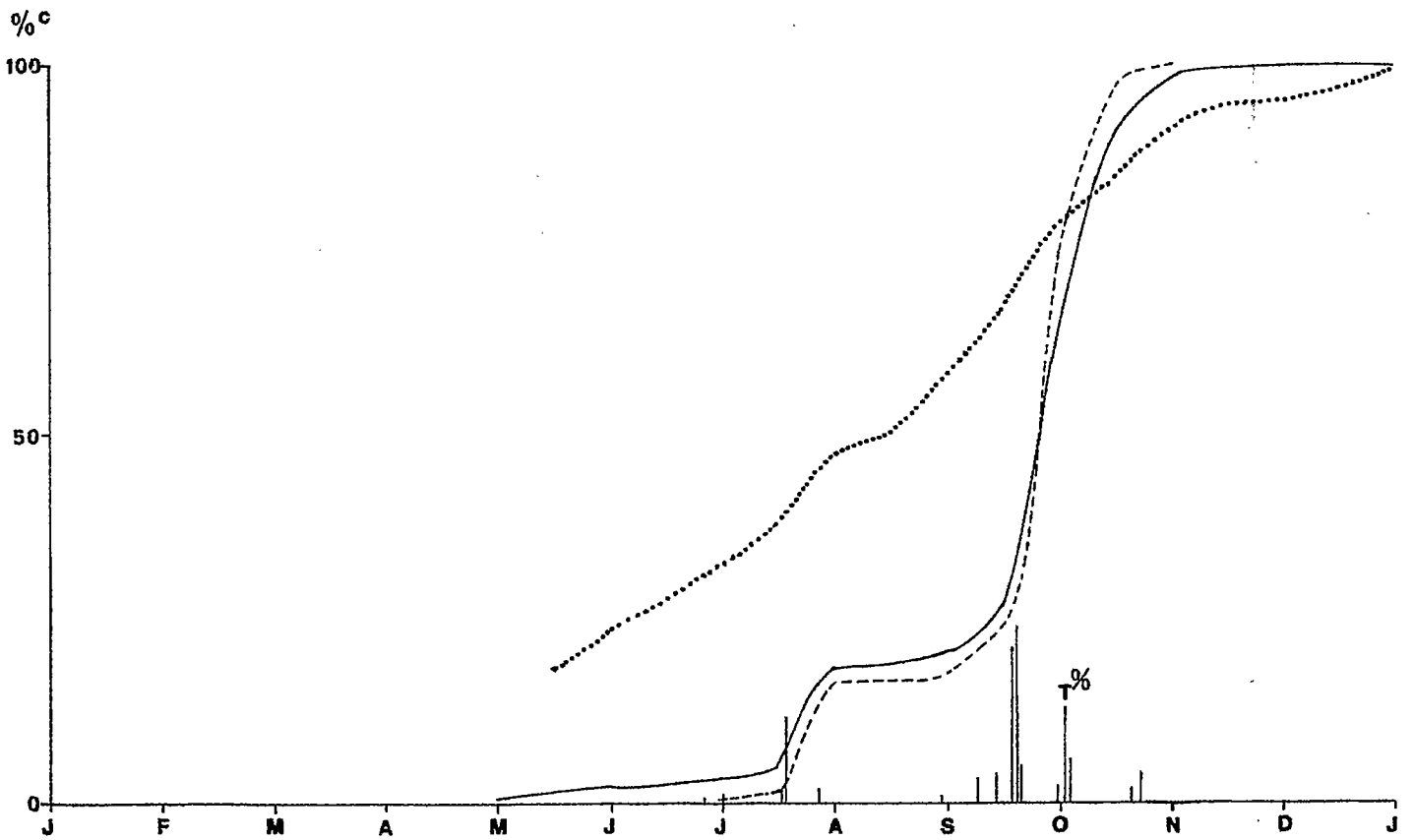
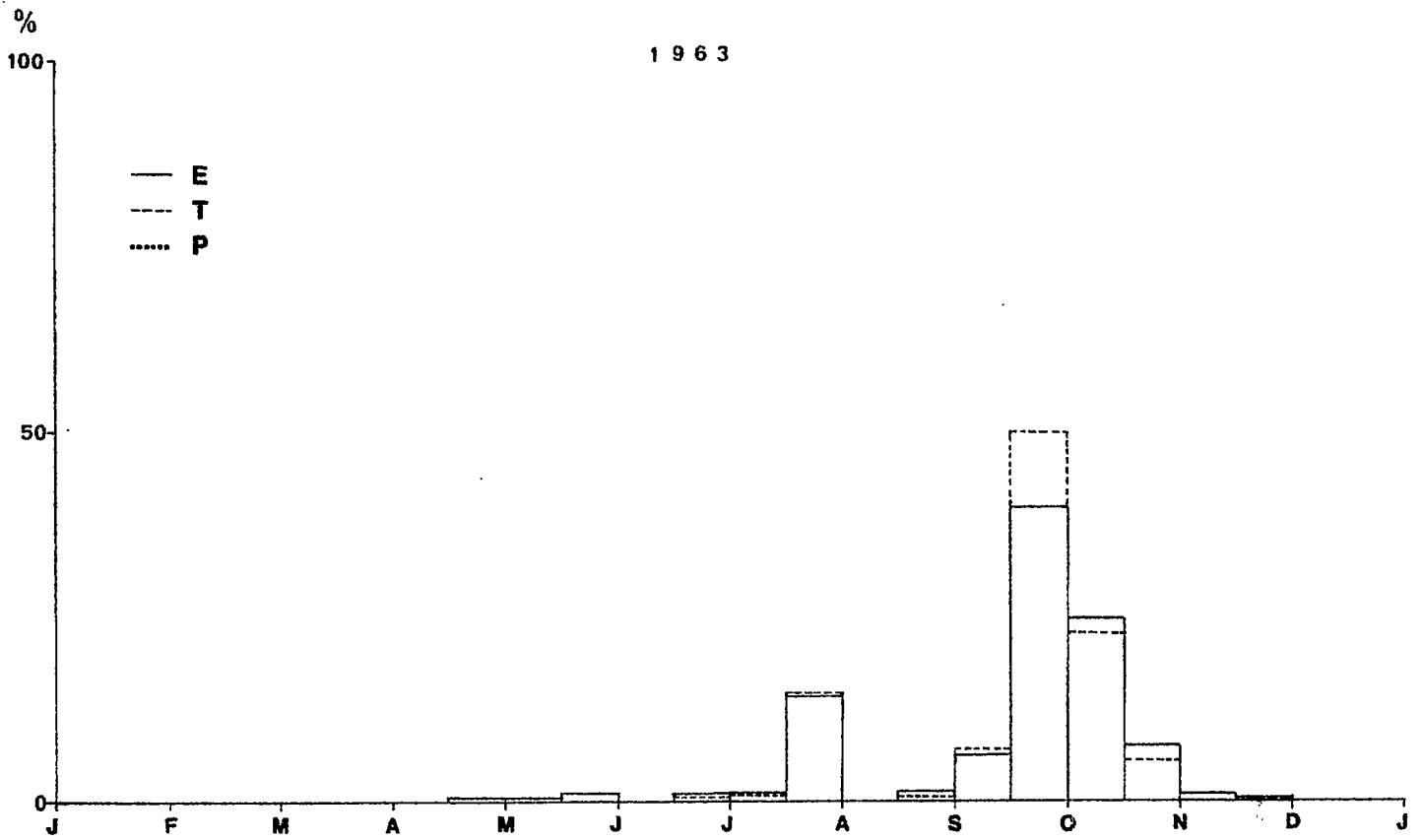


fig. 40

Crue du 25 juin. La pluie est très hétérogène sur le bassin avec un épicentre de 49,9mm situé dans sa partie nord. La pluie moyenne n'atteint que 14,9mm. L'intensité maximale enregistrée est élevée : 120 mm/h en P.E.5'. Le temps de réponse (Tr) est de 10h. Le coefficient de ruissellement est faible (4%). Le volume ruisselé de  $101.10^3 m^3$  transporte 16 tonnes de matières en suspension ce qui représente un taux d'érosion de 0,94 Kg/ha.

Crue du 1<sup>er</sup> juillet. Cette crue est provoquée par une pluie moyenne de 19,8mm qui comprend deux épicentres, l'un dans la partie sud du bassin, l'autre à l'est. La pluie maximale est de 47,5mm. L'intensité maximale atteint 84 mm/h en P.E.4. Les conditions de saturation ne sont pas favorables au ruissellement (Ta=4 jours). Le coefficient de ruissellement reste faible (4%). Le volume ruisselé de  $134.10^3 m^3$  évacue 22 tonnes de suspensions soit un taux d'érosion de 1,29 Kg/ha.

Crue du 16 Juillet. Une pluie moyenne de 36,7 mm, assez bien distribuée sur toute la superficie du bassin, rencontre de mauvaises conditions de ruissellement puisqu'elle survient après une période peu pluvieuse et un Ta de 2,5 jours. Le coefficient de ruissellement est donc très faible (3,3%). L'intensité maximale atteint 70 mm/h en P.E.3. Le volume ruisselé de  $209.10^3 m^3$  provoque une érosion de 2 Kg/ha.

Crue du 17 Juillet. Cette crue survient après celle de la veille (Ta=0,5 jours). Les conditions de ruissellement sont donc assez favorables malgré que la pluie soit hétérogène (KR=17,5%). La pluie moyenne est de 44,6mm, l'épicentre reçoit 79mm. Le volume ruisselé de  $1333.10^3 m^3$  exporte 250 tonnes de suspensions soit un taux d'érosion de 14,7 Kg/ha. Cette crue est donc assez agressive puisqu'elle représente 11,6% de l'érosion annuelle. Elle tient le quatrième rang dans l'ordre des volumes ruisselés décroissants (Tableau II).

Crue du 26 Juillet. Du 17 au 25 juillet, le bassin n'a été que peu arrosé (28,2mm). Les conditions de saturation sont de nouveau pas très favorables. Une pluie moyenne de 22,5mm ne provoque qu'un ruissellement de  $219.10^3 m^3$  soit un coefficient de ruissellement faible (5,7%) et un transport de 219 tonnes soit un taux d'érosion de 2,11 Kg/ha (1,7% du total annuel).

Crue du 29 août. Le mois d'août est plus pluvieux. La pluie antérieure cumulée (Pc) est de 751mm alors qu'elle atteignait 718mm au 1<sup>er</sup> août. L'épicentre se situe au sud-est du bassin (PM=99mm en P.II). Il est donc proche de l'exutoire, ce qui donne un temps de réponse de 6h et un temps de montée de 3h seulement. L'intensité maximale enregistrée en P.E.I est très forte : 156 mm/h. La pluie moyenne de 27,2mm ne provoque qu'un ruissellement faible (KR=2,5% et VR=118.10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>) et une érosion de 1,12 Kg/ha.

Crue du 9 septembre. A part la pluie du 29 août survenue après un mois très peu pluvieux, le bassin n'a reçu qu'une pluie de 10,7mm le 3 septembre et une de 22 mm le 5. La veille, une petite pluie de 8,8mm est enregistrée. Les conditions d'imbibition du sol ne sont donc pas bonnes. La pluie est mal répartie sur le bassin à la fois dans l'espace et dans le temps avec un épïcentre à l'est, au niveau de l'exutoire, et un autre à l'extrémité ouest. La crue se décompose en deux parties : la première provient des pluies tombées au voisinage de la station avec une intensité maximale de 54 mm/h et un maximum de 68mm. Son temps de montée est faible (Tm=4h). La seconde est provoquée par l'arrivée des eaux dûes aux pluies tardives survenues à l'ouest du bassin, de plus faible intensité. Le temps de montée est ici beaucoup plus long (Tm=18h). Sur l'ensemble du bassin, la pluie moyenne est de 28,6mm. Le volume ruisselé total est de 374.10<sup>3</sup> m<sup>3</sup> (KR=3%) et le tonnage transporté en suspension : 65 tonnes soit une érosion de 3,81 Kg/ha. Cette crue prend le neuvième rang dans l'ordre des volumes ruisselés décroissants mais ne représente que 3% de l'érosion annuelle.

Crue du 14 septembre. La pluie affecte essentiellement la partie sud et centrale du bassin avec un épïcentre de 56,5mm en P.E.4. Elle est constituée d'un corps important avec de fortes intensités initiales 102mm/h en P.E.3, 80 mm/h en P.E.2 65mm/h en P.E.I. Elle est précédée la veille d'une pluie de 8,5mm. La pluie moyenne atteint 30,8mm et provoque un ruissellement de 469.10<sup>3</sup> m<sup>3</sup> (KR=8,9%) et une érosion de 84 tonnes (ER=4,93 Kg/ha). Il est à remarquer que malgré les fortes intensités horaires initiales, les charges solides unitaires ne sont pas particulièrement élevées puisqu'elles sont de 186 g/m<sup>3</sup> en début de crue et de 300 g/m<sup>3</sup> en pointe de crue.

Crue du 18 septembre. La pluie comporte un épïcentre principal situé dans la partie aval du bassin avec 100,8mm en P.10. L'averse se décompose en deux corps principaux dont les intensités dépassent 100mm/h, séparés par un intervalle de deux heures environ. Du fait de la position de l'épïcentre, le temps de montée est faible (9h.30mn). Le second corps de l'averse ralentit la descente de crue. La pluie moyenne atteint 56,5mm et les conditions de saturation sont très favorables du fait de la proximité de la crue du 14 d'une part, et d'une petite averse survenue dans la matinée du 18 d'autre part. Le coefficient de ruissellement est donc très élevé ( $KR=23,1\%$ ). Le volume ruisselé atteint  $2225.10^3 m^3$  et le tonnage exporté : 450 tonnes soit un taux d'érosion élevé : 26,40 Kg/ha. Cette crue occupe la seconde position dans l'ordre des volumes ruisselés décroissants et représente à elle seule 19,8% des volumes ruisselés et 21% des exportations annuelles (tableau II).

Crue du 19 septembre. L'épïcentre de la pluie se situe dans la partie nord du bassin avec 103,5mm en P.E.5. Le sud-est et l'extrémité ouest sont beaucoup moins arrosés puisque la pluviométrie n'y dépasse pas 30mm. La pluie moyenne est de 40,9mm. L'éloignement de l'épïcentre par rapport à la station donne un temps de montée assez long ( $T_m=12h.30$ ). Le  $T_a$ , par contre, est faible puisque le bassin recevait 24 heures plus tôt 56,5mm. Cela fait que malgré la localisation de l'averse, le coefficient de ruissellement est particulièrement élevé : 35,8%. C'est le plus fort coefficient obtenu dans l'année. La pluie est assez hétérogène dans le temps et on note deux fortes intensités, l'une en début, l'autre en fin d'averse en P.E.5. atteignant chacune plus de 80mm/h. La crue fournit le plus fort débit de l'année avec en pointe de crue  $53,7 m^3/sec$ . Elle survient alors que le ressuiement de la veille n'est pas achevé et le débit de base est élevé :  $Q_0=3,50 m^3/sec$ . Le volume ruisselé atteint  $2496.10^3 m^3/sec$ . Le volume ruisselé atteint  $2496.10^3 m^3$  ; c'est la plus grosse crue de l'année et elle représente 22,2% du volume annuel. En montée de crue, les charges olides unitaires sont de l'ordre de  $170 g/m^3$ . Le tonnage exporté est de 510 tonnes soit 23,9% du total annuel, et le taux d'érosion de 29,93 Kg/ha.



Crue du 20 septembre. Le bassin est essentiellement arrosé dans sa partie nord et l'épicentre se situe en P.E.5 avec 50mm. Toute la partie sud du bassin reçoit moins de 10mm. La pluie moyenne n'est que de 16,2mm, mais elle survient après celles du 18 et du 19 qui fournissent au sol des conditions de saturation idéales, ce qui donne un coefficient de ruissellement élevé :  $KR=21,1\%$ . Les intensités restent inférieures à 50mm/h. Le volume ruisselé, avec  $583.10^3 \text{ m}^3$  occupe le sixième rang des volumes décroissants alors que, pour les crues étudiées, la hauteur pluviométrique occupe l'avant-dernier rang dans l'ordre décroissant. Le volume ruisselé représente 5,2% du total annuel. Le transport en suspension atteint 104 tonnes, et le taux d'érosion : 6,10 Kg/ha ce qui fait 4,8% du total annuel.

Crue du 1<sup>er</sup> octobre. Cette crue intervient après deux jours secs. Une pluie le 29 septembre de 30,2mm, elle-même survenue après 6 jours de sécheresse la favorise. L'épicentre est situé à l'aval du bassin avec 42,5mm en PI. La partie amont est beaucoup moins affectée par l'averse. La pluie moyenne est de 19,7mm. Elle est constituée d'un corps bien individualisé dont les intensités ne dépassent pas 65 mm/h en 5 minutes. Il est suivi d'une traîne assez longue à très faible intensité qui dure plusieurs heures. Le débit de base est faible ( $Q_0=0,465 \text{ m}^3/\text{sec}$ ). Le temps de montée est faible (6h.) de même que le temps de réponse ( $Tr=5h.45mn$ ) du fait de la position de l'épicentre. Le coefficient de ruissellement n'est pas important : 7,8%, les conditions de saturation étant médiocres. Le volume ruisselé est de  $261.10^3 \text{ m}^3$  et le transport en suspension de 44 tonnes spit une érosion de 2,58 Kg/ha.

Crue du 2-3 octobre. La pluie est hétérogène et comprend deux épicentres. L'un est situé au sud-est avec 50mm en P.II ; l'autre à l'ouest avec 40,3mm en P.E.4. La pluie moyenne est de 34,3mm. Elle est composée de plusieurs grains dont l'intensité initiale est modérée, nettement séparés les uns des autres. Le sol est bien imbibé par la pluie de la veille et la crue survient alors que le débit de base est encore élevé ( $Q_0=2,80 \text{ m}^3/\text{sec}$ ). Le temps de montée est long ( $Tm=17h$ ) du fait de la mauvaise répartition pluviométrique dans le temps. Le coefficient de ruissellement est élevé : 23,4% et le volume ruisselé,

avec  $1368.10^3 \text{ m}^3$  occupe le troisième rang dans l'ordre des volumes décroissants et représente 12,1% du total annuel. Les suspensions ; avec 265 tonnes, représentent 12,4% du transport total.

Le 3 octobre, une nouvelle pluie de 19,1 mm en moyenne dont l'épicentre se situe en P.II avec 65,4mm, provoque une nouvelle crue alors que la décrue précédente est à peine ébauchée. Le débit de base est très élevé :  $Q_0=18 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Le temps de montée est très faible (4h) à cause de la localisation de l'averse à l'aval du bassin. Le coefficient de ruissellement est élevé (le  $T_a$  étant réduit) :  $KR=21,1\%$  et le volume ruisselé atteint  $688.10^3 \text{ m}^3$ , ce qui place la crue au cinquième rang des volumes décroissants. Le tonnage exporté est de 125 tonnes, soit une érosion de 7,34 Kg/ha.

Crue du 20 octobre. Cette crue intervient après une période peu pluvieuse :  $T_a=4$  jours, et les conditions de saturation sont redevenues défavorables. L'épicentre de la pluie se situe en P.12, au sud du bassin, qui reçoit 67,5mm. La pluie moyenne est de 30,9mm. L'ensemble du bassin est assez bien arrosé mais la répartition pluviométrique dans le temps est mauvaise et on note plusieurs grains à forte intensité (132 mm/h en P.E.3.) espacés de deux heures environ. Le coefficient de ruissellement est faible (4,4%) et le volume ruisselé n'atteint que  $233.10^3 \text{ m}^3$ . Les exportations solides sont de 39 tonnes, soit un taux d'érosion faible relativement à la hauteur pluviométrique moyenne ( $ER=2,29 \text{ Kg/ha}$ ).

Crue du 22 octobre. Cette crue bénéficie de la pluie du 20 qui a humidifié les sols. L'averse est hétérogène et se produit principalement au nord-Ouest du bassin avec un épicentre de 77,8mm en P.4. La partie aval du bassin reçoit moins de 20mm. La pluie moyenne est de 30,9mm. Les intensités sont faibles et dépassent à peine 50 mm/h pendant 5 minutes. Du fait de la répartition spatiale de la pluie, le temps de montée est long : 12h?45mn. Le coefficient de ruissellement est assez élevé : 12,5%. Le volume ruisselé atteint  $454.10^3 \text{ m}^3$  et les matières en suspension : 80 tonnes ce qui représente un taux d'érosion de 4,69 Kg/ha.

Cette crue est la dernière de l'année.

(Tableau xv)

L'année 1964 est déficitaire. Les crues se répartissent principalement de mai à juillet. Le déficit d'écoulement est important pendant la petite saison des pluies. Du 3 mai au 1<sup>er</sup> juillet il s'est exporté 81,2% du total des exportations annuelles (tableau IX-figure 41). Deux petites crues, les 13 et 14 décembre, malgré des pluviométries moyennes respectivement de 85,4mm et 56,8mm ne représentent que 5,5% du volume ruisselé et 4,8% des exportations annuelles. Les coefficients de ruissellement sont particulièrement faibles : 1,5% et 1,7%. Ceci est dû à une mauvaise répartition pluviométrique engendrant un fort déficit d'écoulement.

Fin avril, il est tombé 26,1% des précipitations annuelles alors que l'écoulement cumulé n'atteint que 2,2%.

Crue du 3 mai. Cette crue bénéficie de conditions de saturation qui sont médiocres. Le bassin a reçu 120mm pendant la seconde quinzaine d'avril et une pluie de 16,7mm est survenue deux jours avant. La pluie est bien répartie sur l'ensemble du bassin, mais l'épicentre se trouve à l'aval avec 75,5mm en P.10. La pluie moyenne est de 42,3mm. Elle est en fait composée de deux grains principaux à fortes intensités : 150mm/h en P.E.1, 114mm/h en P.E.4 pendant 5 minutes. La position aval de l'épicentre, liée aux fortes intensités initiales, donne un temps de montée faible : 8h 30mn pour la première partie de la crue dont le débit maximum atteint 6,05 m<sup>3</sup>/sec. Un second maximum plus tardif est dû à l'apport du troisième grain nettement séparé des précédents. Le temps de montée est plus long : 16h. La structure de la pluie donne un hydrogramme large avec un temps de base (Tb) de 40 h. Malgré un débit maximum modéré, le volume ruisselé est important : 421.10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>. Le coefficient de ruissellement est de 5,8%. Les exportations solides atteignent 74 tonnes soit une érosion de 4,34 Kg/ha. Les concentrations de matières en suspension sont de 235 g/m<sup>3</sup> à la première pointe de crue mais descendent à 103 g/m<sup>3</sup> un peu avant la seconde pointe. Cette crue occupe le troisième rang dans l'ordre des volumes ruisselés décroissants et représente 12,7% du volume et 13,1% du transport annuels.

TABLEAU IX  
AMITIORO 1964

Pluie - écoulement - transport par quinzaine

Mois	P mm	P %	P %c	E 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	E %	E %c	T tonnes	T %	T %c
JANVIER	21 7	1,8 0,6	1,8 2,4	19,6 8,5	0,4 0,2	0,4 0,6			
FEVRIER	0 16	0 1,3	2,4 3,7	3,5 0,9	0,1	0,7 0,7			
MARS	22 82	1,9 6,9	5,6 12,5	0 8,0		0,7 0,9			
AVRIL	42 121	3,5 10,1	16,0 26,1	12,4 46,6	0,3 1,0	1,2 2,2			
MAI	159 101	13,3 8,5	39,4 47,9	1138,0 722,0	23,2 14,8	25,4 40,2	160,5 80,0	28,4 14,1	28,4 42,5
JUIN	79 130	6,6 10,9	54,5 65,4	275,0 1297,0	5,6 26,6	45,8 72,4	0 218,5	0 38,7	42,5 81,2
JUILLET	29 10	2,4 0,8	67,8 68,6	1058,0 8,5	21,6 0,2	94,0 94,2	76,0 0	13,5 0	94,8 94,8
AOUT	13 31	1,1 2,6	69,7 72,3	6,5 6,0	0,1 0,1	94,3 94,4			94,8 94,8
SEPTEMBRE	54 26	2,8 2,2	75,1 77,3	8,9 10,5	0,2 0,2	94,6 94,8			94,8 94,8
OCTOBRE	27 18	2,3 1,5	79,6 81,1	5,8 6,6	0,1 6,1	94,9 95,0			94,8 94,8
NOVEMBRE	34 70	2,8 5,9	83,9 89,8	1,9 1,7	0,1	95,1			94,8 94,8
DECEMBRE	101 20	8,5 1,7	98,3 100,0	205,5 34,0	4,2 0,7	99,3 100,0	29,5 0	5,2 0	100,0 100,0
<b>TOTAL</b>	<b>1193</b>			<b>4898,2</b>			<b>564,5</b>		

pluie  
 ecoulement - transport

1964

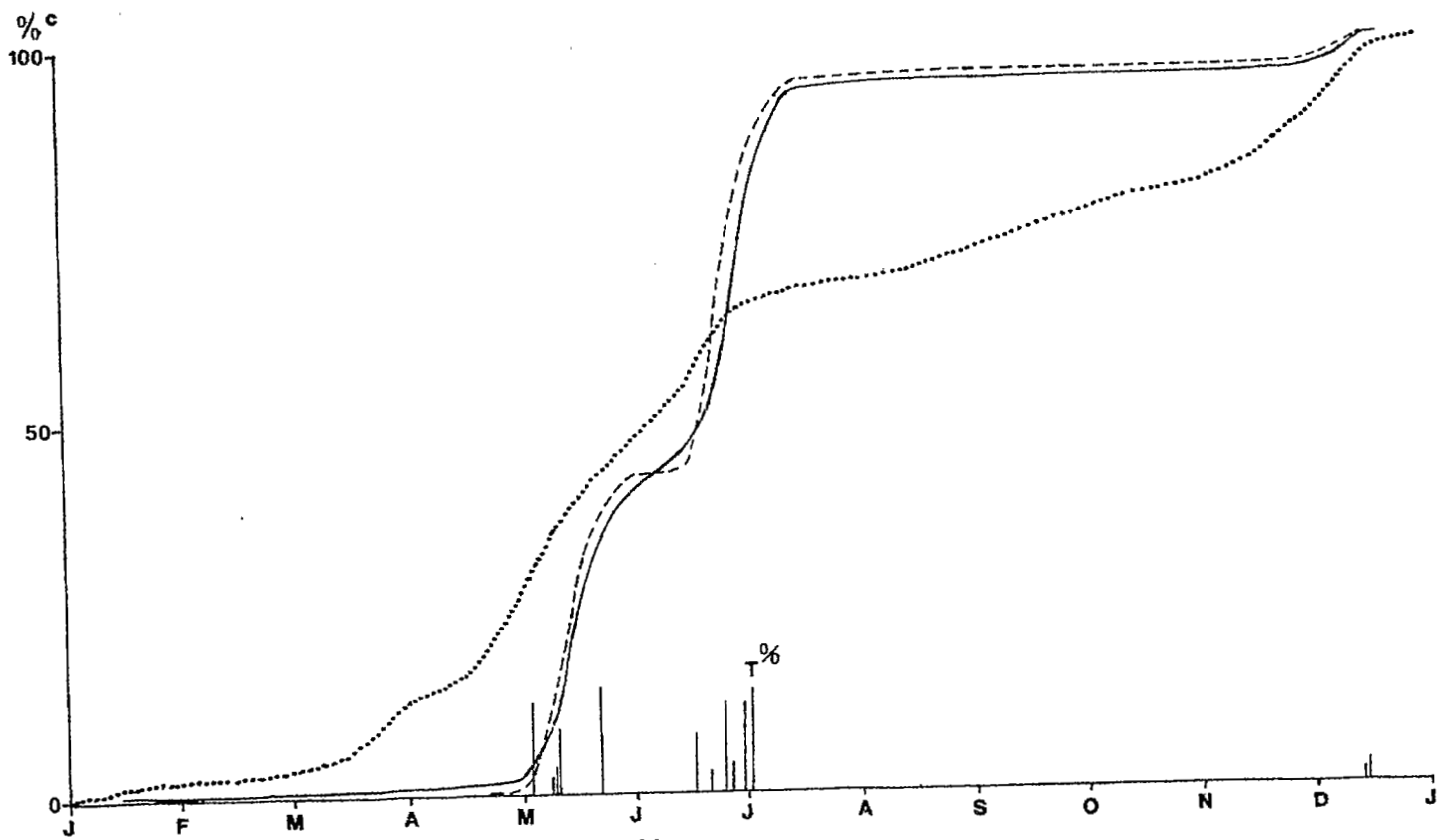
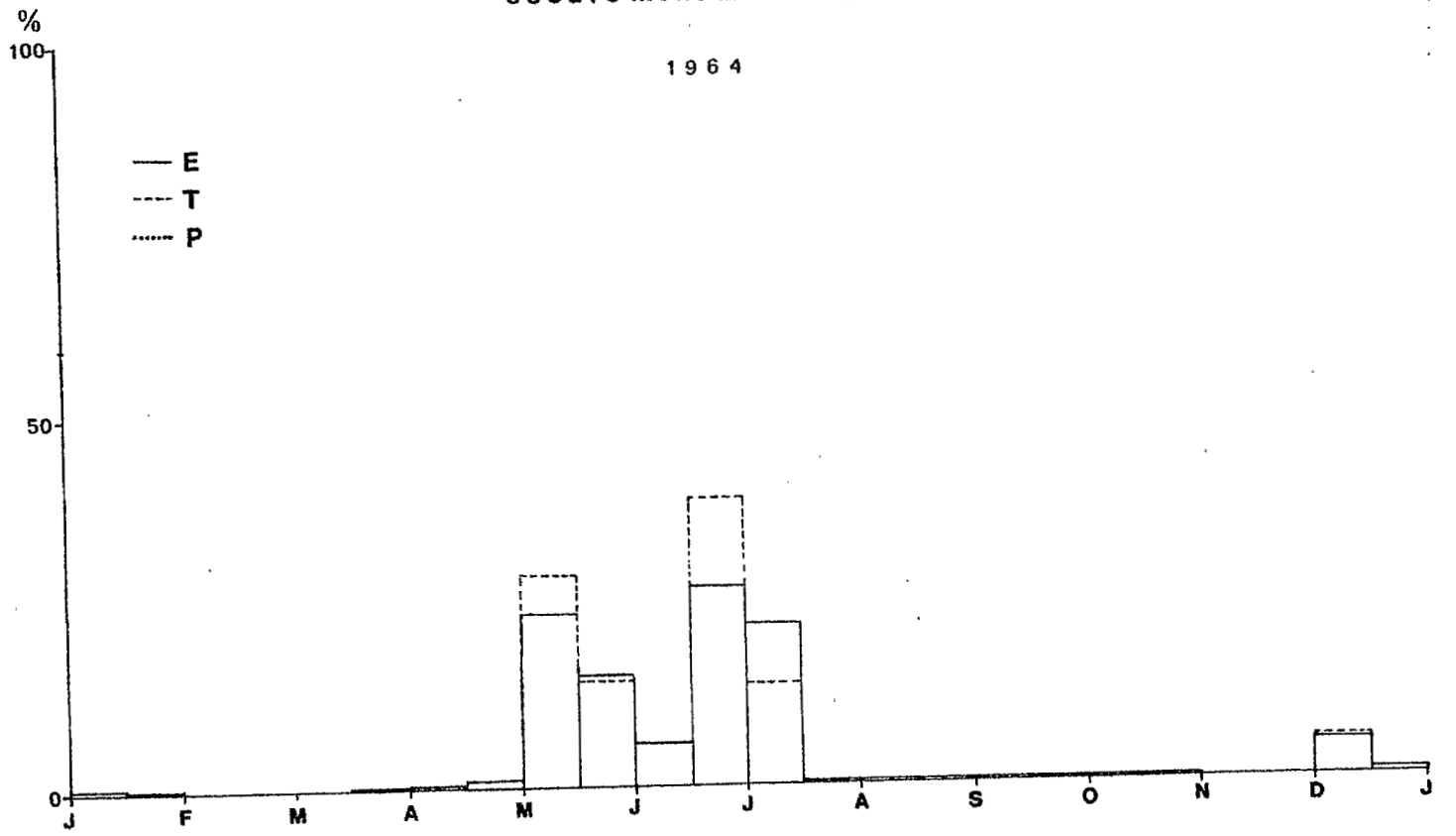


fig. 41

Crue du 8 mai. La pluie est hétérogène avec un épicentre de 81,2mm en P.2. La pluie moyenne n'est que de 21,2mm. Elle comporte un corps à intensités variables modérées (intensités maximales entre 50 et 70 mm/h), mais pas de traîne. Les plus fortes pluies étant proches de l'exutoire, le temps de montée est faible :  $T_m=5h\ 40mn$ . Les conditions de saturation sont défavorables ( $T_a=3$  jours) et le coefficient de ruissellement faible : 2,7%. Les charges solides sont de  $304\ g/m^3$  en début de montée de crue. En pointe de crue elles diminuent nettement et atteignent  $212\ g/m^3$ . Le volume ruisselé est de  $101.10^3\ m^3$  et occupe l'avant-dernier rang dans l'ordre des volumes décroissants. Le transport en suspension de 15 tonnes représente un taux d'érosion très faible de 0,88 Kg/ha.

Crue du 8-9 mai. La pluie est caractérisée par un corps de courte durée à forte intensité : 163 mm/h pendant 5mn en P.E.5. L'épicentre est en P.2 avec 38,1mm. La partie sud-est du bassin ne reçoit aucune précipitation. La pluie moyenne est de 16mm. Là encore, le temps de montée est court : 5h 30mn. La crue s'amorce très tôt après la précédente et le débit de base est assez élevé :  $Q_b=0,800\ m^3/sec$ . Les conditions de saturation sont bien meilleures que dans la journée du 8 et, malgré la faible pluviométrie moyenne le coefficient de ruissellement atteint 4,3%. Le volume ruisselé est de  $117.10^3\ m^3$  et le tonnage exporté de 20,5 tonnes ce qui fait une érosion de 1,20 Kg/ha.

Crue du 9 mai. Cette crue survient 14 heures après la pointe de la précédente. Elle bénéficie donc de conditions favorables. La pluie est assez homogène avec un épicentre situé dans la partie sud du bassin : 53 mm en P.12. La pluie moyenne est de 28,8mm. Le corps de la pluie est bien individualisé avec des intensités modérées (inférieures à 60 mm/h). Il est suivi d'une traîne de 2 à 3 heures. Le temps de montée est de 8h. La descente de crue est freinée par l'apport amont du bassin.

Le coefficient de ruissellement est assez bon : 6,1% ; et le volume ruisselé atteint  $298.10^3 \text{ m}^3$  occupant ainsi le sixième rang. Il représente 9% du total annuel. Les exportations solides sont de 51 tonnes soit une érosion de 2,99 Kg/ha.

Crue du 21 mai. Trois jours pluvieux précèdent cette crue améliorant ainsi la saturation du sol. La pluie comporte son épïcentre au sud-est du bassin en P.II avec 78,5mm. Mais l'ensemble du bassin est bien arrosé et la pluie moyenne atteint 40,3mm. Le corps de la pluie présente des intensités de l'ordre de 75mm/h pendant 5 minutes en P.E.5. Il est suivi d'une traîne de 6 heures environ. Le temps de montée assez élevé :  $T_m=15\text{h}$ . Le débit maximum atteint  $9,95 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Les charges solides sont de  $94 \text{ g/m}^3$  tout à fait en début de montée de crue. Elles descendent à  $54 \text{ g/m}^3$  au moment où la crue accuse un léger palier pour atteindre  $360 \text{ g/m}^3$  6 heures plus tard au moment de l'apport principal. Elles diminuent en pointe de crue où elles ne sont plus que de  $282 \text{ g/m}^3$ , ce qui correspond à un débit maximum solide de  $2800 \text{ g/sec}$ . Le coefficient de ruissellement est élevé : 7,3%. Le volume ruisselé avec  $500.10^3 \text{ m}^3$  est le plus important de l'année. Il représente 15,1% du total annuel. Le transport résultant est de 80 tonnes soit un taux d'érosion de 4,69 Kg/ha ce qui représente 14,2% de l'érosion annuelle.

Crue du 16 juin. Dans la première quinzaine du mois de juin les pluies sont presque quotidiennes mais ne totalisent que 79mm. Elles ne donnent lieu qu'à des écoulements négligeables. Par contre elles permettent d'entretenir l'humidité du sol et de favoriser le ruissellement du 16 juin. La pluie a son épïcentre proche de l'exutoire en P.E.I avec 40,1mm. Elle se décompose en plusieurs grains d'intensités inégales ne dépassant pas 80 mm/h, mal répartis à la fois dans le temps et dans l'espace. La pluie moyenne est de 24 mm. Malgré la position privilégiée de l'épïcentre, le temps de montée est très long :  $T_m=17\text{h}$ , du fait de la mauvaise répartition pluviométrique. Un premier maximum survient tôt et provient du premier grain enregistré en P.E.I. Le coefficient de ruissellement est de 6,1%. Le volume ruisselé avec  $250.10^3 \text{ m}^3$  représente 7,6% du volume annuel et occupe le septième rang. Cette crue transporte 43 tonnes de suspensions, soit une érosion de 2,52 Kg/ha.

Crue du 20 juin. Cette crue est peu importante. Elle se caractérise essentiellement par une pluie moyenne faible : 8,9mm qui rencontre de très bonnes conditions de saturation. Le coefficient de ruissellement est élevé : KR=7,1%. Les concentrations en suspensions passent de 135 g/m<sup>3</sup> en montée de crue à 254 g/m<sup>3</sup> en pointe de crue (figure 7). Le volume ruisselé n'atteint que 108.10<sup>3</sup> m<sup>3</sup> et le transport solide 18,5 tonnes, soit un taux d'érosion de 1,09 Kg/ha.

Crue du 24-25 juin. La crue survient après trois jours sans pluie. Les conditions de saturation ne sont donc pas très bonnes. L'épicentre de la pluie est situé sur l'exutoire avec 81,1mm en P.14. L'averse est constituée d'un corps principal dont l'intensité ne dépasse pas 80mm/h pendant 5mn. La pluie moyenne est de 32,7mm. Du fait de la position de l'épicentre, le ruissellement est immédiat et le temps de montée n'est que de 8 heures. Les charges solides sont de 173 g/m<sup>3</sup> en début de montée de crue, de 193 g/m<sup>3</sup> en pointe de crue et de 161 g/m<sup>3</sup> en décrue (figure 7). Le coefficient de ruissellement est de 6,8%. Le volume ruisselé occupe le cinquième rang avec 381.10<sup>3</sup> m<sup>3</sup> soit 11,5% du volume annuel. 67,5 tonnes de suspensions sont exportées par cette crue ce qui représente un taux d'érosion de 3,96 Kg/ha.

Crue du 26 juin. A part la pluie du 24, le bassin ne reçoit la veille que 3mm. Cette crue se situe dans le prolongement de la crue du 25 et ne se marque que par une légère remontée des eaux et un ralentissement très sensible de la décrue.

Crue du 30 juin. Cette crue survient après 4 jours sans pluie. Mais l'averse du 26 juin crée des conditions de ruissellement assez favorables. Son épicentre est situé en P.2 qui reçoit 65,4mm. La pluie moyenne est de 23,3mm. Elle est très hétérogène et comporte un corps dont l'intensité initiale est de 40 mm/h pendant 5 minutes en P.E.5. Le temps de montée est long : Tm=17H30mn. Le coefficient de ruissellement est de 9,7%. Le volume ruisselé, avec 387.10<sup>3</sup> m<sup>3</sup> occupe le quatrième rang dans l'ordre des volumes décroissantes et représente 11,7% du total annuel. Les suspensions exportées atteignent 68 tonnes soit un taux d'érosion de 3,99 Kg/ha.



Crue du 1<sup>er</sup> juillet. Cette crue intervient alors que la décrue précédente a à peine eu le temps de s'amorcer. Les conditions de saturation sont donc idéales pour le ruissellement. La pluie a son épicode centré en P.5 avec 34,6mm c'est-à-dire à l'extrémité nord-ouest du bassin. La pluie moyenne est faible :  $P_m=16,9\text{mm}$ , mais la crue provoquée occupe le second rang dans l'ordre des volumes décroissants avec  $435.10^3 \text{ m}^3$ , soit un coefficient de ruissellement particulièrement élevé :  $KR=15\%$ . Cette crue, malgré la faible pluviométrie, est l'une des plus érosives de l'année. Les exportations de matières en suspension sont de 76 tonnes soit un taux d'érosion de 4,46 Kg/ha.

Crue du 13 décembre. Aucune crue ne s'est produite sur le bassin depuis le 1<sup>er</sup> Juillet. Les conditions de saturation sont donc très défavorables. La pluie maximum étant de 85,4mm et la pluie moyenne de 29,6mm, le ruissellement n'atteint que  $73,10^3 \text{ m}^3$ . Il occupe le dernier rang des volumes classés par ordre décroissant. Cela représente un très faible coefficient de ruissellement :  $KR=1,5\%$ . Dans le même temps, le tonnage exporté n'est que de 11 tonnes soit un taux d'érosion de 0,65 Kg/ha.

Crue du 14 décembre. La répartition de la pluie sur le bassin est assez homogène. Les plus fortes pluies sont enregistrées aux abords de l'exutoire avec l'épicentre en P.14 qui reçoit 56,8mm. Mais la pluie moyenne est élevée : 37,9mm. L'averse dure 8 heures avec des intensités faibles. Malgré le ruissellement de la veille, les conditions de saturation restent mauvaises. Le coefficient de ruissellement n'atteint que 1,7%. Le volume ruisselé est de  $108.10^3 \text{ m}^3$  et il transporte 18,5 tonnes de matières en suspension ce qui représente une érosion de 1,09 Kg/ha.

Ces deux crues des 13 et 14 décembre, intervenant après une petite saison des pluies pratiquement inexistante, n'ont qu'une action érosive très limitée malgré une pluviométrie moyenne notable. Les charges solides unitaires n'étant pas très différentes d'une crue à l'autre, l'érosion est bien liée au volume d'eau qui ruisselle. Le facteur essentiel qui apparaît pour contrôler cette érosion est l'état de saturation des sols en début de pluie.

SAISON 1965

(Tableau XVI)

Les plus fortes crues se répartissent en juin et juillet. La crue du 20 juin, avec un volume ruisselé de  $1394.10^3 \text{ m}^3$  effective 39,6 % du transport annuel. La petite saison des pluies est déficitaire et ne donne lieu qu'à un faible ruissellement représentant 3,4% du total ruisselé et 2,6% des exportations annuelles.

Fin avril, la pluie cumulée atteint 32,3%, l'écoulement : 7,1% et les exportations 6,6% seulement. Au mois de juin, 22,6% de la pluviométrie provoque un écoulement de 59,9% des exportations annuelles. (Tableau X- figure 42)

Crue du 12 février. C'est la première crue de l'année. Elle survient après deux mois presque secs. On note le 10, une pluie moyenne de 25 mm. L'épicentre est situé en P.E.4. avec 69,5 mm. Mais la pluie est bien répartie sur toute la superficie du bassin et la moyenne est de 54,3mm. Le temps de montée est assez court :  $T_m=3h40mn$ , mais le temps de réponse est long :  $T_r=15h15mn$  à cause de l'apport important des pluies amont. Les très mauvaises conditions de saturation donnent un faible coefficient de ruissellement :  $KR=1,3\%$ . Le volume ruisselé n'atteint que  $125.10^3 \text{ m}^3$ . Malgré que l'on ait enregistré la plus forte moyenne pluviométrique de l'année, le volume ruisselé n'occupe que le huitième rang dans l'ordre décroissant. Les charges solides atteignent  $207 \text{ g/m}^3$  en pointe de crue et descendent à  $86 \text{ g/m}^3$  en fin de décrue. Le transport total est de 20 tonnes soit un taux d'érosion de 1,18 Kg/ha. Cette pluie de début de saison est donc peu agressive.

Du 24 avril au 30 mai. Pendant cette période, on enregistre des petits ruissellements qui n'interviennent que pour une très faible part dans l'érosion annuelle. En effet, 7 petites crues ne représentent que 3,8% du volume ruisselé et 3,1% du transport solide annuels. Par contre, leur rôle ne sera pas négligeable pour assurer de meilleures conditions de saturation aux crues du mois de juin. Les charges solides de ces crues sont faibles et sont voisines de  $50 \text{ g/m}^3$ .

TABLEAU X

AMITIORO- 1965

Pluie - écoulement - Transport par quinzaine

Mois	P mm	P %	P %c	E 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	E %	E %c	T tonnes	T %	T % c
JANVIER	29 0	2,4 0	2,4 2,4	5,5 0,9	0,1 0,1	0,1 0,1			0 0
FEVRIER	88 9	7,4 0,7	9,8 10,5	162,0 5,1	3,1 0,1	3,2 3,3	30,7	4,6	4,6 4,6
MARS	47 33	4,0 2,8	14,5 17,3	5,3 6,0	0,1 0,1	3,4 3,5			4,6 4,6
AVRIL	52 125	4,4 10,6	21,7 32,3	0,5 126,8		3,5 7,1			4,6 6,6
MAI	41 114	3,5 9,7	35,5 45,5	28,2 41,2	0,5 0,8	6,6 7,4	2,0 6,5	0,3 1,0	6,9 7,9
JUIN	82 185	6,9 15,7	52,4 68,1	350,0 2737,0	6,8 53,1	14,2 67,3	41,2 444,3	6,2 66,3	14,1 80,4
JUILLET	52 59	4,4 5,0	72,5 77,5	1191,0 228,0	23,1 4,4	90,4 94,8	83,2 30,6	12,4 4,6	92,8 97,4
AOUT	4 38	0,4 3,2	77,9 81,1	11,0 9,8	0,2 0,2	95,0 95,2			97,4 97,4
SEPTEMBRE	6 101	0,4 8,6	81,5 90,1	7,3 125,7	0,1 2,4	95,3 97,7			97,4 99,9
OCTOBRE	11 63	0,9 5,3	91,0 96,3	7,9 88,7	0,2 1,7	97,9 99,6			99,9 100,0
NOVEMBRE	31 11	2,6 0,9	98,9 99,8	15,2 1,4	0,3 0,3	99,9 99,9			100,0 100,0
DECEMBRE	2 0	0,2 0	100,0 100,0	4,0 0,6	0,1 0,1	100,0 100,0			100,0 100,0
TOTAL	1183			5159			669,3		

pluie  
 écoulement-transport

1965

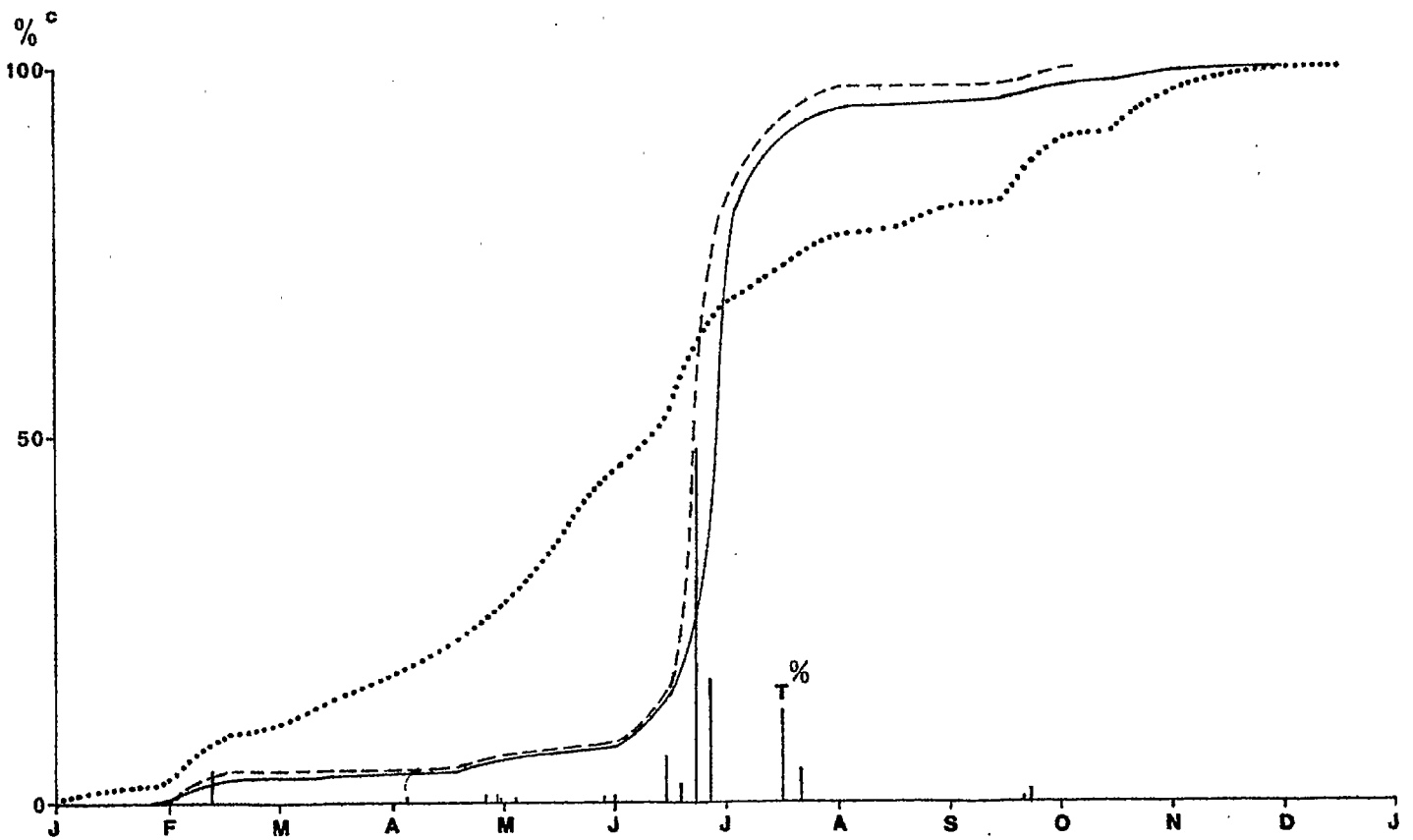
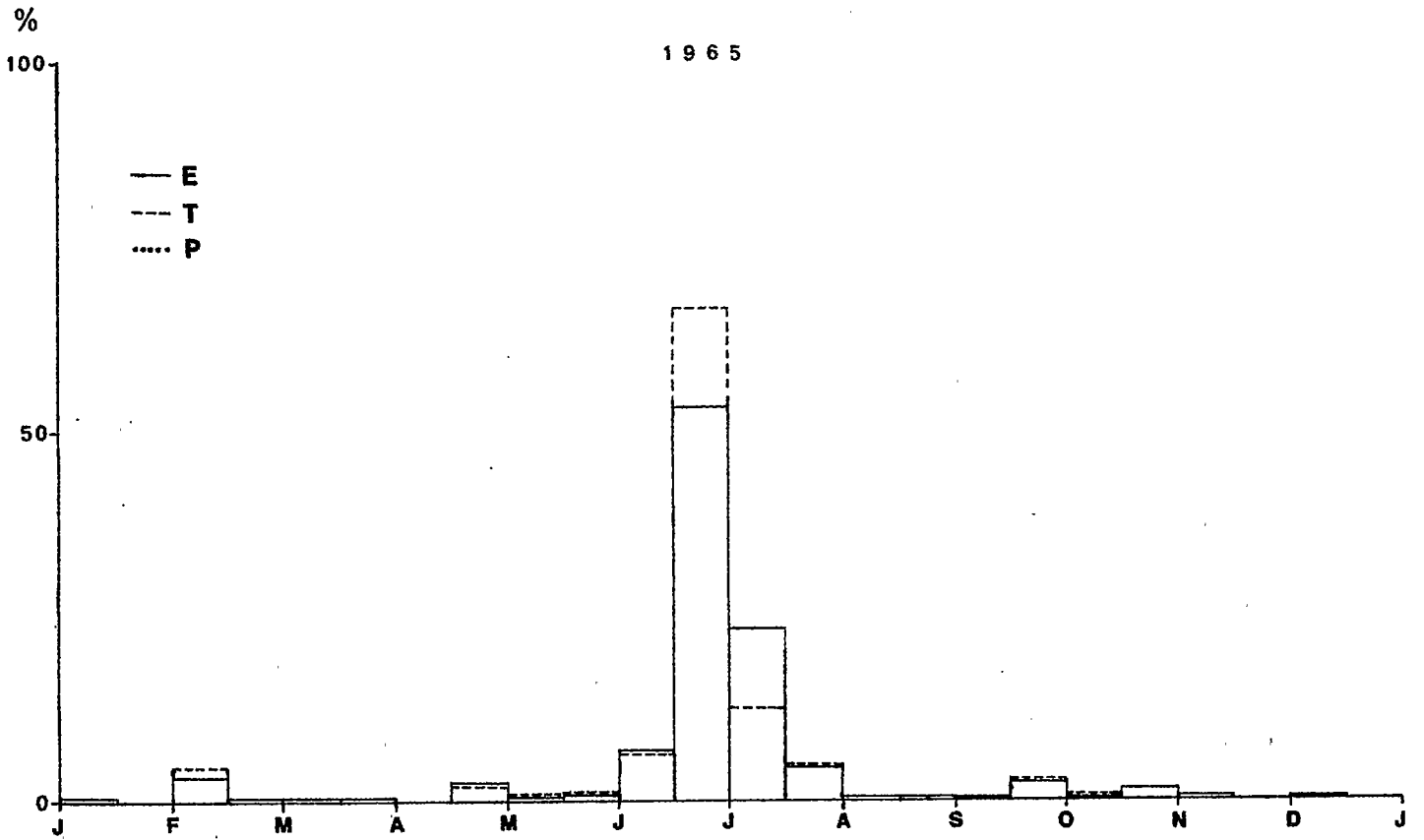


fig. 42

Crue du 13 juin. La pluie est surtout concentrée dans la partie est du bassin, c'est-à-dire aux abords de l'exutoire. L'épicentre est en P.I avec 87 mm. Par contre, l'extrémité ouest du bassin reçoit moins de 10mm. La pluie moyenne est de 41,1mm. Elle aura une action efficace sur le ruissellement de la crue du 19 mais le coefficient de ruissellement reste médiocre :  $KR=3,7\%$ . Le volume ruisselé avec  $259.10^3 m^3$ , c'est-à-dire 6,7% du volume annuel, occupe le sixième rang. Les charges solides passent de  $57 g/m^3$  tout à fait en début de crue à  $135 g/m^3$  en pointe de crue et retombent à  $100 g/m^3$  en décrue. Le 15, grâce à une pluie de 7,5mm, elles remontent à  $195 g/m^3$  bien qu'on n'enregistre pas d'augmentation du débit. Le transport total est de 44 tonnes ce qui représente 6,5% des exportations annuelles soit un taux d'érosion de 2,58 Kg/ha.

Crue du 19 juin. La pluie est répartie sur le bassin mis à part le nord-ouest. L'épicentre est en P.10 avec 57,6mm. La pluie moyenne est de 37,4mm. Cette pluie rencontre des conditions de saturation plus favorables grâce à la crue du 13 juin d'une part, et grâce aux petites pluies tombées entre le 15 et le 19 et qui maintiennent de bonnes conditions d'imbibition d'autre part. Le coefficient de ruissellement atteint 7,1% et le volume ruisselé :  $455.10^3 m^3$ . Il occupe le troisième rang et représente 11,8% du ruissellement annuel. Les charges solides montent rapidement en début de crue à  $165 g/m^3$  mais décroissent avant la pointe de crue où elles sont de  $154 g/m^3$ . Le tonnage exporté, avec 79 tonnes, représente 11,6% du total annuel.

Crue du 20 juin. Cette crue survient alors que la décrue précédente est à peine amorcée. Le débit de base est élevé :  $Q_0=9,31 m^3/sec$ . Les conditions de ruissellement sont donc très favorables. L'épicentre de la pluie est en P.E.3 qui reçoit 91,2mm. L'est du bassin est plus arrosé que l'ouest. La pluie moyenne est de 38,1mm. Le coefficient de ruissellement est très élevé :  $KR=21,5\%$ . C'est le plus fort de l'année. Le débit maximum atteint  $28,6 m^3/sec$ . Le volume ruisselé avec  $1394.10^3 m^3$  occupe le premier rang pour l'année. Il représente 36% du total annuel. En pointe de crue la charge solide est de  $112 g/m^3$  ce qui représente un débit solide de 3192 g/sec. Le transport solide atteint 270 tonnes soit 39,6% des exportations totales.

C'est la plus grosse crue enregistrée dans l'année.

Crue du 21 juin. L'épicentre de la pluie est situé en P.10, c'est-à-dire au sud-est du bassin avec 54,9mm. La pluie moyenne est de 21,5mm. La crue bénéficie de conditions de saturation très favorables. Le débit de base est assez élevé :  $Q_0=1,53 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Le coefficient de ruissellement est de 5,1% et le volume ruisselé de  $187.10^3 \text{ m}^3$  ce qui représente 4,8% du volume annuel. Le transport en suspension est de 31 tonnes soit un taux d'érosion de 1,82 Kg/ha.

Crue du 30 juin. Les pluies des 19, 20 et 21 juin ont humidifié les sols. Cette humidité est entretenue grâce aux pluies du 28 de 9mm et du 29 de 16mm qui provoquent un petit ruissellement. Cette pluie rencontre donc de bonnes conditions de saturation. Elle a son épicentre en P.4 qui reçoit une forte hauteur d'eau : 128,3mm. Mais la pluie est très hétérogène et le sud-ouest du bassin reçoit moins de 10mm. La pluie moyenne est de 34,1mm. Le coefficient de ruissellement est élevé :  $KR=12\%$ . Le volume ruisselé avec  $697.10^3 \text{ m}^3$  occupe le second rang des volumes décroissants et représente 18% du ruissellement annuel. Les charges solides sont de  $89 \text{ g/m}^3$  en début de montée de crue, de  $138 \text{ g/m}^3$  en pointe de crue, et s'abaissent en fin de descente de crue à  $97 \text{ g/m}^3$ . Le transport solide exporté est de 125 tonnes c'est-à-dire 18,3% du transport annuel soit un taux d'érosion de 7,33 Kg/ha.

Crue du 11 juillet. Depuis le 30 juin, le bassin n'a reçu que quelques petites pluies qui sont insuffisantes à maintenir de bonnes conditions de saturation. L'épicentre de la pluie est en P.I qui reçoit 63,8mm. La pluie est assez homogène dans sa répartition spatiale mais mal répartie dans le temps, ce qui donne un hydrogramme à deux maxima. La pluie moyenne est de 33,5mm. La position à l'aval du bassin des plus fortes pluies donne des temps de montée très courts : 2h pour le premier maximum et 5h 20mn pour le second. Par contre le temps de réponse est plus long :  $T_r=10\text{h}30\text{mn}$ . Le premier maximum est de  $3,67 \text{ m}^3/\text{sec}$ , le second, de  $5,83 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Le coefficient de ruissellement n'est pas élevé :  $KR=3,9\%$  et le volume ruisselé est de  $45.10^3 \text{ m}^3$  pour la première crue et  $223.10^3 \text{ m}^3$  pour la seconde. Les charges solides, avant la montée de crue, sont de  $82 \text{ g/m}^3$ , en début de montée de crue, de  $192 \text{ g/m}^3$  au premier maximum, de  $293 \text{ g/m}^3$  au second maximum, puis décroissent régulièrement en décrue avec respectivement 190 et  $148 \text{ g/m}^3$ . Les transports solides en suspension sont pour la première crue de 6,6 tonnes ( $ER=0,39 \text{ Kg/ha}$ ) et de 37 tonnes ( $ER=2,17 \text{ Kg/ha}$ ).

Crue du 17 juillet. La pluie a son épiceutre en P. 10 avec 73,5mm. La pluie moyenne est de 27,9mm. Les trois jours précédents n'ont fourni aucune pluie mais celle du 11 a sensiblement amélioré l'imbibition du sol. En fait cette crue est composée de plusieurs petites crues dont les maxima sont peu élevés. Le coefficient de ruissellement est de 4,3%. Le volume ruisselé pour l'ensemble est de  $203.10^3 \text{ m}^3$ . Les charges solides sont de  $187 \text{ g/m}^3$  en montée de crue, de  $123 \text{ g/m}^3$  au premier maximum, de  $132 \text{ g/m}^3$  au début de la seconde montée, de  $190 \text{ g/m}^3$  au second maximum et de  $122 \text{ g/m}^3$  en fin de décrue. Le transport correspondant est de 30,6 tonnes soit un taux d'érosion de 1,80 Kg/ha.

Du 20 septembre au 25 octobre. Cette période est très peu pluvieuse mises à part les pluies des 20 et 21 septembre mais qui surviennent après un mois sec. Elles ne provoquent donc qu'un très faible écoulement. Le 20 septembre, la pluie moyenne atteint 41,9mm. Le volume ruisselé n'atteint que  $27.10^3 \text{ m}^3$  et le coefficient de ruissellement est très faible :  $KR=0,4\%$ . L'érosion résultante est donc très réduite avec 3,3 tonnes de suspensions transportées ce qui représente 0,19 Kg/ha. Le 21 septembre une pluie moyenne de 25,4mm bénéficie de l'écoulement de la veille et ruisselle mieux. Le coefficient de ruissellement est de 2,1%, le volume ruisselé de  $92.10^3 \text{ m}^3$ . Cette crue est plus érosive que la première. Elle transporte 13,1 tonnes de matières en suspension soit un taux d'érosion de 0,77 Kg/ha. Les charges solides varient de  $96 \text{ g/m}^3$  à  $178 \text{ g/m}^3$ .

On ne note plus aucun ruissellement avant le 25 octobre. Une pluie moyenne de 19,2mm le 25 et de 32,2 mm le 27 provoquent un ruissellement très faible avec plusieurs pointes qui totalisent un volume ruisselé de  $6.10^3 \text{ m}^3$  soit 0,3% du volume annuel de transport solide correspondant est de 0,8 tonnes soit une érosion de 0,05 Kg/ha ce qui ne représente que 0,1% de l'érosion annuelle. Ces ruissellements sont donc négligeables pour l'érosion.

C'est la dernière crue de l'année. Les mois de novembre et décembre totalisent à eux deux 0,4% de l'écoulement annuel.

SAISON 1966

(Tableau XVII)

1966 est une année excédentaire (1592mm). Les crues sont mieux réparties et la plus forte est enregistrée le 20 avril avec un volume ruisselé de  $1630.10^3 \text{ m}^3$  soit 17,4% du volume annuel et un tonnage de 380 tonnes, soit 21,4% du total annuel. Les deux saisons des pluies sont bien marquées. La plus grande partie des exportations se situe entre le 15 avril et fin juillet, période pendant laquelle on enregistre 84,6% des volumes ruisselés et 85,7% du tonnage annuel.

Une meilleure répartition pluviométrique provoque un écoulement permanent de fin mars à décembre. Les courbes d'écoulement et de transport cumulés présentent deux paliers, l'un situé en mai, l'autre en août-début septembre. 53,9% des exportations se situent en juin-juillet où 35,4% des précipitations annuelles sont reçues. (Tableau XI-figure 43)

Crue du 23 mars. Cette crue correspond au début de l'écoulement à l'Amitioro. En fin de saison sèche elle rencontre de mauvaises conditions de saturation malgré une pluie de 36mm tombée le 20. Le  $T_a$  est de 71 h et la pluie antérieure cumulée ( $P_c$ ) est de 169mm. Le plus gros de la pluie tombe sur la partie est du bassin avec un épïcentre de 82,9mm. La pluie moyenne est de 35,8mm. Du fait de la répartition pluviométrique, le temps de montée est court :  $T_m=4h45mn$ . Le coefficient de ruissellement est faible :  $KR=1,7\%$  et le volume ruisselé n'atteint que  $103.10^3 \text{ m}^3$  ce qui ne représente que 1,1% du volume annuel. Le transport solide en suspension est de 16 tonnes soit un taux d'érosion de 0,94 Kg/ha, (0,9% du transport annuel). Cette première crue n'a donc que peu d'effet du point de vue érosif.

Crue du 9 avril. L'humidité du sol a été mal entretenue depuis la crue du 23 mars bien qu'une pluie de 21,2mm soit tombée le 5 avril. Les conditions de ruissellement sont donc très défavorables. Le  $T_a$  est de 89 heures. L'épïcentre se situe en P.E.3 qui reçoit 67mm. Mais la répartition pluviométrique est bonne et la moyenne est élevée :  $P_m=44,1mm$ .



TABLEAU XI

AMITIORO -1966

Pluie - écoulement - transport par quinzaine

Mois	P mm	P %	P %c	E 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	E %	E %c	T tonnes	T %	T %c
JANVIER	0	0	0	"			"		
FEVRIER	30 27	1,9 1,6	1,9 3,5	0,2 0,2			"		
MARS	33 132	2,1 8,3	5,6 13,9	0,3 293,7	2,0	2,0	16	0,9	0,9
AVRIL	82 122	5,1 7,7	19,0 26,7	305,8 2485,0	2,0 16,6	4,0 20,6	12 455	0,7 25,6	1,6 27,2
MAI	91 44	5,7 2,8	32,4 35,2	94,9 111,6	0,6 0,7	21,2 21,9	"		27,2 27,2
JUIN	193 112	12,1 7,0	47,3 54,3	1757,0 1553,0	11,7 10,4	33,6 44,0	250 163,5	14,1 9,2	41,3 50,5
JUILLET	169 91	10,6 5,7	64,9 70,6	3452,0 1797,0	23,1 12,0	67,1 79,1	381,5 161	21,5 9,1	72,0 81,1
AOUT	27 45	1,7 2,9	72,3 75,2	77,0 12,0	0,5 0,1	79,6 79,7	"		81,1 81,1
SEPTEMBRE	44 77	2,8 4,8	78,0 82,8	8,8 859,0	0,1 5,7	79,8 85,5	80	4,5	81,1 85,6
OCTOBRE	112 40	7,0 2,5	89,8 92,3	1932,0 160,4	12,9 1,1	98,4 99,5	255	14,4	100,0 100,0
NOVEMBRE	67 16	4,3 1,0	96,6 97,6	45,3 24,8	0,3 0,2	99,8 100,0	"		100,0 100,0
DECEMBRE	20 18	1,3 1,1	98,9 100,0	1,5 1,6		100,0 100,0	"		100,0 100,0
TOTAL	1592			14973			668		

pluie  
 écoulement-transport

1966

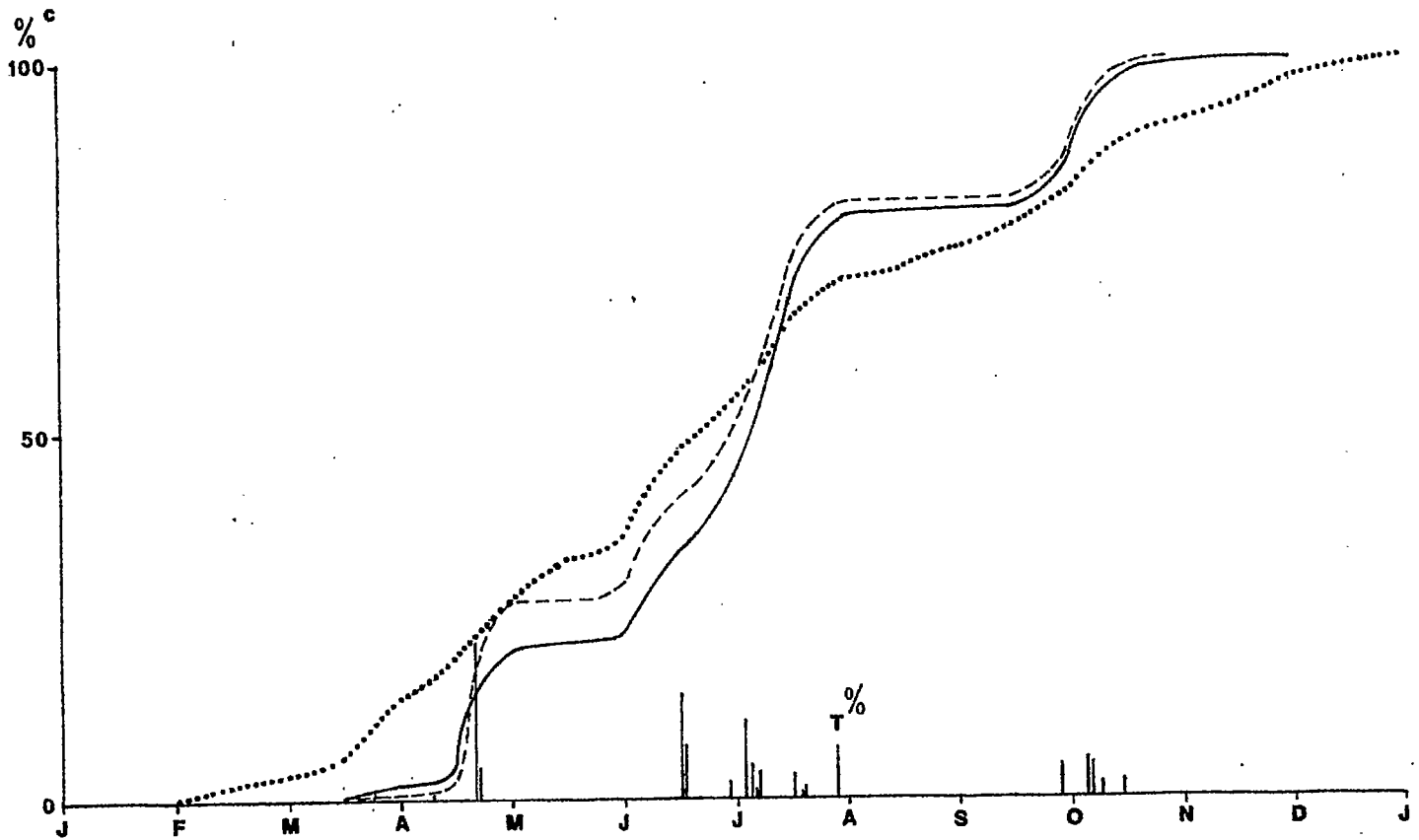
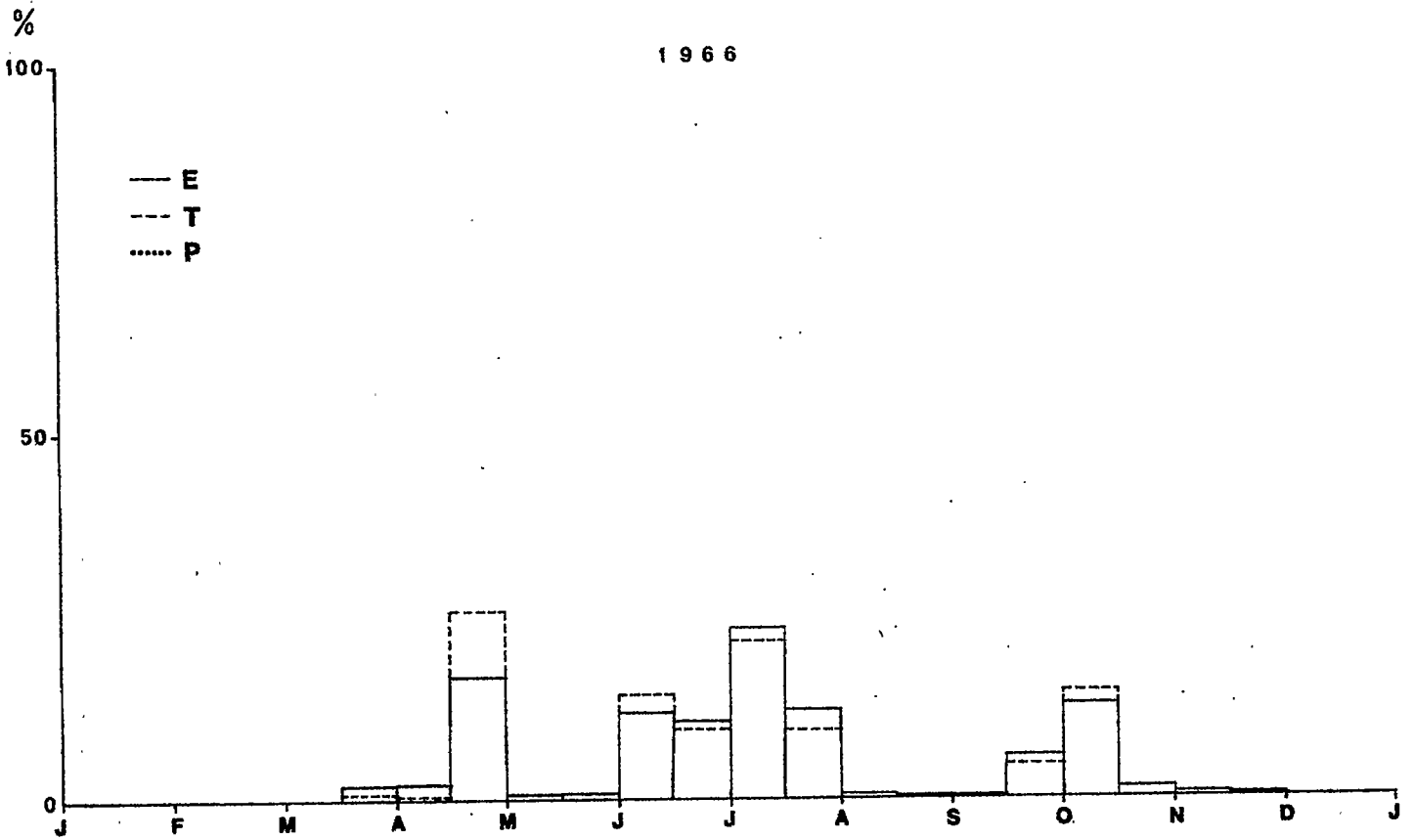


fig.43

Il existe pour cette crue un décalage important entre temps de montée et temps de réponse qui sont respectivement de 2h35mn et de 9h. Le coefficient de ruissellement est très faible :  $KR=1,1\%$  et le volume ruisselé de  $79.10^3 \text{ m}^3$ . Bien que la pluie moyenne occupe le troisième rang pour les crues étudiées, le volume ruisselé est en avant-dernière position dans l'ordre des volumes décroissants. Le transport effectué est faible : 12 tonnes soit une érosion de  $0,70 \text{ Kg/ha}$ , ( $0,7\%$  de l'érosion annuelle). Les concentrations en suspensions sont de  $36 \text{ g/m}^3$  en montée de crue, de  $101 \text{ g/m}^3$  en pointe de crue et de  $46 \text{ g/m}^3$  en décrue.

Crue du 20 avril. Grâce aux pluies tombées pendant la première quinzaine du mois ( $81,8\text{mm}$ ) et à la pluie tombée la veille d'une moyenne de  $24 \text{ mm}$ ; les conditions de saturation deviennent plus favorables ( $T_a=22\text{heures}$ ). L'épicentre de la pluie est en P.7 avec  $107,8\text{mm}$ . La répartition spatiale de la pluie est bonne et la moyenne est élevée :  $P_m=61,8\text{mm}$ . Le coefficient de ruissellement est fort :  $KR=15,5\%$  et le volume ruisselé est le plus important de l'année avec  $1630.10^3 \text{ m}^3$  soit  $17,4\%$  du total annuel. Le transport est de 380 tonnes, ce qui représente une érosion de  $22,30 \text{ Kg/ha}$  et  $21,4\%$  des exportations annuelles.

Crue du 21 avril. Cette crue rencontre des conditions très favorables. L'épicentre de la pluie est en P.5 c'est-à-dire au nord-ouest du bassin avec  $49,2\text{mm}$ . La pluie moyenne est de  $22,4\text{mm}$ . Le temps de montée est long ( $T_m=14 \text{ h}$ ) du fait de la répartition pluviométrique. Le coefficient de ruissellement atteint  $11,2\%$  et il ruisselle  $419.10^3 \text{ m}^3$ , c'est-à-dire  $4,5\%$  du ruissellement annuel. Les charges solides en suspensions sont faibles en montée de crue :  $27 \text{ g/m}^3$  ; en pointe de crue, elles sont de  $115 \text{ g/m}^3$  et descendent en décrue à  $42 \text{ g/m}^3$  pour un débit de  $0,700 \text{ m}^3/\text{sec}$ , à  $38 \text{ g/m}^3$  pour un débit de  $0,560 \text{ m}^3/\text{sec}$  et atteignent, si l'on suit la courbe de tarissement, pour un débit de  $0,096 \text{ m}^3/\text{sec}$  :  $17 \text{ g/m}^3$ . Le transport résultant est de 75 tonnes soit un taux d'érosion de  $4,40 \text{ Kg/ha}$ .

Crue du 15 juin. La pluviométrie est la plus forte enregistrée pendant l'année avec une pluie maximum de 132,7mm et une pluie moyenne de 78,1mm. Malgré tout, les pluies survenues depuis la crue du 21 avril n'ont provoqué qu'un faible écoulement et les conditions de saturation sont moyennes ( $T_a=230$  h). La pluie est répartie de façon assez homogène sur le bassin. Le temps de montée est long : 18 h ainsi que le temps de réponse : 28 h. Le temps de base est également très élevé :  $T_b=34h$  30mn. Le coefficient de ruissellement est de 9,7% et la crue, avec  $1282.10^3$  m<sup>3</sup> occupe le second rang dans l'ordre des volumes décroissants ce qui représente 13,7% du volume annuel. Les charges solides sont de 52 g/m<sup>3</sup> avant la montée de crue. Elles atteignent 190 g/m<sup>3</sup> en pointe de crue ( $Q_M=17,2$  m<sup>3</sup>/sec). Le transport solide est de 250 tonnes soit 14,1% des exportations annuelles et une érosion de 14,67 Kg/ha.

Crue du 16 juin. Cette crue survient en début de décrue de la précédente ( $Q_0=9,76$  m<sup>3</sup>/sec) et bénéficie de conditions de ruissellement idéales. Elle est provoquée par une pluie de 29,8mm. Le coefficient de ruissellement est élevé :  $K_R=13,8\%$ . Le volume ruisselé est important :  $698,10^3$  m<sup>3</sup> et occupe le quatrième rang des volumes décroissants. Elle représente 7,5% du volume annuel. Les charges solides sont de 172,4 g/m<sup>3</sup> en pointe de crue ( $Q_M=14,2$  m<sup>3</sup>/sec) et de 78 g/m<sup>3</sup> en décrue. Le transport atteint 126 tonnes (7,1% du transport total) soit une érosion de 7,39 Kg/ha.

Crue du 29 juin. Plusieurs petites pluies se sont succédées les jours précédents maintenant l'humidité des sols et pour une pluie moyenne faible de 19,9mm, le coefficient de ruissellement est de 6,6% et le volume ruisselé de  $223.10^3$  m<sup>3</sup>. Les charges solides passent de 112 g/m<sup>3</sup> en début de crue à 453 g/m<sup>3</sup> en pointe de crue ( $Q_M=6,68$  m<sup>3</sup>/sec). L'érosion est de 38 tonnes soit un taux de 2,20 Kg/ha.

Crue du 2 juillet. La pluie du 29 juin rend très favorables les conditions de saturation. L'épicentre est situé dans le nord du bassin avec 62,2mm. La partie sud est moins arrosée. La pluie moyenne est de 37,4mm. Le coefficient de ruissellement est élevé :  $K_R=15,8\%$  et il ruisselle  $997.10^3$  m<sup>3</sup> ce qui place cette crue au troisième rang des volumes décroissants. Elle représente 10,5% du volume annuel. Les charges solides atteignent 349 g/m<sup>3</sup> en pointe de crue ( $Q_M=17,06$  m<sup>3</sup>/sec) et 120 g/m<sup>3</sup> en décrue.

Le transport s'élevé à 182 tonnes soit un taux d'érosion de 10,68 Kg/ha.

Crue du 4 juillet. Les plus fortes pluies sont concentrées au nord-ouest mais la répartition est bonne. L'épicentre est en P6 avec 44,6mm. La pluie moyenne est de 25,7mm. Malgré un Ta de 42 heures, les conditions de saturation demeurent favorables. Le coefficient de ruissellement atteint 9,9% et le volume ruisselé  $439.10^3 \text{ m}^3$  ce qui place cette crue au 9<sup>e</sup> rang. Elle représente 4,7% des volumes ruisselés dans l'année. Les charges solides passent de  $110 \text{ g/m}^3$  en début de montée de crue à  $296 \text{ g/m}^3$  en pointe de crue ce qui représente un débit solide de  $3120 \text{ g/sec}$ . Les charges diminuent en décrue pour atteindre  $135 \text{ g/m}^3$  pour un débit de  $1,30 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Le transport solide est de 78 tonnes soit 4,4% du transport annuel et un taux d'érosion de 4,58 Kg/ha.

Crue du 5 juillet. Cette crue du fait du ruissellement de la veille bénéficie d'un fort coefficient de ruissellement (KR=10,8%) malgré une pluie moyenne faible (Pm=6,5mm). C'est la plus petite pluie de l'année correspondant aux crues étudiées. Le volume ruisselé est de  $119,10^3 \text{ m}^3$ . Les charges solides sont de  $294 \text{ g/m}^3$  en pointe de crue (QM=6,60  $\text{m}^3/\text{sec}$ ) et de  $160 \text{ g/m}^3$  en descente de crue (Q=3,95  $\text{m}^3/\text{sec}$ ). Le transport est de 19 tonnes soit une érosion de 1,12 Kg/ha.

Crue de 6 juillet. L'épicentre de la pluie se situe en P5 avec 55,6mm. La partie ouest du bassin est la plus arrosée ce qui explique le décalage existant entre temps de montée et temps de réponse (Tm=7h30mn-Tr=18h45mn). La pluie moyenne est de 26,4 mm et le coefficient de ruissellement de 6,1%. Le volume ruisselé est de  $274.10^3 \text{ m}^3$ . En pointe de crue (QM=9,85  $\text{m}^3/\text{sec}$ ), les charges solides sont de  $234 \text{ g/m}^3$ . Elles diminuent en décrue pour atteindre  $75 \text{ g/m}^3$  pour un débit de  $0,832 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Le transport en suspension, avec 47 tonnes, représente un taux d'érosion de 2,73 Kg/ha.

Crue du 15-16 juillet. Les conditions de saturation restent bonnes grâce aux pluies du 13 (11 mm) et du 14 (8,3 mm). La pluie est assez hétérogène et elle est surtout concentrée dans le centre et à l'aval du bassin. L'épicentre reçoit 42,5mm et la pluie moyenne est de 15,5mm. Le coefficient de ruissellement est élevé : KR=10,3% et la crue, avec  $281.10^3 \text{ m}^3$  représente 3% du ruissellement annuel.

Les charges solides passent de  $190 \text{ g/m}^3$  en début de montée de crue à  $659 \text{ g/m}^3$  en pointe de crue ce qui est une valeur de fréquence rare. En décrue, pour un débit de  $1,49 \text{ m}^3/\text{sec}$ , elles sont de  $205 \text{ g/m}^3$ . Le transport est de 56 tonnes, soit une érosion de  $3,29 \text{ Kg/ha}$ .

Crues du 17 et du 18 juillet. La pluie du 18 a son épïcentre en P6, c'est-à-dire au nord-ouest du bassin, avec  $46,5\text{mm}$ . En fait, cette pluie est précédée la veille d'une pluie moyenne de  $7,6\text{mm}$  qui provoque une première pointe de crue, avec un volume ruisselé de  $75.10^3 \text{ m}^3$  et un débit maximum de  $4,21 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Durant cette crue, les charges solides se répartissent comme suit :  $147 \text{ g/m}^3$  en début de montée de crue,  $254 \text{ g/m}^3$  en pointe de crue et  $112 \text{ g/m}^3$  en décrue. Cette crue qui exporte 11 tonnes de matières en suspension ne constitue que  $0,6\%$  de l'érosion annuelle.

La pluie du 18 provoque un écoulement plus important. Le second maximum atteint  $6,21 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Cette crue est caractérisée par un faible temps de montée ( $T_m=5 \text{ h}$ ) et par un temps de réponse de  $17 \text{ h } 50 \text{ mn}$  qui correspond à l'apport amont alimenté par une plus forte pluviométrie. Le volume ruisselé est de  $171.10^3 \text{ m}^3$  et il exporte 26 tonnes de suspensions soit un taux d'érosion de  $1,53 \text{ Kg/ha}$ .

Crue du 28 juillet. Du 18 au 28 juillet, on enregistre de faibles pluies : l'une de  $4,6\text{mm}$  de moyenne le 21, l'autre de  $3,6\text{mm}$  le 25 qui entretiennent le degré d'humidité des sols. L'épïcentre est en P2 avec  $86\text{mm}$ . L'est du bassin est le mieux arrosé. La pluie moyenne atteint  $40,2\text{mm}$  et le coefficient de ruissellement demeure élevé :  $KR=10\%$ . Le volume ruisselé avec  $688.10^3 \text{ m}^3$  occupe le cinquième rang dans l'ordre des volumes décroissants et représente  $7,4\%$  du total annuel. Les charges solides sont de  $289 \text{ g/m}^3$  avant la montée de crue, de  $405 \text{ g/m}^3$  en pointe de crue et descendent à  $87 \text{ g/m}^3$  en décrue (pour  $Q=0,810 \text{ m}^3/\text{sec}$ ). La crue transporte 124 tonnes de suspensions soit un taux d'érosion de  $7,28 \text{ Kg/ha}$ .

Crue du 27 septembre. Le mois d'août et la première quinzaine de septembre représentent 0,7% de l'écoulement annuel et 7,4 % de la pluviométrie. La petite saison sèche est donc bien marquée. La crue du 27 septembre est toutefois favorisée par trois jours pluvieux qui la précèdent dont les moyennes sont les suivantes : 9,5mm le 22, 14,1mm le 24, 8mm le 25. La pluie du 27 a son épïcêtre en PE3 avec 39 mm, c'est-à-dire au centre du bassin. La pluie moyenne est de 20,8mm. Le coefficient de ruissellement est élevé :  $KR=12,5\%$  et il ruisselle  $450.10^3 m^3$  ce qui place cette crue au huitième rang alors que pour les crues étudiées, la pluie n'occupe que le quinzième rang. Les charges solides passent de  $215 g/m^3$  en début de montée de crue à  $377 g/m^3$  en pointe de crue ( $QM=9,13 m^3/sec$ ) et à  $329 g/m^3$  en décrue pour  $Q=0,722 m^3/sec$ ). Le transport solide est de 80 tonnes soit un taux d'érosion de 4,69 Kg/ha.

Crue du 4 octobre. Une forte averse de 123,9 mm tombe au sud du bassin en P 12. Mais la pluie est hétérogène et la moyenne n'atteint que 37,1 mm. Les conditions de saturation sont médiocres ( $Ta=165 h$ ) et le coefficient de ruissellement n'est que de 8,1%. Le volume ruisselé de  $518.10^3 m^3$  place cette crue au sixième rang des volumes décroissants et représente 5,5% du volume annuel. Les charges solides sont élevées en début de montée de crue  $418 g/m^3$ . Elles descendent à  $293 g/m^3$  en pointe de crue et à  $205 g/m^3$  en décrue ( $Q=1,16 m^3/sec$ ). Le transport solide, avec 93 tonnes, représente une érosion de 5,46 Kg/ha.

Crue du 5 octobre. Cette crue bénéficie de conditions de ruissellement idéales puisqu'elle survient très tôt après celle du 4 avec un  $Ta$  de 20h. La répartition de la pluie sur le bassin n'est pas bonne. L'épïcêtre est situé en P 12 qui reçoit 43,8mm. Mais la pluie moyenne n'atteint que 9,5 mm. Malgré cela, le coefficient de ruissellement est le plus fort observé dans l'année :  $KR=28,4\%$  et le volume ruisselé occupe le septième rang dans l'ordre décroissant avec  $468.10^3 m^3$  alors que la hauteur pluviométrique occupe le dernier rang (pour les pluies correspondant aux crues étudiées). En pointe de crue, les charges solides sont de  $312 g/m^3$  et en décrue de  $816 g/m^3$  (pour  $Q=0,744 m^3/sec$ ). Cette crue exporte 85 tonnes de suspensions, soit une érosion de 4,99 Kg/ha.

Crue du 8 octobre. Les conditions de saturation redeviennent médiocres. Cette crue survient après un Ta de 96 h. L'épicentre de la pluie est situé en P5 (46,5mm). La pluie est mal répartie dans l'espace et le sud du bassin est nettement moins arrosé que le nord. Le ruissellement provient essentiellement de la rive gauche de l'Amitioro. La pluie moyenne est de 16,8mm. Le coefficient de ruissellement est relativement peu élevé : KR=7,7% et il ruisselle  $216.10^3 \text{ m}^3$ . Les exportations solides sont de 36 tonnes soit une érosion de 2,11 Kg/ha.

Crue Du 14 octobre. Du 9 au 13 le bassin n'a pratiquement pas été arrosé et au moment où survient la crue les conditions de saturation se sont dégradées. Le Ta est de 68 h. L'épicentre de la pluie est situé à l'amont du bassin en P 13 (57,8 mm). Mais la répartition pluviométrique est assez bonne. La pluie moyenne est de 28,7 mm. Le temps de montée est long (15h). Le coefficient de ruissellement est de 4,9% et il ruisselle  $241.10^3 \text{ m}^3$ . Le transport en suspension avec 41 tonnes représente 2,3% du transport annuel et une érosion de 2,41 Kg/ha.

C'est la dernière crue de l'année. Du 15 octobre à fin novembre, l'écoulement qui se produit ne représente que 1,6% de l'écoulement annuel. Celui-ci cesse sur l'Amitioro à partir de fin novembre.

Le transport qui s'effectue pendant cette période est négligeable le débit étant très faible et les concentrations de matières en suspensions ne dépassent pas  $50 \text{ g/m}^3$ . A la limite du tarrissement, le lit du marigot se réduit à une succession de mares qui ne communiquent plus entre elles. Il se dépose alors sur les sables et les graviers provenant du charriage un film de particules fines qui peuvent être facilement remise en suspension. Ce matériel sera remis en mouvement dès le début de l'écoulement de la saison prochaine.



SAISONS 1967 ET 1968

(Tableaux XVIII et XIX)

Les données pluviométriques recueillies à partir de 1967 ne concernent que le P 14 situé à l'exutoire du bassin et ne peuvent fournir une idée de la pluie réelle à partir de laquelle une étude du ruissellement peut être envisagée de manière valable. Les données relatives à ces deux années sont donc limitées aux volumes ruisselés et aux exportations solides.

Nous fournissons cependant, avec une grande marge d'incertitude le coefficient d'écoulement annuel en partant du principe que l'erreur faite sur la pluie annuelle est moins élevée que celle faite sur une averse prise isolément.

En conséquence, nous ne faisons figurer dans les tableaux XVIII et XIX que les pluies cumulées en P 14.

Saison 1967. (Tableau XII-figure 44). La pluviométrie est nettement déficitaire (965 mm en P 14). Mais ce déficit pluviométrique n'affecte pas de manière homogène toute la saison. Le mois de juin a une pluviométrie normale (236 mm) la moyenne inter-annuelle du mois étant de 223 mm. Par contre, la petite saison des pluies est très peu pluvieuse et il n'y a plus d'écoulement à l'Amitioro à partir de la fin du mois de juillet, mise à part la crue du 21 décembre qui représente 1,3 % du volume ruisselé et 1,3% des exportations annuels. Les crues se répartissent en juin : juillet. Celle du 10 juin représente à elle-seule 41,2% du volume ruisselé ( $1778.10^3 \text{ m}^3$ ) et exporte 34,2% du tonnage annuel. Les trois courbes cumulatives se chevauchent (figure 44). Début août, le bassin a reçu 75,8% de la pluie annuelle et il s'est écoulé 98,8% de l'écoulement total. Le transport cumulé atteint 98,7% du total annuel.

Saison 1968. (tableau XIII-figure 45). La pluviométrie est très excédentaire : 1781 mm en P1 4 et 1795 mm à Tiassalé ville ce qui est une hauteur au moins de fréquence décennale. Le ruissellement est important et 32 crues ont été enregistrées pendant l'année. Sept d'entre elles ont un volume ruisselé supérieur à  $1000.10^3 \text{ m}^3$ . Elles représentent 57,5% du volume ruisselé et 57,6% du transport solide annuels. La plus forte crue a lieu le 23 juillet. Son volume est de  $3758.10^3 \text{ m}^3$ . Son débit maximum atteint  $38,30 \text{ m}^3/\text{sec}$ .

Cette crue assure 15,4% du ruissellement annuel. Elle exporte 800 tonnes de matières en suspension soit 16,2% du total annuel. L'érosion résultante atteint 46,95 Kg/ha ce qui est le taux le plus important de toute la campagne.

L'écoulement est permanent d'avril à janvier 1969. La petite saison sèche est pratiquement inexistante. Fin mai, 28,6% des pluies n'ont provoqué que 7,8% de l'écoulement et 7,1% des exportations annuels.

TABLEAU XII

AMITIORO - 1967

Pluie - Ecoulement - Transport par quinzaine

Mois	P mm	P %	P %c	E 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	E %	E %c	T tonnes	T %	T %c
JANVIER	0	0	0	"	"	"	"	"	"
FEVRIER	95 37	9,9 3,8	9,9 13,7	5,9	0,1	0,1	1,3	0,2	0,2
MARS	42 83	4,3 8,5	18,0 26,5	213,6	4,5	4,6	31,0	4,6	4,8
AVRIL	62 18	6,5 1,9	33,0 34,9	136,6	2,9	7,5	2,1	0,3	5,1
MAI	58 33	6,0 3,4	40,9 44,3	0,8	"	7,5	"	"	5,1
JUIN	153 78	15,9 8,1	60,2 68,3	2209,6 446,9	47,0 9,5	54,5 64,0	264,4 103,0	39,2 15,3	44,3 59,6
JUILLET	58 3	6,0 0,4	74,3 74,7	1547,5 90,4	32,9 1,9	96,9 98,8	247,1 16,6	36,6 2,5	96,2 98,7
AOUT	11 5	1,1 0,5	75,8 76,3	"	"	98,8	"	"	98,7
SEPTEMBRE	14 44	1,5 4,6	77,8 82,4	"	"	98,8	"	"	98,7
OCTOBRE	16 17	1,6 1,8	84,0 85,8	"	"	98,8	"	"	98,7
NOVEMBRE	43 58	4,4 6,0	90,2 96,2	"	"	98,8	"	"	98,7
DECEMBRE	27 10	2,8 1,0	99,0 100,0	54,3	1,2	98,8	8,7	1,3	98,7
TOTAL	965			4706			674		

pluie  
 ecoulement - transport

1967

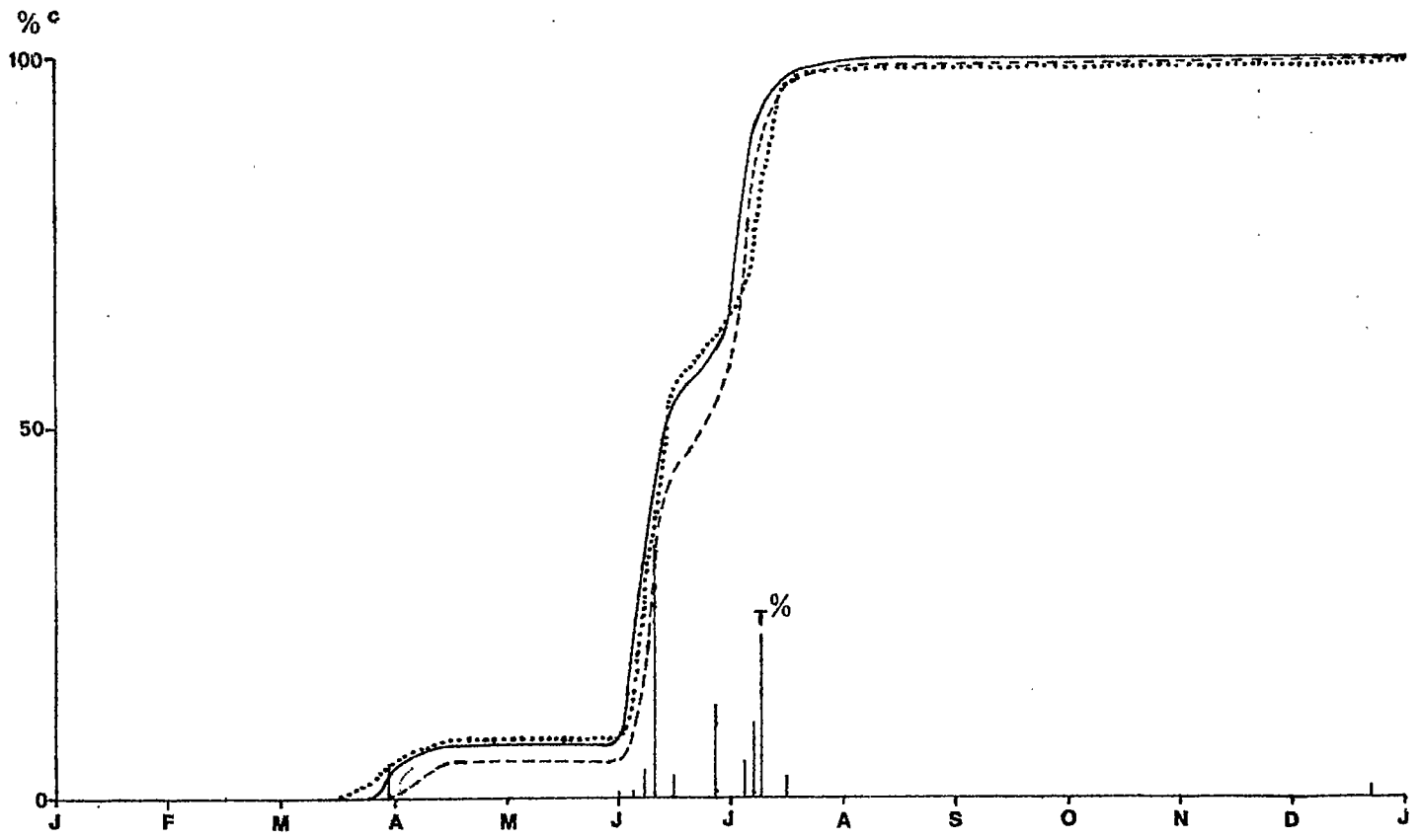
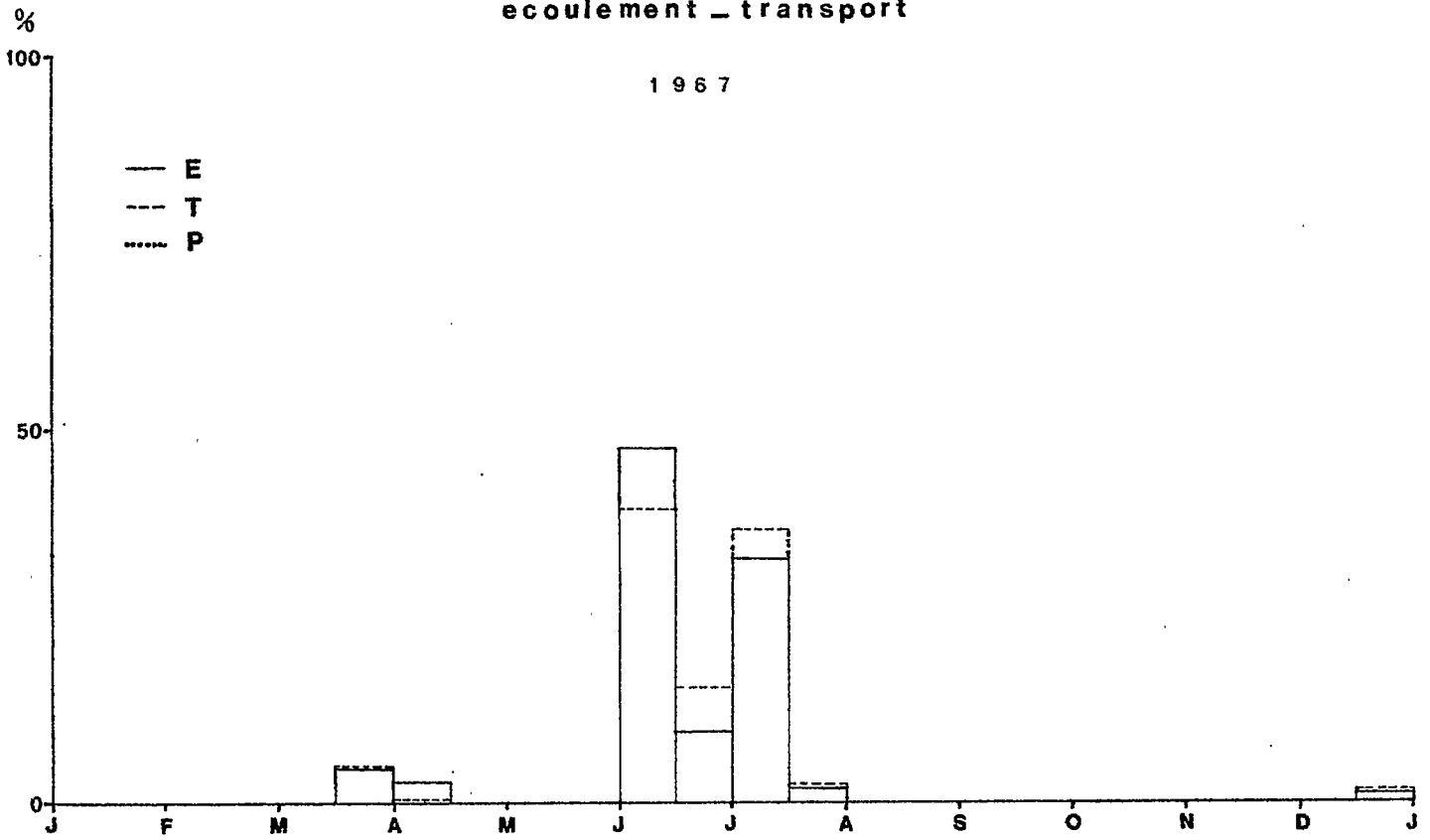


fig.44

TABLEAU XIII

AMITIORO - 1968

Pluie - Ecoulement - Transport par quinzaine

Mois	P mm	P %	P %c	E 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	E %	E %c	T tonnes	T %	T %c
JANVIER	12 0	0,7 0	0,7 0,7	16,7	0,1	0,1	2,3		
FEVRIER	37 30	2,1 1,6	2,8 4,4	6,0		0,1			
MARS	0 73	0 4,1	4,4 8,5			0,1			
AVRIL	46 42	2,6 2,3	11,1 13,4	52,0 108,3	0,2 0,4	0,3 0,7	4,1 17,0	0,1 0,4	0,1 0,5
MAI	61 211	3,4 11,8	16,8 28,6	9,0 2100,1	7,8	0,7 8,5	324,0	6,6	7,1
JUIN	134 188	7,5 10,6	36,1 46,7	2409,7 2779,4	9,0 10,4	17,5 27,9	439,6 369,9	8,8 7,5	15,9 23,4
JUILLET	126 163	7,1 9,1	53,8 62,9	4695,2 7296,5	17,5 27,2	45,4 72,6	773,5 1595,4	15,7 32,4	39,1 71,5
AOUT	32 89	1,8 5,0	64,7 69,7	409,8 799,9	1,5 3,0	74,1 77,1	44,9 234,0	0,9 4,8	72,4 77,2
SEPTEMBRE	120 83	6,8 4,7	76,5 81,2	2565,2 1343,9	9,6 5,0	86,7 91,7	591,8 55,0	12,0 1,1	89,2 90,3
OCTOBRE	85 61	4,8 3,5	86,0 89,5	298,1 773,7	1,1 2,9	92,8 95,7	154,0 33,0	3,1 0,7	93,4 94,1
NOVEMBRE	59 54	3,3 3,0	92,8 95,8	96,9 177,3	0,4 0,7	96,1 96,8	120,0 47,8	2,4 1,0	96,5 97,5
DECEMBRE	57 18	3,2 1,0	99,0 100,0	360,4 515,4	1,3 1,9	98,1 100,0	38,0 84,0	0,8 1,7	98,3 100,0
TOTAL	1781			26814			4820		

pluie  
 écoulement - transport

1968

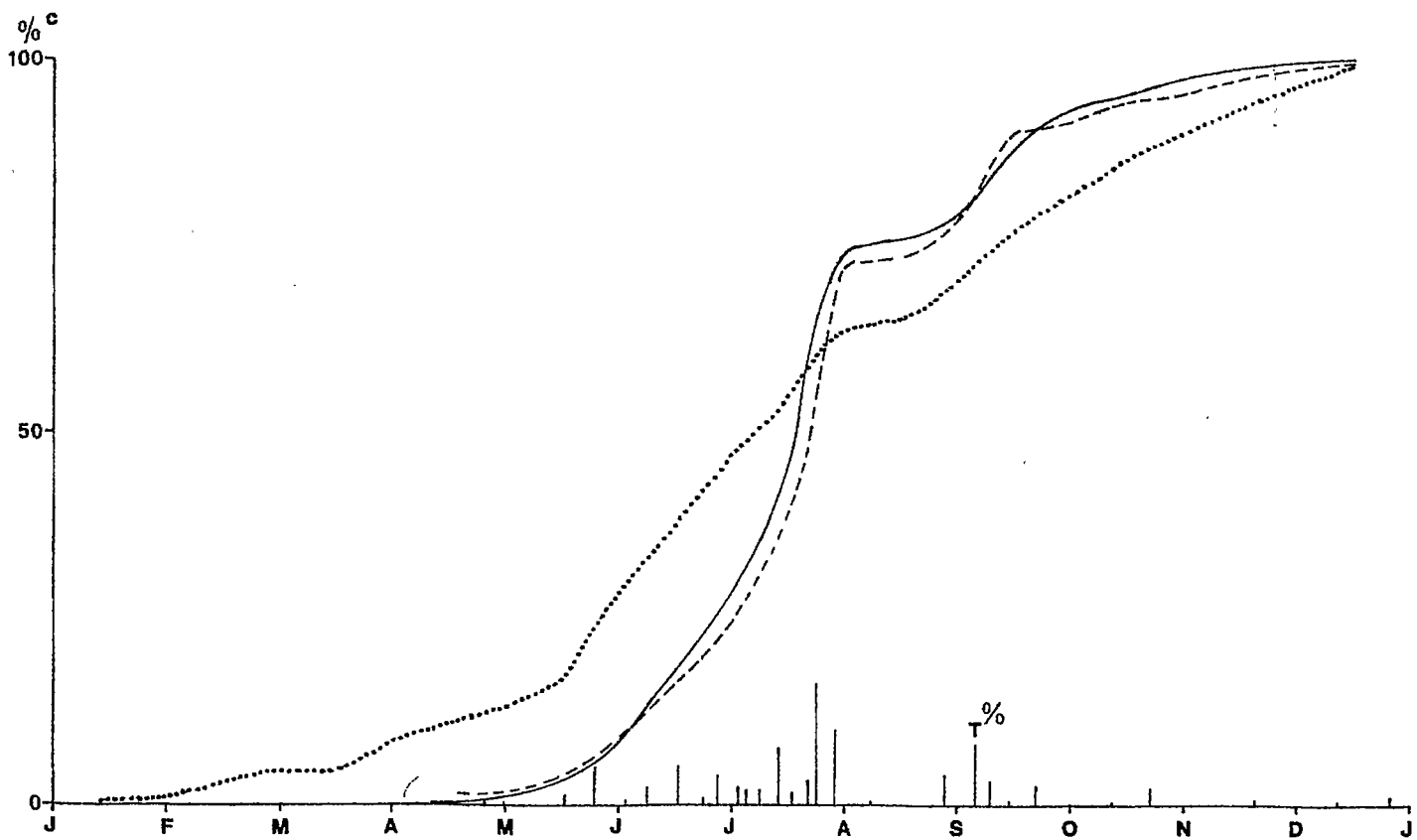
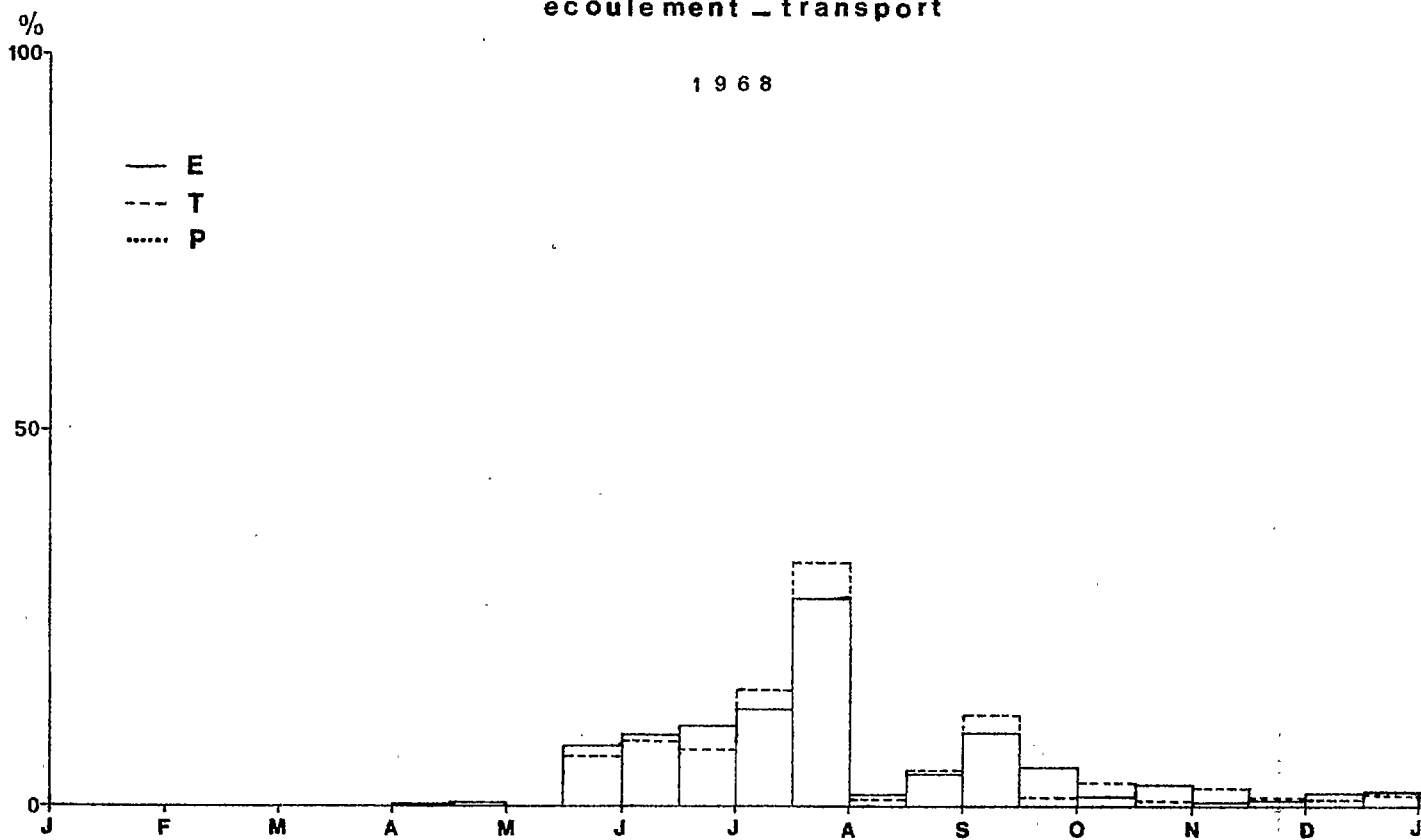


fig. 45

TABLEAU XIV

AMITIRO - Caractéristiques des Crues - 1963

DATE	PM (mm)	Pm (mm)	Pc (mm)	Ta (jours)	Tm (h.mm)	Tr (h.mm)	Tb (h)	Q0 (m <sup>3</sup> /sec)	QM (m <sup>3</sup> /sec)	HR (mm)	KR (%)	VR (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	T (tonnes)	ER (Kg/ha)
25/6	49,9	14,9	(615)	1,5	5.30	10.00	17	0,100	4,55	0,59	4,0	101	16	0,94
1/7	47,5	19,8	631	4	2.40	7.15	21	0,005	4,55	0,79	4,0	134	22	1,29
16/7	56,5	36,7		2,5	8.30	10.00	25	0,015	5,00	1,23	3,3	209	34	2,00
17/7	79,0	44,6	689	0,5	7.30 16.30	9.30 17.30	40	3,10	15,	7,80	17,5	1333	250	14,70
26/7	44,6	22,5	717	1,5	9.30	9.00	24	0,090	7,10	1,28	5,7	219	36	2,11
29/8	99,0	27,2	751	1	3.00	6.00	15	0	5,60	0,69	2,5	118	19	1,12
9/9	68,0	28,6	831	1	4.00 18.00		34	0,445	8,60	2,20	8,3	374	65	3,81
14/9	56,5	30,8	882	1	9.00	9.00	24	2,35	12,2	2,74	8,9	469	84	4,93
18/9	100,8	56,5	890	0,5	9.30	9.30	33	1,65	39,1	13,1	23,1	2225	450	26,40
19/9	103,5	40,9		1	12.30	13.00	33	3,50	14,6	14,6	35,8	2496	510	29,93
20/9	50,0	16,2	967	1	9.00	12.00	25	4,90	15,0	8,41	21,1	583	104	6,10
1/10	42,5	19,7	1058	2	6.00	5.45	24	0,465	6,30	1,53	7,8	261	44	2,58
2/10	50,0	34,3	1082	1	17.00	14.00	36	2,80	21,3	8,03	23,4	1368	265	15,55
3/10	65,4	19,1	1127	0,5	4.00	5.00	32	18,0	21,9	4,04	21,1	688	125	7,34
20/10	67,5	30,9	1159	4	8.00	10.30	22	0,090	6,60	1,37	4,4	233	39	2,29
22/10	77,8	21,3	1174	2	8.30 12.45	10.00 14.15	25	0,480	10,0	2,66	12,5	454	80	4,69

TABLEAU - XV

AMITTORO - Caractéristiques des crues - 1964

DATE	PM	Pm	Pc	Ta	Tm	Tr	Tb	QO	QM	HR	KR	Vr	T	ER
(mm)	(mm)	(mm)	(jours)	(h.mn.)	(h.mn.)	(h)	(m <sup>3</sup> /sec)	(m <sup>3</sup> /sec)	(mm)	(%)	(10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	(tonnes)	(Kg/ha)	
3/5	75,5	42,3	327	2	8.30 16.00	6.00 15.40	40	0,043	6,05	2,47	5,8	421	74,0	4,94
8/5	81,2	22,1	401	3	5.40	5.20	26	0,020	4,80	0,59	2,7	101	15,0	0,88
8-9/5	38,1	16,0		0,5	5.30	9.00	27	0,800	3,90	0,69	4,3	117	20,5	1,20
9/5	53,0	28,8	418	0,5	8.00	8.10	33	0,620	6,52	1,75	6,1	298	51,0	2,99
21/5	78,5	40,3	499	2,	15.00	16.10	40	0,105	9,95	2,94	7,3	500	80,0	4,69
16/6	40,1	24,0	649	2	17.00	16.00	40	0,080	5,35	1,47	6,1	250	43,0	2,52
20/6	32,5	8,9	687	1	4.00	7,20	36	0,640	3,05	0,63	7,1	108	18,5	1,09
24/6	81,8	32,7	700	3	8.00	6.50	50	0,062	6,15	2,24	6,8	381	67,5	3,96
26/6	25,0	14,0	741	1	11.00	13.00	36	0,650	2,90	0,72	5,2	123	21,5	1,26
30/6	65,4	23,3	754	4	17.30	17.10		0,105	7,40	2,27	9,7	387	68,0	3,99
1/7	34,6	16,9	780		11.30	13.00			9,00	2,55	15,0	435	76,0	4,46
13/12	85,4	29,6	1105	1	2.00	16.00	26	0,003	3,00	0,43	1,5	73	11,0	0,65
14/12	56,8	37,9	1132	1	6.30	16.00	28	0,315	3,85	0,64	1,7	108	18,5	1,09



## AMITIORO - Caractéristiques des crues - 1965

DATE	PM (mm)	Pm (mm)	Pc (mm)	Ta (jours)	Tm (h.mn)	Tr (h. mn)	Tb (h)	Qo (m <sup>3</sup> /sec)	QM (m <sup>3</sup> /sec)	HR (mm)	KR (%)	VR (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	T (tonnes)	ER (Kg/ha)
12/2	69,5	54,3	57		3.40	15.15	14.20	0,03	5,46	0,73	1,34	125	20,0	1,18
24/4			297							0,11		20	3,1	0,18
25/4			324							0,19		32	5,2	0,31
28/4			338							0,17		29	4,0	0,23
29/4			357							0,05		9	1,3	0,08
7/5			386							0,08		14	2,0	0,12
28/5			472							0,09		16	2,5	0,15
9-30/5			507							0,16		27	4,0	0,23
13/6	87,0	41,1	570		4.20	9.45	18.35	0,005	6,60	1,52	3,7	259	44,0	2,58
19/6	57,6	37,4	644		9.20	11.30	19.50	0,238	12,9	2,66	7,1	455	79,0	4,64
20/6	91,2	38,1	681		8.30	10.15	23.20	9,31	28,6	8,18	21,5	1394	270,0	15,84
21/6	54,9	21,5	719		10.00	11.30	26.20	1,53	5,14	1,1	5,1	187	31,0	1,82
30/6	128,3	34,1	770		10.50	17.00	21.50	0,402	15,7	4,09	12,0	697	125,0	7,33
11/7	63,8	33,5	821		2.00		10.00	0,062	3,67	0,26		45	6,6	0,39
					5.20	10.30	26.50	1,77	5,83	1,31	3,9	223	37,0	2,17
17/7	73,5	27,9	857							1,19	4,3	203	30,6	1,80
20/9	65,5	41,9	979							0,16	0,4	27	3,3	0,19
1-22/9	48,2	25,4	1021							0,54	2,1	92	13,1	0,77
25/10			1086							0,03		6	0,8	0,05

AMITIORO - Caractéristiques des Crues - 1966

DATE	PM (mm)	Pm (mm)	Pc (mm)	Ta (h)	Tm (h.mm)	Tr (h.mm)	Tb (h.mm)	Q0 (m <sup>3</sup> /sec)	QM (m <sup>3</sup> /sec)	HR (mm)	KR (%)	VR (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	T (tonnes)	ER (Kg/ha)
23/3	82,9	35,8	169	71	4.45	6.00	12.20	0,084	4,55	0,6	4,7	103	16	0,94
9/4	67,0	44,1	272	89	2.35	9.00	8.50	0,047	4,75	0,5	1,1	79	12	0,70
20/4	107,8	61,8	377	22	14.30	15.00	29.35	0,41	26,0	9,6	15,5	1630	380	22,30
21/4	49,2	22,4	399	32	14.00	21.00	23.15	0,832	9,94	2,5	11,2	419	75	4,40
15/6	132,7	78,1	685	230	18.00	28.00	34.30	0,02	17,2	7,6	9,7	1282	250	14,67
16/6	51,0	29,8	715	10	10.00	25.00	26.30	9,76	14,2	4,1	13,8	698	126	7,39
29/6	29,0	19,9	794	27	7.20	15.20	20.50	0,362	6,68	1,3	6,6	223	38	2,20
2/7	62,2	37,4	836	47	9.10	11.40	26.10	0,428	17,1	5,9	15,8	997	182	10,68
4/7	44,6	25,7	862	42	8.00	10.45	21.30	0,994	10,6	2,6	9,9	439	78	4,58
5/7	12,7	6,5	868	19	3.55	8.30	11.25	1,32	6,6	0,7	10,8	119	19	1,12
6/7	55,6	26,4	895	20	7.30	18.45	16.00	3,89	9,85	1,6	6,1	274	47	2,73
15-16/7	42,5	15,5	951	27	6.15	5.45	18.55	0,48	9,13	1,6	10,3	281	56	3,29
17/7					2.50	4.50	13.50	0,64	4,21			75	11	0,65
18/7	46,5	21,7	991	45	5.00	17.50	18.00	2,05	6,21	1,5	6,9	171	26	1,53
28/7	86,0	40,2	1031	242	5.40	6.30	22.40	0,08	17,8	4,0	10,0	688	124	7,28
27/9	39,0	20,8	1173	48	8.50	14.30	25.50	0,35	9,13	2,6	12,5	450	80	4,69
4/10	123,9	37,1	1211	165	7.35	8,50	20.45	0,07	12,4	3,0	8,1	518	93	5,46
5/10	43,8	9,5	1220	20	9.25	12.00	20.45	1,09	10,5	2,7	28,4	468	85	4,99
8/10	46,5	16,8	1249	96	4.00	7.10	13.00	0,34	6,60	1,3	7,7	216	36	2,11
14/10	57,8	28,7	1278	68	15.00	18.00	27.30	0,28	5,60	1,4	4,9	241	41	2,41

## AMITIORO- Caractéristiques des Crues- 1967

DATE	Pc (1) (mm)	T m (h.mn)	T b (h)	QO (m <sup>3</sup> /sec)	QM (m <sup>3</sup> /sec)	H R (mm)	VR (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	T (tonnes)	ER (Kg/ha)
13/2	60	6.20	39	0	0,39	0,07	12	1	0,08
29/3	217	6.15	19	0	6,00	1,04	177	31	1,82
6/4	258	8.00	33	0	1,68	0,08	14	2	0,12
1-2/6	427	3.20	36	0	0,74	0,33	56	4	0,25
4-5/6	445	9.25	24	0,009	9,50	0,44	75	6	0,36
7/6	464	5.25	15	0,446	4,50	0,80	138	24	1,41
10-11/6	487	12.00	29	0,048	23,50	10,4	1778	230	13,50
15-17/6	568	3.50	38	0,106	1,90	0,73	124	20	1,17
24/6	593				2,40	2,79	475	83	4,87
4/7	568	3.25	37	0,054	3,05	0,73	124	33	1,94
6/7	680	10.30	35	0,920	5,05	2,25	383	67	3,93
7-8/7	694	7.25	38	0,640	11,20	4,75	810	147	8,63
15/7	702	4.25	21	0,250	3,10	0,54	93	17	0,97
21/12	956	3.05	33	0	1,06	0,33	56	9	0,51

(1) pluie cumulée en P14

TABLEAU XIX

AMITIORO - Caractéristiques des Crues - 1968

DATE	Pc (mm)	Tm (h.mn)	Tb (h)	Q O (m <sup>3</sup> /sec)	QM (m <sup>3</sup> /sec)	HR (mm)	VR (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	T (tonnes)	ER (Kg/ha)
4/1	11	7.20	37	0	0,238	0,10	17	2	0,14
9/4	168	7.00	28	0	0,944	0,31	52	4	0,24
25/4	203	4.00	25	0	1,32	0,62	106	17	1,00
16/5	300	11.30	32	0,116	4,69	2,14	366	64	3,76
24/5	353	20.00	42	0,009	19,65	7,15	1378	260	15,26
29/5	460	6.30	37	0,464	3,52	1,63	276	47	2,76
2/6		8.30	35	0,116	12,60	4,00	681	125	7,34
9/6	511	18.55	36	2,15	18,38	8,95	1523	254	14,91
13/6	616	3.35	16	0,464	2,52	0,60	102	14	0,80
16/6	644	12.30	24	0,266	4,00	1,94	331	55	3,23
19/6	663	6.00	42	0,788	2,97	1,43	243	32	1,87
23/6	687				2,41	2,38	407	72	4,23
28/6-1/7	764	15.00	26	1,64	9,40				
		11.30	24	2,69	14,31	11,80	2013	211	12,38
2/7	833	17.00	38	1,68	8,95	4,28	730	141	8,26
4/7	842	9.00	23	1,26	7,52	4,25	724	136	7,98
8-10/7	850	5.30	15	0,446	7,18				
		6.35	25	1,77	5,46	3,63	618	107	6,27
13/7	884	9.30	36	0,362	26,40	11,50	1964	390	22,89
17/7	971	5.00	41	1,39	5,53	3,00	577	103	6,07
21/7	987	5.40	22	1,42	10,57	3,79	647	186	10,92
23/7	1020	16.00	32	5,80	38,30	22,20	3758	800	46,95
28/7	1099	12.20	30	0,876	28,90	12,40	2117	506	29,70
8/8	1132	3.20	18	0,250	4,55	1,34	228	45	2,64
29/8	1174	16.05	32	0,600	10,39	4,65	792	234	13,73
6/9	1243	18.15	48	0,266	14,31	7,30	1243	412	24,17
10/9	1314	17.35	32	0,226	15,42	5,64	962	180	10,56
15/9	1350	16.00	35	0,282	4,08	1,86	317	55	3,23
22/9	1391	15.30	32	0,944	6,76	2,36	403	154	9,04
12/10	1521	6.35	39	0,314	2,69	1,17	199	33	1,94
23/10	1567	13.00	29	0,298	9,04	3,84	653	120	7,04
20/11	1653	18.20	31	0,021	4,02	1,35	230	48	2,81
12/12	1737	14.20	39	0,180	3,44	1,33	227	38	2,23
26/12	1766	3.30	20	0	8,23	2,74	467	84	4,93

(1) : Pluie cumulée en P. 14

ETUDE DES BILANS ANNUELS

Les différents termes du bilan annuel sont les suivants :

(tableau XX)

- La pluie moyenne (mm)
- Le volume d'eau écoulé ( $m^3$ )
- La lame d'eau écoulée : Le (mm)
- Le coefficient d'écoulement : Ce (%)
- Le déficit d'écoulement : De (mm)
- Le transport solide total : T (tonnes)
- Le taux d'érosion (Kg/ha/an)

Nous avons porté sur les figures 46 à 51 la pluie moyenne et la lame d'eau écoulée en mm/jour. De cette manière, la surface comprise entre les courbes de la pluie moyenne journalière et de la lame écoulée représente le déficit d'écoulement  $D_e$ .

Nous avons procédé de même mais en reportant l'origine des coordonnées dans la partie supérieure du graphique, pour le transport T exprimé en tonnes/jour. La surface comprise entre l'axe des abscisses et la courbe représente le transport solide total T.

Les valeurs représentées correspondent aux moyennes établies par quinzaine.

On exprime par ces figures les variations du coefficient d'écoulement Ce au cours de l'année. Ils indiquent d'autre part les différents épisodes d'exportation en matériaux solides en suspension.

Nous avons vu au cours de cette étude combien les conditions étaient sévères pour qu'une pluie provoque un écoulement. Les sols établis sur schistes, limoneux, ont un pouvoir de rétention élevé comme en témoigne la présence d'espèces hygrophiles sur le bassin.

L'étude de l'humidité des sols permettrait de préciser leur degré de saturation dont dépend en définitive dans une très large mesure l'érosion.

Le bassin de l'Amitioro est caractérisé par un fort déficit d'écoulement. Pendant les six années d'observation, le coefficient le plus élevé est de 8,9 % en 1968. Il n'atteint que 2,4 % en 1964, année déficitaire d'une part et à mauvaise répartition pluviométrique d'autre part.

Nous comparons dans le tableau ci-dessous les valeurs du coefficient d'écoulement du bassin de l'Amitioro avec ceux calculés de 1963 à 1968 aux stations suivantes classées de l'amont vers l'aval, du bassin versant du Bandama (I).

Année	1963	1964	1965	1966	1967	1968
BEOUMI	15,4	21,0	18,3	11,9	12,5	15,2
BRIMBO	13,9	15,5	13,7	10,0	8,0	12,5
N'ZI-ZIBNOA	12,0	8,0	6,7	10,1	2,2	14,2
TIASSALE	13,2	12,8	11,3	9,4	6,1	13,7
AMITIORO	6,8	2,5	2,8	5,5	2,9	8,9

On note la décroissance du coefficient d'écoulement Ce d'amont an aval ce qui correspond au passage d'un substratum granitique et à couverture végétale clairsemée à un substratum schisteux à couverture forestière vers le sud du bassin, lesquels offrent des conditions d'écoulement différentes.

En savane, sur le bassin versant du Loserigue (région de Korhogo), en 1967, pour une pluie moyenne de 1339 mm, le déficit d'écoulement est de 682 mm. Le coefficient d'écoulement atteint 50,9% (M. Molinier-1968).

En ce qui concerne l'érosion pendant les six années d'observation, elle est minimum en 1964 avec 55 Kg/ha/an et maximum en 1968 avec 289 Kg/ha/an, ce qui correspond aux exportations respectives de 565 tonnes et 4820 tonnes par an.

---

(I): Chiffres communiqués par le service hydrologique de l'ORSTOM Adiopodoumé.

TABLEAU XX

BASSIN DE L'AMITIORO (S= 170 Km<sup>2</sup>)

BILANS ANNUELS

ANNEE	1963	1964	1965	1966	1967	1968
PLUIE MOYENNE (mm)	(1500)	1193	1183	1592	(965)	(1781)
VOLUME D'EAU ECOULE (m <sup>3</sup> )	17,5.10 <sup>6</sup>	4,9.10 <sup>6</sup>	5,2.10 <sup>6</sup>	15,0.10 <sup>6</sup>	4,7.10 <sup>6</sup>	26,8.10 <sup>6</sup>
LAME D'EAU ECOULEE = Le (mm)	103	28,8	33,0	88,1	27,7	157,7
COEFFICIENT D'ECOULEMENT=Ce (%)	6,9	2,4	2,8	5,5	2,9	8,9
DEFICIT D'ECOULEMENT=De (mm)	1397	1164	1150	1504	937	1623
TRANSPORT SOLIDE TOTAL=T (tonnes)	2143	565	669	668	674	4820
TAUX D'EROSION (Kg/ha/an)	126	33	40	104	40	289

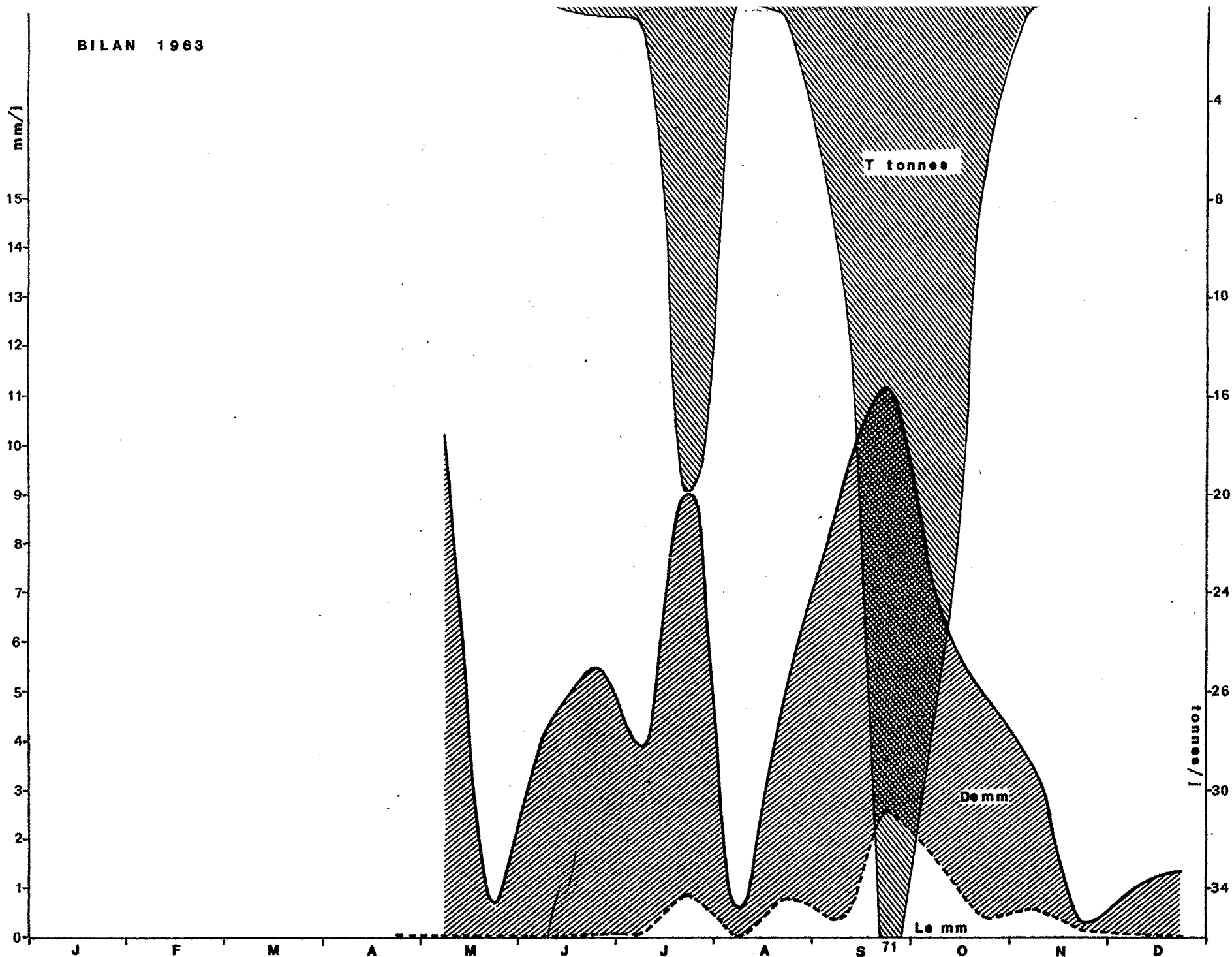


fig. 46



BILAN 1964

mm / l

15  
14  
13  
12  
11  
10  
9  
8  
7  
6  
5  
4  
3  
2  
1  
0

tonnes / l

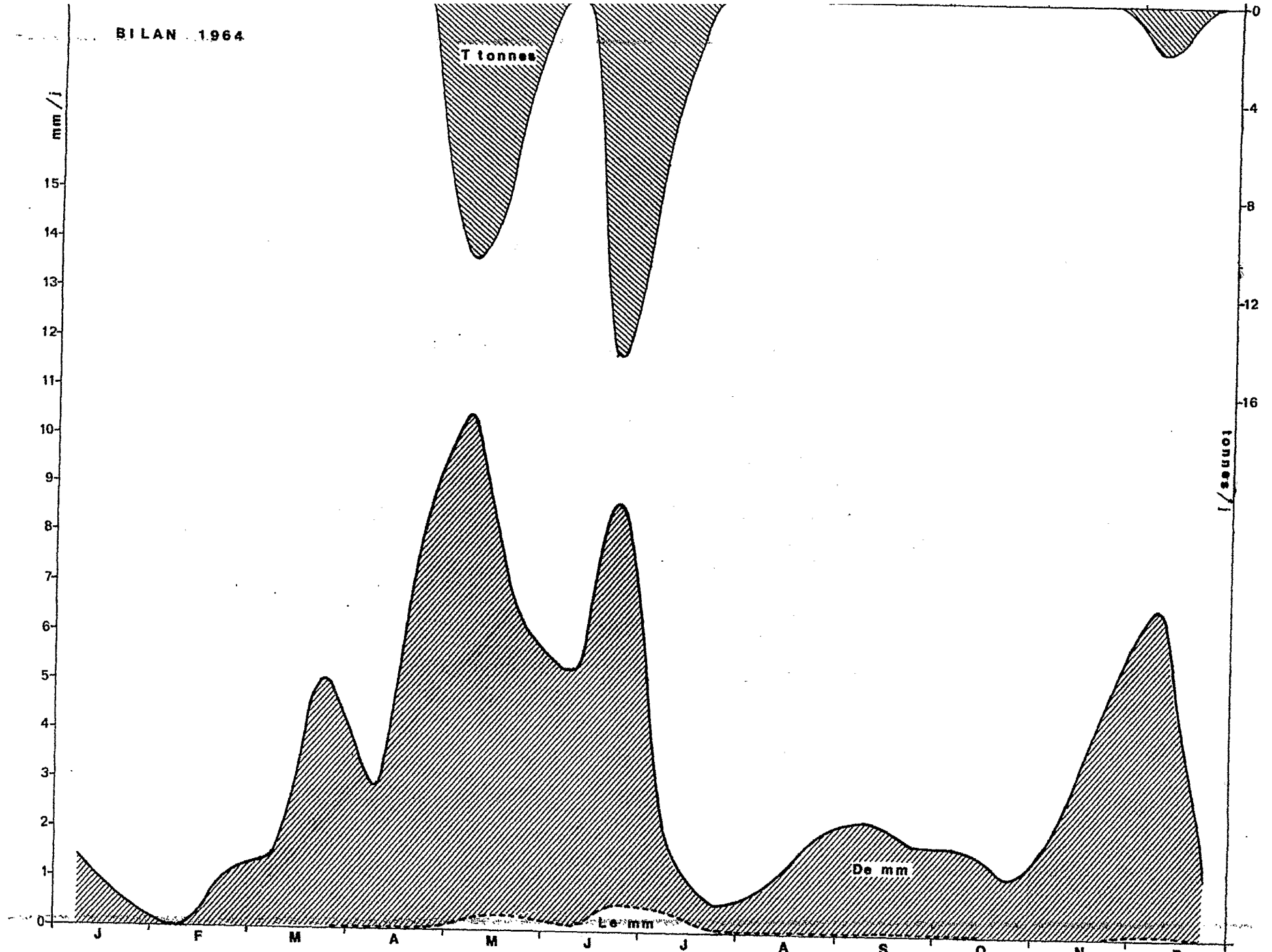
0  
4  
8  
12  
16

T tonnes

De mm

Le mm

fig. 47



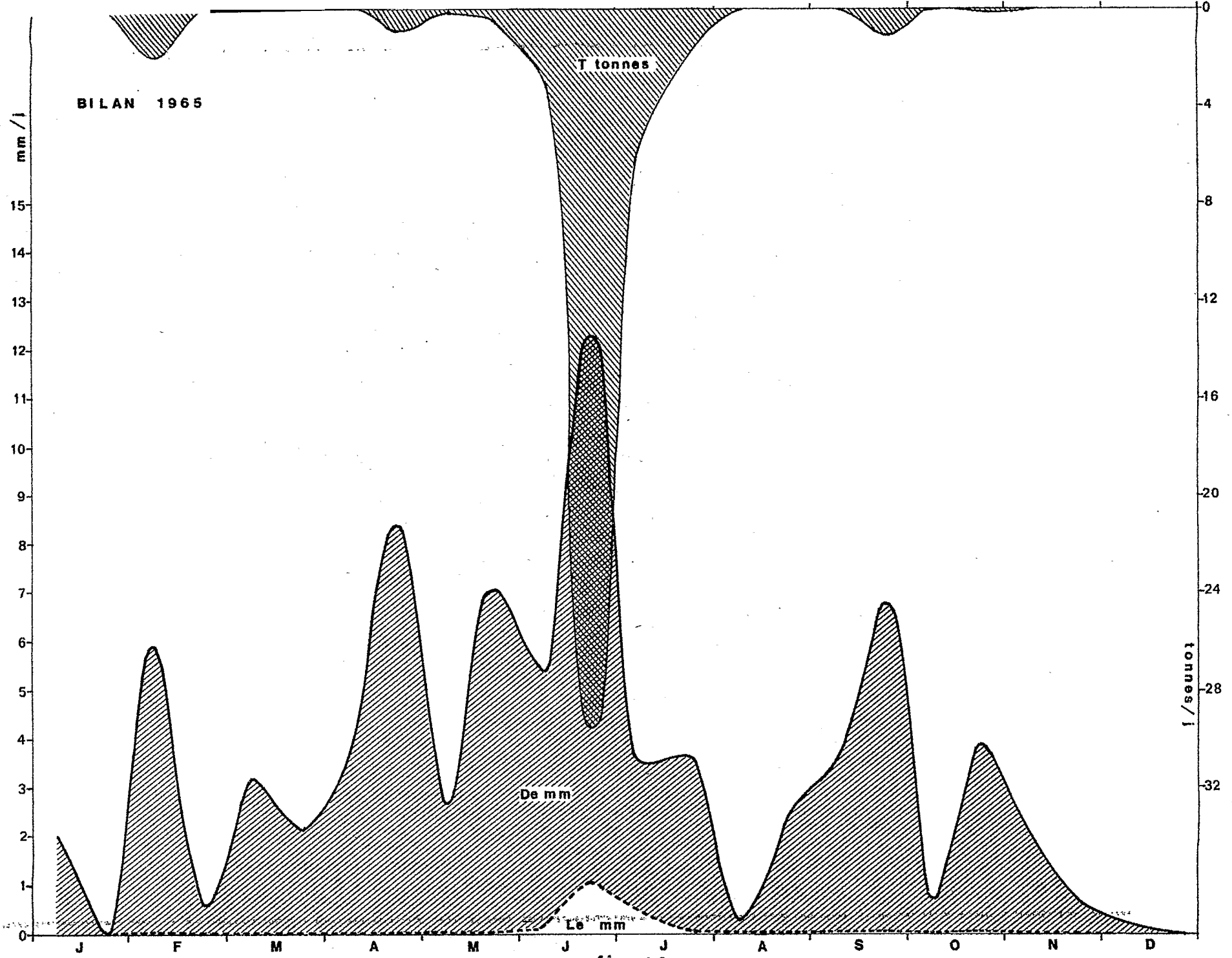


fig. 48

BILAN 1966

mm / l

15  
14  
13  
12  
11  
10  
9  
8  
7  
6  
5  
4  
3  
2  
1  
0

T tonnes

De mm

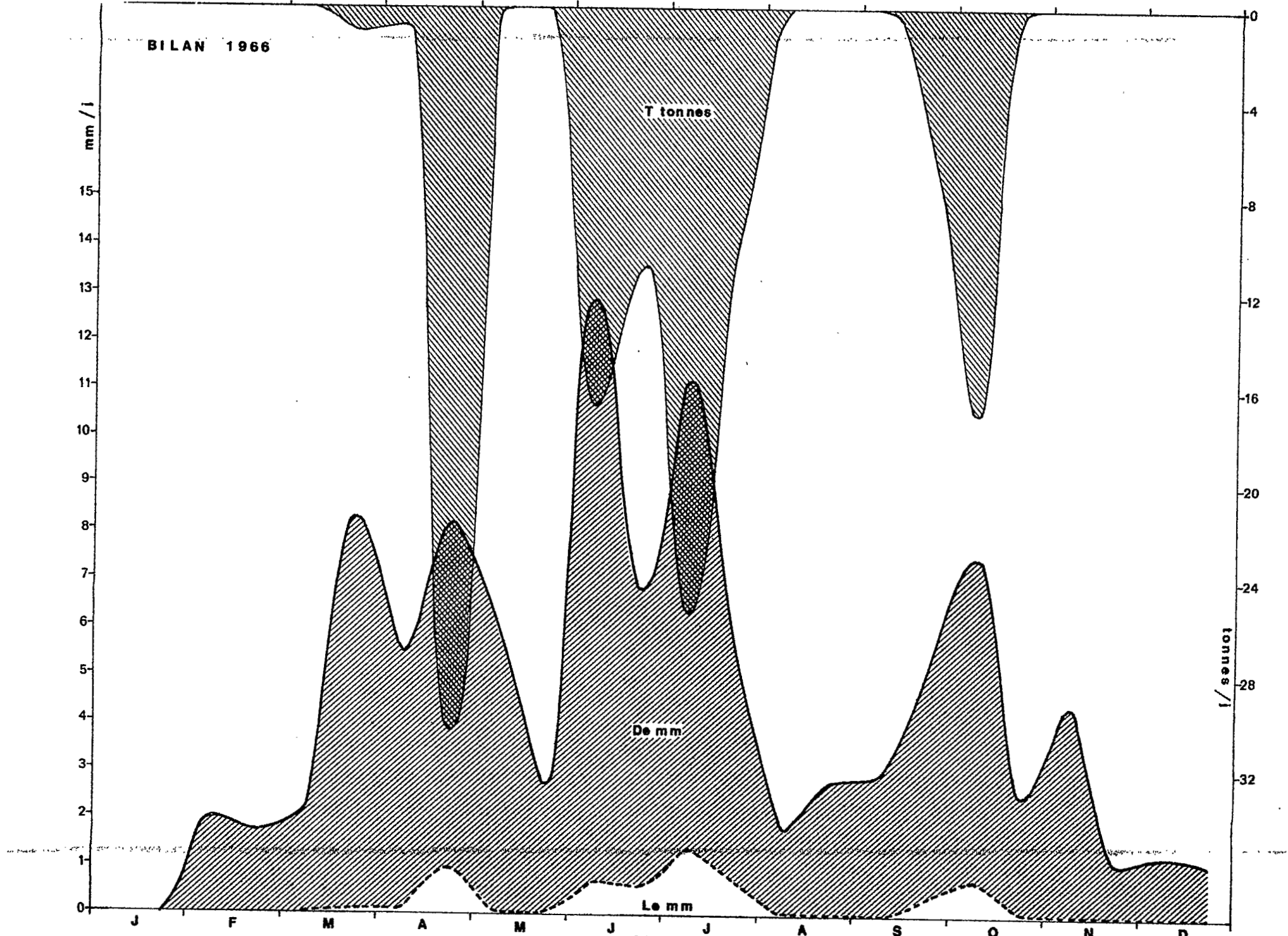
Le mm

tonnes / l

0  
-4  
-8  
-12  
-16  
-20  
-24  
-28  
-32

J F M A M J J A S O N D

fig. 49



BILAN 1967

mm / l

15

14

13

12

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

0

T tonnes

De mm

Lo mm

tonnes / l

4

8

12

16

20

J

F

M

A

M

J

J

A

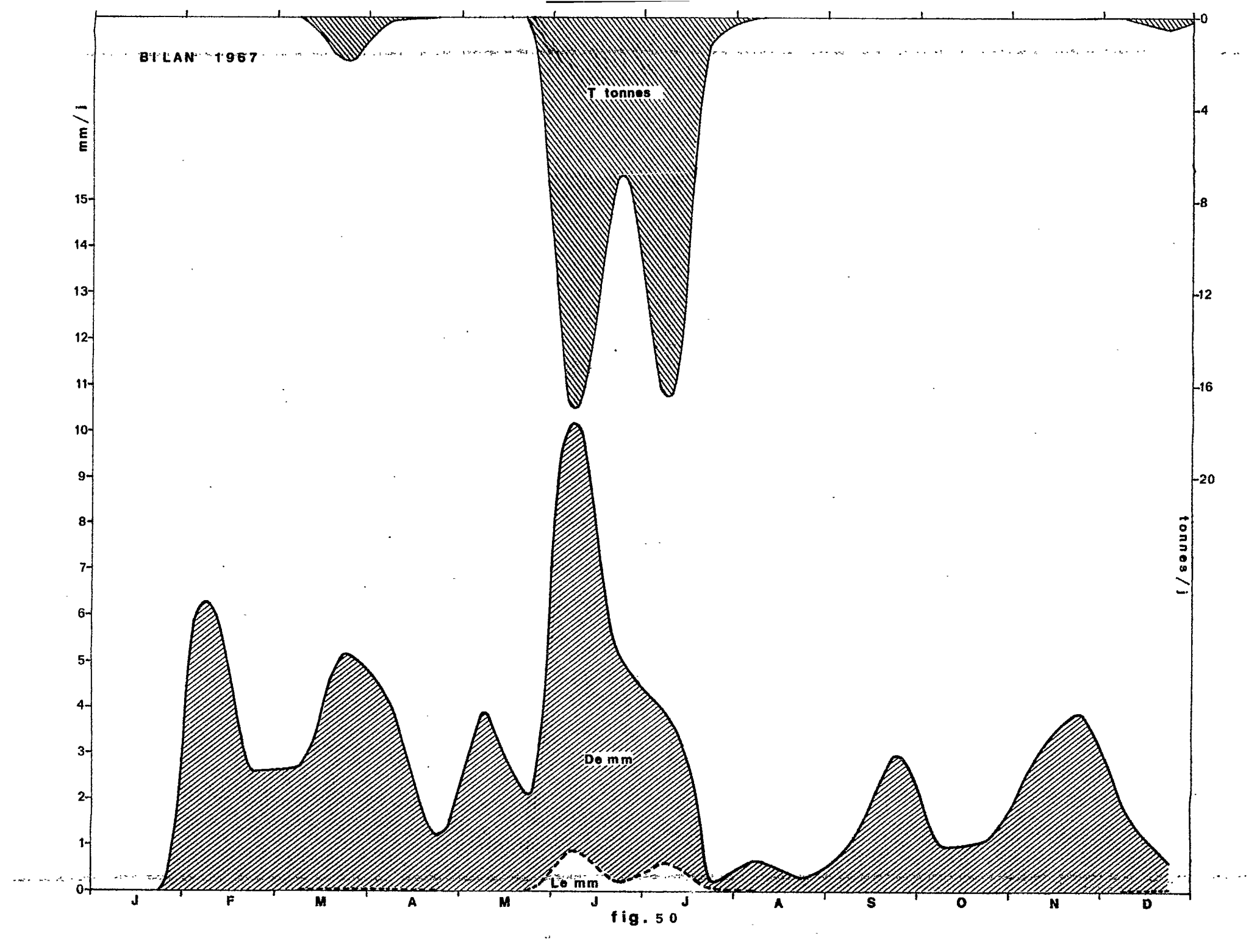
S

O

N

D

fig. 50



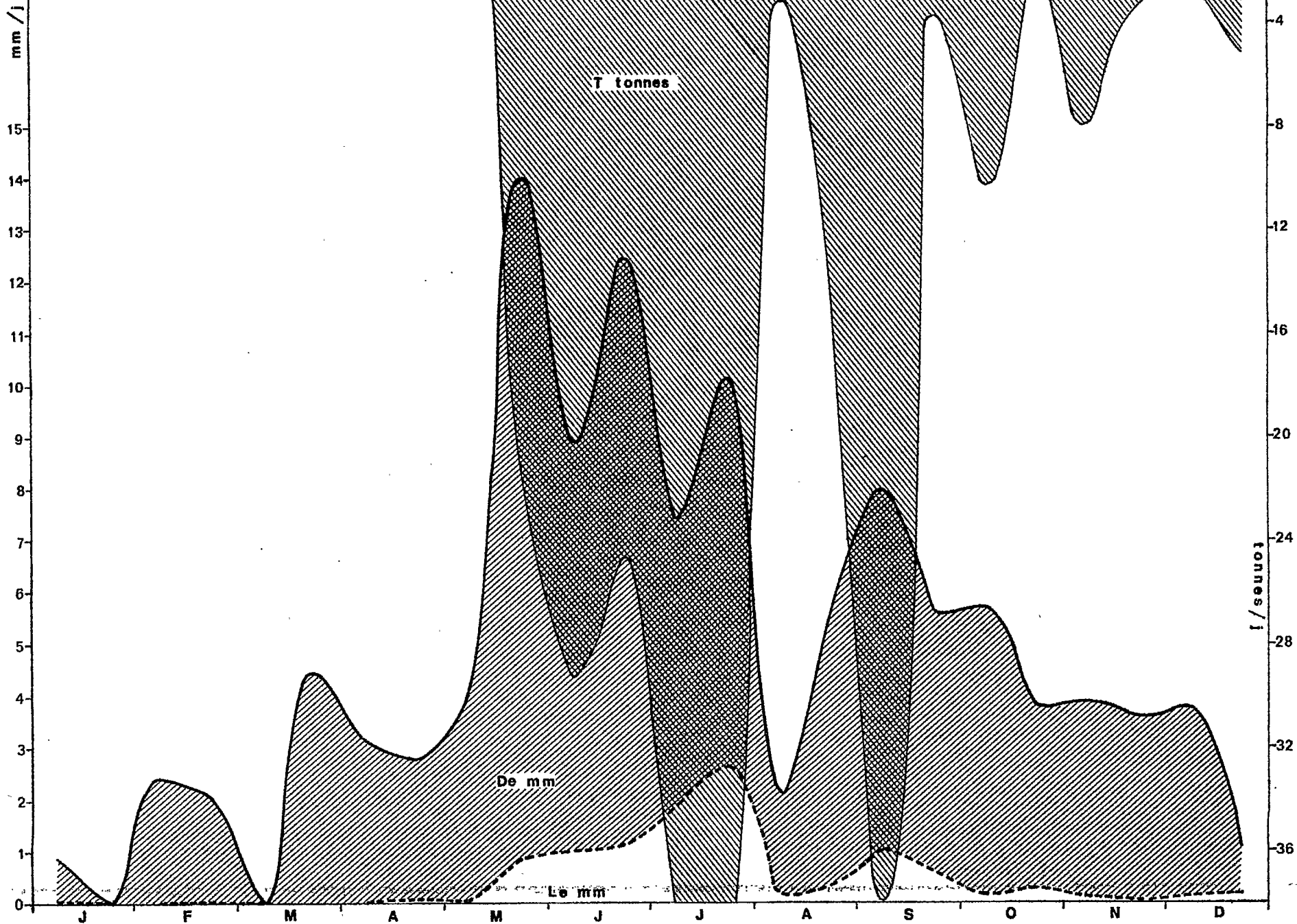


fig. 51

ETUDE QUALITATIVE DES SEDIMENTS TRANSPORTES

I- METHODES

- Analyse granulométrique.

L'analyse granulométrique porte sur le transport en suspension au ravineau et à l'Amitiolo et sur le charriage au ravineau ainsi que sur de rares échantillons du fond de l'Amitiolo prélevés en basses eaux.

Le charriage est recueilli dans sa totalité dans une fosse située en aval du jaugeur de la station ravineau après la crue. L'échantillon comprend donc l'ensemble du transport effectué sur le fond.

Les suspensions sont prélevées en différents stades de la crue. Mais les quantités de matière séchée récoltée après décantation sont trop faibles pour entreprendre une granulométrie sur chaque échantillon. Nous avons donc fait porter l'analyse sur tous les échantillons réunis en un seul.

On procède au préalable à une attaque de la matière organique par action prolongée de l'eau oxygénée.

Les échantillons de charriage sont tamisés sous un jet d'eau sur une maille de 80 microns. La fraction supérieure est soumise à un tamisage à sec sur une colonne de tamis (normes AFNOR). Seuls les modules pairs, de 38 à 20 (5mm à 0,08 mm) ont été utilisés.

La fraction inférieure à 80 microns est soumise à l'analyse densimétrique suivant la méthode de S. Mériaux (1954). La sédimentation est suivie pendant 72 heures (temps nécessaire pour le dépôt des particules de 1 micron à 20°C). Celle-ci est opérée directement sur les suspensions, la fraction grossière étant très réduite.

Nous avons déterminé pour chaque échantillon le grain maximum sous loupe binoculaire.

Les courbes cumulatives sont établies à partir des polygones cumulatifs directs en coordonnées semilogarithmiques.

Les indices numériques suivants ont été calculés.

- Le premier quartile : Q1 = abscisse dont l'ordonnée est 25%
- La médiane : Md = abscisse dont l'ordonnée est 50%
- Le troisième quartile : Q3 = abscisse dont l'ordonnée est 75 %
- Le coefficient de mauvais tri : So (Sorting index de Trask) :

$$So = \sqrt{\frac{Q3}{Q1}}$$

- . Si  $So < 2,5$  : le sédiment est bien classé
- . Si  $So > 4,5$  : le sédiment est mal classé
- L'indice d'asymétrie : SK (Skweness coefficient de Trask) :

$$Sk = \frac{Q1 \cdot Q3}{Md^2}$$

Cet indice est égal à 1 lorsque la distribution est symétrique autour de la médiane.

. Si  $Sk < 1$  : l'étalement de la distribution se fait vers les fractions fines.

. Si  $Sk > 1$  : L'étalement se fait vers les fractions grossières.

- Séparation et dosage des hydroxydes de fer et d'alumine et de la silice amorphes.

- Principe : Les sols tropicaux contiennent une certaine quantité de produits amorphes sous forme d'hydroxydes de fer et d'alumine ou sous forme de combinaisons temporaires solubles ou peu solubles avec la matière organique ou la silice qui peuvent être facilement rompues par les agents chimiques.

La dissolution sélective des produits amorphes est délicate si l'on ne veut pas détruire les minéraux argileux. L'alumine en particulier est facilement libérée du réseau cristallin si l'attaque n'est pas ménagée. En fait leur extraction est rendue possible grâce à leur plus grande surface spécifique.

- Méthode. La méthode d'extraction utilisée est celle mise au point par J. Tran-Vinh-An (1964). L'échantillon est soumis successivement à une triple attaque à froid.

- Attaque par  $H^2SO^4$  20N pendant 2 heures.
- Attaque par HCl concentré pendant 2 heures.
- Attaque par NaOH 10N pendant 4 heures.

Par l'attaque acide, on extrait le fer et l'alumine,

Par l'attaque alcaline, on extrait la silice et les reliquats de fer et d'alumine, en particulier ceux combinés sous forme de gels alumino ou ferri-siliciques (allophanes et hisingérite).

Le dosage des éléments extraits se fait par les méthodes colorométriques habituelles sur chacune des liqueurs d'extraction.

- Discussion de la méthode. Afin de vérifier l'action éventuelle de cette méthode sur les cristallites, nous lui avons soumis des argiles types. On a pu constater que seule la gibbsite était rapidement mise en solution. L'attaque de la montmorillonite est notable et on observe une assez forte diminution de la raie à  $15 \text{ \AA}$  après attaque. Par contre la méthode est sans effet sur la kaolinite, l'illite et la muscovite qui ont été testées.

Les sols du bassin de l'Amitiéro ne contiennent pas de gibbsite et la montmorillonite n'a pas été détectée. La méthode peut être appliquée sans danger en présence de kaolinite et d'illite comme c'est le cas sur le bassin. Mieux, elle permet une meilleure individualisation de la raie de l'illite à  $10,06 \text{ \AA}$ , souvent masquée par les produits amorphes. Toutefois il est possible qu'une partie de la silice dosée puisse être attribuée à l'attaque des minéraux argileux et plus particulièrement de la kaolinite.

- Détermination minéralogique de la fraction argileuse.

La détermination des minéraux argileux a été effectuée au laboratoire de spectrographie de l'ORSTOM à Bondy,

L'analyse aux rayons X a été pratiquée à partir d'un rayonnement X fourni par l'anticathode de cobalt d'un générateur type "Cristallobloc" CGR. La sélection de la radiation  $K_{\alpha}$  du cobalt est opérée à l'aide d'un monochromateur à cristal de quartz (45 Kv, 13 mA), et mesurée par un compteur semi-proportionnel.



L'analyse est complétée par des diagrammes d'analyse thermique différentielle et, pour quelques échantillons, par des analyses thermodéterminales.

## 2- RESULTATS.

### - Les sols aux abords du ravineau.

- Granulométrie. Le ravineau est établi sur un bas fond. Les sols sont à hydromorphie temporaire de surface, beiges à jaunes, sableux fins, limoneux, à pseudo-gley de profondeur.

Les échantillons de sol sont prélevés suivant 4 profils transversaux au ravineau (profils 1, III, V et VII) au sommet de chaque rive et au niveau du talweg (figure 52). A chaque point de prélèvement (repéré exactement à partir de piquets de référence), nous distinguons le niveau superficiel (0-5 cm) du niveau sous-jacent (5-15 cm). Ces deux niveaux se distinguent d'une part par la différence de densité du chevelu radicellaire, et d'autre part par la couleur qui passe de beige en surface à jaune en profondeur.

Du point de vue de la composition granulométrique, on note une grande homogénéité pour tous les profils et aux deux niveaux considérés.

Les principales caractéristiques sont les suivantes (tableaux XXI-figures 53 à 56).

- . Un coefficient de mauvais tri assez élevé ( $I, 2 < S_o < 8, 4$ ) ce qui indique un calibrage moyen à mauvais.
- . Un indice d'asymétrie faible ( $0, 25 < S_k < 0, 85$ ) donc un étalement de la distribution vers les fractions fines.
- . Des valeurs de la médiane comprises entre 14 et 87  $\mu$
- . Pauvreté en fraction sableuse grossière ( $> 1000 \mu$ ) 0,1% à 1,3%.
- . Une forte proportion en sables moyens et fins (19% à 44% de 100  $\mu$  à 1000  $\mu$ ) et en aleurites (35% à 51% de 10  $\mu$  à 100  $\mu$ ).
- . Une fraction pélitique ( $< 10 \mu$ ) comprise entre 15% et 30%.

STATION DU RAVINEAU

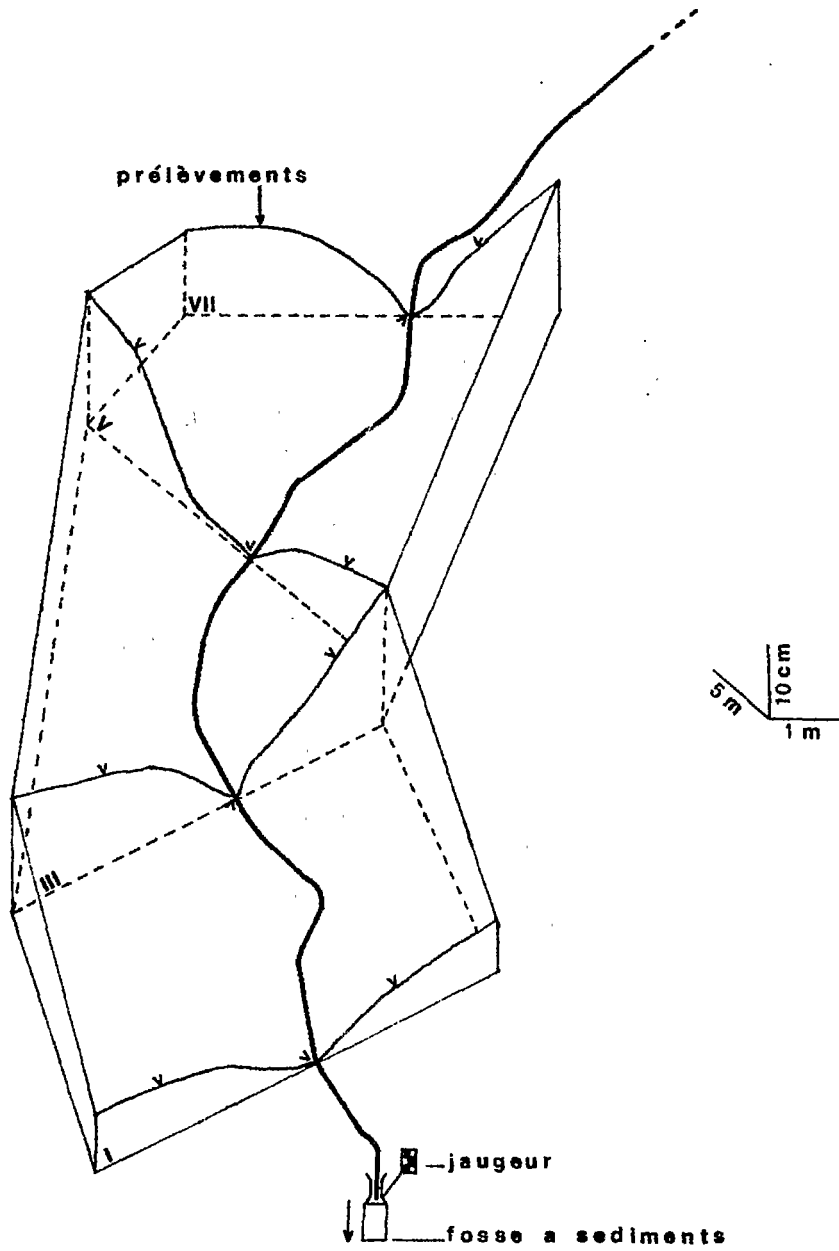


fig. 52

TABLEAU XXI

GRANULOMETRIE DES SOLS AUX ABORDS DU RAVINEAU

N°	PROFIL	POSITION	N° ECH.	% < 1 / $\mu$	% 1 à 10 / $\mu$	% 10 à 100 / $\mu$	% 100 à 1000 / $\mu$	% > 1000 / $\mu$	Md.	Q1	Q3	So	SK
I	rg	0-5	164-1	9,8	11,2	51,0	27,6	0,4	61,0	16,3	110,0	2,6	0,48
	-	5-15	164-2	16,0	14,5	40,5	28,1	0,9	50,0	5,6	115,0	4,5	0,25
	t	0-5	164-3	9,0	11,5	35,5	43,2	0,8	78,0	25,0	250,0	3,2	1,02
	-	5-15	164-4	9,7	8,8	44,5	35,7	1,3	76,0	21,0	150,0	3,7	0,55
	rd	0-5	164-5	8,4	10,6	49,0	31,4	0,6	66,0	21,0	130,0	2,5	0,63
	-	5-15	164-6	9,5	9,0	37,5	43,1	0,9	82,0	25,0	160,0	4,0	0,59
III	rg	0-5	164-7	8,7	6,3	49,0	35,4	0,6	73,0	26,5	135,0	2,5	0,68
	-	5-15	164-8	8,8	7,2	46,0	37,2	0,8	70,0	22,3	160,0	1,6	0,72
	t	0-5	164-9	7,8	4,7	42,5	43,8	1,2	87,0	35,0	185,0	4,4	0,86
	-	5-15	164-10	13,2	5,3	36,5	44,1	0,9	86,0	24,0	200,0	2,9	0,65
	rd	0-5	164-11	10,2	13,8	39,0	36,4	0,6	67,0	11,0	150,0	1,2	0,37
	-	5-15	164-12	11,0	11,0	41,0	36,1	0,9	70,0	16,0	155,0	3,1	0,51
V	rg	0-5	164-13	14,4	12,6	44,0	28,5	0,5	56,0	7,4	110,0	3,9	0,25
	-	5-15	164-14	16,0	12,0	33,0	38,5	0,5	65,0	6,3	190,0	5,5	0,27
	t	0-5	164-15	10,1	10,9	41,5	36,7	0,8	73,0	18,0	150,0	2,9	0,50
	-	5-15	164-16	13,5	10,5	37,0	38,3	0,7	74,0	12,0	155,0	3,6	0,34
	rd	0-5	164-17	11,5	8,5	40,0	39,1	0,9	74,0	16,5	165,0	3,2	0,50
	-	5-15	164-18	12,7	15,3	37,0	33,8	1,2	47,0	7,6	155,0	4,5	0,53
VII	rg	0-5	164-19	12,1	16,9	38,5	32,2	0,3	48,0	6,4	123,0	4,4	0,34
	-	5-15	164-20	19,5	12,0	40,5	27,8	0,2	34,0	4,2	112,0	4,6	0,41
	t	0-5	164-21	11,7	8,3	35,5	44,4	0,1	85,0	14,0	175,0	3,5	0,34
	-	5-15	164-22	17,6	13,9	35,0	33,2	0,3	50,0	5,3	145,0	5,2	0,31
	rd	0-5	164-23	7,6	10,4	56,0	25,5	0,5	56,0	19,0	103,0	2,3	0,62
	-	5-15	164-24	25,5	19,5	36,0	18,8	0,2	13,8	1,0	70,0	8,4	0,37

rg = rive gauche - 0-5 cm - ) profondeurs de prélèvement  
 rd = rive droite - 5-15 cm - )

# GRANULOMETRIE DES SOLS AUX ABORDS DU RAVINEAU

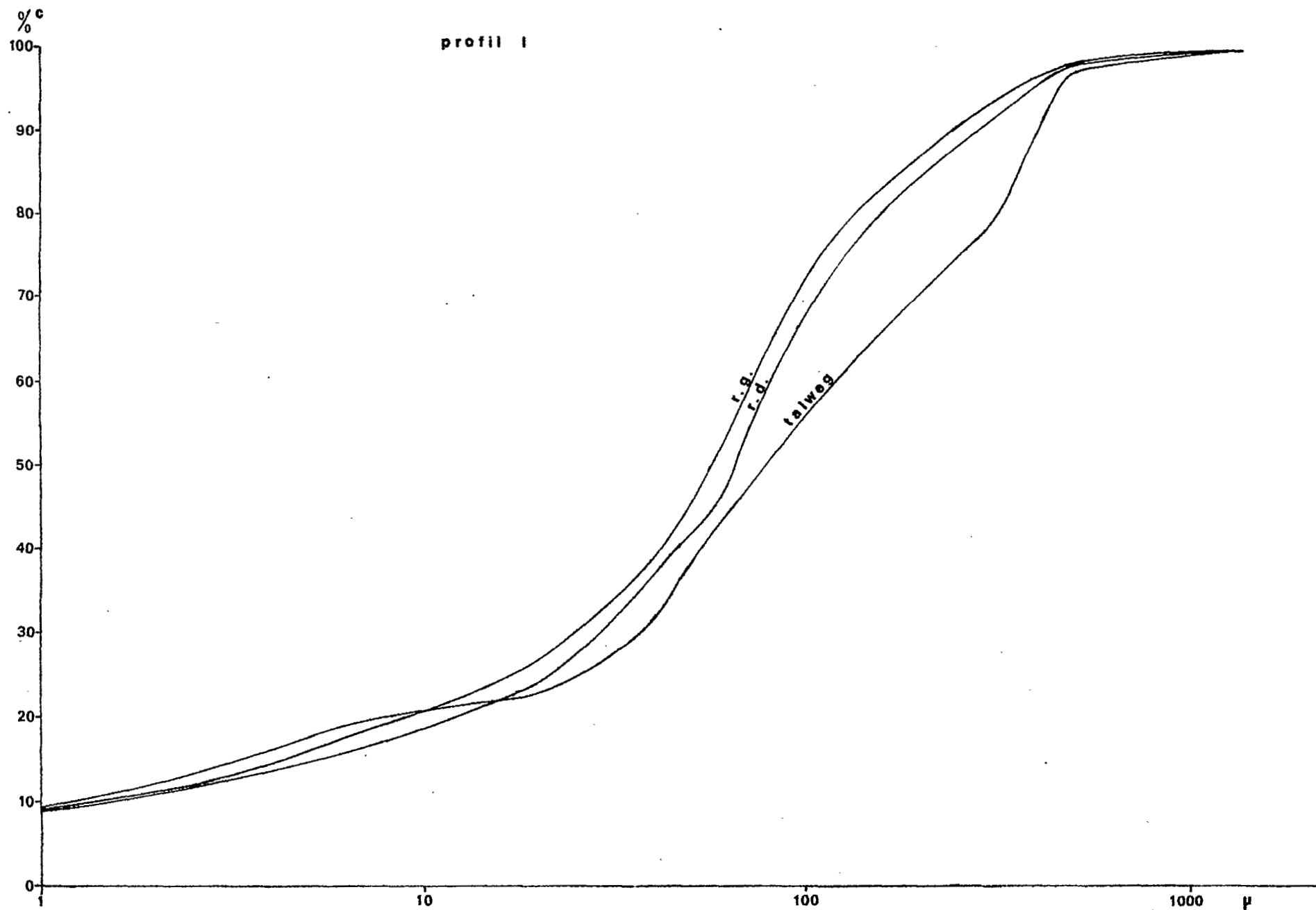


fig. 53

GRANULOMETRIE DES SOLS AUX ABORDS DU RAVINEAU

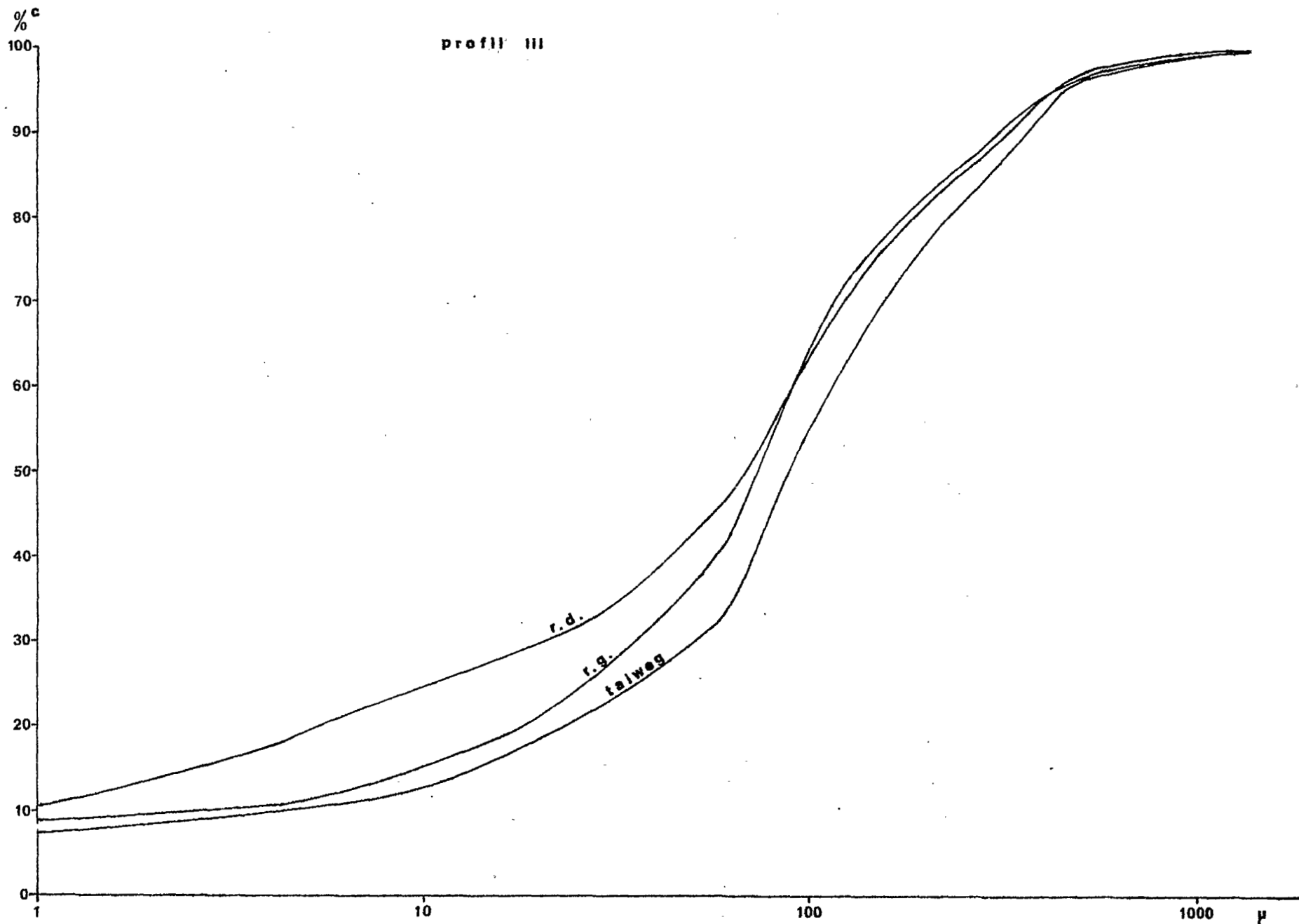


fig. 54

GRANULOMETRIE DES SOLS AUX ABORDS DU RAVINEAU

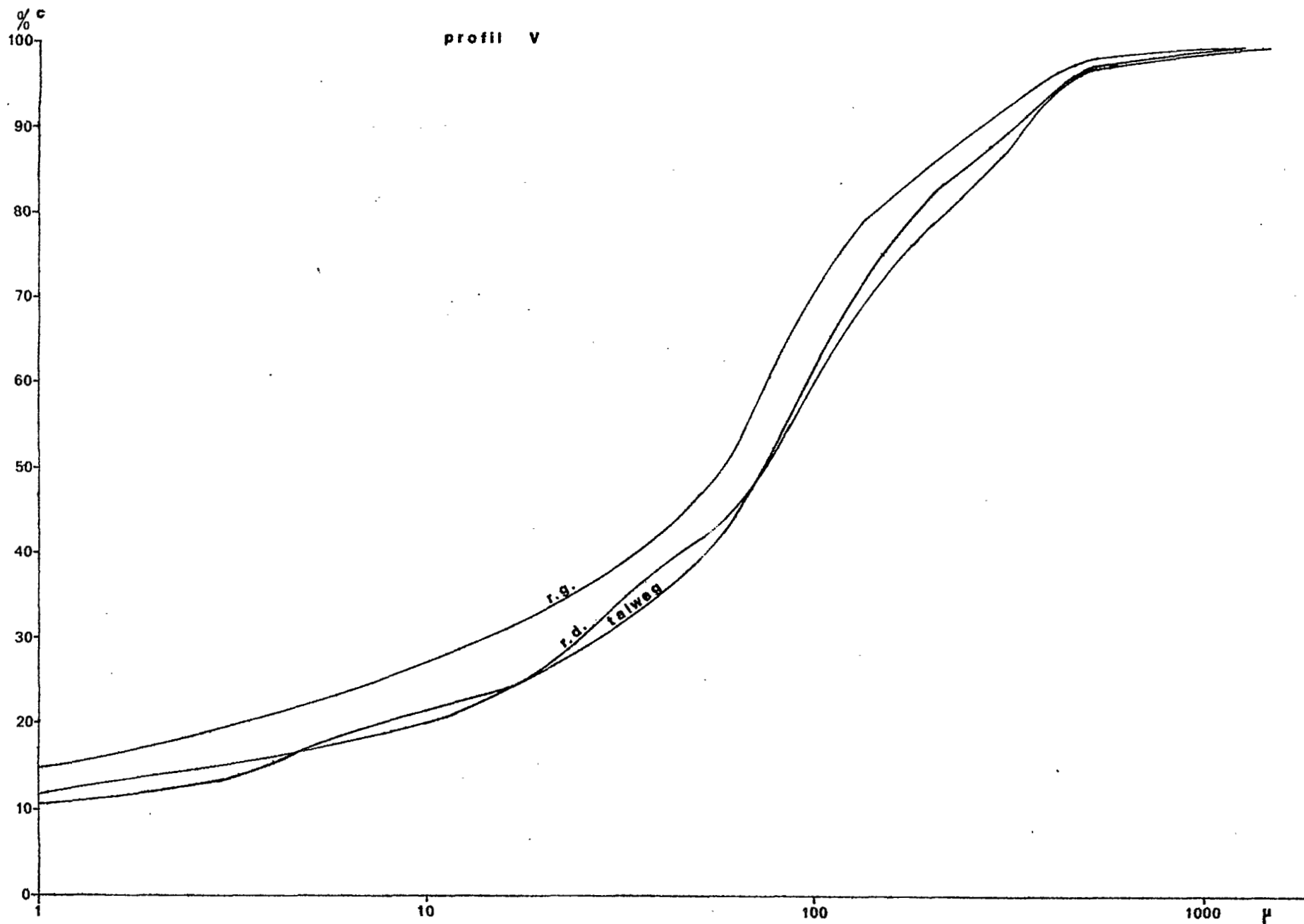


fig.55

GRANULOMETRIE DES SOLS AUX ABORDS DU RAVINEAU

profil VII

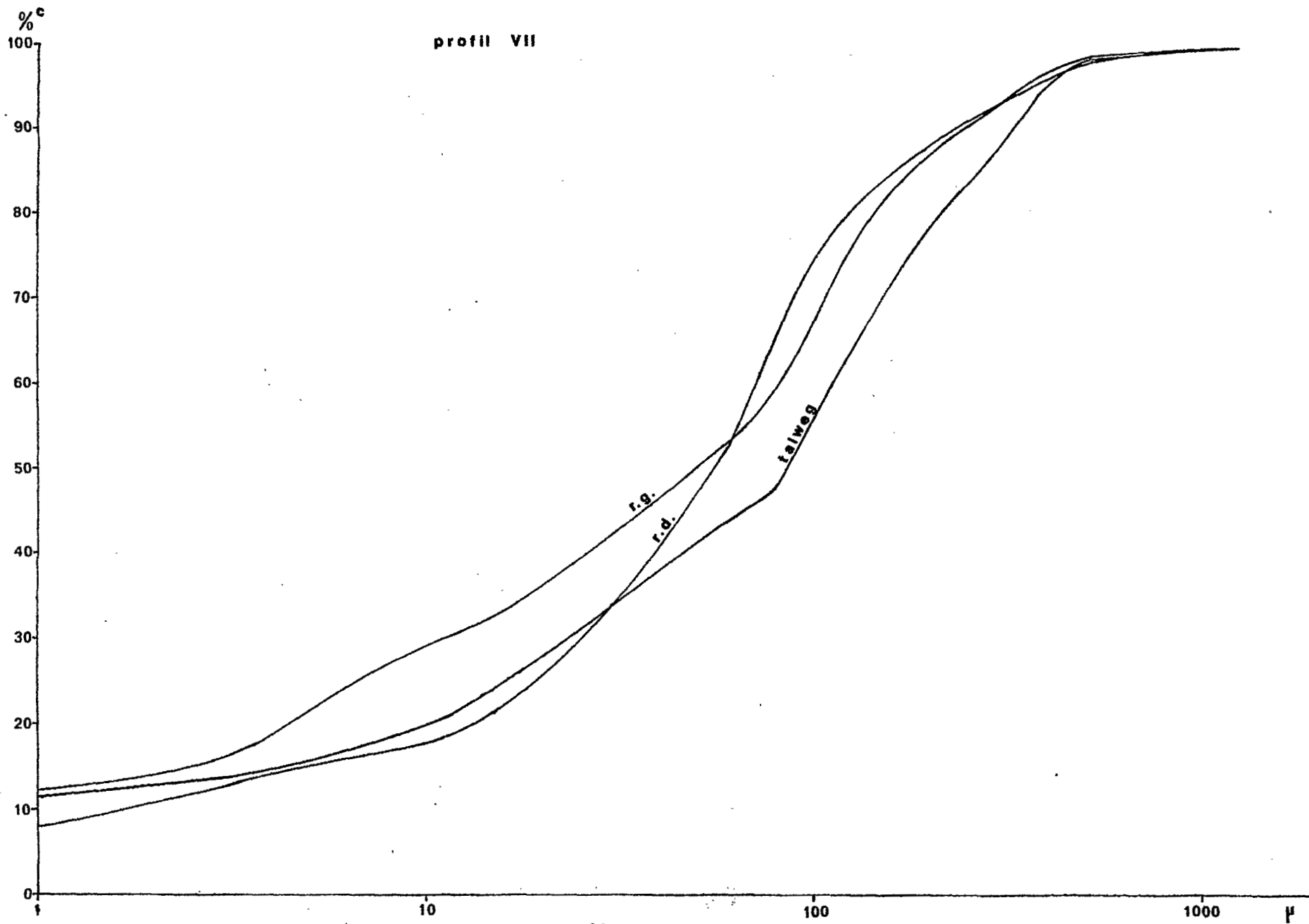


fig. 56

On a donc à faire à un matériel de faible cohésion facile à déplacer par le ruissellement en nappe. Il est cependant protégé par une litière peu épaisse (5 mm) mais continue et par la prolifération des racines fines dans l'horizon superficiel.

- Composition minéralogique. Les sols du bassin versant sont essentiellement constitués de quartz qui domine dans tous les échantillons.

Il est associé à des feldspaths potassiques (orthose) et à des plagioclasses mais en faible quantité.

La fraction argileuse comprend :

- . de la kaolinite. L'analyse thermodéterminée en donne 6 à 9% de l'échantillon brut. Cette kaolinite est mal cristallisée.
- . un peu d'illite,
- . la présence probable d'un minéral interstratifié illite-vermiculite.

En plus de la fraction cristallisée, des dépôts d'eau sont observables à l'analyse thermique différentielle entre 100° et 200° laissant prévoir la présence de produits amorphes.

Les dosages effectués sur 6 échantillons de sols prélevés aux bords du ravineau donnent de 5 à 7% de silice et d'hydroxydes de fer et d'alumine (tableau XXII).

Mais la présence de silice amorphe n'apparaît pas certaine. P. Segalen (1968) a montré que seuls les sols à allophanes dans lesquels une partie de la silice se combinerait à du fer et à de l'alumine pour former un produit non cristallisé, semblent en contenir. En effet la silice extraite à partir d'échantillons de sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux est attribuée par l'auteur à l'attaque des cristallites. La présence de cette forme combinée n'a pas été établie avec certitude bien que les quantités d'alumine et de fer dosées dans les suspensions puissent le laisser présumer.

La faible teneur en alumine et fer amorphes dans les sols tient à la dilution du matériel résiduel par une importante fraction quartzreuse.



TABLEAU XXII

DOSAGE DES PRODUITS AMORPHES DANS LES  
SOLS PRELEVES AUX ABORDS DU RAVINEAU  
en % de l'échantillon brut

PROFIL	N <sup>o</sup>	POSITION	Al (OH) <sup>3</sup> %	Fe (OH) <sup>3</sup> %	SiO <sup>2</sup> %	TOTAL %
<u>III</u>	9	Rive gauche: 0 - 5 cm	1,6	1,5	3,3	6,4
<u>III</u>	10	Rive gauche: 5- 15 cm	1,2	1,4	3,2	5,8
<u>III</u>	11	Talweg 0-5 cm	1,1	1,4	4,6	7,1
<u>VII</u>	21	Rive gauche: 0-5 cm	1,2	1,2	3,6	6,0
<u>VII</u>	22	Rive gauche: 5-15 cm	1,1	1,0	2,9	5,0
<u>VII</u>	23	Talweg 0-5 cm	1,1	1,2	3,3	5,6

- Echantillons de transport solide.

‡ Cranulométrie. Les éléments pris en charge par le ruissellement subissent un tri. Suivant leur taille, ils seront transportés soit en suspension soit par charriage. Au cours du transport la même particule peut subir les deux modalités suivant les variations de la vitesse du courant.

Les courbes de fréquences cumulées montrent des facies très différents suivant qu'il s'agit d'échantillons de charriage ou de suspensions. Nous avons représenté sur un même graphique le charriage et les suspensions correspondant à la même crue (figures 57 à 60). On constate que la pente est plus forte dans le cas du transport sur le fond tandis qu'il y a étalement de la distribution pour les suspensions.

Les principales caractéristiques granulométriques sont les suivantes (tableaux XXIII à XXVII pour le charriage et XXVIII à XXX pour les suspensions) :

- . Le coefficient de mauvais tri est élevé pour les suspensions ( $3 < S_o < 6$ ) tandis que les particules transportées par charriage sont bien classées ( $1,5 < S_o < 4$ ) la plupart des échantillons étant compris entre 1,5 et 2,5.
- . Pour les suspensions comme pour le charriage, l'indice d'asymétrie est plus élevé que celui des sols en place, la plupart des valeurs étant comprises entre 0,70 et 1,60 ce qui indique une distribution assez symétrique autour de la médiane.
- . Les valeurs de la médiane sont comprises entre 40  $\mu$  et 400  $\mu$  pour le charriage et entre 2  $\mu$  et 18  $\mu$  pour les suspensions.
- . Le grain maximum peut dépasser 10000  $\mu$  pour les sédiments charriés, alors qu'il reste inférieur à 1400  $\mu$  pour les suspensions.
- . La fraction sableuse ( $> 100 \mu$ ) en suspension est très réduite l'essentiel du transport se faisant sous forme aleuritique (16 à 50%) et pélitique (40 à 80%).

Dans le transport par charriage, de 30 à 90% des particules sont de dimensions supérieures à 100 u.

Les courbes cumulatives correspondant au charriage et aux suspensions sont représentées par les figures 61 à 68.

Ces caractéristiques granulométriques indiquent qu'une fois le tri effectué au niveau de l'arrachement des particules au sol, l'action du courant n'est pas la même sur le charriage et sur les suspensions. Alors que les particules transportées sur le fond subissent un tri important du fait en particulier du lavage des plus fines, les suspensions n'ont pas un diamètre suffisant pour subir l'action sélective du courant et seuls les éléments les plus grossiers seront susceptibles de se déposer au moment où le courant diminuera. Autrement dit, une fois les particules mises en suspension, aucun tri ne s'effectue au niveau du transport.

Nous avons représenté sur la figure 69 les proportions en sables, aleurites et pélites de tous les échantillons étudiés par un diagramme triangulaire.

La figure 70 illustre la différence de comportement entre charriage et suspensions vis-à-vis du transport.

- Composition minéralogique. La composition minéralogique est la même que celle des sols en place, mais il y a concentration de minéraux argileux au niveau des suspensions. C'est ainsi que la kaolinite, d'après l'ATP, peut représenter 20% de l'échantillon brut. On note d'autre part de plus fortes proportions de kaolinite à la station de l'Amitioro qu'à celle du ravin.

Du fait de la concentration en matériel fin qui s'opère au niveau des suspensions, on a pu doser de fortes teneurs en hydroxydes de fer et d'alumine (tableau XXXI) :

- . de 1,3 à 9,4% pour  $Al(OH)_3$
- . de 0,4 à 7,4% pour  $Fe(OH)_3$

D'importantes quantités de silice ont été dosées (2,3 à 13,4%). Bien qu'une partie provienne certainement des minéraux argileux, on peut penser, d'après les teneurs en fer et alumine, qu'une partie peut se trouver sous forme combinée.

En définitive, le matériel transporté paraît assez identique du point de vue de sa composition granulométrique quelle que soit l'importance de la crue. Nous n'avons d'ailleurs trouvé aucune corrélation entre le débit maximum de la crue :  $Q_M$  et les différentes caractéristiques granulométriques étudiées :  $S_0$ ,  $S_k$ ,  $M_d$  et grain maximum. Cette uniformité peut s'expliquer du fait de la pauvreté du matériel initial en éléments grossiers. La compétence des eaux de ruissellement est suffisante pour en assurer le transport. De plus, malgré la facilité avec laquelle les particules du sol sont susceptibles d'être mises en mouvement, les charges solides restent très faibles, l'érosion étant entravée par les conditions du milieu. Les eaux de ruissellement travaillent donc toujours en dessous de leur capacité.

TABLEAU XXIII

GRANULOMETRIE DU CHARRIAGE 1964

POSITION	DATE	N <sup>o</sup>	% < 1 μ	% 1 à 10 μ	% 10 à 100 μ	% 100 à 1000 μ	% > 1000 μ	Md μ	Q1 μ	Q3 μ	So	SK	QM l/sec
RAV	7/5	2054	1,5	2,0	16,5	76,2	3,8	215	85	360	2,1	0,66	13,5
RAV	19/5	2103	2,1	1,9	23,0	69,5	3,0	205	94	350	1,9	0,78	6,0
RAV	24/5	2122	1,3	0,7	13,0	83,5	1,5	230	135	355	1,6	0,91	5,8
RAV	20/6	2154	2,0	3,8	54,2	37,5	2,5	82	53	165	1,8	1,30	16,6
RAV	28/6	2166	1,8	1,2	14,5	80,5	2,0	215	123	350	1,7	0,93	4,2
AMI 0-25 cm:	13/5	2075	1,0	2,5	8,0	72,0	17,5	385	185	740	2,0	0,92	
AMI 25-50 cm:	13/5	2076	2,6	2,4	9,5	77,5	8,0	400	205	640	1,8	0,82	

TABLEAU XXIV

GRANULOMETRIE DU CHARRIAGE 1965

POSITION	DATE	N <sup>o</sup>	% < 1 / $\mu$	% 1 à 10 / $\mu$	% 10 à 100 / $\mu$	% 100 à 1000 / $\mu$	% > 1000 / $\mu$	Mc / $\mu$	Q1 / $\mu$	Q3 / $\mu$	So	SK	Q M /sec
RAV	4/5	2306	0,8	3,2	14,0	80,0	2,0	240	130	385	1,7	0,87	
RAV	28/6	2373	9,1	6,9	47,0	35,5	1,5	70	33	185	2,4	1,25	
RAV	13/7	2419	1,9	5,1	41,0	49,0	3,0	103	66	230	1,9	1,43	9,7
RAV	16/9	2444	3,6	3,9	26,5	64,0	2,0	155	72	310	2,1	0,93	2,0
RAV	20/9	2455	14,5	12,5	41,0	30,5	1,5	53	8	130	4,0	0,37	1,1
RAV	2/11	2494	14,6	10,9	50,5	23,0	1,0	47	9	95	3,2	0,39	3,8

TABLEAU XXV

## GRANULOMETRIE DU CHARRIAGE - 1966

POSITION	DATE	N <sup>o</sup>	% < 1 /u	% 1 à 10 /u	% 10 à 100 /u	% 100 à 1000 /u	% > 1000 /u	GRAIN MAXI /u	M <sub>1</sub> /u	Q1 /u	Q3 /u	So	Sk	QM /sec
RAV	9/4	8517	2,4	2,2	14,4	74	7	4600	210	130	400	1,8	1,18	11,6
RAV	11/4	8537	3,7	3,3	31,0	61,5	0,5	2900	130	74	190	1,6	0,83	2,6
RAV	21/4	8545	0,9	2,1	9,5	77,5	10,0	8000	340	182	500	1,7	0,79	1,5
RAV	14/5	8565	4,5	4,2	31,3	57,5	2,5	6850	130	66	250	2,0	0,98	12,1
RAV	16/5	8582	3,7	4,5	42,8	47,0	2,0	4800	96	54	240	2,1	1,41	2,5
RAV	5/6	8601	0	10,0	25,0	63,0	2,0	2700	145	73	270	1,9	0,94	2,1
RAV	20/6	8562	1,5	2,7	25,8	68,5	1,5	7200	150	85	260	1,8	0,98	
RAV	2/7	8685	20,0	10,5	43,5	26,5	0,5	3100	47	4,5	105	1,2	0,21	35,0
RAV	12/7	8709	1,2	0,8	18,0	77,0	3,0	6180	172	112	290	1,6	1,10	
RAV	17/7	8739	1,4	1,1	19,9	74,0	3,5	7000	170	110	285	1,6	1,08	
RAV	27/7	8740	5,2	3,3	27,5	63,2	0,8	2250	152	64	280	2,1	0,78	7,0
RAV	3/10	8791	18,1	10,5	63,0	7,9	0,5	5000	24	6,5	48	3,7	0,54	6,4
AMI	7/6	8605	1,1	1,7	11,2	54,5	31,5	9700	440	190	1125	2,4	1,10	1140

TABLEAU XXVI

GRANULOMETRIE DU CHARRIAGE - 1967

POSITION	DATE	N <sup>o</sup>	% < 1 µ	% 1 à 10 µ	% 10 à 100 µ	% 100 à 1000 µ	% > 1000 µ	GRAIN MAXI- µ	Md µ	Q1 µ	Q3 µ	So	Sk	2 M g/sec
RAV	7/6	8859	11,5	8,5	28,0	48,0	4,0		110	20,0	270	3,7	0,45	2,6
RAV	9/6	8903	1,7	1,3	15,0	80,0	2,0		205	125	280	1,5	0,83	1,5
RAV	26/6	8926	4,7	2,3	21,0	65,5	6,5		182	88	290	1,8	0,77	3,4
RAV	5/7	8949	4,8	3,0	20,2	67,5	4,5		190	88	310	1,9	0,76	3,4
RAV	14/7	8998	2,5	1,7	19,8	68,2	7,8		215	105	360	1,9	0,82	4,0
RAV	20/12	9008	2,0	4,0	50,0	41,8	2,2		80	37	230	2,5	1,33	1,5





TABLEAU X X VIII

GRANULOMETRIE DES SUSPENSIONS - AMITTIORO - 1967

POSITION :	DATE :	N <sup>o</sup> :	% : : < 1 μ :	% : : 1 à 10 μ :	% : : 10 à 100 μ :	% : : > 100 μ :	GRAIN : : MAXI- : : μ :	Md : : μ :	Q1 : : μ :	Q3 : : μ :	So :	Sk :	Q M : : m / sec :
AMI :	1/6 :	8836 :	4,1 :	38,9 :	54,7 :	2,3 :	1100 :	13,5 :	4,5 :	50,2 :	3,3 :	1,24 :	0,744 :
AMI :	7/6 :	8860 :	12,1 :	34,9 :	51,8 :	1,2 :	1300 :	12,5 :	2,4 :	46,0 :	4,4 :	0,71 :	4,48 :
AMI :	25/6 :	8927 :	8,0 :	30,0 :	61,8 :	0,2 :	800 :	18,0 :	5,0 :	70,0 :	3,7 :	1,08 :	2,41 :
AMI :	4/7 :	8950 :	35,4 :	24,6 :	38,8 :	1,2 :	700 :	4,8 :	:	32,0 :	:	:	5,24 :
AMI :	7/7 :	8967 :	39,4 :	23,6 :	36,4 :	0,6 :	400 :	3,0 :	:	22,0 :	:	:	11,20 :
AMI :	14/7 :	8984 :	24,5 :	33,0 :	42,0 :	0,5 :	850 :	6,8 :	1,0 :	34,0 :	5,8 :	0,74 :	3,08 :
AMI :	21/12 :	9009 :	24,2 :	33,8 :	39,2 :	2,8 :	1400 :	6,2 :	1,0 :	26,0 :	5,1 :	0,68 :	1,16 :

TABLEAU XXIX

GRANULOMETRIE DES SUSPENSIONS - RAVINEAU 1968

POSITION :	DATE :	N <sup>o</sup> :	% < 1 μ :	% 1 à 10 μ :	% 10 à 100 μ :	% > 100 μ :	GRAIN MAXI- μ :	Md μ :	Q1 μ :	Q3 μ :	So :	Sk :	OM / sec :
RAV	19/6	9144	58,0	16,0	25,9	0,1	1500			15,0			3,4
RAV	24/6	9178	28,4	20,6	49,4	1,6	700	11,0		60,0			3,4
RAV	30/6	9203	32,4	32,1	31,5	4,0	1100	3,8		28,0			7,2
RAV	2/7	9238	46,8	19,7	27,5	6,0	950	1,1		22,0			21,0
RAV	13/7	9280	45,2	22,8	30,3	1,7	950	1,7		46,0			12,1
RAV	20/7	9331	12,2	39,3	47,4	1,1	800	9,2	1,9	24,5	3,6	0,55	2,0
RAV	28/7	9361	41,1	24,9	33,5	0,5	1000	2,0		25,0			186,0
RAV	29/7	9386	16,0	44,0	38,8	1,2	1300	6,0	1,55	28,0	4,3	1,24	2,0
RAV	7/8	9409	27,5	35,5	36,3	0,7	1400	3,1		20,0			2,0
RAV	13/8	9421	52,3	24,7	22,7	0,3	700			8,7			2,6
RAV	29/8	9442	22,7	32,3	29,6	15,4	1300	6,2	1,5	48,0	5,6	1,88	9,7
RAV	10/9	9467	48,3	34,2	16,0	1,5	1100	1,02		4,8			34,0

TABLEAU XXX

## GRANULOMETRIE DES SUSPENSIONS - AMITIORO - 1968

POSITION :	DATE :	N <sup>o</sup> :	% < 1 M :	% 1 à 10 M :	% 10 à 100 M :	% > 100 M :	GRAIN MAXI- M :	Md :	Q1 :	Q3 :	So :	Sk :	Q M m <sup>3</sup> /sec :
AMI :	8/6 :	9098 :	27,6 :	32,9 :	39,5 :	0,01 :	1300 :	6,2 :	25,0 :				18,38 :
AMI :	19/6 :	9163 :	8,0 :	20,0 :	71,7 :	0,3 :	1200 :	37,0 :	7,0 :	74,0 :	3,3 :	0,38 :	2,97 :
AMI :	27/6 :	9210 :	34,0 :	35,0 :	30,6 :	0,4 :	600 :	2,7 :	48,0 :				10,03 :
AMI :	1/7 :	9226 :	17,1 :	37,9 :	44,4 :	0,6 :	900 :	7,0 :	1,5 :	54,0 :	6,0 :	1,65 :	14,31 :
AMI :	2/7 :	9252 :	26,0 :	31,0 :	42,4 :	0,6 :	600 :	5,4 :	46,0 :				8,95 :
AMI :	8/7 :	9294 :	15,8 :	40,2 :	43,5 :	0,5 :	800 :	6,2 :	1,5 :	36,0 :	4,9 :	1,41 :	7,18 :
AMI :	17/7 :	9336 :	6,0 :	46,0 :	47,7 :	0,3 :	550 :	8,0 :	1,8 :	48,0 :	5,2 :	1,35 :	5,53 :
AMI :	21/7 :	9344 :	21,1 :	34,9 :	43,7 :	0,3 :	1100 :	7,0 :	1,2 :	34,0 :	5,3 :	0,83 :	10,57 :
AMI :	28/7 :	9377 :	33,1 :	31,9 :	34,6 :	0,4 :	550 :	3,0 :	25,0 :				28,90 :
AMI :	8/8 :	9426 :	30,7 :	35,3 :	32,8 :	1,2 :	1000 :	2,3 :	25,0 :				4,55 :
AMI :	28/8 :	9451 :	34,7 :	38,8 :	25,9 :	0,6 :	850 :	2,1 :	16,0 :				10,39 :
AMI :	6/9 :	9473 :	36,0 :	17,0 :	46,1 :	0,9 :	1100 :	5,0 :	32,0 :				14,31 :
AMI :	22/9 :	9478 :	37,1 :	32,9 :	29,1 :	1,4 :	1250 :	2,2 :	15,0 :				6,76 :
AMI :	12/10 :	9503 :	21,9 :	34,6 :	42,7 :	0,8 :	1200 :	6,5 :	1,1 :	26,0 :	4,9 :	0,67 :	2,69 :
AMI :	20/11 :	9517 :	34,7 :	33,3 :	32,0 :	0,03 :	1000 :	2,7 :	18,0 :				4,02 :
AMI :	12/12 :	9535 :	25,1 :	37,4 :	35,7 :	0,8 :	600 :	5,5 :	1,0 :	33,0 :	5,7 :	1,09 :	3,44 :

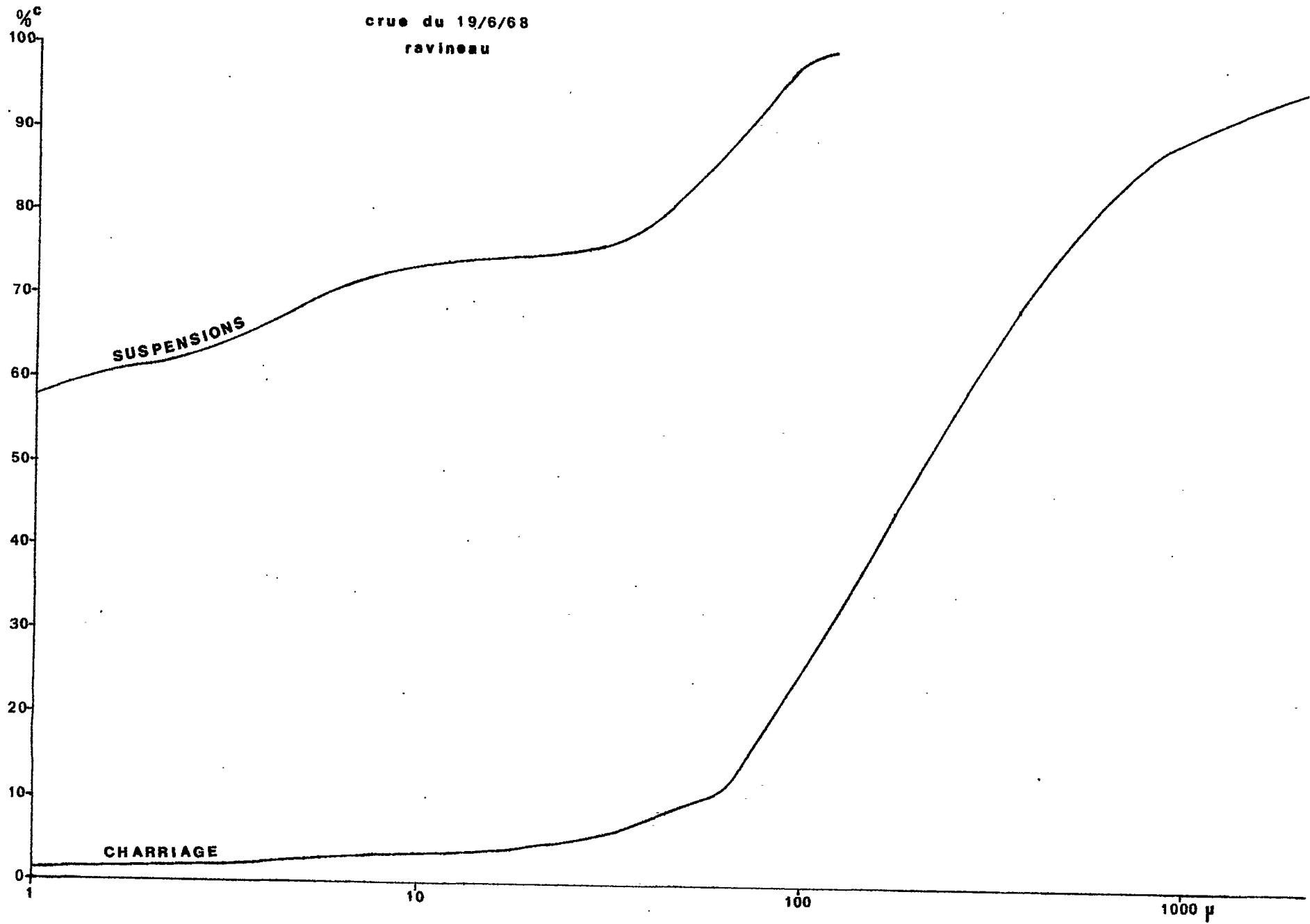
TABLEAU XXXI

DOSAGES DES PRODUITS AMORPHES DANS LES  
SUSPENSIONS AU RAVINEAU ET A L'AMITIORO  
en % de l'échantillon brut

N°	DATE	POSITION	Al (OH) <sup>3</sup> %	Fe (OH) <sup>3</sup> %	SiO <sup>2</sup> %	TOTAL %
2211	12/2/65	RAVINEAU MAXIMUM	7,8	1,4	4,8	14,0
2213	"	RAVINEAU HYPODERMIQUE	6,5	0,4	3,2	12,1
2214	"	AMITIORO DEBUT	1,6	2,6	8,5	12,7
2217	14/2/65	AMITIORO HYPODERMIQUE	9,4	1,6	9,5	20,5
2366	20/4/65	AMITIORO MAXIMUM	3,8	3,3	10,2	17,3
2491	2/11/65	RAVINEAU MAXIMUM	1,3	2,0	12,4	15,7
2503	11/11/65	AMITIORO ETIAGE	8,4	7,4	11,4	27,2
8514	9/4/66	RAVINEAU MAXIMUM	3,5	4,4	9,5	17,4
8522	"	AMITIORO MAXIMUM	2,9	4,7	10,7	17,4
8561	13/5/66	RAVINEAU MAXIMUM	4,0	4,2	8,4	16,6
8567	14/5/66	AMITIORO MAXIMUM	3,5	5,0	13,4	21,9
8641	15/6/66	AMITIORO MAXIMUM	6,7	2,4	2,3	11,4

**GRANULOMETRIE**

**crue du 19/6/68  
ravineau**



**fig. 57**

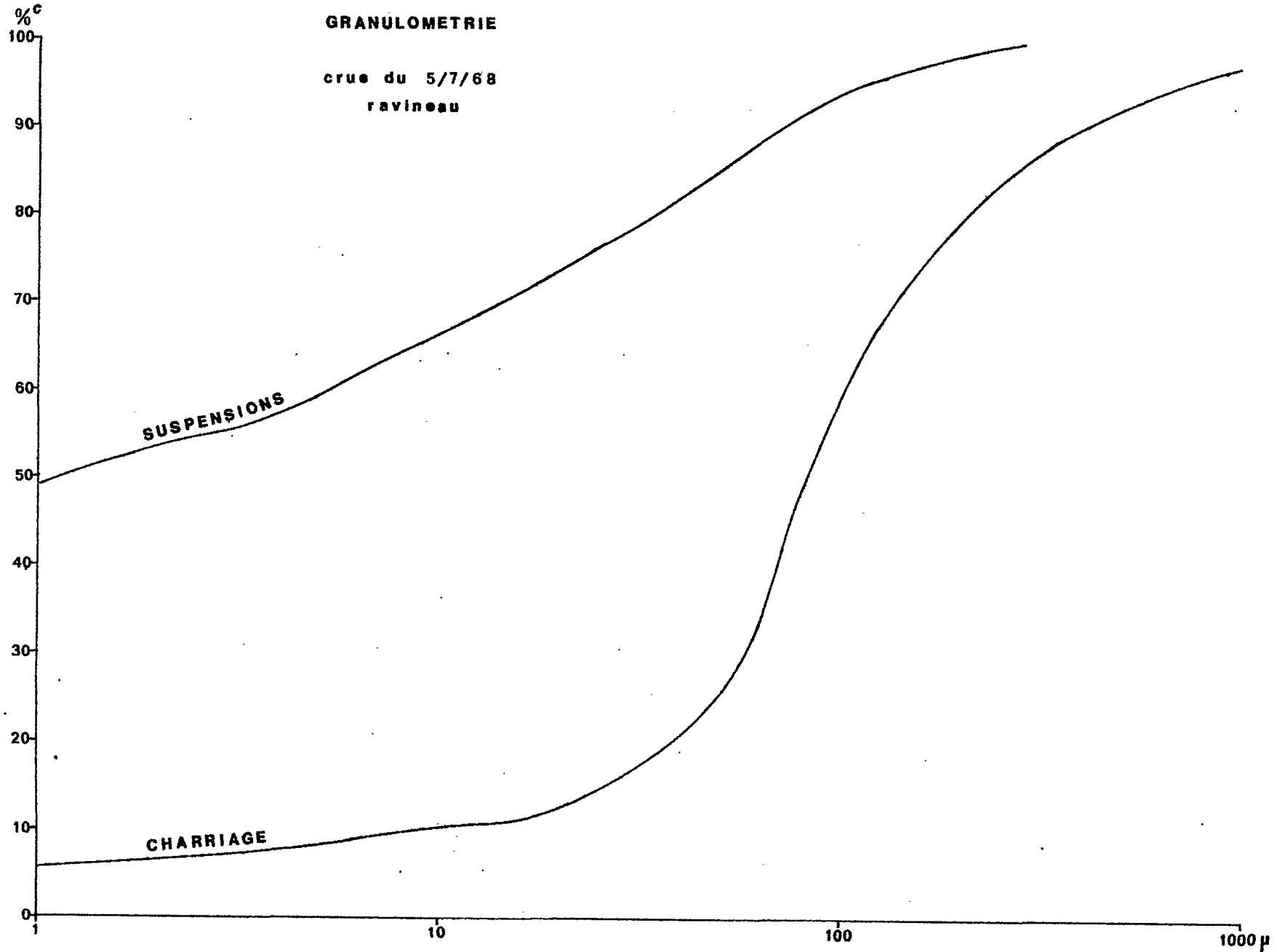


fig.58

GRANULOMETRIE

crue du 20/7/68

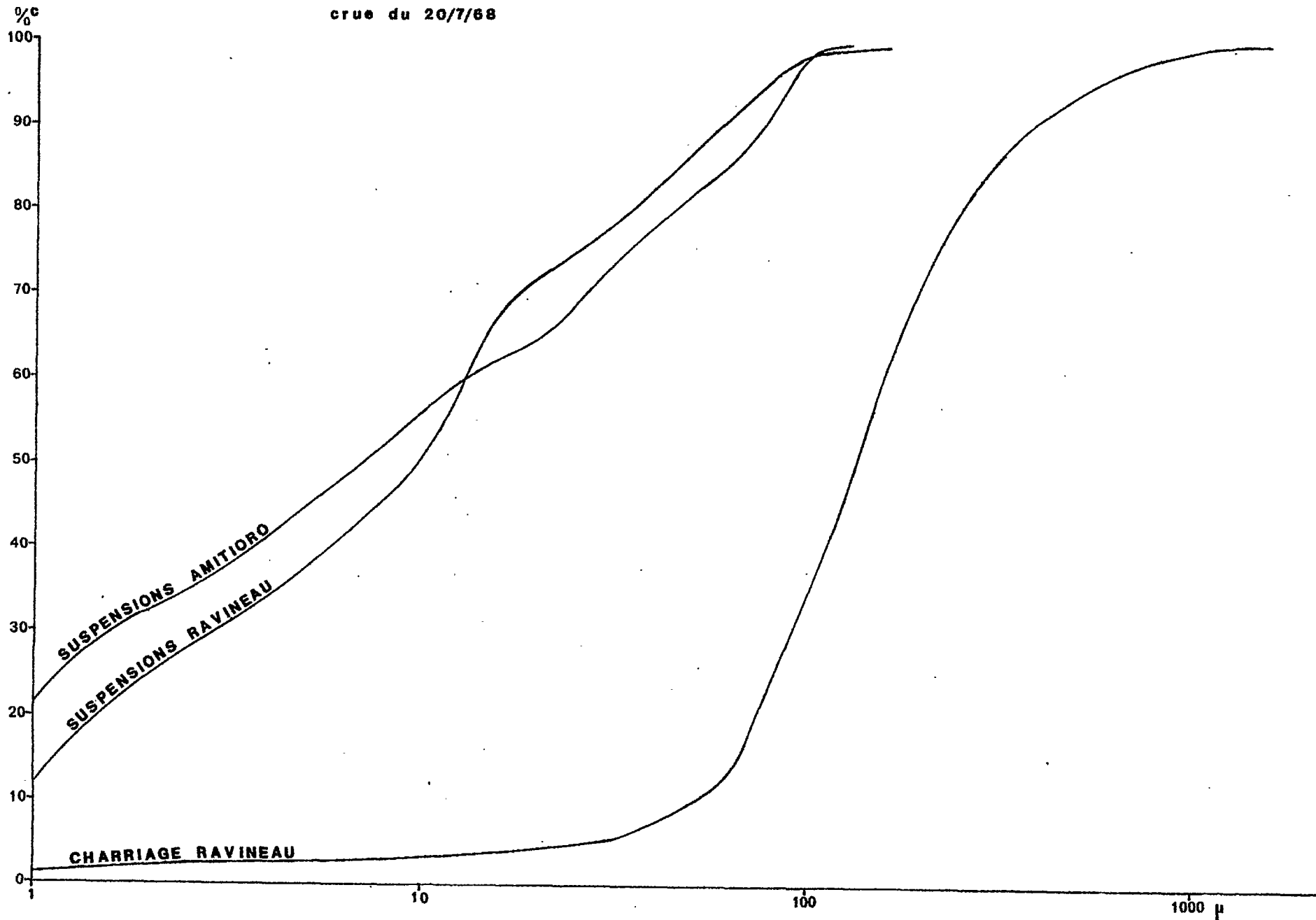


fig.59



GRANULOMETRIE

crue du 26/7/68

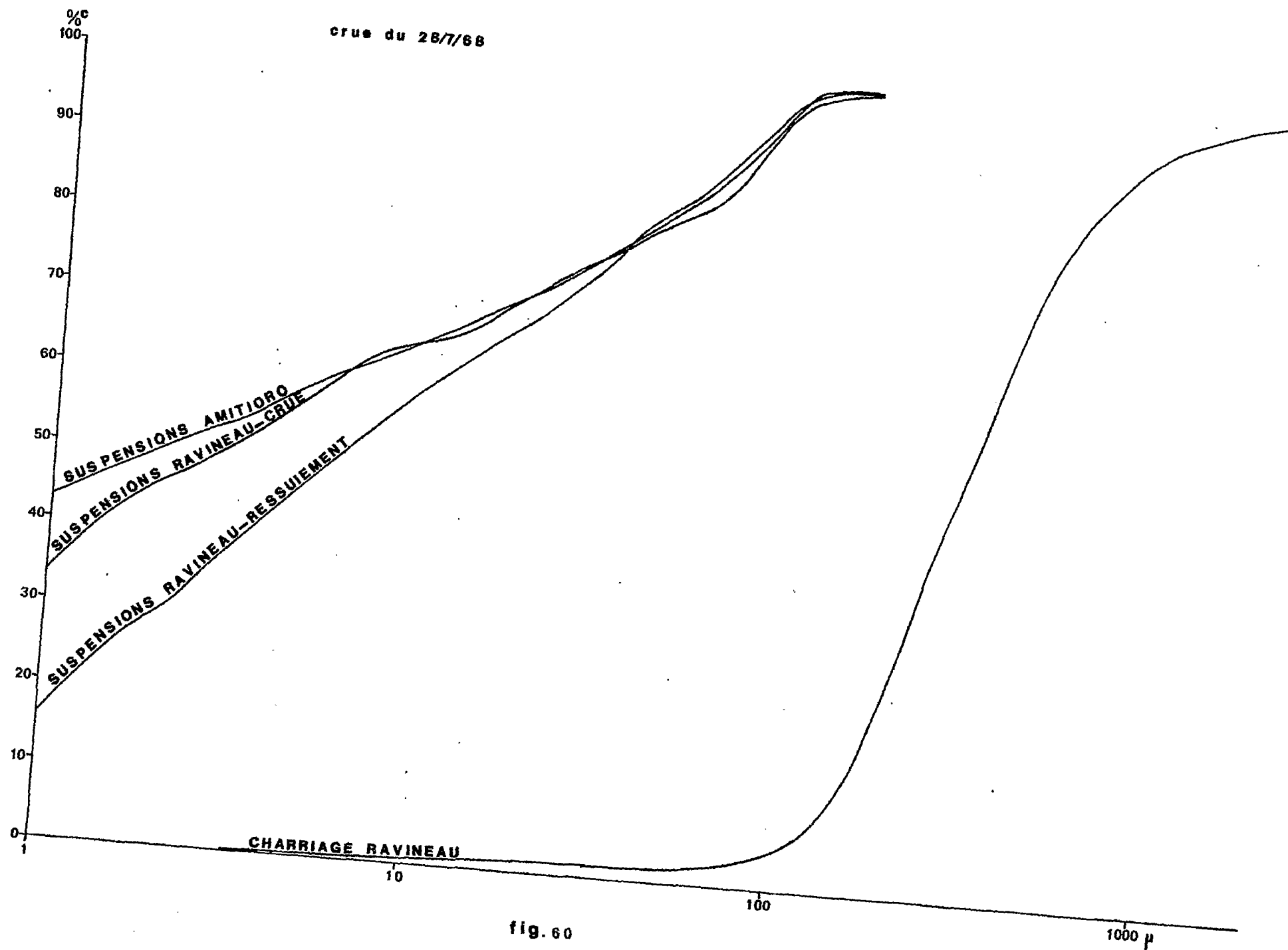


fig. 60

# GRANULOMETRIES DU CHARRIAGE

1964

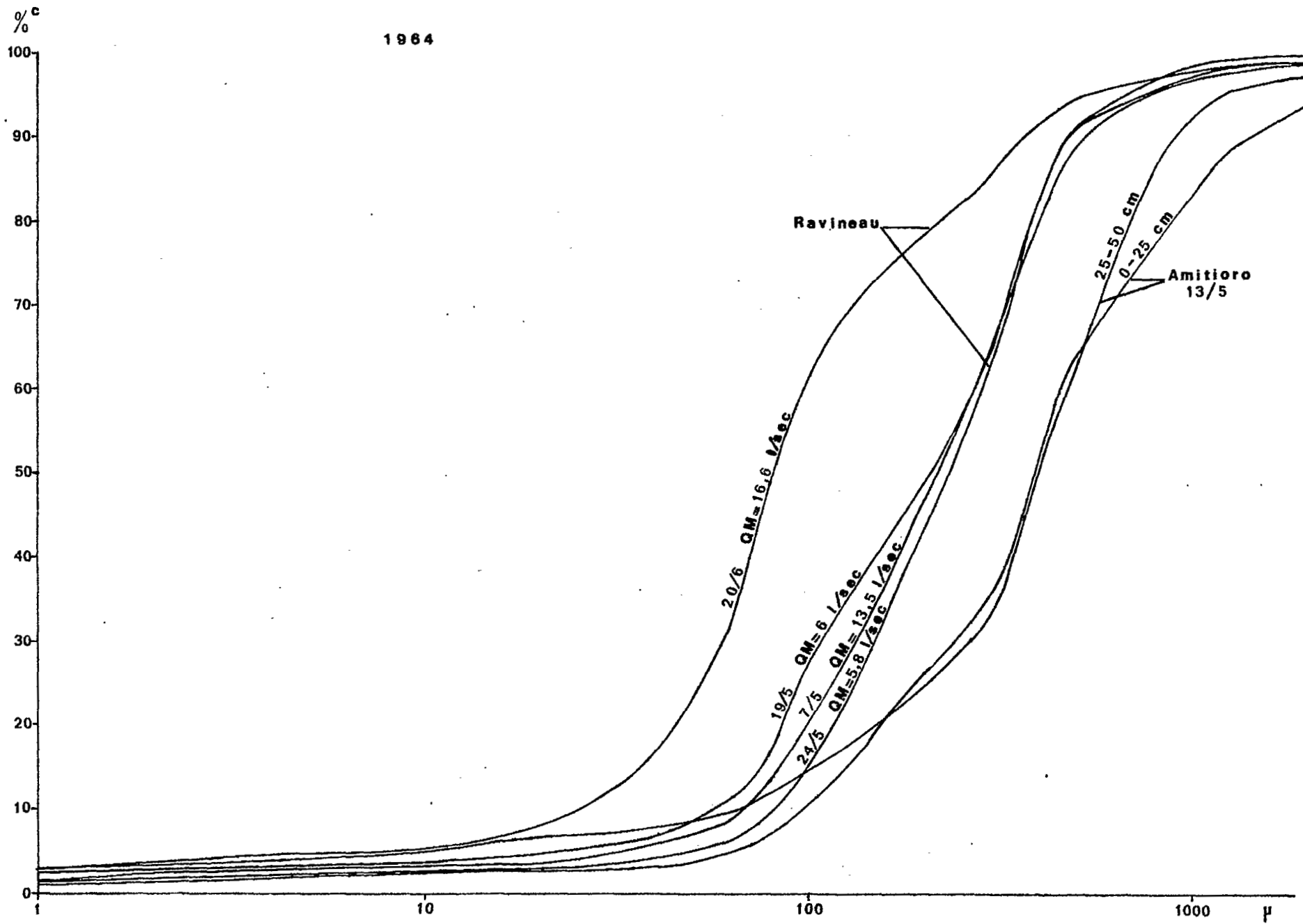


fig. 61

GRANULOMETRIES DU CHARRIAGE

RAVINEAU - 1965

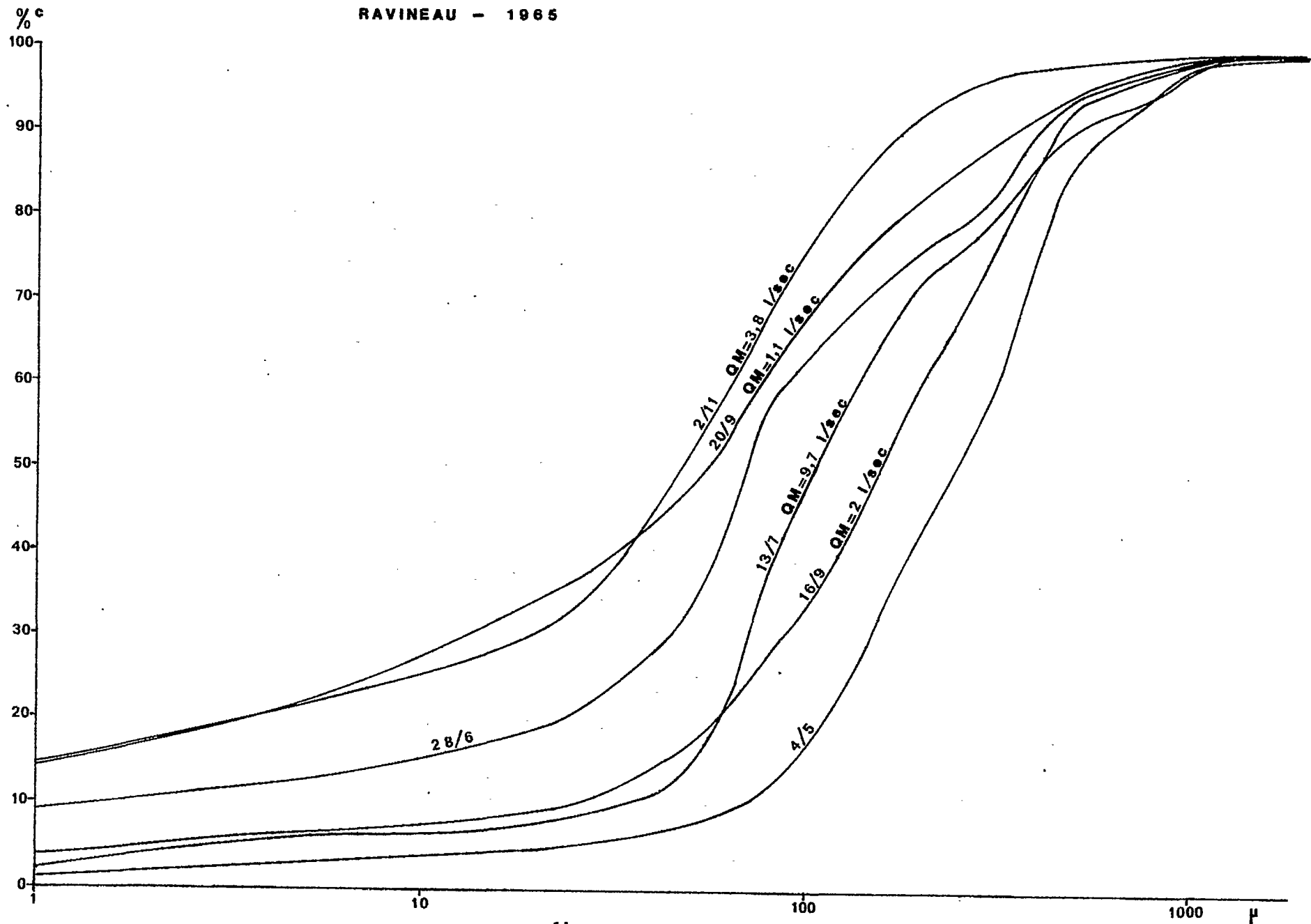


fig. 62

GRANULOMETRIES DU CHARRIAGE

RAVINEAU - 1966

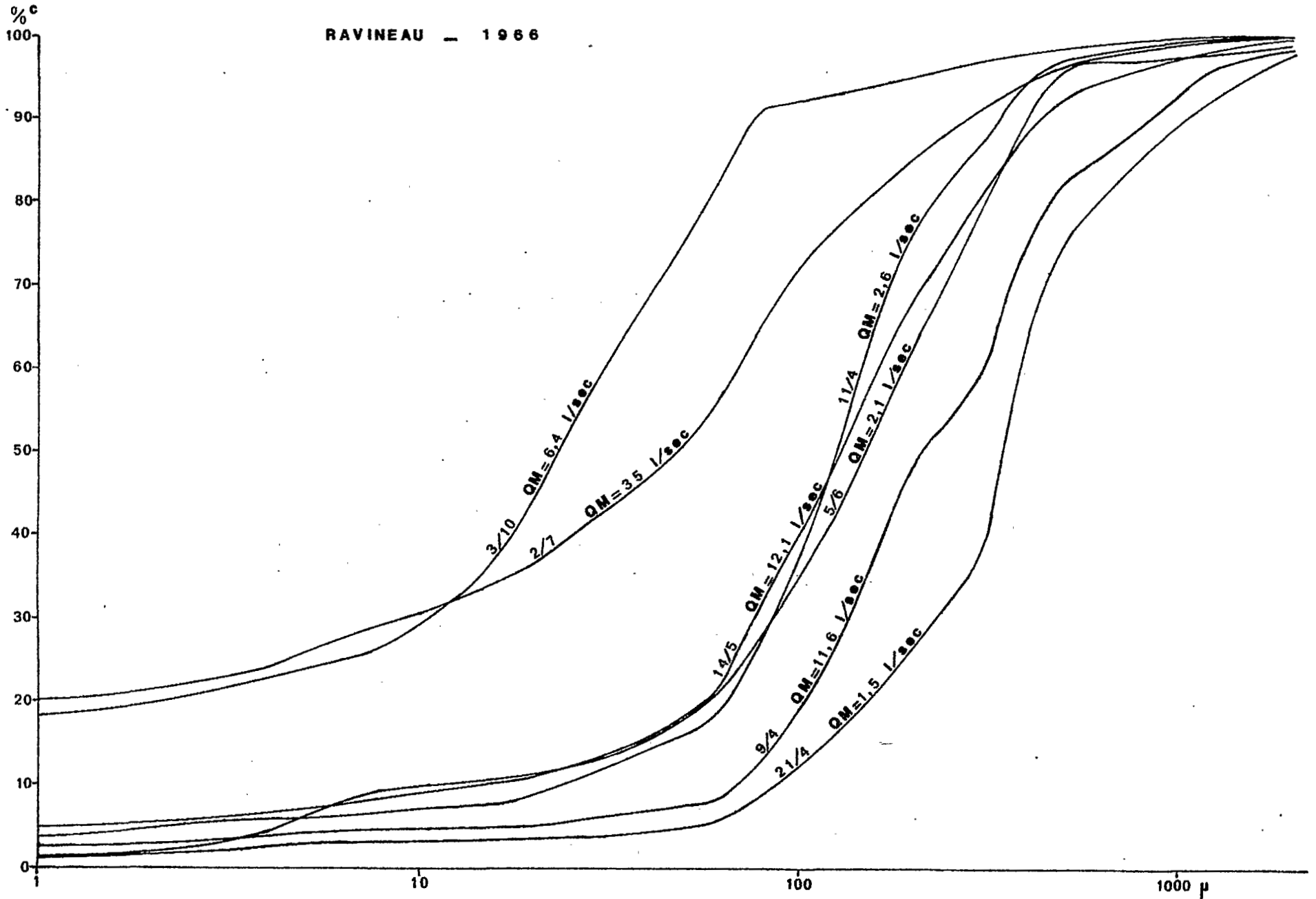


fig.63

GRANULOMETRIES DU CHARRIAGE

RAVINEAU - 1987

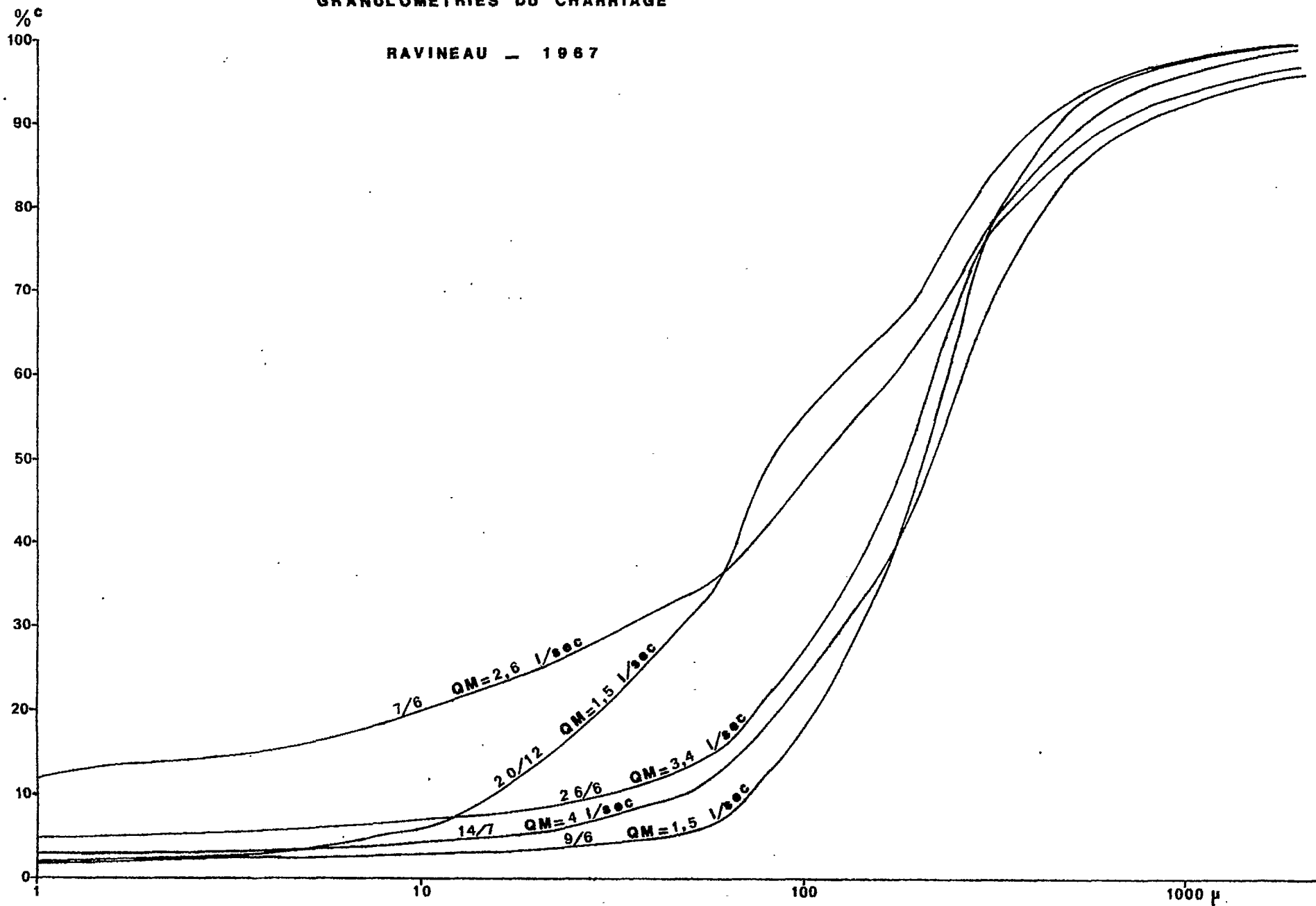


fig. 64

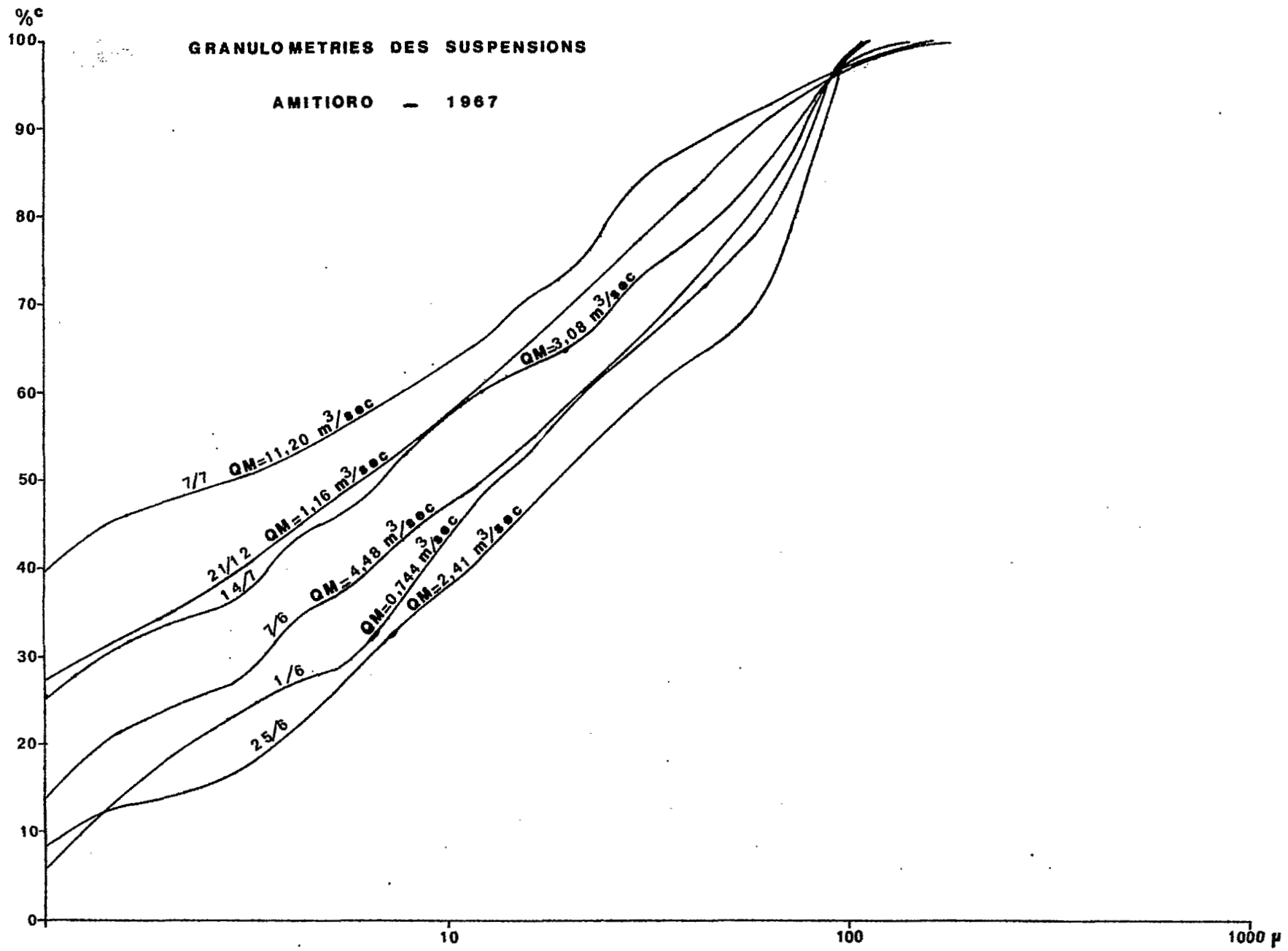


fig. 65

GRANULOMETRIES DU CHARRIAGE

RAVINEAU — 1968

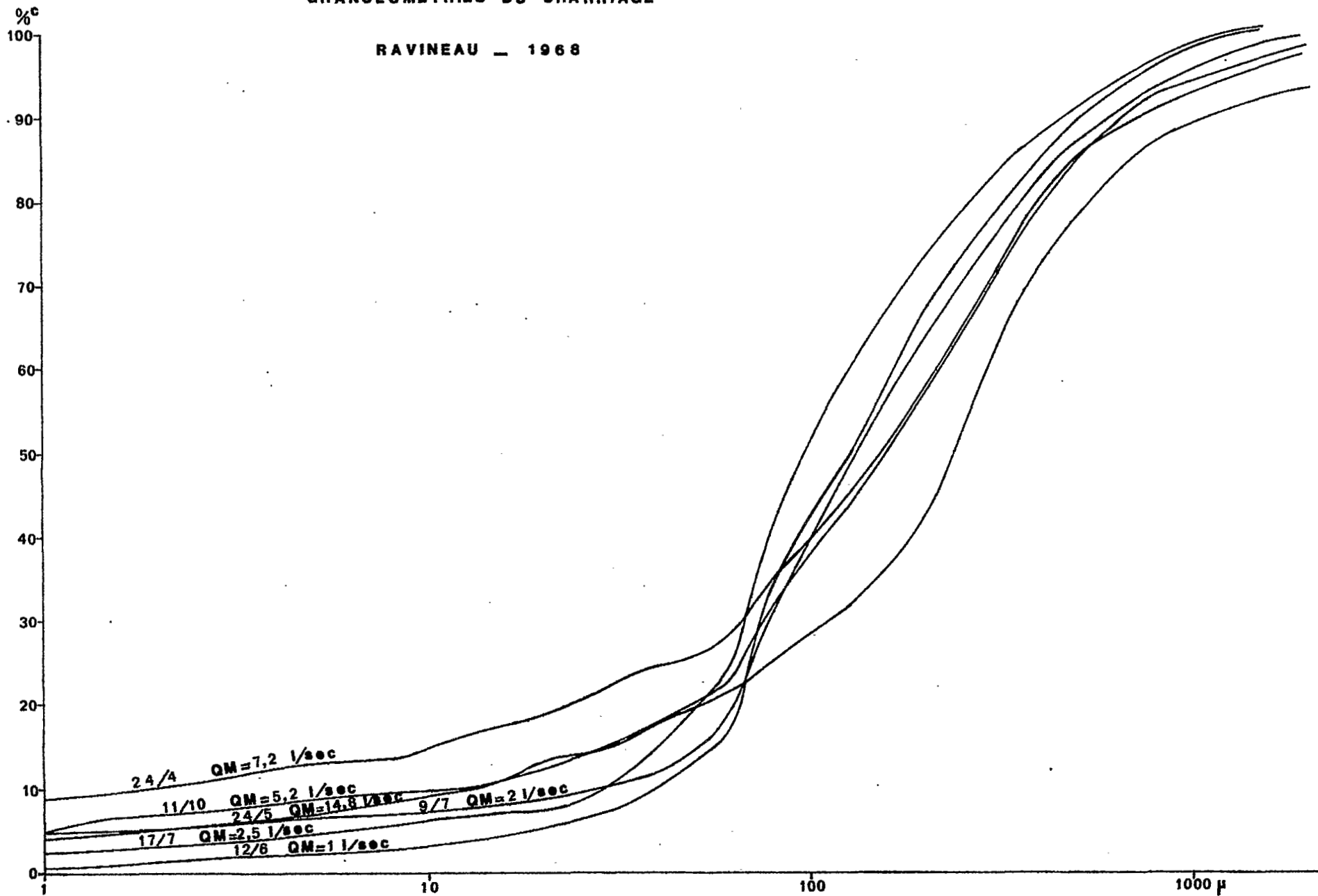


fig.66

GRANULOMETRIES DES SUSPENSIONS

RAVINEAU - 1968

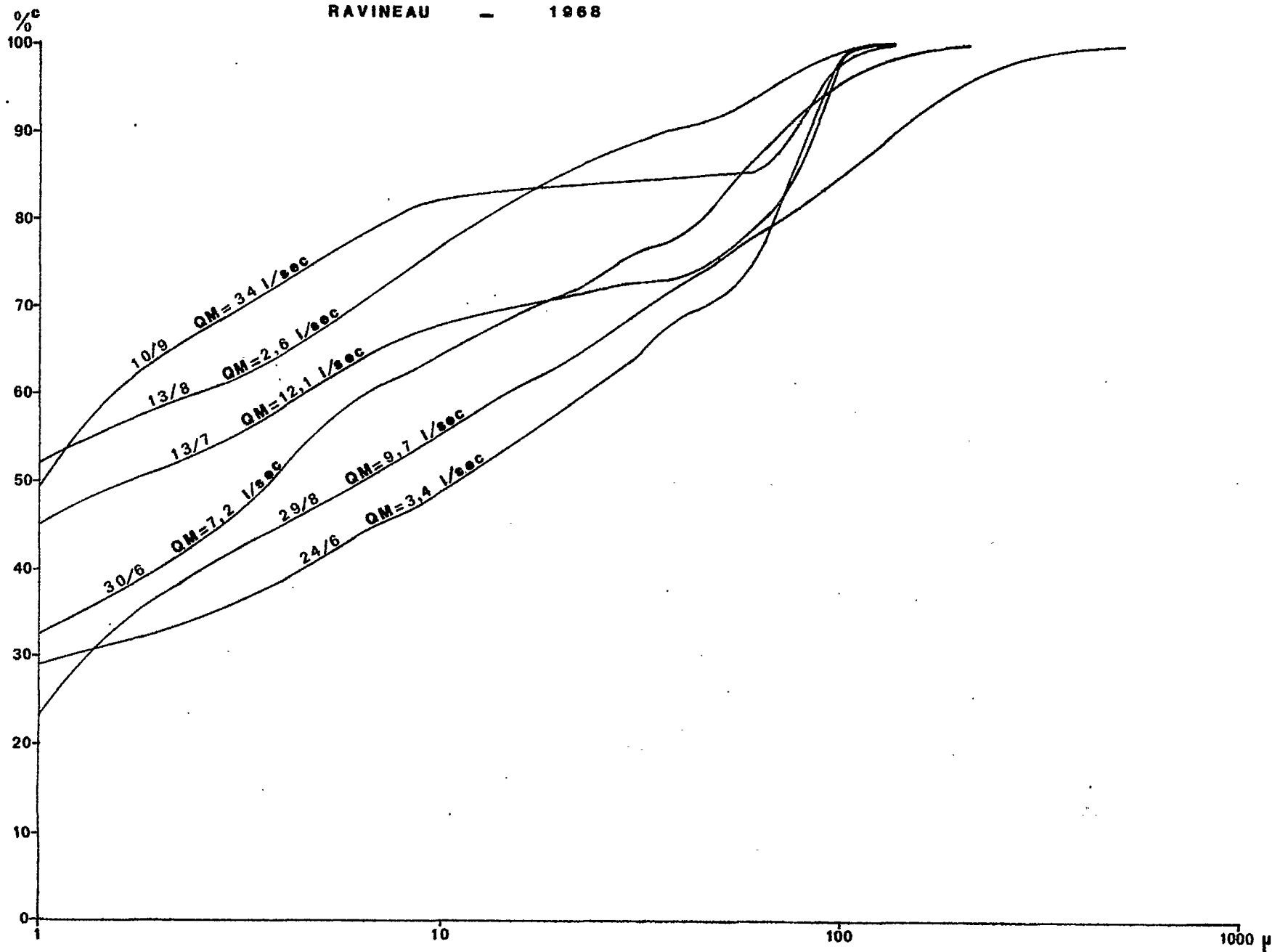


fig. 67



GRANULOMETRIES DES SUSPENSIONS

AMITIRO - 1968

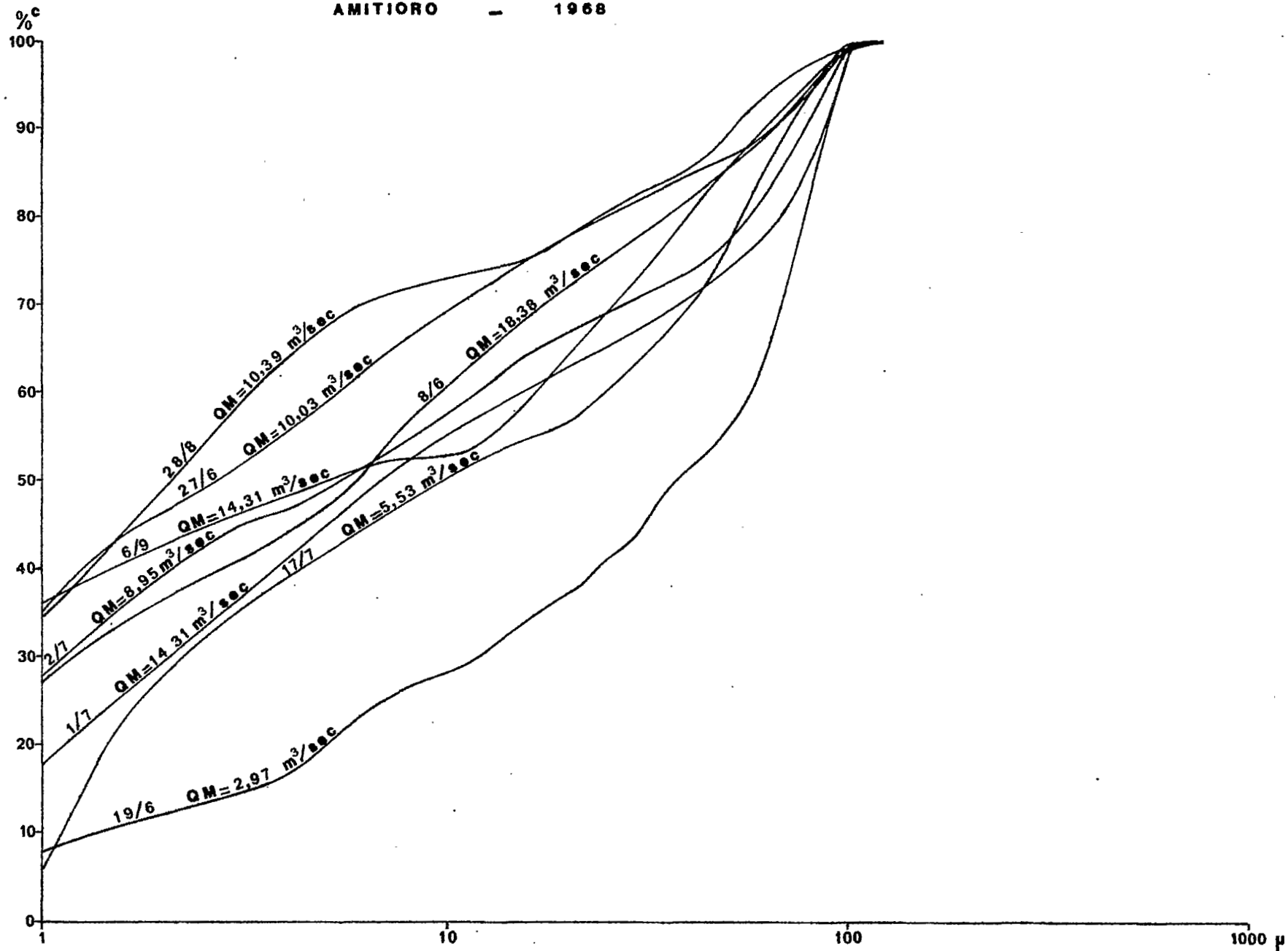


fig. 68

GRANULOMETRIES COMPAREES

- sols en place
- o charriage
- x suspensions

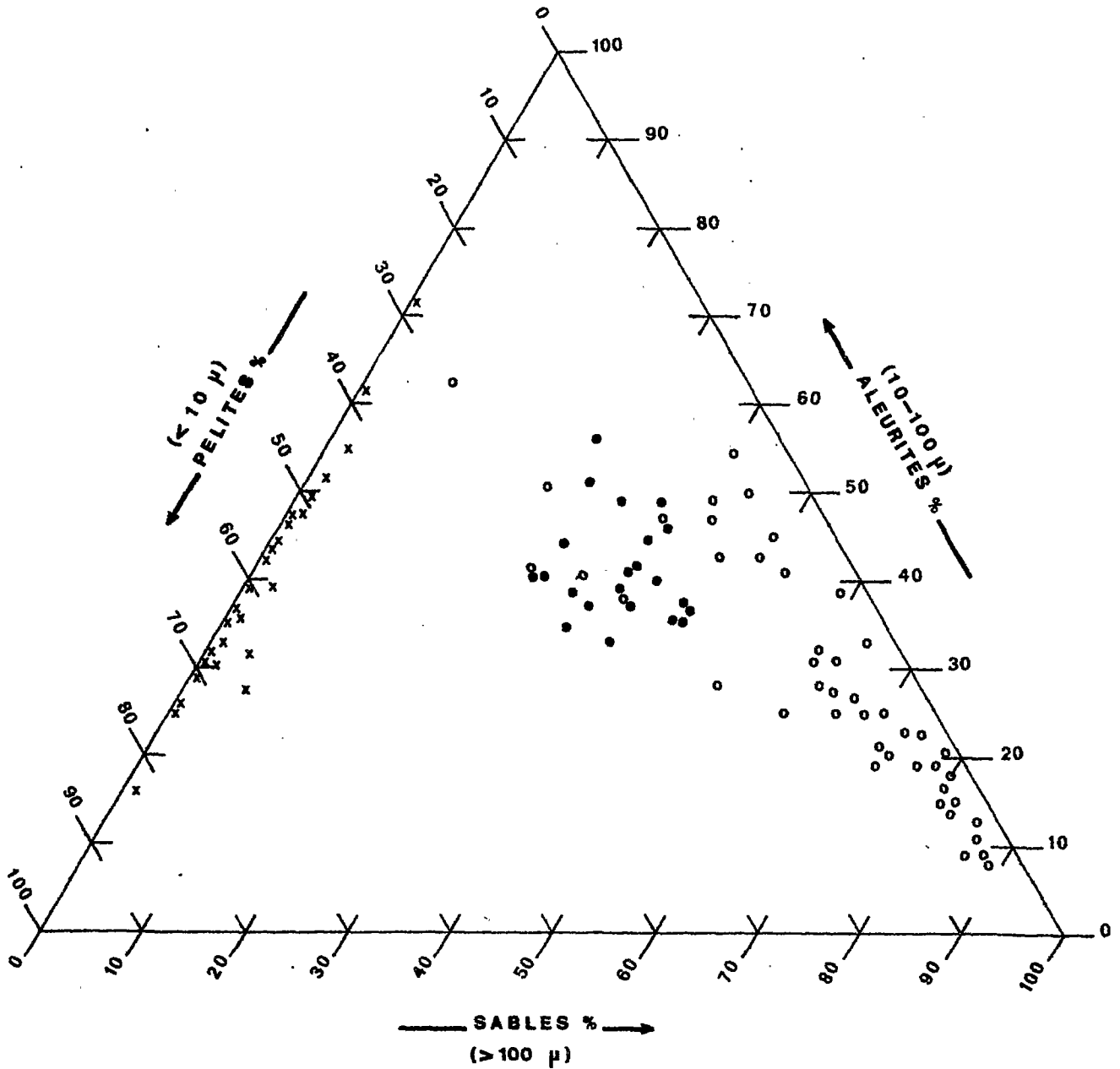


fig.69

DIAGRAMME SORTING/SKEWNESS

- sols en place
- charriage
- x suspensions

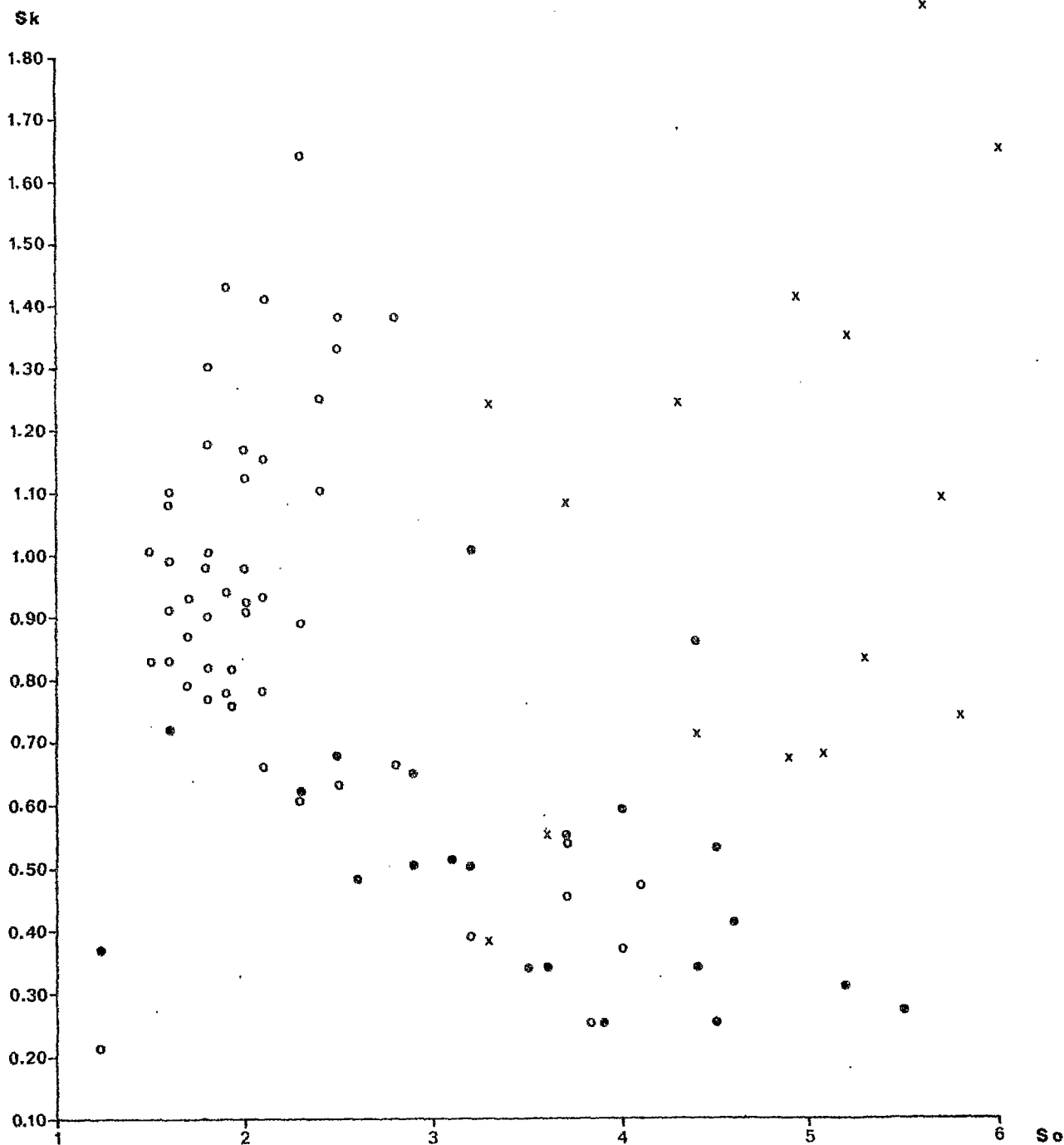


fig. 70

## CONCLUSION

Cet exposé fournit des données sur l'aspect dynamique de l'érosion mécanique par les eaux de ruissellement. Nous avons montré comment se répartissent les différents épisodes d'exportation pendant la saison pluvieuse des 6 années d'observation.

Il apparaît pour chaque crue un départ presque instantané d'éléments arrachés au sol par le ruissellement et qui n'intéresse qu'une partie de la montée de crue au cours de laquelle les eaux se concentrent en matériaux en suspension jusqu'à un maximum qui se situe avant la pointe de crue. L'importance de l'accélération du débit est mise en évidence.

On a noté que les valeurs de la turbidité des eaux n'étaient pas affectées par l'importance de la crue. Il semble bien, dans ces conditions, que l'intensité de la pluie n'intervienne pas ou peu dans l'érosion globale provoquée par celle-ci. La quantité de matériel érodé puis transporté est liée au volume d'eau servant de "vecteur transport". En conséquence, on peut établir, avec une certaine approximation, une relation linéaire entre les volumes d'eau ruisselés et le poids des exportations solides effectuées par la crue. Il est probable que ce soit là un des aspects les plus importants de la forme prise par l'érosion sous couverture forestière tropicale. L'exemple du bassin versant du Loserigue (région de Korhogo) montre que le processus est différent en savane.

Les sols soumis à cette érosion ne lui offrent que peu de résistance à cause de la faible cohésion des particules entre elles. Ceci provient :

- de la nature granulométrique, avec prédominance des fractions sableuse fine et aleuritique,
- des faibles teneurs en fraction argileuse,
- des teneurs en matière organique moyennes à faibles dans les horizons superficiels (0-15 cm),
- des pourcentages en azote faibles à moyens ce qui ne favorise pas la stabilité des structures,
- de la pauvreté en ions Ca qui ne permet pas la fixation des humates autour des agrégats du sol.

Par ailleurs, sous la couverture forestière, ne se développe pas de tapis végétal et le sol reste nu.

Mais, malgré leur nature, l'érosion des sols est entravée par plusieurs facteurs :

- La couverture forestière offre une protection par la perte d'énergie infligée aux gouttes d'eau de pluie avant leur arrivée au sol. Cependant, d'après G. ROUGERIE (1960) ainsi que d'après nos propres observations, il apparaît que l'effet de l'impact des gouttes au sol n'est pas négligeable. En fait il s'agit surtout d'une mobilisation provisoire du matériel superficiel dont le transport n'est pas pour autant assuré.

- L'horizon superficiel est souvent doté d'un important chevelu radicellaire tendant à fixer les particules du sol. De plus la présence presque continue d'une litière peu épaisse (2 à 3 mm) offre une protection non négligeable. On a noté cependant qu'après un ruissellement une mince couche de limons pouvait recouvrir de place en place cette dernière, témoignant de la mise en mouvement par le ruissellement en nappe.

- Le fort pouvoir de rétention en eau des sols entrave le ruissellement mais favorise le climax forestier. L'imbibition des sols joue un rôle important en favorisant leur cohésion. A ce propos, il n'est pas évident, comme semble le penser G. Rougerie, que les premières pluies survenant après la saison sèche correspondent à un "maxima de l'efficacité érosive". En effet la connaissance des conditions de ruissellement, sévères sur notre bassin, montre que le ruissellement ne survient qu'à condition que le taux de saturation des sols soit suffisamment élevé. C'est ce qu'indiquent les valeurs des pluies limites que nous avons citées. Dans ces conditions, les sols offrent, dès les premières crues, une certaine résistance du fait de leur état d'imbibition qui assure leur cohésion. Nous n'avons d'ailleurs pas noté de concentrations en matériaux en suspensions particulièrement élevées pendant les crues précoces.

- Enfin, une pluviométrie modérée (1323 mm de moyenne interannuelle), en grande partie absorbée et dont seule une faible proportion est disponible pour le ruissellement. C'est ce que traduisent les très faibles coefficients d'écoulement obtenus.

On peut donc constater que dans le stade actuel, le bassin versant de l'Amitiolo n'est soumis qu'à une très faible érosion mécanique qui se traduit surtout par une légère abrasion des interfluves par le ruissellement en nappe, lequel est collecté par des chenaux dont le creusement correspond à une phase érosive inactuelle, mis à part peut-être les ravinements favorisés localement par l'hydromorphie.

Ceci peut être corroboré par les observations suivantes faites au cours de la prospection pédologique par P. de La Souchère:

- Absence de phénomènes érosifs brutaux tels que arrachements, ravines bien développées, glissements.
- Absence d'un niveau cuirassé supérieur dans la zone des 40 m à 80 m d'altitude dont le démantèlement est contemporain du creusement des talwegs.
- Calibrage des gravillons lié à la topographie traduisant d'importants remaniements superficiels.
- Colluvionnement important dans les vallées.

La physionomie actuelle du paysage, qui, à cause de son réseau bien ramifié et du rapprochement des têtes de talweg, indique donc une action importante du ruissellement, ne peut pas être due aux conditions actuelles, mais à un paléoclimat plus aride.

En ce qui concerne les modalités du transport solide, nous avons remarqué que les eaux de ruissellement travaillaient toujours en dessous de leur capacité et de leur compétence (au moins pour le transport en suspension) ce qui se traduit par des granulométries assez semblables quelle que soit la force de la crue. Le matériel fin est transporté en suspension " en vrac", tandis que le matériel transporté par charriage est soumis à un tri important.

## REFERENCES

- BOULANGE (B.) : "Transport et érosion sur un bassin versant représentatif tributaire de la rivière Amitioro (Côte d'Ivoire)"  
Aparaître.
- ELDIN (M.)-DAUDET (A.), (1968) : "Carte climatique. Déficits hydriques cumulés et durée de la saison sèche. Notice explicative" ORSTOM Adiopodoumé, ronéo., mars 1967.
- LENOIR (F.), (1968) : "Transport solide en suspension sur le bassin de Korhogo". Rapp. multigr., ORSTOM-Adiopodoumé, décembre 1968, 36p.
- MERIAUX (S.), (1952) : "Observations sur la méthode densimétrique dans l'analyse granulométrique". C.R.A.cad.Sc., Paris, 235, P.381-383.
- MERIAUX (S.), (1954) : "Contribution à l'étude de l'analyse granulométrique". Ann.Agro., 1954, P.5-59 et 149-205.
- MOLINIER (M.), (1968) "Etude de ruissellement sur le bassin versant de Korhogo. Résultats de la Campagne 1967" Rapp. multigr. ORSTOM-Adiopodoumé 2Op. Décembre 1968.
- ROOSE (E.), (1966) : "Etude de la méthode des bandes d'arrêt pour la conservation de l'eau et des sols. II : Résultats des cases d'érosion d'Adiopodoumé en 1965". Rapp. multigr., ORSTOM-Adiopodoumé, août 1966 23 p.
- ROOSE (E.), (1967) : "Quelques exemples des effets de l'érosion hydrique sur les cultures". Rapp. multigr., ORSTOM-Adiopodoumé, avril 1967, 18 p.
- ROOSE (E.), (1968) : "Erosion en nappe et lessivage oblique dans quelques sols ferrallitiques de Côte d'Ivoire". Rapp. multigr., ORSTOM-Adiopodoumé, janvier 1968, 17 p.
- ROUGERIE (G.), (1960) : "Le Façonnement actuel des modelés en Côte d'Ivoire forestière". Mem.IFAN, 1960, 58, 542 p.
- SEGALEN (P.), (1968) : "Note sur une méthode de détermination des produits minéraux amorphes dans certains sols à hydroxydes tropicaux". Cah.ORSTOM, sér.pédol., Vol.VI, n°I, p.105-126.
- SIRCOULON (J.), (1967) : "Bassin de l'Amitioro. Etude du ruissellement et de ses facteurs conditionnels climatologiques". Rapp. multigr. ORSTOM-Adiopodoumé, Avril 1967, 89 p., annexe.
- SOUCHERE (P. de La), (1963) : "Etude pédologique d'un bassin versant tributaire de la rivière Amitioro (région de Tiassalé-Côte d'Ivoire) Rapp. multigr. ORSTOM-Adiopodoumé, 14 p., carte 1/10.000<sup>e</sup>.

- TOUCHEBEUF de LUSSIGNY (P.), "Etude de transports solides en Afrique noire et à Madagascar" Rapp. multigr., 15 P.
- TRAN-VINH-AN (J.), (1964) : "Etude de la fraction amorphe colloïdale de quelques sols tropicaux". Mém.Univ.Cath.Louvain, 1964, 51 P.
- VUILLAUME (G.), (1968): "Premiers résultats d'une méthode analytique du ruissellement et de l'érosion en zone sahélienne-Bassin représentatif de Kountkouzout (Niger)". Cah.ORSTOM, sér.hydrol., vol.5, n°2, 1968, p. 33-56.