

REPUBLIQUE DU TCHAD

---

Ministère des Travaux Publics

ETUDE HYDROLOGIQUE DES  
CHUTES GAUTHIOT

---

CAMPAGNE 1964

---

B. BILLON

R. RANDON

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ET TECHNIQUE D'OUTRE - MER  
CENTRE DE FORT-LAMY

OCTOBRE 1965

⌈ HUTES GAUTHIOT

---

CAMPAGNE 1964

## S O M M A I R E

<u>Introduction</u>	Pages
<u>Chapitre - I</u>	1
A - Personnel et matériel	4
B - Pluviométrie	5
C - Stations limnimétriques et hydrométriques	7
D - Bassin représentatif du Mayo Ligam	12
<u>Chapitre - II</u>	
<u>Résultats obtenus à</u>	
A - GOUNOU GAYA	20
B - PATALAO	21
C - Digue de TIKEM	24
D - MBOURAO	26
E - Km 20	28
F - Mayo DORBO	31
<u>Chapitre - III</u>	
A - Résultats obtenus sur le bassin représentatif du Mayo LIGAM	39
<u>Chapitre - IV</u>	
A - Apports des différentes zones en 1964	56
B - Retour sur les résultats acquis en 1961	61
C - Volumes des crues du Mayo KEBBI entre 1949 et 1964	62
D - Débit maximal de crue à différentes stations	63
<u>Conclusions</u>	65

Une nouvelle Convention a été passée en 1964 entre le Service des Travaux Publics du TCHAD et l'ORSTOM pour la poursuite des études hydrologiques des Chutes Gauthiot.

En 1961 une première campagne de mesures a été exécutée et a fait l'objet d'un rapport :

- "Chutes Gauthiot - Campagne Hydrologique 1961" par M.ROCHE

Auparavant trois notes étaient parues sur l'étude de ces Chutes mais les éléments qui y étaient donnés ne représentent que des évaluations approchées effectuées à partir de la pluviométrie :

- "Possibilités d'aménagement des Chutes Gauthiot" par A.BOUCHARDEAU (Sept.1959)
- "Aménagement des Chutes Gauthiot - Campagne 1960" par C.ROCHETTE.
- "Note hydrologique préliminaire pour l'aménagement des Chutes Gauthiot" par M.ROCHE (Octobre 1961).

—ooOoo—

Rappelons que l'alimentation du Mayo Kébbi aux Chutes Gauthiot est réalisée par 6 zones d'alimentation représentées sur le graphique de la page 6.

La zone 1 constituée de terrains plats et perméables à coefficients d'écoulement très faibles.

La zone 2 à faible ruissellement

La zone 3 composée des apports de la Kabbia et des apports en provenance des deversements du Logone à ERE.

La zone 4 composée essentiellement des mayos Dorbo et Déhe.

Les zones 5 et 6 composées de mayos de petite ou moyenne superficie à ruissellement relativement élevé.

.../...

### Campagne 1961

Elle constitue la première campagne hydrologique d'une certaine envergure pour l'étude de ces chutes. Les résultats obtenus sont les suivants :

- La station se trouvant à proximité du barrage de retenue projeté à 20 km en aval de M'BOURAO a été étalonnée et les crues y ont été enregistrées dans leur totalité, le volume annuel écoulé a donc pu être calculé de façon très précise.
- L'étude du bassin du Mayo Ligam a donné des indications sur le coefficient d'écoulement de cette partie la plus active du bassin ainsi qu'une première estimation des crues de fréquence rare pour un bassin de cette superficie.
- Un certain nombre d'échelles ont été suivies qui donnent, soit des niveaux d'eau intéressant l'aménagement, soit le régime hydrologique d'affluents du Mayo Kebbi.

### Campagne 1964

Le programme de travail comportait les mêmes études que celles réalisées en 1961 avec en plus les points suivants :

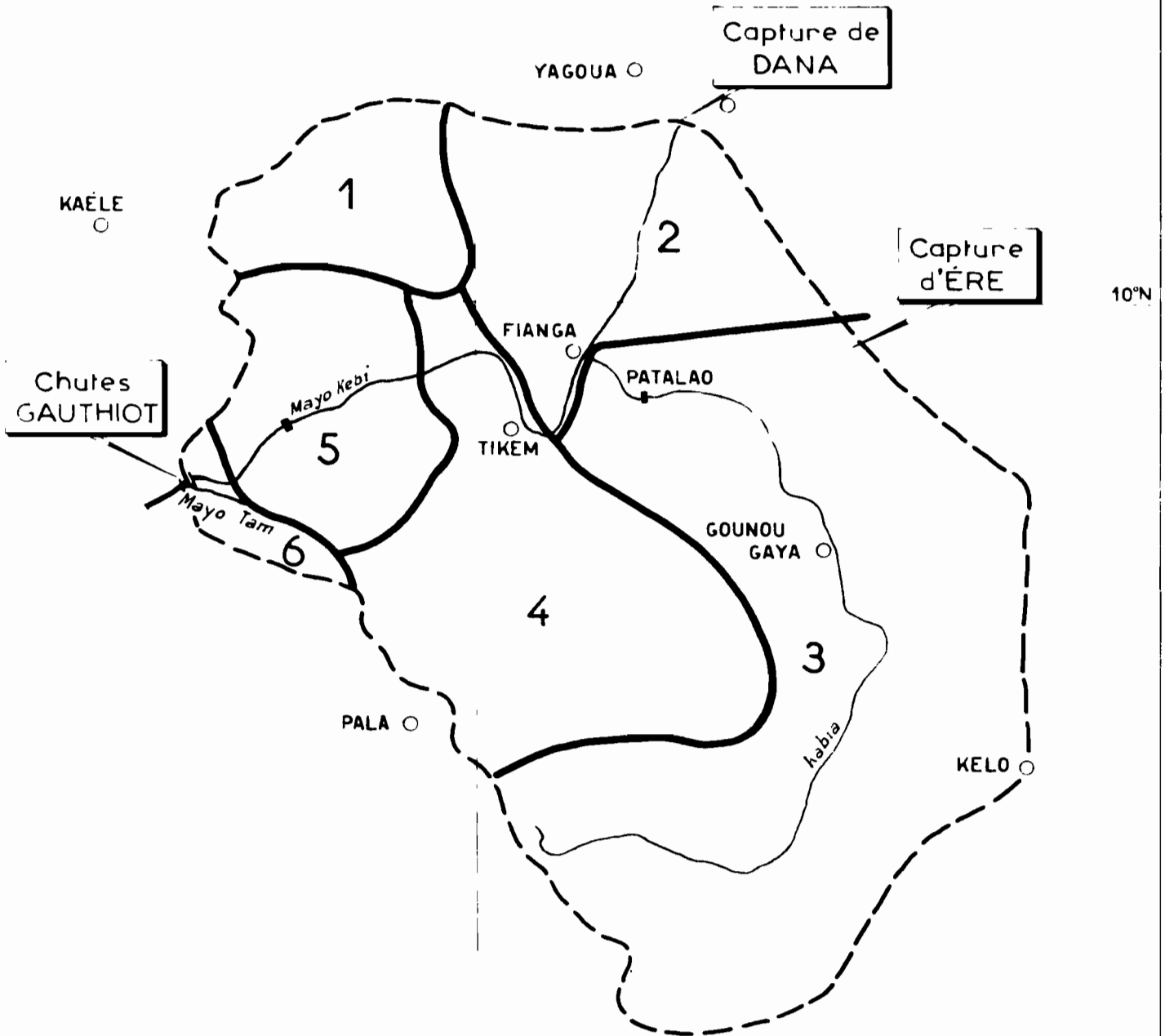
- Station de M'BOURAO sur le Mayo Kebbi. Etalonnage de la station et enregistrements des crues. La différence des volumes écoulés au km 20 et à M'BOURAO a permis de calculer de façon précise le coefficient d'écoulement de la moitié aval de la "zone 5"

../...

# Bassin du MAYO-KÉBI aux CHUTES GAUTHIOT

Echelle 1 / 1.000.000<sup>e</sup>

15°E



CRT 7565

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED

LE: 5 - 10 - 65

DES S. NICOE

VISA

TUBEN°

définie dans le rapport de M. ROCHE. Les résultats montrent que le coefficient d'écoulement de cette zone a été sensiblement surestimé dans les notes précédentes.

- Etude du Mayo Dorbo. Les crues ont été enregistrées et la station étalonnée. Le bassin de ce Mayo représente près de 50 % de la "zone 4" pour laquelle nous avons maintenant des chiffres précis concernant les volumes écoulés et le coefficient d'écoulement. Ici encore, les coefficients estimés antérieurement en dehors de toutes mesures précises se révèlent beaucoup trop forts.
  
- Etalonnage de la digue de TIKEM. La connaissance des volumes écoulés sur le seuil de TIKEM améliore le calcul du bilan des apports des différentes zones du Mayo Kebbi.

—ooOoo—

/// H A P I T R E IA/ - Personnel et matériel de la mission

Les installations réalisées en 1961 ont dû être reprises entièrement en 1964, les cases étaient effondrées ou brûlées, les échelles de crue et gaines de limnigraphes avaient disparu.

La réinstallation a été effectuée par MM. BILLON, CALLEDE et RANDON durant la seconde quinzaine du mois de Juin. le 1<sup>o</sup> Juillet étaient installés :

- Les deux limnigraphes du Mayo Ligam et km 20
- Les deux pluviographes
- 6 Pluviomètres sur 8
- La station météo
- La section de jaugeage et les échelles.

L'exploitation du bassin, le contrôle des appareils et l'exécution des mesures ont été réalisés par M. RANDON aidés de deux agents africains pendant toute la durée de la saison des pluies. M. BILLON a séjourné également deux mois sur le terrain.

L'exploitation du bassin du Mayo Ligam a été arrêtée le 10 Octobre, date du repli de la mission sur FORT-LAMY. Un agent africain est resté sur place jusqu'au 1 Mars 1965 pour changer les feuilles du limnigraphe du km 20, assurer les observations météorologiques et contrôler les échelles de M'BOURAO et des Chutes Gauthiot.

Les mesures de débit ont été effectuées au moyen de matériels classiques. L'évaporation a été mesurée, comme en 1961, sur bac Colorado enterré.

.../...



B/ - Pluviométrie

Les postes pluviométriques sur le bassin du Mayo Kebbi ont reçu les hauteurs suivantes :

1964

## Postes pluviométriques du Service Météo

	M	A	M	J	J	A	S	O	Total
:PALA Météo	: 3	: 56	: 128	: 167	: 199	: 212	: 237	: 35	: 1037
:PALA CF	: 7	: 54	: 105	: 151	: 242	: 298	: 252	: 14	: 1122
:YOUE	: 2	: 50	: 134	: 112	: (130)	: 309	: 177	: 14	: ( 927 )
:LERE CF	: 12	: 50	: 40	: 119	: 137	: 161	: 120	: 33	: 671
:FIANGA S/P	: 1	: 25	: 100	: 90	: 100	: 360	: 220	: 4	: 900
:FIANGA CF	: 3	: 13	: 132	: 91	: 159	: 253	: 178	: 7	: 836
:BONGOR	: 5	: 34	: 114	: 128	: 223	: 181	: 185	: 6	: 881
:GOUNOU GAYA	: 0	: 36	: 93	: 113	: 211	: 208	: 168	: 6	: 835
:TIKEM	: 1	: 21	: 83	: 137	: 138	: 202	: 210	: 7	: 798
:TOROCK	:	:	:	: 69	:	: 228	: 155	: 6	:
:MONBAROUA	: 11	: 112	: 59	: 91	: 136	: 247	: 160	: 19	: 835
:KAROUAL	: 0	: 132	: 108	: 125	: 245	: 165	: 195	: 54	: 1024
:KELO CF	: 1	: 26	: 99	: 180	: 249	: 400	: 238	: 45	: 1238
:DELI	: 6	: 52	: 138	: 177	: 249	: 272	: 252	:	:

La pluviométrie 1964 est inférieure à celle de 1961 pour toutes les stations. En comparant les 7 stations communes aux deux années, les moyennes sont les suivantes :

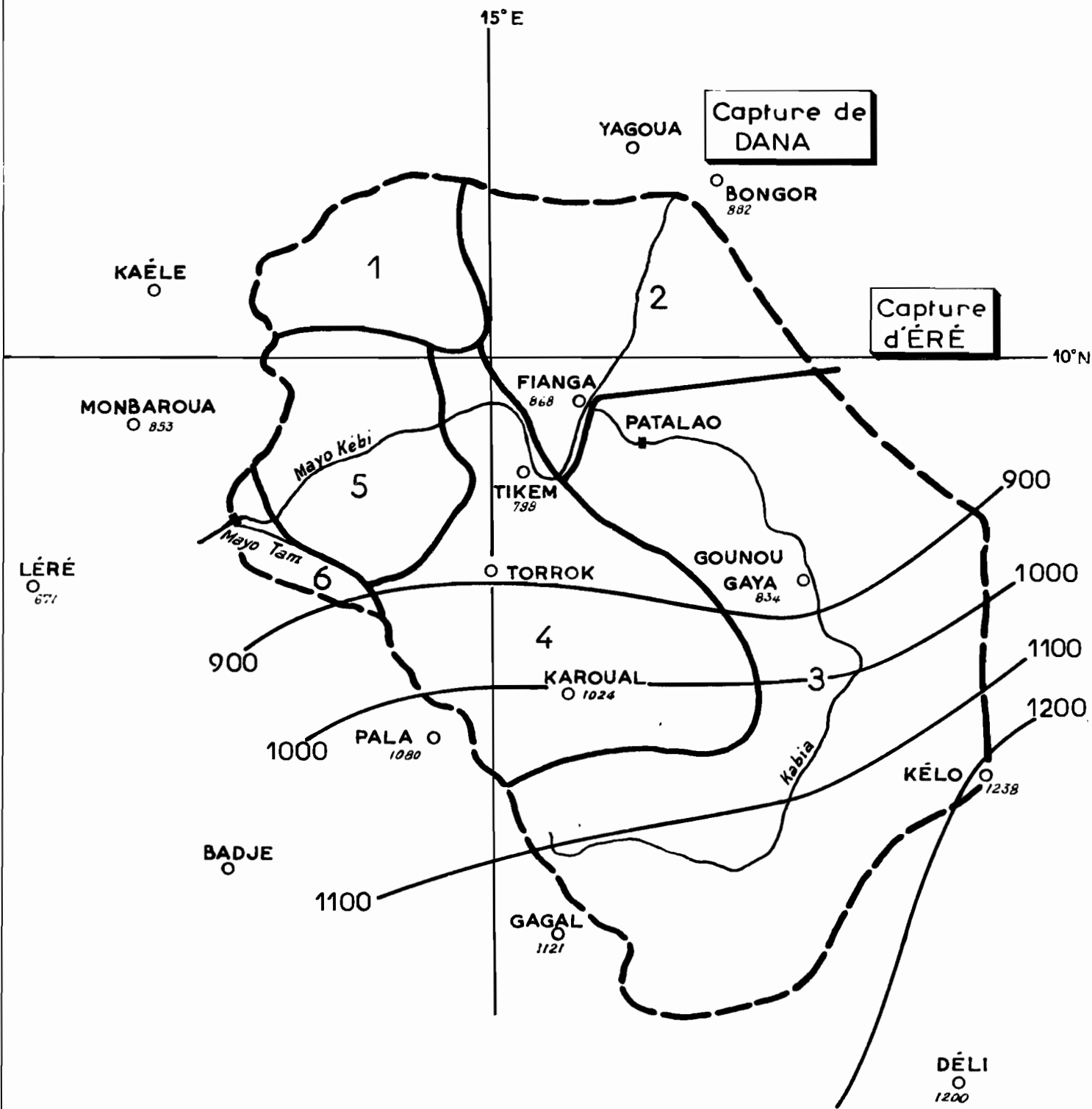
1961	967 mm
1964	910 mm

.../...

# Bassin du MAYO KÉBI aux CHUTES GAUTHIOT

Echelle 1/1.000.000

PLUVIOMÉTRIE 1964



**CRT 7551**

**ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES**

ED.

LE 22 - 5 - 65

DES: S. NICOË

VISA

TUBEN?

Le déficit pluviométrique de 1964 sera encore plus accusé si la comparaison porte sur les mois utiles au ruissellement c'est-à-dire la période juin à octobre :

Il est tombé sur les 7 stations :

895 mm en 1961

776 mm en 1964

L'écart est cette fois-ci de 120 mm entre les deux années.

C/ - Stations limnimétriques et hydrométriques

Les stations intéressantes pour l'étude du Mayo Kebbi sont les suivantes :

- Lac de FIANGA

L'échelle a été installée en 1948 dans la concession de la Cotonfran. Les variations de cote du zéro ont été les suivantes :

1948	au 8-7-1950	zéro à	320,48 m
8-7-	1950	au 31-4-1952	320,22 m
31 - 4-	1952	au 6-10-1953	320,11 m
6 -10-	1953	au 2- 5-1963	318,11 m
Depuis le 2 - 5 -	1963		320,11 m

Les cotes maximales du lac, ramenées à l'échelle 1964, sont groupées dans le tableau ci-dessous.

Année	1948	1949	1950	1951	1953	1954	1955	1956	1957
H m	3,00	2,31	3,33	1,67	2,06	3,05	3,60	2,98	2,02

Année	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
H m	2,16	3,67	3,25		3,11	3,07	2,72

- Lac de TIKEM

L'échelle est installée dans la concession de l'IRCT. Les cotes successives du zéro sont les suivantes :

1947 à 1949 inclus	319,70 m
1950 à 1952 inclus	319,57 m
Depuis le 23-3-1953	319,68 m

8 jaugeages ont été effectués en 1964 sur le seuil de TIKEM :

<u>Date</u>	<u>Hm TIKEM</u>	<u>Q m<sup>3</sup>/s</u>
13 - 8 - 1964	0,52	1,2
26 - 8 - 1964	1,19	6,0
10 - 9 - 1964	1,55	12,0
21 - 9 - 1964	1,86	20,0
29 - 9 - 1964	1,97	23,6
10 -10 - 1964	2,21	33
21 -10 - 1964	2,63	95
25 - 2 - 1965	0,58	0,96

La courbe d'étalonnage est représentée sur le graphique n° 7535. Le dernier jaugeage correspond à la cote maximale du lac de TIKEM en 1964. L'extrapolation ne peut guère être poussée au delà de 2,70 m car à partir de 2,20 m commencent les débordements au-dessus de la digue et les débits augmentent très rapidement.

.. / ...

Voici les cotes maximales du lac de TIKEM depuis 1948

Année	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
Hm	3,00	2,00	3,09	1,71	2,79	2,24	2,89	3,28	2,71

Année	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
Hm	2,18	2,18	3,37	3,12	2,99	2,82	2,96	2,64

En 1948 et 1949 les lectures ont été effectuées à 0,10 m près.

- Echelle du Mayo Dorbo

Elle a été installée à proximité de la section de l'IRCT à TIKEM. L'emplacement n'est pas très favorable car lorsque le lac de TIKEM dépasse la cote 2,00 m, le remous du lac se fait sentir à la station et modifie la courbe d'étalonnage d'autant plus fortement que la cote du lac est plus élevée.

Cependant il était difficile de choisir une station plus en amont sans diminuer beaucoup la superficie du bassin versant contrôlé et, d'autre part, la cote 2,00 m n'est atteinte qu'assez tard par le lac et notamment en 1964, la totalité des crues a pu être enregistrée avant que la montée du lac ne fasse sentir son influence.

Les jaugeages suivants ont été effectués :

Date	Hauteur m	Q m <sup>3</sup> /s
13 - 8 - 1964	0,17	0,8
25 - 8 - 1964	0,35	1,9
26 - 8 - 1964	0,44	2,5
26 - 8 - 1964	0,62	3,6

../...

Date	Hauteur m	Q m <sup>3</sup> /s
26 - 8 - 1964		4,5
10 - 9 - 1964	0,56	3,1
13 - 9 - 1964	0,70	4,2
28 - 9 - 1964	1,08	6,2
9 -10 - 1964	0,35	0,3

La courbe d'étalonnage est représentée sur le graphique n° 7542. On note l'influence du lac sur le dernier jaugeage en octobre.

- Echelle de M'BOURAO

L'échelle installée en 1961 étalonnée en 1964 par 8 jaugeages.

Date	Hauteur m	Q m <sup>3</sup> /s
15 - 8 - 1964	0,53	0,2
23 - 8 - 1964	0,84	2,6
22 - 8 - 1964	0,98	4,4
21 - 8 - 1964	1,13	6,8
4 - 9 - 1964	1,51	19,5
1 - 9 - 1964	1,60	22,4
19 - 9 - 1964	1,71	29,4
15 - 9 - 1964	1,89	39,4

L'érosion des berges a été assez intense entre 1961 et 1964 et la courbe d'étalonnage établie en 1964 ne peut être utilisée pour les relevés de 1961 pour les basses et moyennes eaux. Par contre, en hautes eaux la courbe d'étalonnage doit rester sensiblement la même car l'érosion n'a affecté que les berges du lit mineur et l'essentiel du débit s'écoule à travers la plaine d'inondation qui elle n'a pas subi de modifications.

../...

- Station du km 20

Elle est exploitée de la même façon qu'en 1961. Un jaugeage de basses eaux a été effectué.

Le 14 août 1964    H = 0,12 m            Q = 0,19 m<sup>3</sup>/s.

Les hautes eaux 1964 se situent à un niveau très inférieur à celui de 1961 et comme la station est très stable, nous nous sommes contentés de l'étalonnage 1961.

- Echelles des Chutes Gauthiot

Sans changement par rapport à 1961

- Echelle de GOUNOU GAYA sur la KABBIA

Quatre jaugeages ont été réalisés en 1964. Les mesures effectuées à cette station sont donc les suivantes :

Date	Hauteur m	Q m <sup>3</sup> /s
19 - 9 - 1950	2,00	6,75
3 -10 - 1961	2,15	16,5
25 - 9 - 1964	1,94	7,4
27 - 9 - 1964	2,18	17,9
9 -10 - 1964	2,06	10,4
20 -10 - 1964	1,89	7,7
26 - 2 - 1965	0,63	0,3

- Echelle de PATALAO sur la KABBIA

Les zéros successifs de l'échelle de PATALAO sont exprimés ci-dessous en cote IGN 1962

323,15 m    en 1949  
 324,15 m    le 21 juillet 1950  
 323,64 m    à partir du 2 mai 1954

../...

Les jaugeages ramenés à l'échelle 1964 sont les suivants :

Date	Hauteur m	Q m <sup>3</sup> /s
19 - 9 - 1950	2,38	105
6 -10 - 1950	2,84	220
12 - 9 - 1955	1,85	32,5
16 -10 - 1955	2,83	180
23 - 4 - 1956	0,39	0,06
17 -10 - 1956	2,17	53
19 -10 - 1957	1,92	35
10 -10 - 1960	2,76	207
26 - 2 - 1965	0,34	0,44

- Stations de POGO sur la LOKA et YOUE sur le lac de N'GARA

Sans changements par rapport à 1961

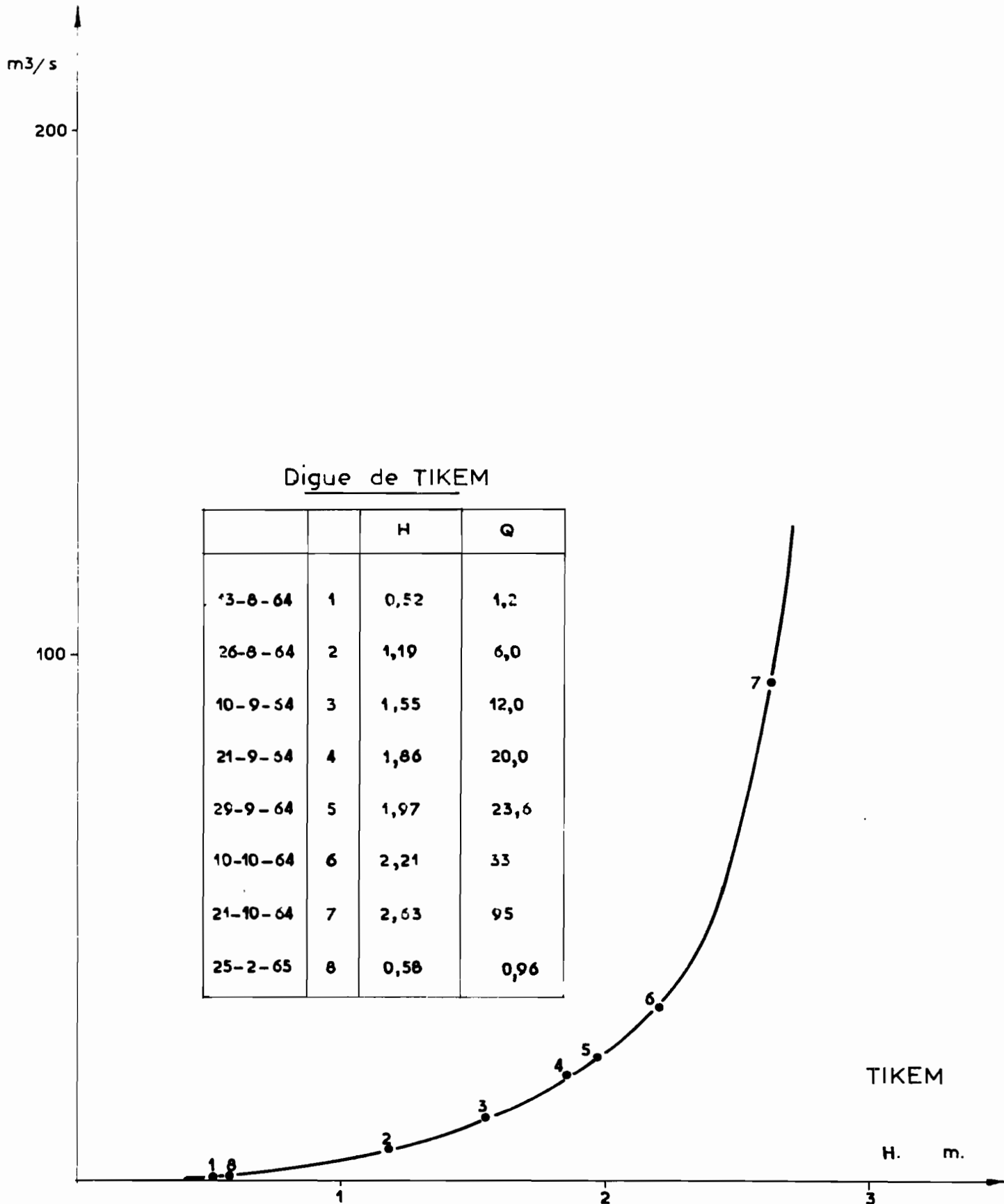
D/ - Bassin représentatif du MAYO LIGAM

Son exploitation a été assurée sur les mêmes bases qu'en 1961. Cependant l'échelle de la station a été volée quelques semaines avant notre arrivée et la nouvelle échelle calée 0,37 m plus haut que l'ancienne.

Le tarage de la station a légèrement bougé entre 1961 et 1964 probablement à cause de très fortes crues survenues pendant cette période. En effet, des délaissés de crue très nets indiquent qu'il s'est produit une crue de 3,30 m à l'échelle 1964 ce qui correspond à un débit de l'ordre de 250 m<sup>3</sup>/s.

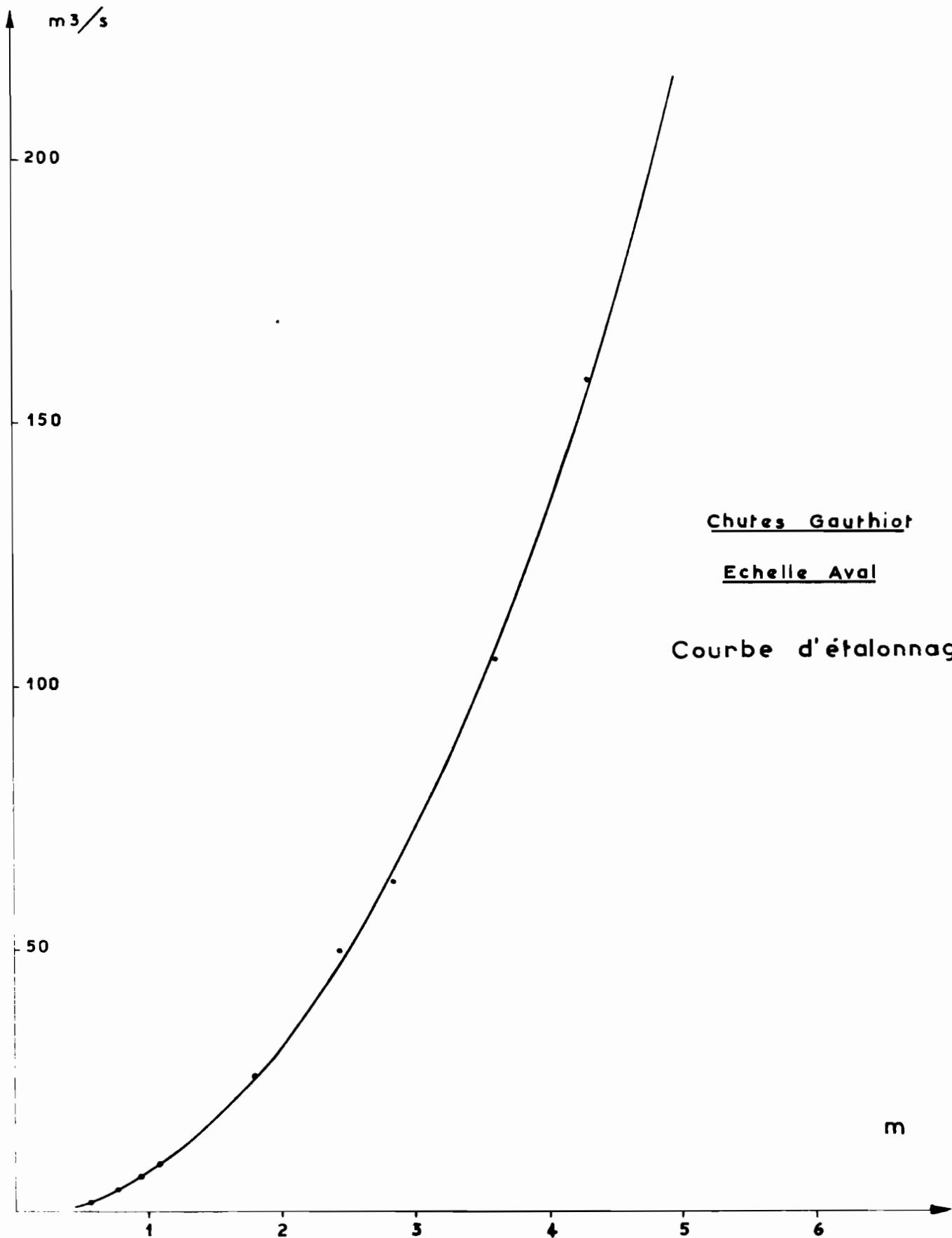
Pour éviter son ensablement, le limnigraphe a été posé au bord même du lit du Mayo, mais soigneusement ancré à un massif de maçonnerie implanté lui-même à l'intérieur de la berge.





Digue de TIKEM

		H	Q
13-8-64	1	0,52	1,2
26-8-64	2	1,19	6,0
10-9-64	3	1,55	12,0
21-9-64	4	1,86	20,0
29-9-64	5	1,97	23,6
10-10-64	6	2,21	33
21-10-64	7	2,63	95
25-2-65	8	0,58	0,96



**CRT**

**ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES**

ED

LE 16.4.65

DES:

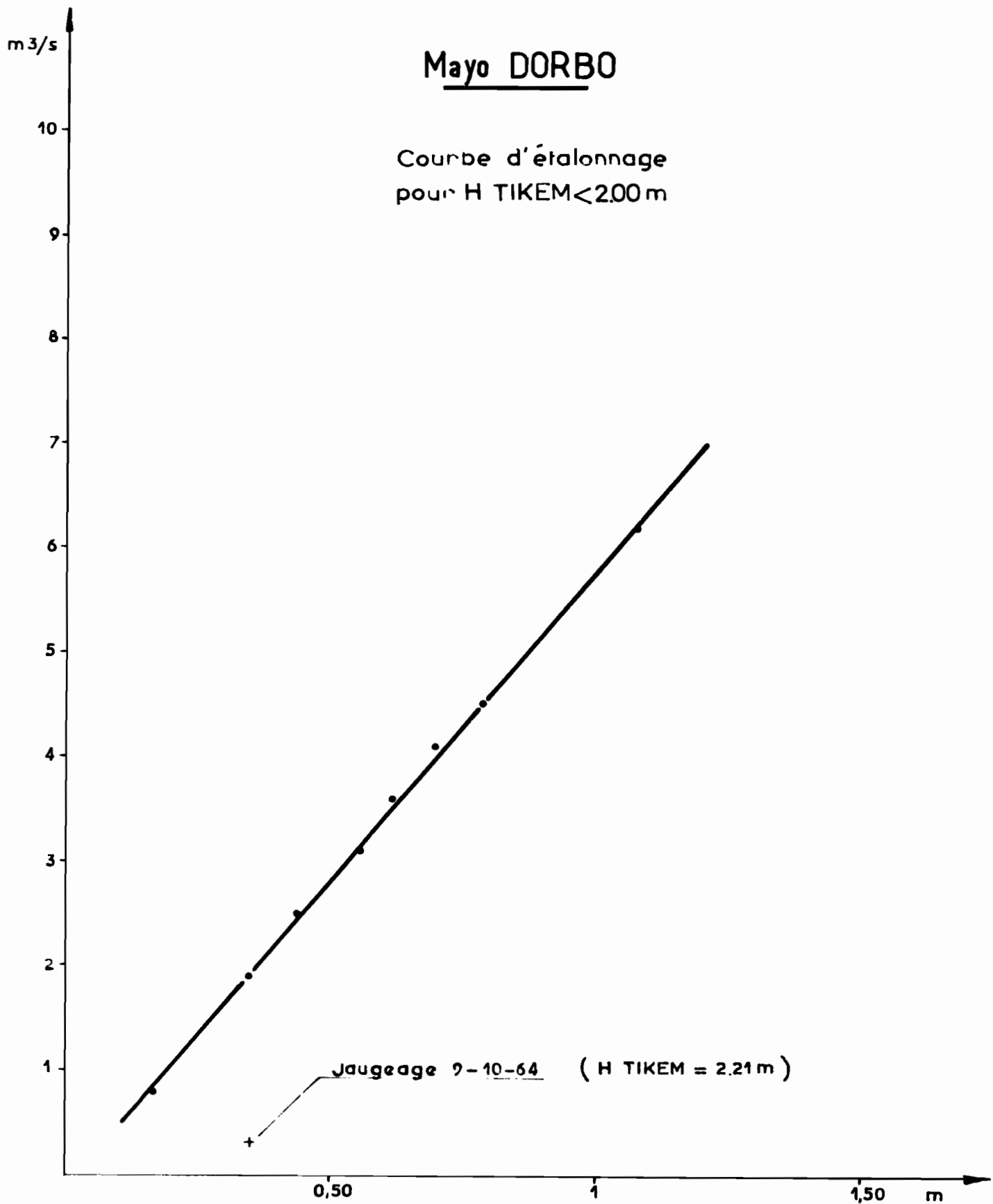
VISA

TUBEN°

Douze jaugeages ont été exécutés jusqu'à la cote 1,98 m. L'extrapolation est très réduite puisque le maximum en 1964 n'a pas dépassé 2,13 m.

N°	Date	Hauteur m	Q m <sup>3</sup> /s
1	17 - 7	0,51	2,1
2	19 - 7	0,37	1,0
3	8 - 8	0,92	12,0
4	8 - 8	0,88	10,4
5	8 - 8	0,82	8,9
6	8 - 8	0,74	7,2
7	8 - 8	0,64	5,3
8	17 - 8	1,85	58,0
9	17 - 8	1,98	71,5
10	17 - 8	1,69	41,4
11	17 - 8	1,53	33,7
12	17 - 8	1,22	19,0

Les jaugeages 8 et 9 ne comportent que des mesures de vitesse en surface exécutées au moulinet. La vitesse moyenne sur chaque verticale a été calculée avec les rapports  $\frac{V_m}{\bar{V}_s}$  obtenu sur chaque verticale par d'autres jaugeages complets.



**CRT 7542**

**ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES**

ED

LE 17-3-65

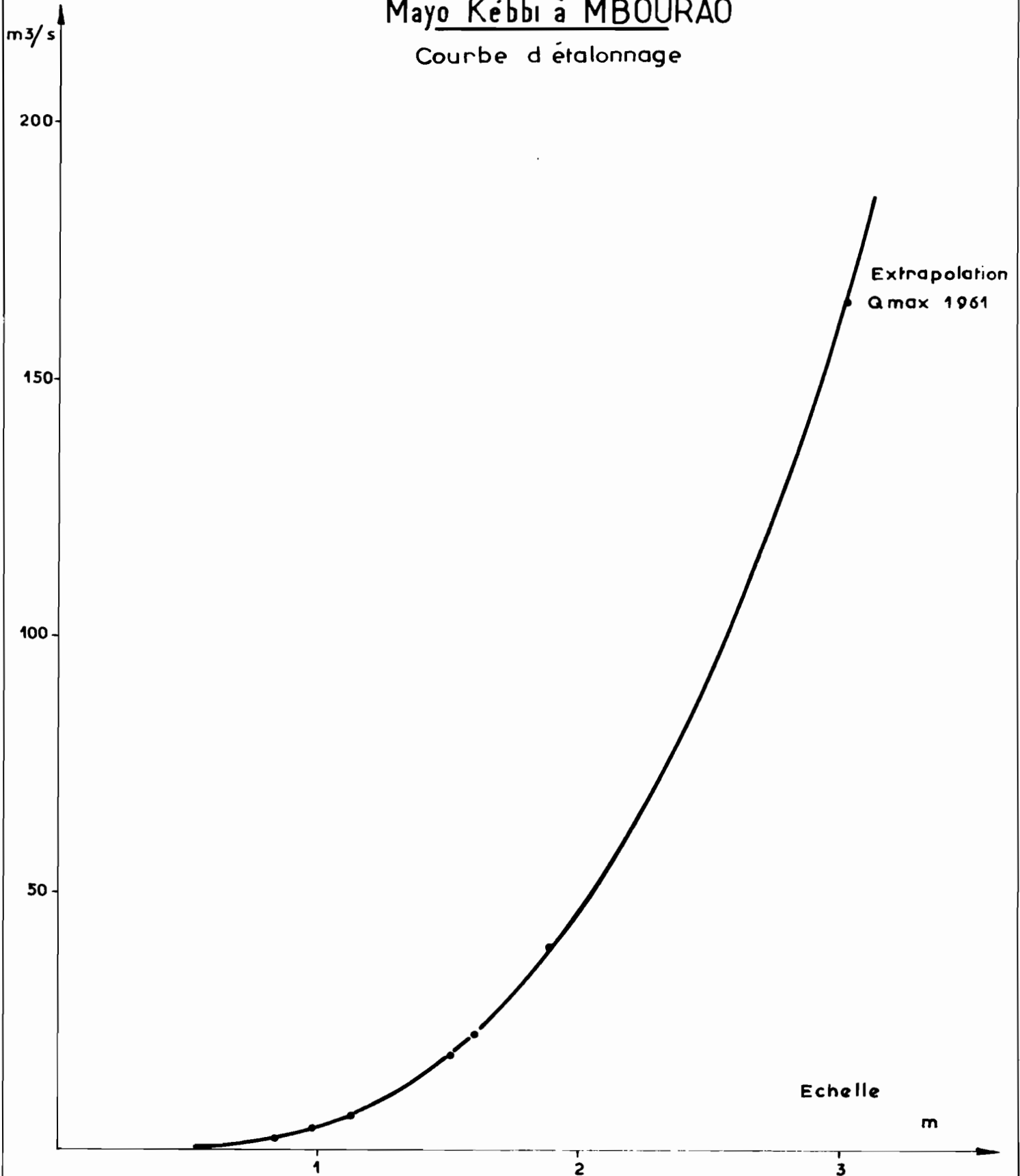
DES: S. NICOE

VISA

TUBEN?

# Mayo Kébbi à MBOURAO

Courbe d'étalonnage



Echelle

m

**CRT 7543**

**ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES**

ED

LE 17-3-65

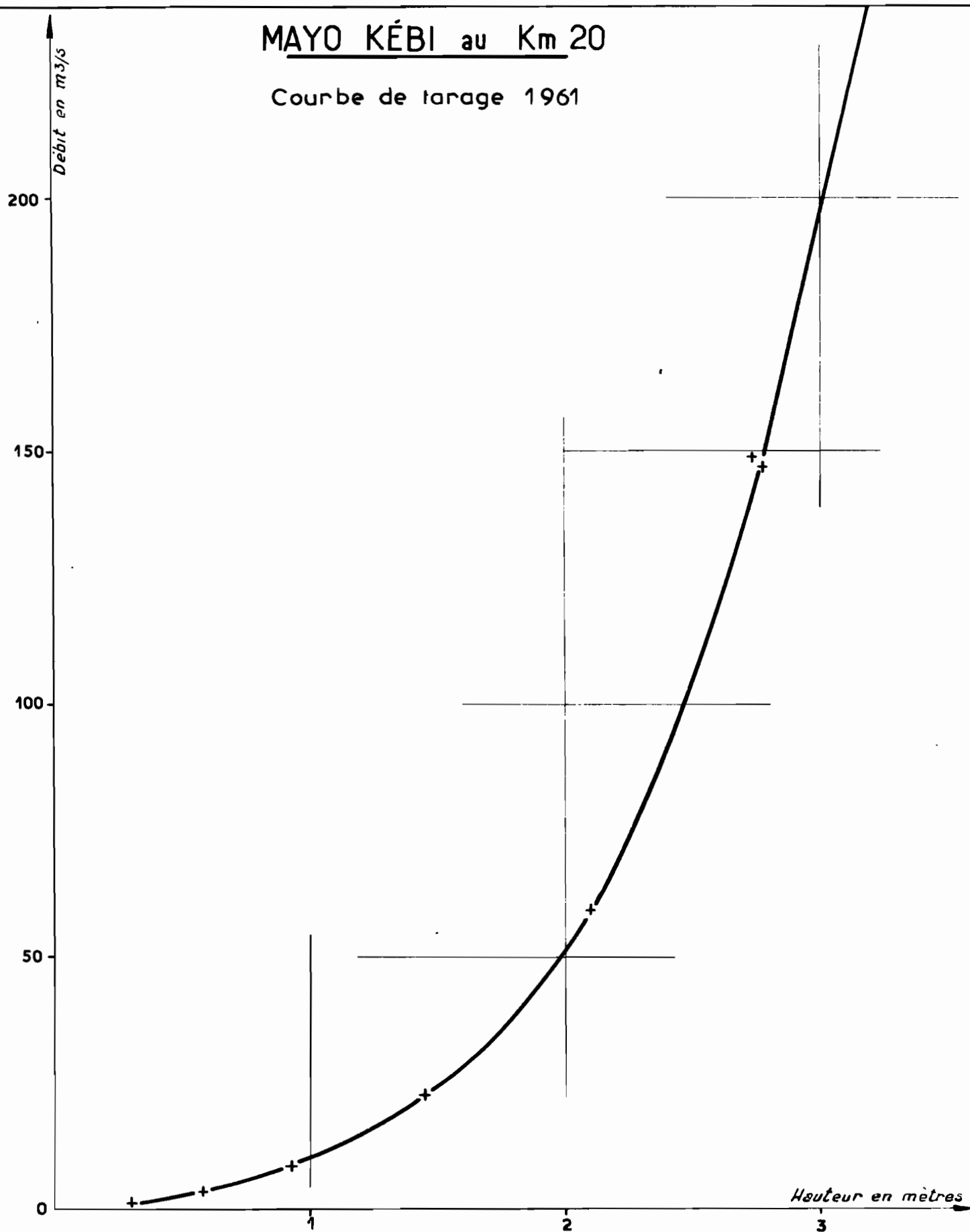
DES S NICOE

VISA

TUBEN°

# MAYO KÉBI au Km 20

Courbe de tarage 1961



**CRT 7554**

**ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES**

ED:

LE: 30-3-65

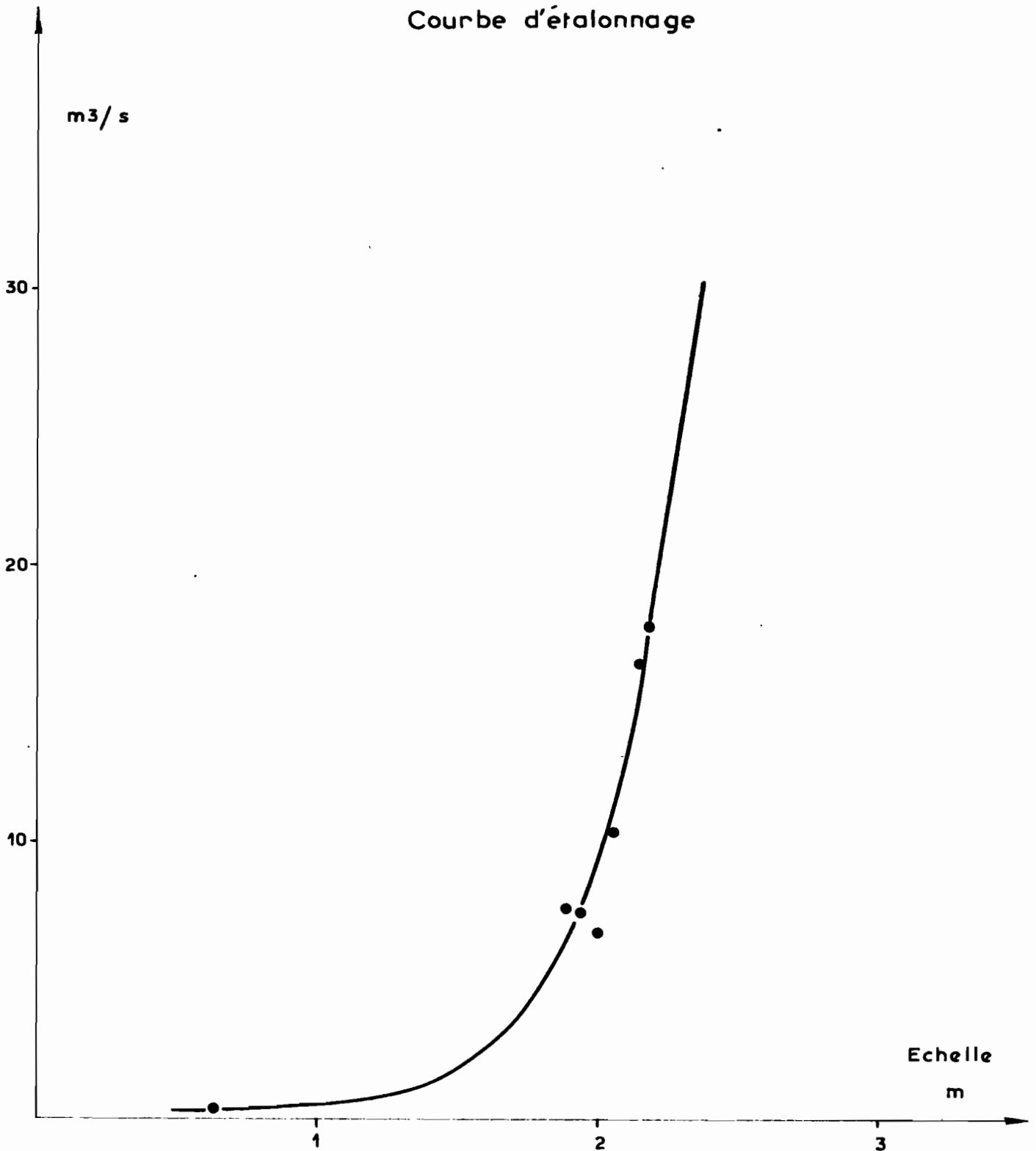
DES: S. NICOE

VISA

TUBE N°

# La Kabbia à GOUNOU GAYA

Courbe d'étalonnage



**CRT 7555**

**ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES**

ED

LE 31-3-65

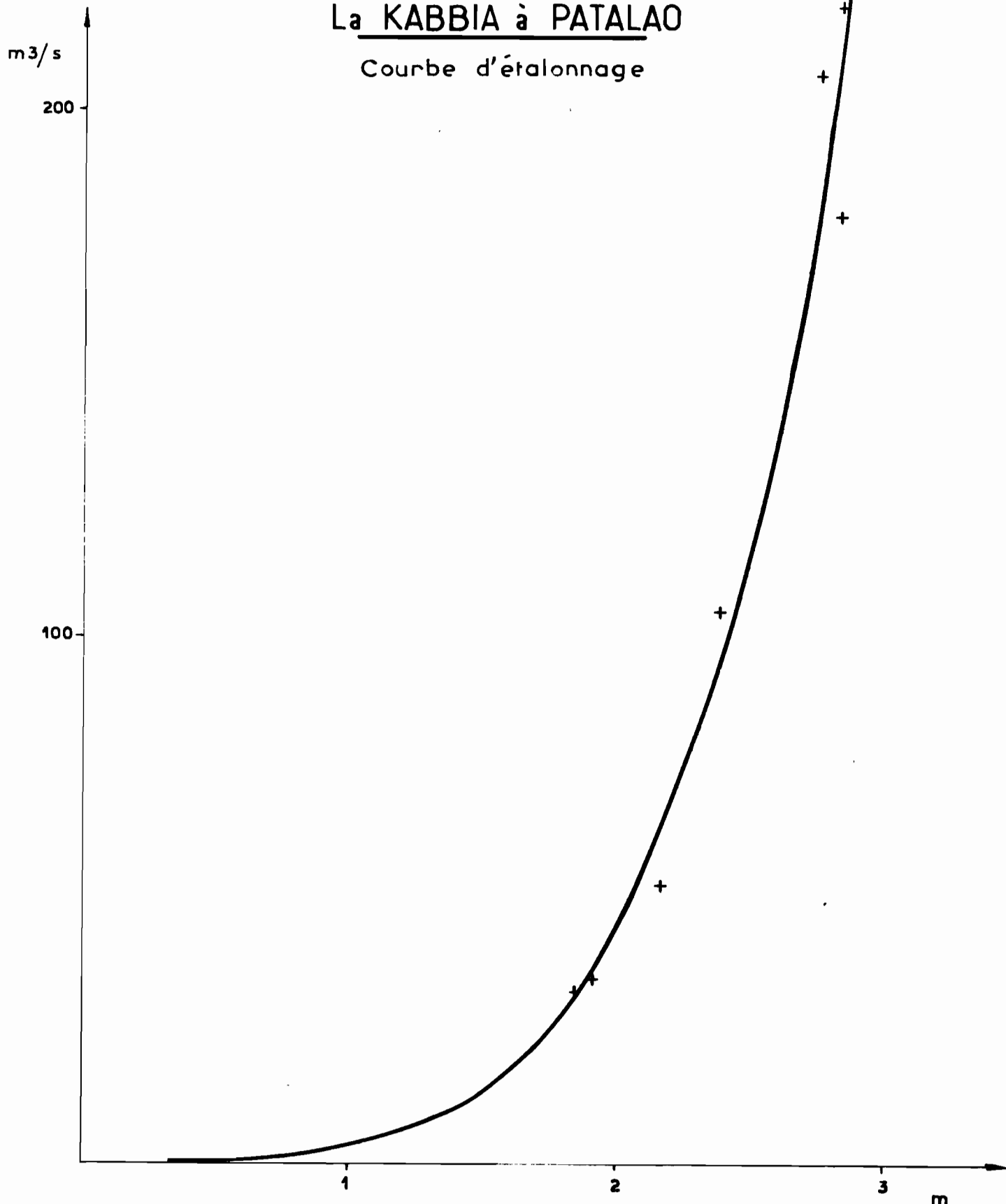
DES S NICOE

VISA

TUBEN°

# La KABBIA à PATALAO

Courbe d'étalonnage



**CRT 7544**

**ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES**

ED:

LE: 17-3-65

DES: S. NICOLÉ

VISA

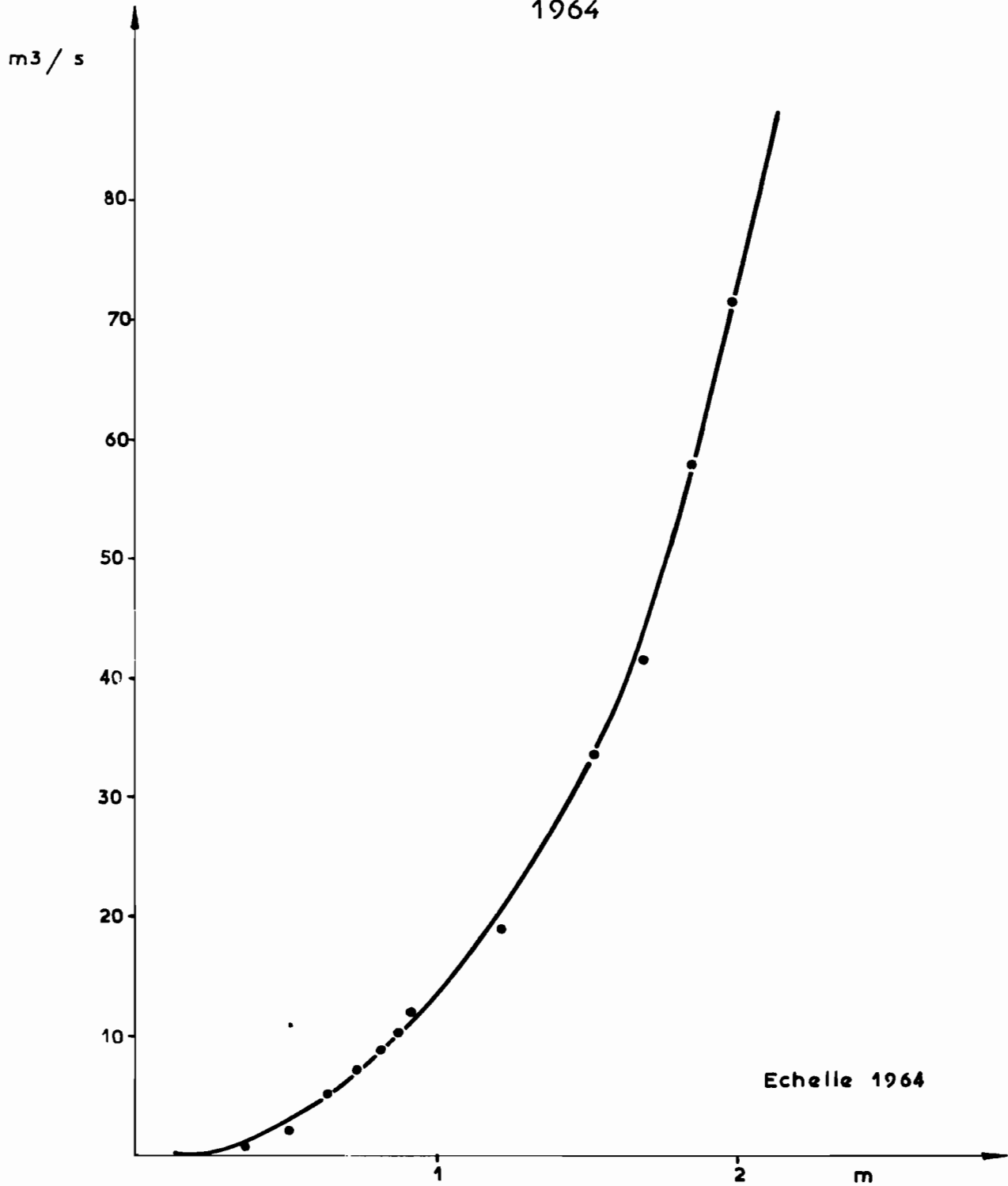
TUBEN?



# Mayo LIGAM

Courbe d'étalonnage

1964



CRT 7545

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED

LE 17-3-65

DES S. NICOE

VISA

TUBEN°

## C H A P I T R E   I I

### A/ - Résultats obtenus à GOUNOU GAYA

Les 5 jaugeages réalisés au cours de la crue 1964 permettent d'ébaucher une courbe de tarage valable jusqu'à 30 m<sup>3</sup>/s. Il ne s'agit en réalité que d'une courbe moyenne qui restera provisoire tant que les ouvrages existants seront submersibles. En effet, si la crue de la Kabbia est suffisamment forte, la route sur digue est submergée et il s'y produit de larges brèches qui, pour une même hauteur à l'échelle, augmentent la section et modifient le tarage de l'échelle.

Bien que ce tarage présente une certaine dispersion, nous l'utiliserons pour évaluer les volumes des crues de la Kabbia à GOUNOU GAYA car même si l'erreur atteint 20 à 30 %, les volumes écoulés seront déterminés de façon plus précise qu'avec la pluviométrie et des coefficients d'écoulement toujours hypothétiques.

Le bassin versant de la Kabbia compris entre GOUNOU GAYA et PATALAO a une petite superficie et il correspond à des zones de faible ruissellement aussi admettons-nous que les crues ne subissent pas de modifications importantes entre les 2 stations et que les volumes écoulés sont les mêmes.

Le reste de la zone 3 est constitué en majeure partie par le bassin de la Loka qui n'a pas d'écoulement appréciable. Les apports de la zone 3 peuvent donc être assimilés en première approximation aux seuls volumes de crue de la Kabbia à GOUNOU GAYA.

Les résultats concernant la zone 3 sont donc les suivants :

Année	Volume crue millions m <sup>3</sup>	Pluviométrie mm	Coefficient d'écoulement %
1951	6	980	0,11
1952	35	990	0,63
1953	5	940	0,09
1956	100	950	1,89
1957	8	960	0,15
1958	8	1110	0,13
1959	230	1100	3,70
1960	109	1040	1,87
1961	102	1060	1,72
1962	35	1010	0,62
1964	40	980	0,73

Ici encore, comme sur le bassin du Mayo Ligam, les coefficients d'écoulement sont loin de dépendre du seul total annuel de la pluviométrie et la concentration des averse joue également un rôle notable dans l'efficacité du ruissellement.

Les valeurs observées sont comprises entre 0,1 et 2 % exception faite de la crue de 1959 qui bénéficie d'un coefficient K de 3,70 %.

#### B/- Résultats obtenus à PATALAO

Les jaugeages effectués à cette station permettent de tracer une courbe d'étalement suffisamment précise entre 20 et 250 m<sup>3</sup>/s. La seule mesure d'étiage 0,44 m<sup>3</sup>/s ne permet qu'une interpolation peu précise entre 1 et 20 m<sup>3</sup>/s.

Le tableau des débits journaliers en 1964 est présenté sur la page 23. Le débit maximal a été de

127 m<sup>3</sup>/s

les 10 et 11 octobre 1964. Le volume écoulé du 1er juillet au 31 décembre est estimé à

281 millions de m<sup>3</sup>

La marge d'erreur sur ce volume reste modérée car l'imprécision provient des seuls débits inférieurs à 20 m<sup>3</sup>/s qui représentent moins de 20 % du volume total écoulé.

Les débits restent faibles jusque vers le 22 septembre. On enregistre seulement quelques petites crues dues probablement à la Kabbia en amont de GOUNOU GAYA. Le 22 septembre marque l'arrivée des déversements du Logone qui se traduisent à PATALAO par une augmentation régulière des débits jusqu'à près de 130 m<sup>3</sup>/s suivie d'une décrue également très régulière. Le maximum a lieu 15 jours après le maximum de la crue du Logone à LAI.

Les chiffres obtenus pour le débit maximal et le volume écoulé sont conformes à la physionomie de la crue du Logone à LAI qui est une crue de moyenne importance.

Les relevés de l'échelle de GOUNOU GAYA sont incomplets, mais comprennent cependant la majeure partie de la crue. Comme celle-ci a toujours une forme simple l'extrapolation peut se faire sans beaucoup d'erreur et elle n'a de toute façon qu'une incidence secondaire sur le volume annuel de la crue qui s'élève à 40 millions de m<sup>3</sup>.

Par différence, le volume des apports imputable aux déversements du Logone est de

240 millions de m<sup>3</sup>

## Station - PATALAO

## Débits journaliers

Année 1964

Jours	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
1	0,4	2,7	7,0	53,0	22,6	2,4
2		2,8	6,0	55,0	20,8	
3		2,7	5,2	59,0	18,4	
4		2,5	4,8	66,0	15,5	
5		2,3	5,4	73,0	14,0	
6		2,0	5,8	85,0	12,0	
7		1,9	6,4	96,0	10,2	
8		1,8	6,6	109,0	9,0	
9		2,0	6,4	120,0	8,2	
10	0,4	2,0	5,8	127,0	7,0	1,9
11		1,8	5,8	127,0	6,6	
12		1,7	6,6	125,0	6,0	
13		1,7	7,0	120,0	5,6	
14		1,8	10,2	112,0	5,2	
15		1,7	11,5	107,0	5,0	
16		1,7	16,6	99,0	4,6	
17		1,6	19,0	93,0	4,0	
18		1,5	19,6	88,0	4,0	
19		3,0	18,4	82,0	3,4	
20	0,4	9,8	16,6	77,0	3,2	1,7
21		12,5	15,0	70,0	3,0	
22		13,5	13,5	65,0	2,9	
23		12,5	13,5	60,0	2,9	
24		9,8	15,0	55,0	2,8	
25	0,6	7,8	17,2	51,0	2,8	
26	0,8	7,4	19,6	45,0	2,7	
27	1,0	8,2	25,0	41,4	2,7	
28	1,3	9,0	32,0	36,9	2,6	
29	1,6	8,6	41,4	32,8	2,5	
30	1,9	7,0	47,2	28,8	2,5	
31	2,5	8,6		26,2		1,4

C/ - Résultats obtenus à la digue de TIKEM

Avec les jaugeages effectués en 1964, on peut tracer une courbe d'étalonnage très satisfaisante, mais qui ne peut pourtant être valable que pour l'année 1964. En effet, les améliorations et dégradations successives de la digue et de ses débouchés peuvent introduire de sérieuses divergences d'une année à l'autre et toujours en 1964 ont été construits 3 ponts supplémentaires qui modifient sensiblement les conditions d'écoulement des basses et moyennes eaux par rapport aux années antérieures. Il faudra attendre la construction d'ouvrages définitifs de grande ouverture avant de pouvoir établir une courbe de tarage qui ne soit pas remise en question chaque année.

Le tableau des débits journaliers 1964 est présenté sur la page 25. Le débit maximal est de

98 m<sup>3</sup>/s

les 22 et 23 octobre. Le volume écoulé du 1er juillet 1964 au 1er février 1965 est de

333 millions de m<sup>3</sup>

En 1964, la montée du plan d'eau est très lente, mais très régulière pendant toute la saison des pluies jusqu'au 5 octobre. Les crues du MAYO DEHE sont, comme celles du MAYO DORBO, trop faibles pour influencer brutalement les cotes du lac de TIKEM qui amortit toutes les crues y compris celles de la Kabbia. A partir du 7 octobre, l'augmentation des débits s'accélère rapidement par l'arrivée des déversements du Logone. Le maximum a lieu les 22 et 23 octobre, soit 12 jours après le maximum à PATALAO et 27 jours après le maximum à LAI.

On notera l'amortissement de la crue de la Kabbia

127 m<sup>3</sup>/s à PATALAO

98 m<sup>3</sup>/s à TIKEM

et la longueur de la décrue alimentée par la vidange des lacs.

## Station de TIKEM

## Débits journaliers

Jours	1964						1965
	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv.
1	0,2	0,8	8,4	24,5	65	17,0	6,0
2		0,8	8,8	24,9	62	16,8	5,9
3		0,8	9,6	25,7	58	16,5	5,7
4		0,8	10,2	26,2	55	16,3	5,4
5		0,9	10,6	27,0	52	16,0	5,2
6		0,9	11,0	28,1	49	15,5	5,0
7		0,9	11,4	28,5	47	15,0	4,8
8		1,0	11,6	30	45	13,0	4,7
9		1,0	11,8	32	43	12,6	4,6
10	0,3	1,1	12,0	33	41	12,2	4,5
11		1,1	12,0	37	39	11,4	4,2
12		1,2	11,8	40	37	11,0	4,0
13		1,2	12,6	49	34	10,6	3,9
14		1,3	13,5	55	32	10,4	3,8
15		1,3	15,5	62	30	10,2	3,7
16		1,3	16,3	72	28,5	9,8	3,6
17		1,4	17,3	76	28,1	9,4	3,5
18		1,5	18,0	80	27,8	9,2	3,3
19		1,7	18,6	87	26,2	9,0	3,2
20	0,5	1,9	19,2	93	25,3	8,8	3,0
21		2,4	19,8	95	24,5	8,7	3,0
22		3,8	20,1	98	23,1	8,5	2,9
23		4,0	20,7	98	22,4	8,4	2,8
24		4,8	21,4	93	21,7	8,2	2,8
25		5,6	21,7	90	21,0	8,0	2,7
26		6,0	22,4	87	20,4	7,7	2,6
27		6,4	22,8	80	19,8	7,4	2,5
28		6,9	23,1	76	19,2	7,1	2,5
29		7,3	23,5	74	18,0	6,8	2,4
30		7,7	23,8	72	17,5	6,5	2,3
31	0,8	8,0		67		6,1	2,3

D/ - Résultats obtenus à M<sup>o</sup>BCURAO

En 1964, les jaugeages réalisés sont compris entre 0,2 et 40 m<sup>3</sup>/s. Le Débit maximal étant de 51 m<sup>3</sup>/s, l'étalonnage est suffisant pour le calcul des volumes écoulés. L'extrapolation de la courbe peut cependant se poursuivre jusqu'à 170 m<sup>3</sup>/s grâce au débit maximal 1961 mesuré au km 20 et qui est de 165 m<sup>3</sup>/s. Les observations et mesures effectuées en 1964 ont montré que les débits maximaux étaient les mêmes à M<sup>o</sup>BOURAO et km 20, ceci grâce à la forme très plate de la courbe de crue au voisinage du maximum. Pour H = 3,03 m à M<sup>o</sup>BOURAO, nous admettrons donc que le débit est de 165 m<sup>3</sup>/s.

Le tableau des débits journaliers 1964 est porté sur la page 27. Le débit maximal a été de

51 m<sup>3</sup>/s

les 3 et 4 novembre. Le volume écoulé du 1er juillet 1964 au 1er février 1965 est de :

309 millions de m<sup>3</sup>

En 1964, les débits sont très faibles jusque vers le 15 août, date à partir de laquelle on enregistre quelques crues de faible amplitude. D'autre part, le débit de base conditionné par le niveau du lac de NGARA reste faible jusque vers le 15 août. La montée du lac est ensuite plus rapide et la cote passe de 3,55 m, le 13 août à 4,42 m, le 9 septembre. Le débit de base qui était de quelques centaines de l/s s'élève à 20-25 m<sup>3</sup>/s et on enregistre en outre plusieurs crues assez étalées en septembre avec un maximum de 43 m<sup>3</sup>/s le 14 septembre.

Une première décrue s'amorce lentement jusqu'au 15 octobre, date d'arrivée des déversements du Logone. Les débits s'élèvent alors régulièrement jusqu'au maximum de 51 m<sup>3</sup>/s, les 3 et 4 novembre suivis d'une lente décrue.

Le maximum a lieu 12 jours après celui de TIKEM, soit près de 40 jours après celui de LAI.

.. / ...



## Station - M'BOURAO

## Débits journaliers

Jours	1964						1965
	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv.
1		0,3	22,6	26,0	50,0	24,0	5,1
2	0,1	0,2	25,0	25,5	50,0	22,6	4,6
3	(0,1)	0,2	26,0	25,0	51,0	21,7	4,6
4	(0,1)	0,2	19,0	24,5	51,0	20,8	4,5
5		0,2	19,4	24,0	50,0	19,9	4,4
6		0,1	18,5	23,5	50,0	18,5	4,3
7		0,1	29,0	22,6	49,0	17,6	4,3
8		0,1	24,0	22,1	49,0	16,3	4,1
9		(0,1)	19,9	21,7	48,0	14,9	3,9
10		(0,2)	30,0	20,8	47,0	14,0	3,6
11	0,2	0,3	40	20,3	47,0	13,3	3,3
12	0,2	0,3	38	20,3	46,0	12,3	3,1
13		0,3	41	20,3	45,0	11,9	3,0
14		0,2	43	20,3	44,0	11,2	2,9
15		0,2	38	20,8	43,0	10,9	2,8
16		0,2	36	22,1	41,0	10,3	2,7
17	1,4	8,3	34	23,5	40,0	9,8	2,6
18	1,6	9,3	31	25,5	39,0	9,1	2,5
19	1,9	11,6	28,5	27,0	38,0	8,6	2,3
20	1,6	8,6	27,0	29,0	37,0	8,3	2,2
21	1,2	6,7	26,5	31,0	35,0	8,1	2,1
22	1,1	4,4	26,0	34,0	34,0	7,9	2,0
23	1,0	2,7	26,0	35,0	32,0	7,3	1,9
24	1,1	1,9	26,0	38,0	32,0	7,1	1,9
25	1,1	2,3	26,5	40,0	31,0	6,7	1,8
26	1,1	4,4	27,0	42,0	29,0	6,3	1,7
27	1,0	2,8	27,5	44,0	27,5	6,0	1,6
28	1,0	4,8	27,5	45,0	27,5	5,7	1,5
29	0,8	7,1	27,0	47,0	27,0	5,5	1,4
30	0,4	9,8	26,5	48,0	26,5	5,4	1,3
31	0,4	24,0		49,0		5,2	1,3

E/ - Résultats obtenus au km 20

L'étalonnage de la station établi en 1961 jusqu'à des débits de 150 m<sup>3</sup>/s n'a pas été repris en 1964 où le débit maximal n'a pas dépassé 53 m<sup>3</sup>/s.

Les hauteurs d'eau ont été enregistrées sur limnigraphe régulièrement du 1er juillet 1964 au 1er mars 1965, date à laquelle le débit n'était plus que de 1,5 m<sup>3</sup>/s.

Le tableau des débits journaliers 1964 est porté sur la page 29 et sur la page 30. Le débit maximal a été de

53 m<sup>3</sup>/s

le 16 septembre 1964 et le volume écoulé du 1er juillet 1964 au 1er février 1965 de

344 millions de m<sup>3</sup>

En juillet-août, on enregistre un certain nombre de petites crues dues à la zone 5 qui bénéficie d'un coefficient de ruissellement assez élevé. Ces pointes de crue étalées sur 2 à 6 jours sont séparées de périodes à faible débit tant que le lac de NGARA reste bas. Après le 15 août, ce débit de base augmente progressivement, comme à M'BOURAO, pour atteindre 20-25 m<sup>3</sup>/s vers la fin septembre.

Le ruissellement assez abondant de la zone 5 dans la première quinzaine de septembre conduit au maximum de 53 m<sup>3</sup>/s le 19/9/64 qui est suivi d'une lente décrue jusqu'au 19 octobre, date d'arrivée des apports déversés par le Logone à ERE. Les débits augmentent progressivement pour atteindre 51 m<sup>3</sup>/s les 7-8-9 et 10 novembre, à nouveau suivi d'une lente décrue cette fois définitive.

Notons que le débit maximal dûs aux déversements du Logone, soit 51 m<sup>3</sup>/s est le même au km 20 et à M'BOURAO. Le maximum a lieu 4-5 jours après celui de M'BOURAO soit 45 jours après le maximum à LAI.

../...

Station - km 20

Débits journaliers

Année 1964

Jours	Juillet		Août		Septembre	
	Q moy	Q max	Q moy	Q max	Q moy	Q max
1	0,8		0,4		15,4	
2	0,6		0,3		21,0	
3	0,5		0,2		26,0	
4	0,4		0,2		28,5	
5	0,3		0,2		29,7	
6	6,7	20,5	0,2		28,5	
7	8,7	10,1	0,2		26,6	
8	9,6	10,1	0,2		25,6	
9	8,6	18,1	0,3		26,4	
10	0,5		0,4		27,5	
11	0,4		0,4		28,3	
12	0,3		0,3		31,7	
13	2,0		0,3		37,0	
14	1,7		0,3		43,1	
15	1,5		0,2		50,8	
16	1,2		0,2		53	
17	1,4		0,8		51	
18	1,5		11,0		46,8	
19	1,6		13,5		42,5	
20	1,5		13,9		38,6	
21	1,6		13,4		35,5	
22	1,6		12,1		32,5	
23	1,7	2,0	10,1		30,5	
24	1,5		8,4		29,0	
25	1,2		6,8		27,8	
26	1,2		6,0		26,4	
27	1,1		6,4		26,0	
28	0,9		6,4		25,8	
29	0,8		5,0		25,6	
30	0,6		5,0		25,6	
31	0,5		8,2			

Station - km 20

Débits journaliers

Jours	1964			1965	
	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév
1	25,8	45,4	29,0	8,6	3,1
2	26,4	47,5	28,0	8,2	3,0
3	26,0	48,2	26,8	8,0	3,0
4	25,8	49,6	25,6	7,6	2,9
5	25,4	50,3	24,8	7,5	2,8
6	25,2	50,3	23,6	7,4	2,7
7	24,8	51,0	22,9	7,2	2,6
8	24,2	51,0	21,9	6,8	2,5
9	23,3	51,0	21,2	6,7	2,5
10	22,9	51,0	20,2	6,5	2,4
11	22,6	50,3	19,6	6,2	2,3
12	21,9	49,6	18,7	6,0	2,2
13	21,2	48,9	17,8	5,9	2,2
14	20,8	48,2	16,9	5,7	2,1
15	20,5	47,5	16,0	5,6	2,1
16	20,5	46,1	15,4	5,4	2,0
17	20,2	45,4	14,8	5,3	2,0
18	20,5	44,0	14,0	5,0	1,9
19	20,8	43,4	13,8	4,7	1,9
20	21,5	42,2	13,3	4,6	1,8
21	22,6	41,0	12,8	4,4	1,8
22	24,0	39,8	12,3	4,3	1,8
23	25,6	38,6	12,0	4,1	1,7
24	27,2	37,5	11,8	3,9	1,7
25	29,5	36,5	11,4	3,6	1,7
26	32,0	35,5	10,9	3,6	1,6
27	34,0	34,5	10,4	3,5	1,6
28	36,0	33,5	10,1	3,4	1,5
29	38,0	32,0	9,6	3,3	
30	40,4	30,5	9,2	3,2	
31	42,8		8,8	3,1	

- Echelle aval des chutes Gauthiot

Etant donnée la difficulté d'accès à cette échelle et l'impossibilité d'y installer un lecteur, seules quelques lectures ont été effectuées au cours de la saison des pluies et surtout juste après de façon à éliminer les écarts entre le km 20 et les chutes, écarts dus au ruissellement propre de la zone 5.

Les lectures ont été faites également dans la mesure du possible à des périodes où les débits au km 20 étaient stabilisés pendant plusieurs jours.

En dehors de tout apport de la zone 5, les débits se conservent entre M'BOURAO et le km 20 puisque le maximum de 51 m<sup>3</sup>/s à M'BOURAO se retrouve quelques jours plus tard au km 20. Il est logique d'admettre qu'il en est de même entre le km 20 et les chutes qui ne sont séparées que par une quinzaine de kms.

Avec les relevés de 1961 et ceux de 1964, on peut alors établir la correspondance suivante :

- Echelle aval chutes

H m	0,56	0,76	0,94	1,08	1,44	1,81	2,45	2,86	3,60	4,30
Q m <sup>3</sup> /s	2,5	5,0	7,5	10,0	15	26	50	62	105	158

La courbe d'étalonnage est représentée sur le graphique de la page 12.

F/- Résultats obtenus au MAYO DORBO

L'échelle du MAYO DORBO a été installée le 3 juillet 1964 et les lectures ont été faites 3 fois par jour : 6h- 12h et 18 h jusqu'au 21 octobre. D'après les habitants du village, aucune crue n'avait eu lieu avant le 3 juillet, ce qui est très vraisemblable car il n'y avait pas de délaissés de crue et nous avons pu constater par la suite que chaque crue laissait son empreinte sur les berges.

Les crues ont été correctement suivies jusqu'au 1er octobre, date à partir de laquelle le remous du lac de TIKEM a commencé à se faire sentir à la station. Ceci n'est cependant pas très grave car la dernière crue du Mayo Dorbo a eu lieu le 27 septembre et au delà du 1er octobre la décrue a pu être tracée grâce à un jaugeage effectué le 9 octobre 1964. le débit du Mayo était alors réduit à 0,3 m<sup>3</sup>/s. Entre le 9 et le 20 octobre l'échelle enregistre les mêmes variations de cotes que le lac de TIKEM avec un maximum les 21 - 22 octobre.

Le débit maximal de l'année a été observé dans la nuit du 30 au 31 août avec 8,4 m<sup>3</sup>/s, ce qui correspond au débit spécifique très faible de 6 l/s/km<sup>2</sup>. D'après les indications des riverains, les plus fortes crues devaient être de l'ordre de 20 à 30 m<sup>3</sup>/s.

Les hydrogrammes sont représentés sur le graphique n° 7541 et sur le graphique n° 7550. Les variations de niveau sont assez lentes sauf peut-être lorsque la crue est provoquée par un affluent relativement proche de la station.

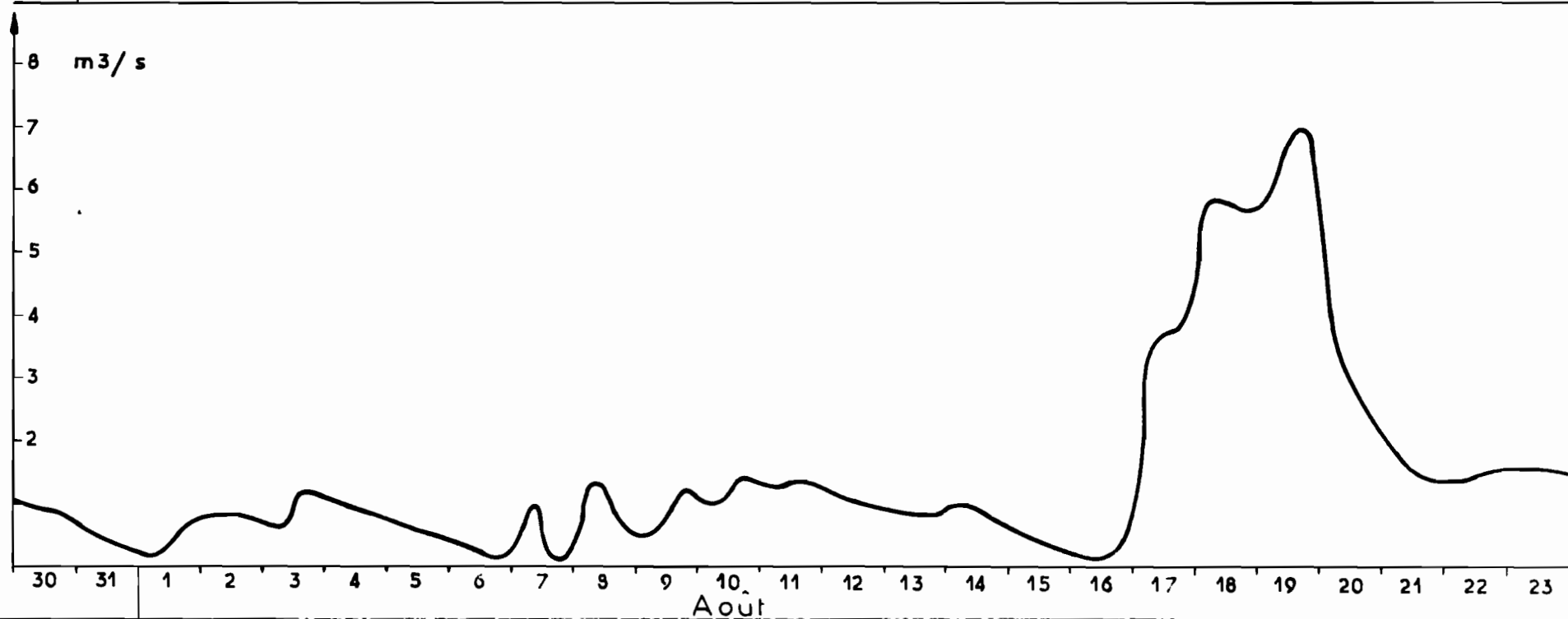
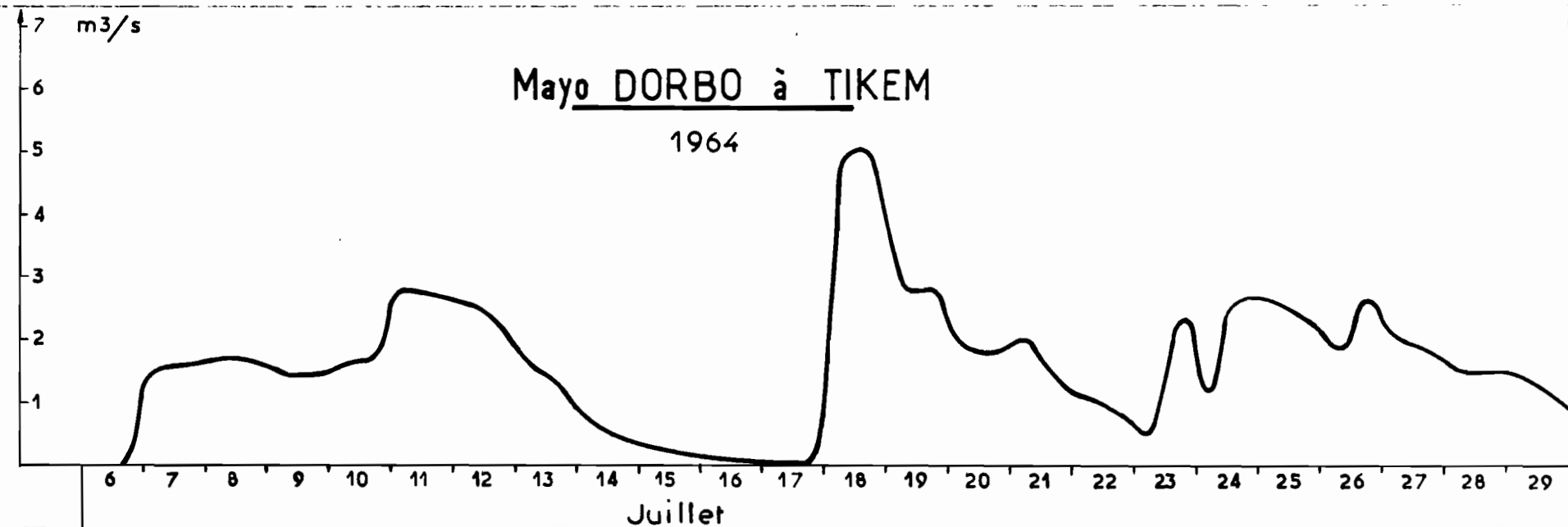
Il existe quatre pluviomètres "Association" du Service Météorologique, bien répartis sur le bassin. La pluviométrie 1964 est la suivante :

TIKEM	798	mm
KAROUAL	1024	mm
TORROCK	incomplet	
PALA Météo	1122	mm
PALA CF	1046	mm

Le tracé des isohyètes annuelles, graphique n° 7551 permet de déterminer la pluviométrie moyenne sur le bassin :

980 mm

../...



CRT 7541

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

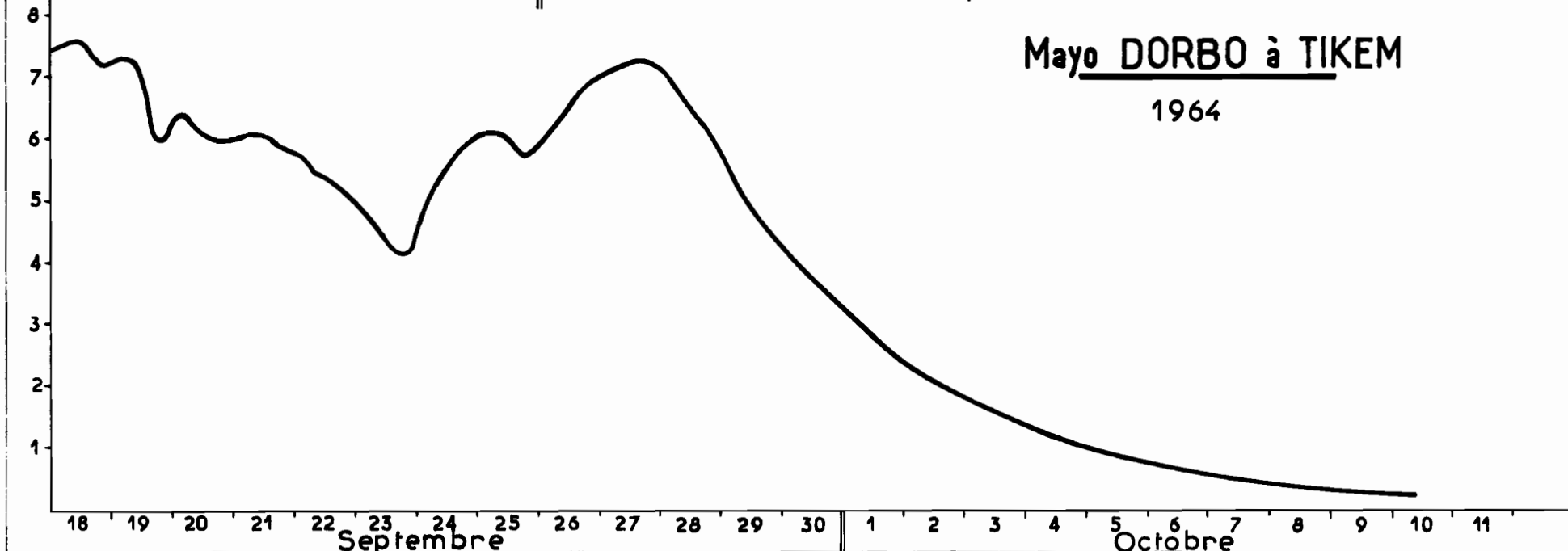
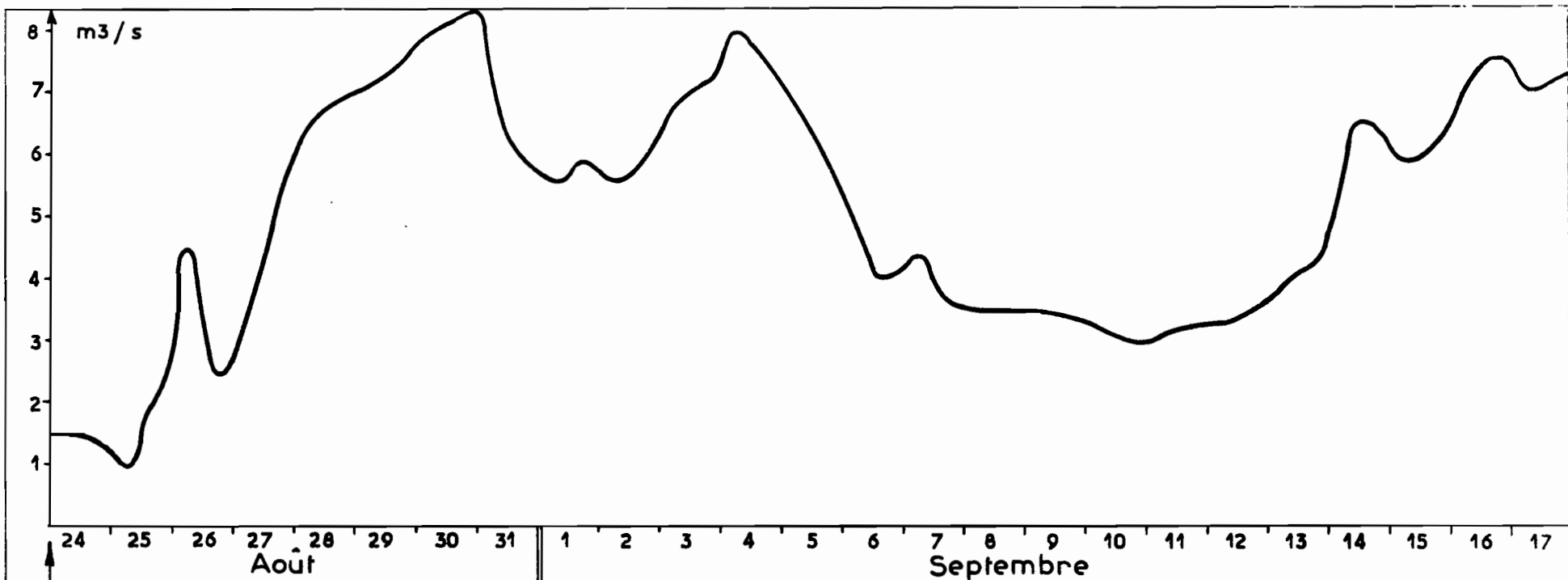
ED:

LE 16-3-65

DES S. NICOE

VISA

TUBE N



Mayo DORBO à TIKEM  
1964



Le nombre de pluviomètres est cependant insuffisant sur un bassin de cette dimension pour pouvoir relier les crues aux pluies journalières. L'étude fine du Mayo Ligam situé à moins de 50 kilomètres du Mayo Dorbo a mis en évidence la forte irrégularité spatiale de la pluie même sur des bassins beaucoup plus petits que celui du Mayo Dorbo. Ce phénomène est aussi largement illustré par les différences de pluviométrie enregistrées chaque jour aux deux postes de PALA-Météo et Cotonfran, distants de quelques kilomètres seulement.

#### - Coefficients d'écoulement

Le volume écoulé par le Mayo Dorbo à la station de TIKEM s'élève en 1964 à 25.200.000 m<sup>3</sup>, ce qui pour une pluviométrie de 980 mm correspond à un coefficient d'écoulement de

$$K = 1,8 \%$$

L'évolution du coefficient d'écoulement au cours de la saison des pluies se présente de la façon suivante :

Mois	P moy mens	P moy cumul	Vp mens	vp cumul	Ve mens	Ve cumul	K % mens	K % cumul
M-A-M-J	320	320	448	448	0		0	0
Juillet	206	526	288	736	3,47	3,47	1,2	0,47
Août	221	747	309	1045	6,53	10,00	2,1	0,96
Septemb	210	957	294	1339	14,30	24,30	4,1	1,80
Octobre	23	980	32	1371	0,90	25,20		1,80
1964	980	980	1371	1371	25,20	25,20	1,80	1,80

P en mm

V en millions de m<sup>3</sup>

Le coefficient de ruissellement est nul jusqu'au début du mois de juillet où la saturation des sols devient suffisante pour que l'écoulement commence. Il augmente ensuite rapidement en doublant presque de valeur chaque mois alors que la pluviométrie augmente régulièrement d'une valeur voisine de 210 mm par mois.

Il est intéressant d'essayer d'évaluer ce que serait le coefficient d'écoulement pour une pluviométrie annuelle de 1200 mm.

Le graphique n° 7549 représente la variation du coefficient K au cours de la saison des pluies en fonction de la pluviométrie tombée sur le bassin. D'après cette relation, K serait égal à 3,3 % pour une pluviométrie de 1200 mm.

On peut également représenter les variations du coefficient d'écoulement par tranches de 210 mm en fonction de la pluviométrie cumulée. Le graphique n° 7549 montre que les 220 mm supplémentaires seraient crédités d'un coefficient d'écoulement de 11 % ce qui correspondrait à un volume écoulé de 33,8 millions de m<sup>3</sup> et un volume annuel de 33,8 + 25,2 = 59 millions de m<sup>3</sup>, soit un coefficient d'écoulement de 3,5 %.

Ces évaluations sont faites par défaut. En effet, le calcul a été fait comme si les 220 mm venaient s'ajouter à la suite d'une année identique à celle de 1964 ce qui rallonge artificiellement la saison des pluies. En réalité, les 1200 mm seront obtenus par plusieurs mois dont les pluviométries seront supérieures à celles de 1964. Le coefficient d'écoulement en sera amélioré et avec une distribution normale des pluies, on pourrait l'estimer à 4 %.

On peut également évaluer le coefficient K dans le cas d'une pluviométrie de 800 mm. Le graphique n° 7549 indique que pour 1964, les 800 premiers millimètres ont bénéficié d'un coefficient d'écoulement de 1,2 % ce qui constitue cette fois une évaluation par excès, car cette hauteur de pluie doit être répartie sur toute la saison des pluies et non jusqu'au 5 septembre comme en 1964. La valeur de K pourrait être alors de l'ordre de 1 %.

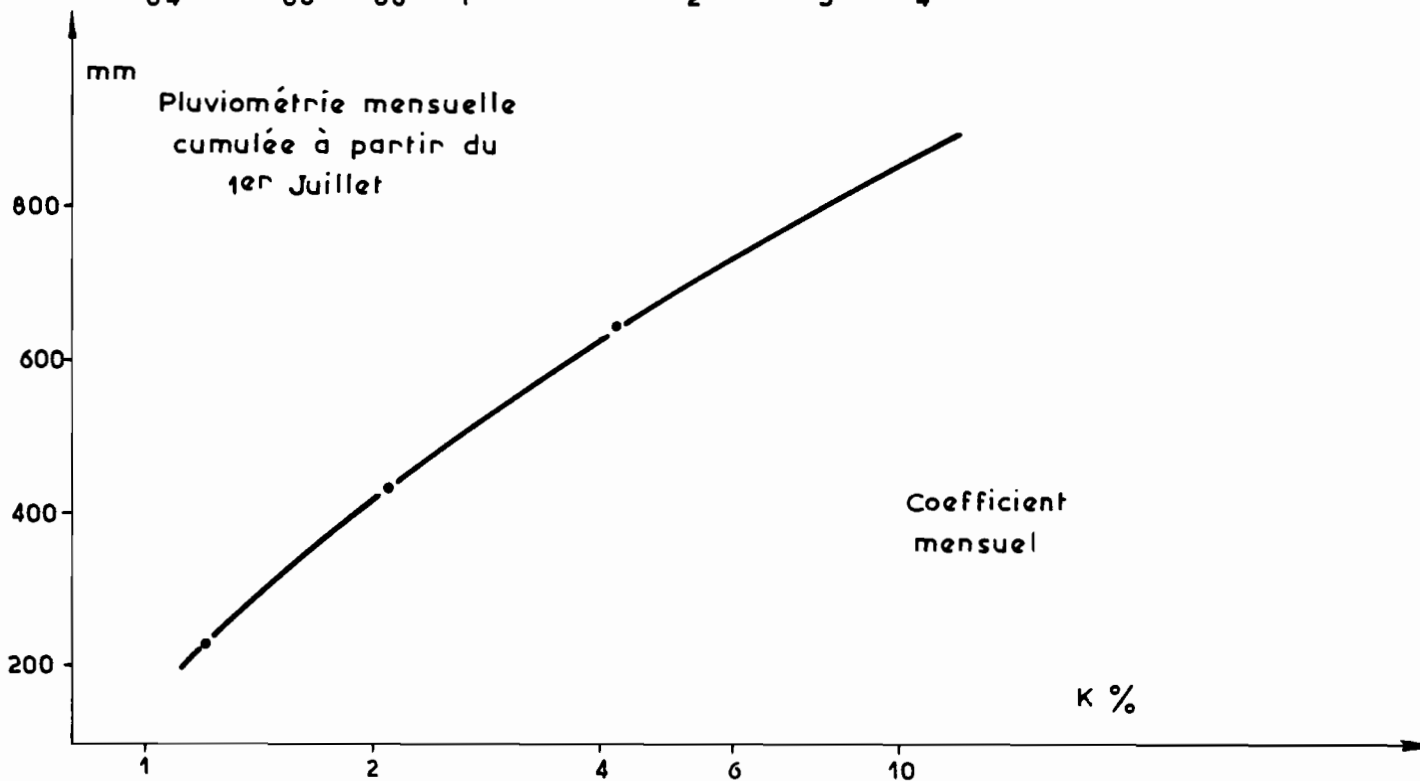
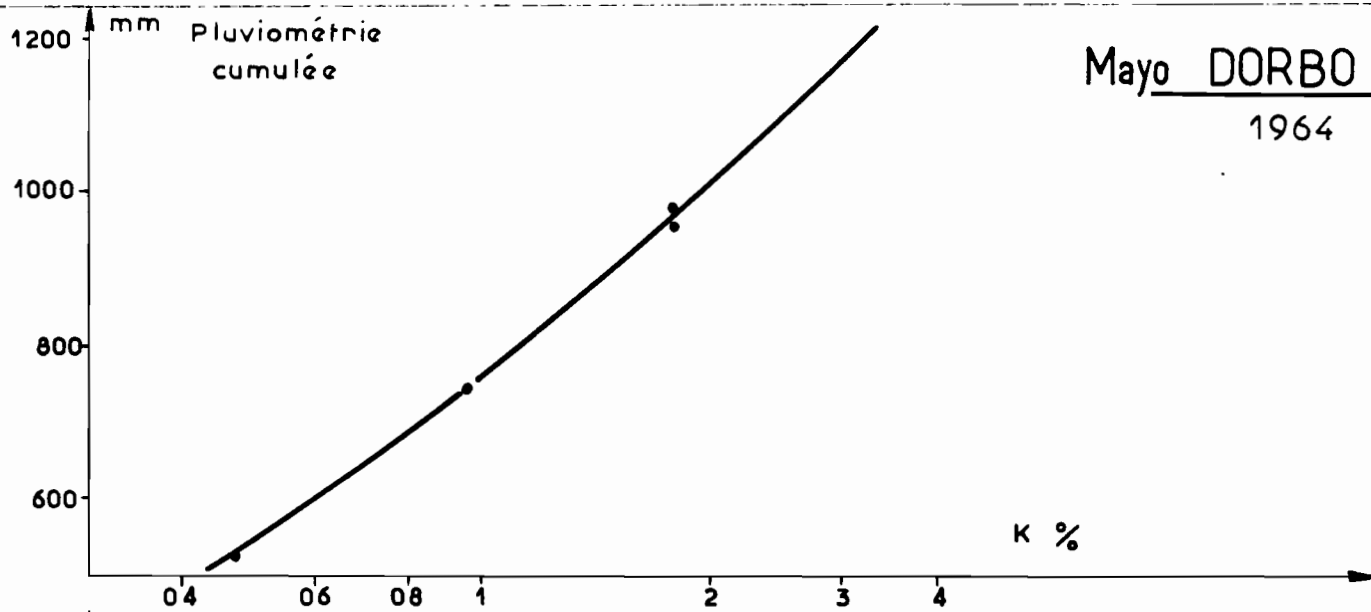
Selon la pluviométrie annuelle, on attribuera au coefficient d'écoulement les valeurs suivantes :

1 % pour 800 mm

4 % pour 1200 mm

Il s'agit là de valeurs moyennes correspondant à une distribution normale des pluies. Une forte concentration des pluies favorise l'écoulement et K serait supérieur aux chiffres proposés ci-dessus pour atteindre peut-être 6 à 7 % dans d'excellentes conditions. Inversement, K pourrait descendre à 0,6 ou 0,8 % pour une pluviométrie faible et trop étalée.

Mayo DORBO à TIKEM  
1964



CRT 7549

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED

LE 19 - 3 - 65

DES S NICOE

VISA

TUBE N

## Station - MAYO DORBO

## Débits journaliers

Année 1964

Jours	Juillet	Août	Septembre	Octobre
1		0,4	5,7	2,8
2		0,8	5,7	2,1
3		1,0	7,1	1,5
4		1,0	7,7	1,1
5		0,6	6,3	0,8
6	0	0,2	4,4	0,7
7	1,5	0,4	4,0	0,5
8	1,7	1,0	3,5	0,4
9	1,4	0,8	3,5	0,3
10	1,7	1,2	3,0	0,2
11	2,7	1,4	3,2	0,1
12	2,4	1,1	3,5	
13	1,5	0,9	4,1	
14	0,7	0,9	6,2	
15	0,1	0,4	6,1	
16	0,0	0,2	7,4	
17	0,0	3,6	7,3	
18	4,8	5,7	7,4	
19	2,9	6,5	6,6	
20	1,8	3,2	6,2	
21	1,7	1,5	6,0	
22	0,9	1,4	5,4	
23	1,4	1,6	4,4	
24	2,2	1,4	5,5	
25	2,4	1,5	5,9	
26	2,3	3,5	6,5	
27	1,9	4,4	7,2	
28	1,5	6,6	6,5	
29	1,2	7,3	5,0	
30	0,9	8,1	3,8	
31	0,4	6,6		

### C H A P I T R E   I I I

---

#### RESULTATS OBTENUS SUR LE BASSIN REPRESENTATIF DU MAYO LIGAM

---

( 41 km<sup>2</sup> )

#### A/ - Averses observées

L'équipement pluviométrique du bassin comporte, comme en 1961, 8 pluviomètres ( P1, P2, P4, P6, P8, P9, P10, P11) et 2 pluviographes ( P3 et P5) disposés de la même façon que pour l'étude précédente.

L'installation du bassin a commencé le 23 juin et l'ensemble du matériel, y compris le limnigraphe du km 20, était pratiquement en place le 1er juillet. Il ne manquait que les pluviomètres 8 et 10 qui ont été placés quelques jours après.

Les observations pour l'ensemble de la campagne du 1er juillet au 10 octobre sont très satisfaisantes, aucun incident tant sur le plan personnel que matériel n'étant à signaler.

Aucune crue n'a été signalée avant le 23 juin, date de notre arrivée ce que nous avons pu vérifier par l'inexistence complète de délaissés de crue qui subsistent, nous l'avons contrôlé, plusieurs semaines après les crues. Les seules traces représentaient un écoulement local insignifiant près de la station.

La première crue a eu lieu le 24 juin sans avoir pu être enregistrée, cependant le maximum a été facilement repéré et une partie de la décrue suivie le lendemain. Toutes les autres crues ont été enregistrées ainsi que les averses correspondantes.

L'année 1964 se caractérise par une pluviométrie légèrement inférieure à la moyenne. Les postes Météo suivants ont recueilli :

../...

# Bassin versant du MAYO LIGAM

Equipement hydrologique et pluviométrique

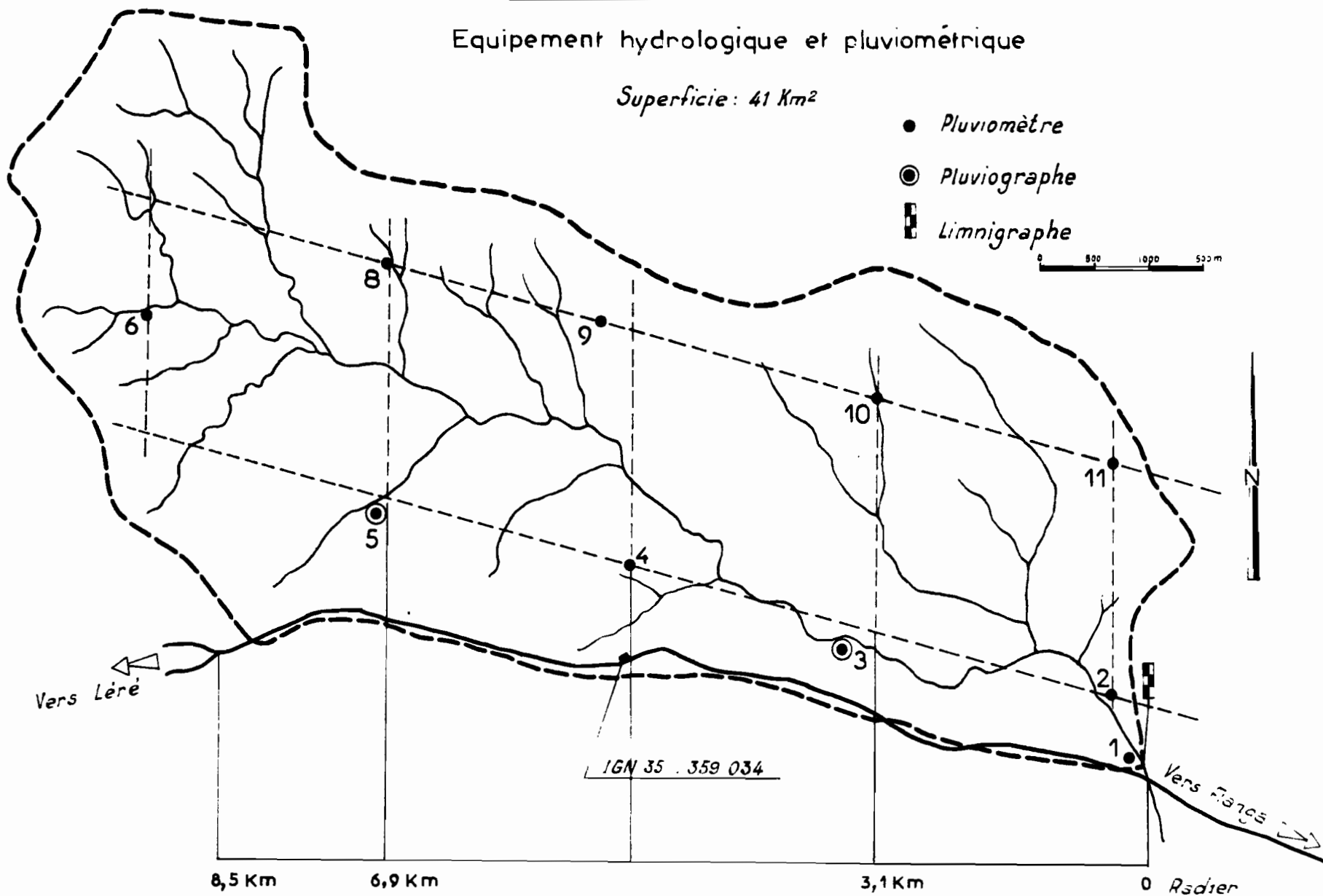
Superficie: 41 Km<sup>2</sup>

● Pluviomètre

⊙ Pluviographe

▬ Limnigraphe

0 800 1000 500 m



CRT 7553

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED

LE 50-3-65

DES S NICOLE

VISA

TUBE N

Poste	PALA CF	TIKEM	FIANGA	FIANGA CF	YOUE
P moy	1042	911	930	870	951
P 1964	1046	798	930	836	927

Sur le bassin, la moyenne pluviométrique 1964 est de 805 mm alors que la moyenne interannuelle devrait être de l'ordre de 850 mm.

En juillet une seule averse, le 7-7, P = 49,5 mm, a donné lieu à une crue moyenne. Tombant sur un sol sec, le ruissellement a été relativement faible.

En août, la pluviométrie est forte, mais surtout concentrée en 3 pluies qui au pluviomètre P1 totalisent 242 mm pour un relevé mensuel de 319 mm. Le 17 août, le pluviomètre 6 enregistre 110,7 mm ce qui correspond à une averse sensiblement décennale. Ces fortes averses sont souvent précédées d'une assez longue période sèche ce qui réduit beaucoup leur efficacité. Le 17 août, l'averse a une valeur moyenne sur le bassin de 78,5 mm tombés en 1h30. La crue résultante atteint au maximum 81 m<sup>3</sup>/s alors qu'en 1961 une pluie moyenne de 69 mm a provoqué une crue dont le maximum a été de 131 m<sup>3</sup>/s. La saturation des sols joue donc un rôle essentiel dans l'efficacité des averses. La crue maximale de la saison se produit le 31 août avec 87 m<sup>3</sup>/s pour une pluviométrie moyenne de 50,5 mm ce qui est très en-dessous de l'averse du 17 août, mais avec un degré de saturation du sol bien meilleur.

En septembre, on note encore 4 averses moyennes qui tombent sur un sol assez bien saturé et les crues résultantes sont intéressantes.

Les pluies journalières observées en 1964 sur le bassin du Mayo Ligam sont portées sur les tableaux des pages suivantes ainsi que les totaux mensuels et annuels. La pluviométrie antérieure au 1er juillet a été estimée à partir des relevés de YOUE et MONBAROUA, stations situées à une vingtaine de km de part et d'autre du bassin.

.. / ...

Du 1er janvier au 1er juillet, il est tombé

273 mm à MONBAROUA

297 mm à YOUE

Ces données homogènes autorisent à adopter 285 mm sur le bassin du Mayo Ligam pour la période antérieure au 1er juillet.

Pluies mensuelles sur le bassin du Mayo Ligam

- 1964 -

Mois	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P8	P9	P10	P11
Mars	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)
Avril	(82)	(82)	(82)	(82)	(82)	(82)	(82)	(82)	(82)	(82)
Mai	(91)	(91)	(91)	(91)	(91)	(91)	(91)	(91)	(91)	(91)
Juin	(106)	(106)	(106)	(106)	(106)	(106)	(106)	(106)	(106)	(106)
Juillet	111	115	96	115	133	138	127	124	107	133
Août	319	330	278	242	195	215	200	230	278	277
Sept.	145	157	117	119	90	137	108	117	143	151
Octob.	16	17	10	16	11	13	19	21	15	14
Année	879	904	786	777	714	788	739	777	829	860

Pluviométrie moyenne sur le bassin en 1964

805 mm

Etant donnée la bonne répartition géographique des appareils, la hauteur moyenne de précipitation annuelle a été calculée par simple moyenne arithmétique..

Elle correspond à un volume précipité de 33 millions de m<sup>3</sup>.

../...



Au cours de l'analyse des différentes crues observées, on s'est contenté comme en 1961 de séparer le ruissellement de l'écoulement de base. Le ruissellement retardé, ou écoulement hypodermique, ne présente pas assez d'importance sur ce bassin pour qu'il ait été jugé nécessaire de l'étudier spécialement.

Dans le tableau pages 44 et 45, les averses sont caractérisées par :

- PM : hauteur maximale ponctuelle de précipitation observée pendant l'averse (en mm)
- P : hauteur de précipitation moyenne sur le bassin (en mm)
- k : rapport  $\frac{P}{PM}$
- $t_a$  : intervalle en jours séparant l'averse étudiée de la précédente
- $V_p$  : volume précipité sur le bassin (en m<sup>3</sup>)

Pour l'hydrogramme les paramètres sont les suivants :

- $T_b$  : temps de base ou durée de ruissellement
- $V_r$  : volume ruisselé (en m<sup>3</sup>)
- $t_m$  : temps de montée ou rise (en minutes)
- $QM$  : débit maximal de la crue (en m<sup>3</sup>/s)
- $V_e$  : volume écoulé ( en m<sup>3</sup>)

Les relations entre la crue et l'averse sont caractérisées par :

- $K_r$  : coefficient de ruissellement =  $\frac{V_r}{V_p}$  (en %)
- $t_p$  : temps de réponse du bassin ou lag (en minutes )
- $K_e$  : coefficient d'écoulement =  $\frac{V_e}{V_p}$  ( en %)

Les données complètes relatives aux plus importantes crues, hyéto-grammes, hydrogrammes, répartition spatiale de l'averse, figurent en annexe.

../...



Averse n°	Date	PM	P	k	ta jour	Vp m3	Tb	Vr m3	Kr %	tm mn	tp mn	QM m3/s	Ve m3	Ke %
24	23-24/8	27,4	21,6	0,79	5,0	886.000	6h30	108.000		80	120	11,3	151.000	17,0
25	24/8	0,6	0,4	0,67	0,3	16.000								
26	25/8	24,9	13,4	0,54	1,3	549.000						1,8	46.000	8,4
27	26/8	30,2	13,5	0,45	1,0	554.000	4h30	254.000	45,8	100	100	40,0	327.000	59,0
28	27/8	3,2	1,2	0,38	1,3	49.000						0,8	9.000	18,4
29	29/8	23,5	9,7	0,41	1,3	398.000						7,1	50.000	12,6
30	30-31/8	86,4	50,5	0,58	1,7	2.071.000			35,7				942.000	45,5
	(1)							79.000		60	140	9,2		
	(2)						7h00	660.000		120	70	87,0		
31	1/9	33,7	19,4	0,58	1,4	795.000	7h00	297.000	37,4	100	80	37,0	385.000	48,4
32	2/9	12,9	7,3	0,57	1,3	299.000						1,1	27.000	9,0
33	4/9	15,2	8,4	0,55	2,1	344.000								
34	6/9	31,4	24,4	0,78	1,8	1.000.000	6h30	334.000	34,4	110	140	32,5	428.000	42,8
35	9-10/9	38,4	25,9	0,67		1.062.000								31,2
	(1)		(12,9)		(2,9)	(529.000)		70.000	(13,2)			9,7	98.000	(18,5)
	(2)		(13,0)		(0,7)	(533.000)	7h30	168.000	(31,5)	220	190	13,1	233.000	(43,7)
36	11/9	1,0	0,5	0,50		21.000								
37	12/9	29,0	16,3	0,56	3,1	668.000	6h00	98.000	14,7	190	210	10,8	166.000	24,9
38	13-14/9	19,2	12,2	0,64		500.000								18,2
	(1)											1,4	23.000	
	(2)											5,6	68.000	
39	15/9	4,7	3,8	0,81	1,7	156.000								
40	16/9	2,7	0,9	0,33	2,0	37.000								
41	22/9	5,5	3,1	0,56	6,0	127.000								
42	24/9	8,0	6,2	0,77	1,4	254.000								
43	26/9	1,2	0,7	0,58		29.000								
44	2/10	16,4	11,4	0,70	8,0	467.000								
45	3/10	9,7	4,2	0,43		172.000								

B/ - Etude du coefficient de ruissellement

Nous reprendrons ici la méthode utilisée par M. ROCHE dans son rapport "Chutes Gauthiot - Campagne 1961". En effet, les autres variantes possibles, en prenant l'indice d'humidité comme paramètre principal ou une autre forme de calcul de l'indice d'humidité, ne donnent que de mauvais résultats.

Les premières pluies ne ruissellent pas, même avec des hauteurs de précipitation assez fortes. Ensuite le coefficient de ruissellement dépend essentiellement de deux paramètres : la hauteur de précipitation et l'état de saturation du sol au début de l'averse.

L'indice d'humidité retenu pour caractériser l'état du sol au moment de l'averse est la somme des  $\frac{Pa}{ta}$  où Pa représente la hauteur de l'averse antérieure séparée de l'averse ta étudiée par un intervalle de temps ta.

Dans le tableau suivant sont groupées séparément pour les averses de 1961 et 1964, les valeurs de Kr, de P et de Ih.

1961

Averse n°	Kr %	P mm	Indice d'humidité
4	8	30	1,4
5	19	14,5	21
8	6,4	31	4,5
9	26,5	29	23,2
10	30	40	23,4
11	32,5	36	27,6
12	18	26	21,6
13	38	50	34,4
15	9,7	25	7,6
22	18,2	70	6,5
23	45	36	74,3
25 bis	49	35	43,8
26	35	13,8	60,8
30	51	69	10,9
31	25,5	21	29,8

1964

Averse n°	Kr %	P mm	Indice d'humidité
3	15,7	49,5	5
17	5,8	41,5	4,8
21	26,8	78,5	6,0
27	45,8	13,5	32,2
30	35,7	50,5	20,9
31	37,4	19,4	52,5
34	24,4	34,4	31,0
35	12,9	13,2	22,1
35 bis	13,0	31,5	36,7
37	16,3	14,7	18,8

On a reporté sur le graphique n° 7547 les valeurs du coefficient de ruissellement Kr en regard des valeurs correspondantes de la précipitation moyenne sur le bassin, relative à l'averse étudiée P. La dispersion est évidemment très grande mais les corrections apportées, en tenant compte de l'influence de l'indice d'humidité (graphique n° 7546), permettent d'établir une corrélation satisfaisante entre le coefficient de ruissellement et la pluviométrie moyenne du bassin.

Cette corrélation est représentée, tout au moins jusqu'à P = 70 mm, par une droite qui correspond comme en 1961 à un indice de saturation égal à 21, elle doit s'infléchir après pour tendre vers une asymptote 90 % pour peut-être P = 150 mm. Le nombre de points plus élevé permet une extrapolation plus précise que celle qui avait été tentée précédemment. En particulier, on a été amené à modifier assez sensiblement la courbe de correction, en fonction de Ih.

On note quelques points aberrants particulièrement intéressants, surtout le point 27 (1964) qui correspond à un ruissellement partiel très caractérisé, ce qui explique la valeur anormalement forte de Kr (comme l'a montrée l'étude de Y. BRUNET-MORET à BOUNDJOUK). La courbe de régression passe exactement entre 22 (1961) très concentré dans le temps, et 21 (1964) à assez faible intensité, ce qui est normal.

Les points 22 (1961), 23 (1961) et 13 (1961), correspondent à des intensités moyennes faibles ou très faibles. Peut-être la prise en compte de la durée du corps, en tenant compte des interruptions, permettrait d'améliorer la régression, mais ceci ne pourra être fait avant la fin de la campagne 1965.

Telle qu'elle est actuellement, notre courbe de régression semble acceptable et peut donner une valeur assez bonne de Kr pour l'averse décaennale qui a été estimée à 90 mm, précipitation moyenne sur le bassin.

Le coefficient de ruissellement serait de 75 % dans ce cas.

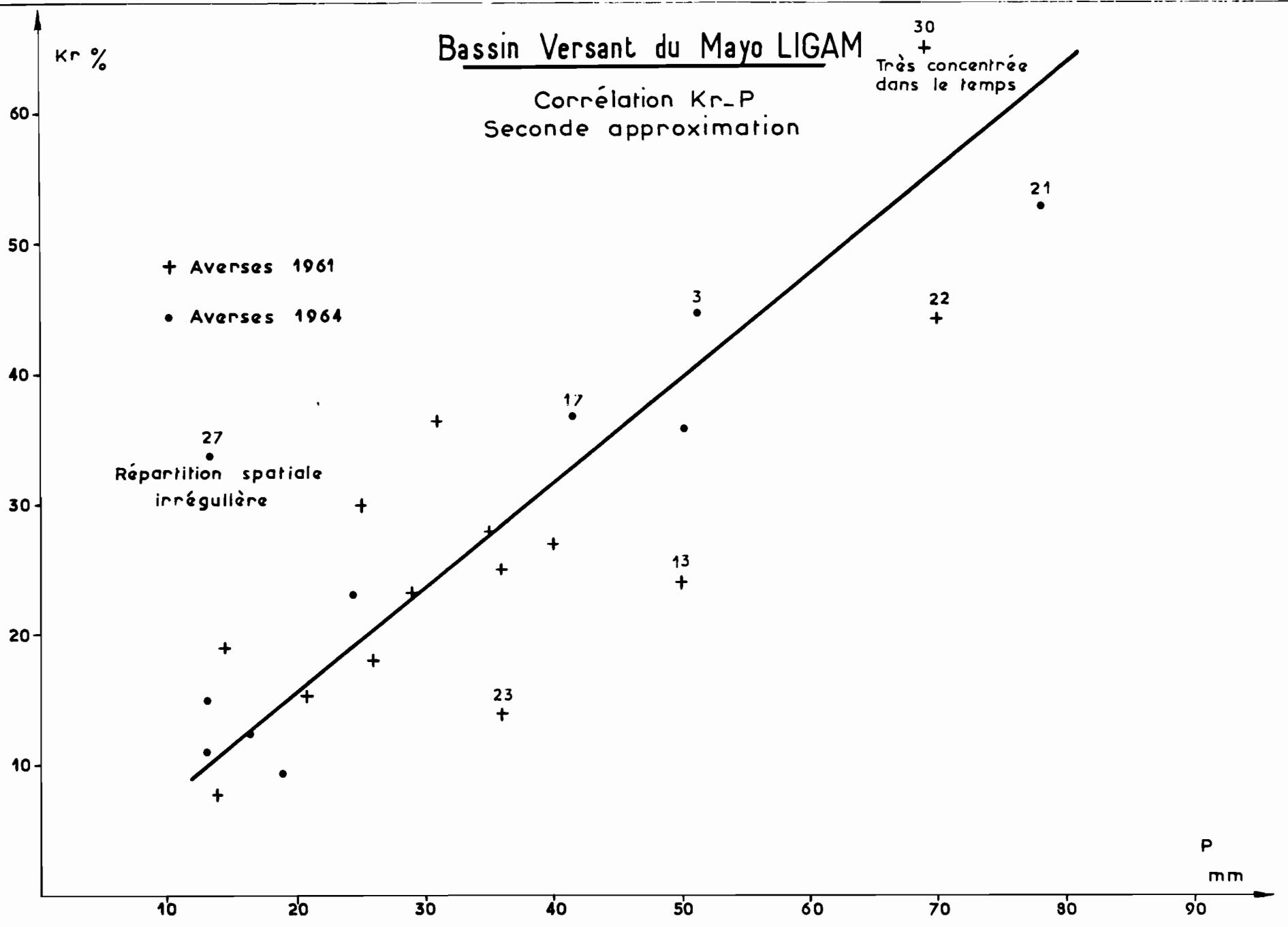
#### C/- Hydrogramme type du bassin

Les hydrogrammes de ruissellement des crues suffisamment importantes et pouvant être considérées comme sensiblement unitaires ont été ramenés à un volume standard correspondant à 10 mm de pluie efficace, soit pour un bassin de 41 km<sup>2</sup>, 410.000 m<sup>3</sup>. Les résultats sont portés sur le tableau de la page 52.

# Bassin Versant du Mayo LIGAM

Corrélation Kr-P  
Seconde approximation

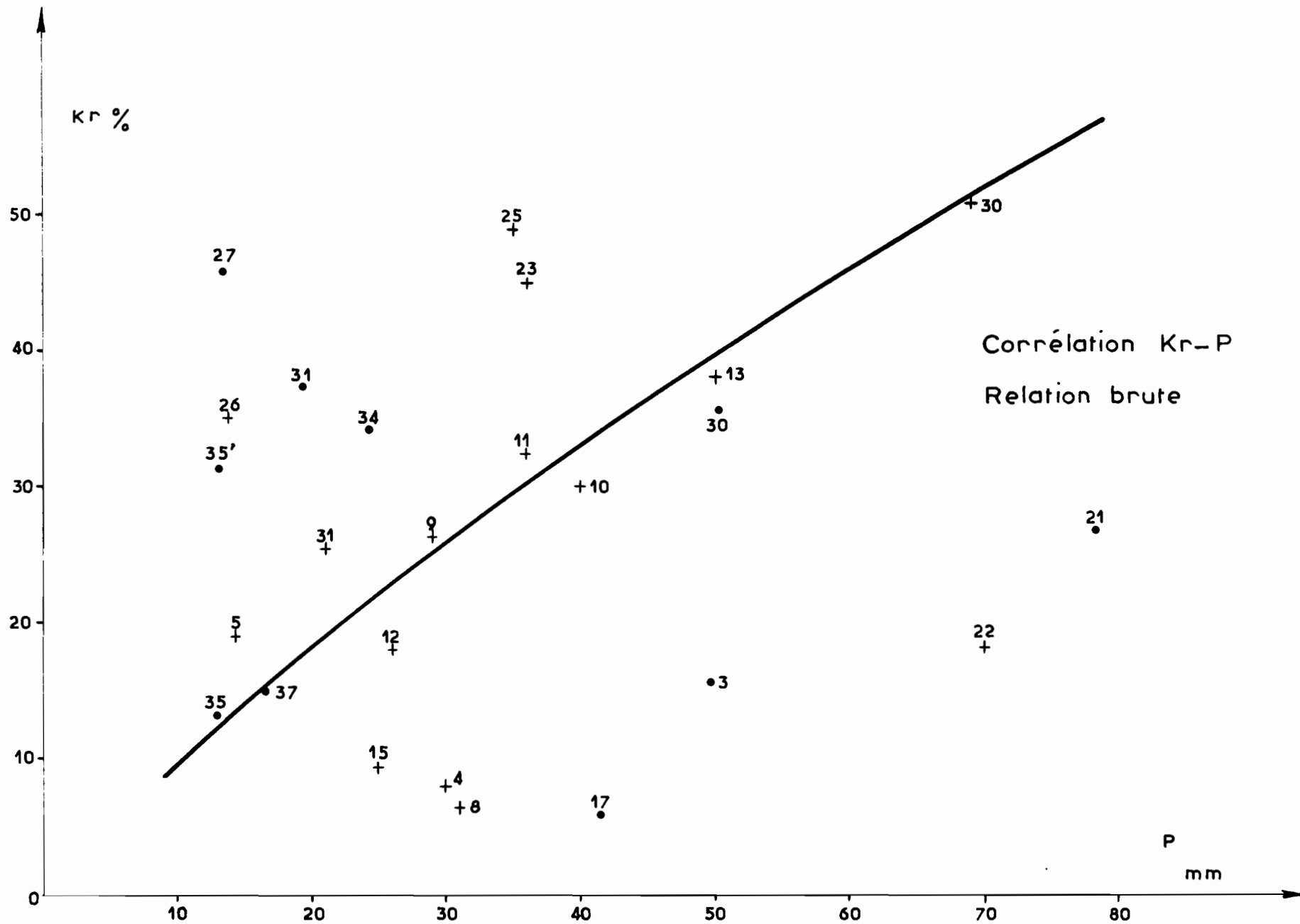
30  
+  
Très concentrée  
dans le temps



CRT 7546

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED:	LE: 18-3-65	DES: S. NICOE	VISA	TUBE N°
-----	-------------	---------------	------	---------



CRT 7547

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED.

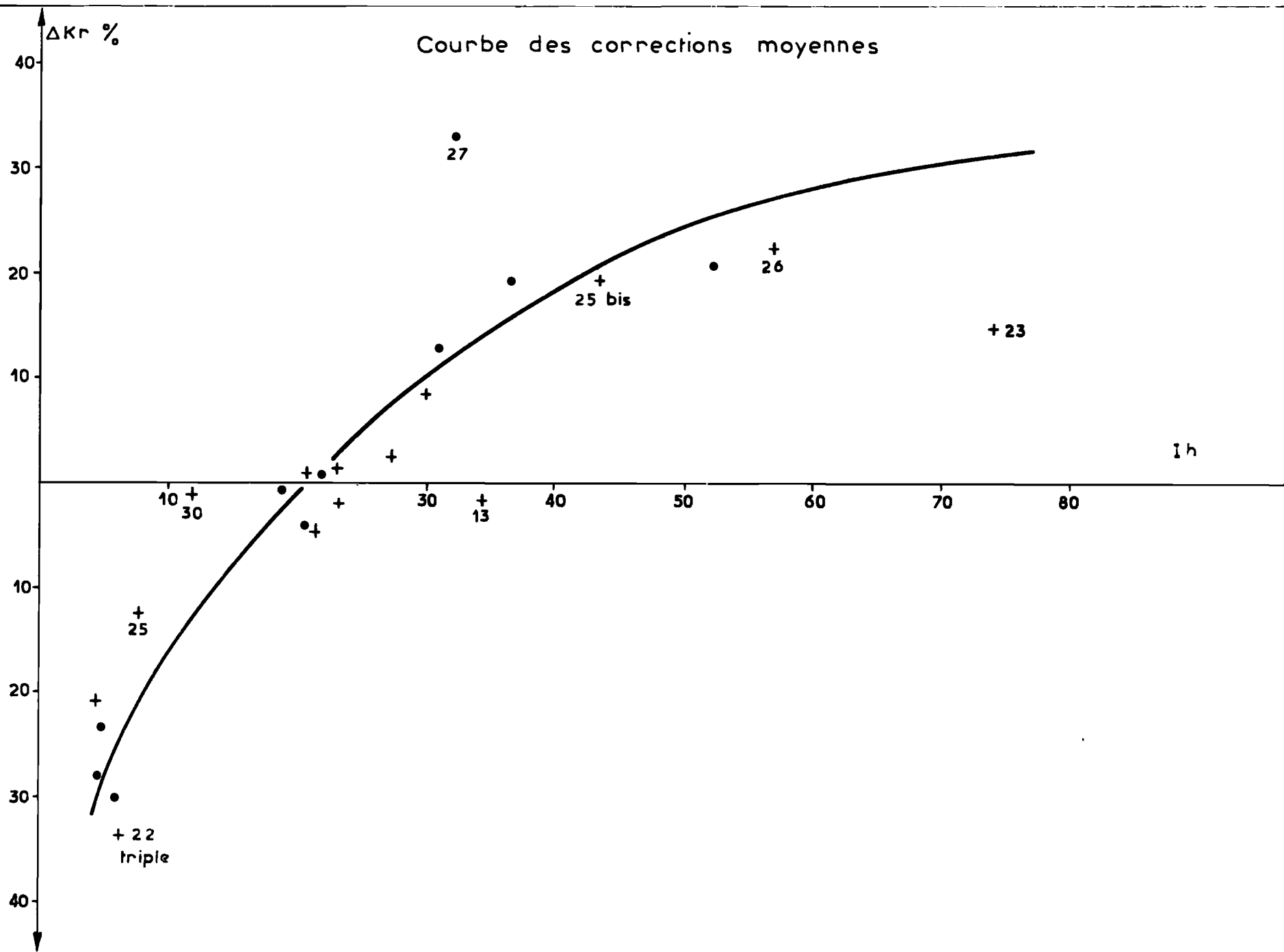
1E. 18 - 3 - 65

DES S NICOE

V SA

TUBE N

# Courbe des corrections moyennes



**CRT 7548**

**ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES**

ED	LE 19 - 3 - 65	DES S. NICOE	VISA	TUBE N°
----	----------------	--------------	------	---------



Il avait été défini en 1961 deux types d'hydrogrammes selon la position de la crue au cours de la saison des pluies. En fin de saison, les crues avaient une forme plus aplatie donc moins dangereuse qu'au début de la saison des pluies. En 1964, le nombre de crues est trop faible pour mettre en évidence une variation significative de la forme de l'hydrogramme au cours de la saison et il faut noter aussi que les 4 crues retenues ont toutes eu lieu après le 15 août. Cependant bien que les crues 1964 se situent dans la seconde partie de la saison des pluies, elles ont dans deux cas, une forme assez pointue et les débits obtenus s'apparentent plutôt à ceux du début de la campagne 1961.

La crue n° 27 - 1964 - correspond à un ruissellement partiel de l'aval du bassin et elle est évidemment trop aiguë. La crue n° 30 - 1964 - n'a pas ruisselé de façon homogène et cette fois-ci encore le secteur aval a été particulièrement privilégié. Ces deux dernières crues présentent des formes simples et sont représentées sur le tableau de la page 52, mais leur hétérogénéité ne nous permet pas de les prendre en compte pour l'établissement de l'hydrogramme type.

Hydrogrammes de ruissellement du MAYO LIGAM

ramenés à un volume type de 410.000 m<sup>3</sup>

1961

Averses		Débits en m <sup>3</sup> /s												
N°	Date	- 2h	-1h30	-1h00	-0h30	-0h15	0	+0h15	+0h30	+1h00	+2h	+ 3h	+ 4h	+ 5h
9	11/7	0	0,8	15,9	36,5	49,4	52,5	49,4	41,2	28,1	12,2	5,1	2,2	0,7
10	13-14/7	0	10	15,2	31,7	40,0	43,2	41,6	37,4	26,5	13,9	7,8	3,6	1,2
11	15-16/7	0	0,3	22,6	40,1	47,3	52,4	50,8	43,3	29,2	13,0	5,3	1,6	0,0
13	21-22/7	0,9	1,9	17,0	37,3	39,5	40,7	39,8	36,4	29,4	17,3	9,2	4,3	1,6
23	29-30/8	2,6	4,8	15,9	33,2	36,5	37,3	35,0	34,4	29,3	17,2	8,9	4,1	1,4
25b	2-3/9	4,8	17,3	25,7	33,7	36,0	37,5	34,2	30,8	23,2	12,3	6,5	2,9	0,6
30	10-11/9	6,4	24,0	30,0	34,6	35,9	36,1	35,7	34,5	26,0	7,2	3,5	1,8	0,7

1964

Averses		Débits en m <sup>3</sup> /s													
N°	Date	- 2h	-1h30	-1h00	-0h30	-0h15	0	+0h15	+0h30	+1h00	+2h	+ 3h	+ 4h	+ 5h	
	21	17/8	10,4	19,2	32,4	35,0	35,7	36,1	35,0	31,7	24,0	10,3	6,8	0	0
(1)	27	26/8	0	0,2	8,7	48,6	58,2	60,2	58,2	48,2	28,4	7,9	0,0	0	0
(1)	30	30-31/8	0	0,9	17,6	47,5	50,0	50,4	49,4	41,2	21,5	8,5	4,4	2,6	0
	31	1/9	0	0,2	2,7	27,9	41,3	49,8	43,3	34,4	22,9	9,1	4,3	1,0	0

(1) crue non unitaire.

L'hydrogramme unitaire moyen pour la première partie de la saison des pluies reste donc identique à celui établi en 1961 soit :

- 2h	-1h30	- 1h	-0h30	-0h15	0	0h15	0h30	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h
0,2	3,2	18	36	44	47	45	40	28	14	6,9	2,9	0,9

pour 10 mm de pluie efficace.

Pour la période postérieure au 15 août, l'hydrogramme moyen devient:

- 2h	-1h30	- 1h	-0h30	-0h15	0	0h15	0h30	1 H	2 h	3 h	4 h	5 h
4,8	13,1	21,3	32,9	37,1	39,4	36,6	33,2	25,1	11,2	6,0	1,9	0,5

On observe une légère augmentation (2 m<sup>3</sup>/s) du maximum par rapport à 1961.

Pour une pluie et un état d'humidité du sol donnés, la crue maximale se produira avant le 15 août avec un maximum de 47 m<sup>3</sup>/s pour une pluie efficace de 10 mm.

#### - Crue décennale

L'averse décennale dans la région du Mayo Ligam est de 110 mm, valeur ponctuelle. Pour ce bassin de 41 km<sup>2</sup>, le coefficient d'abattement devrait être de l'ordre de 0,80 et la pluviométrie moyenne sur le bassin de 90 mm. Nous avons vu dans l'étude du coefficient d'écoulement que pour des conditions de saturation moyenne celui-ci est de 75 % pour une pluie efficace de 67,5 mm.

Le débit maximal de la crue décennale sera donc de

$$\underline{320 \text{ m}^3/\text{s}}$$

soit un débit spécifique de 8000 l/s/km<sup>2</sup>.

#### D/- Débits moyens mensuels et annuel - Bilan d'écoulement

Les débits moyens journaliers du Mayo Ligam en 1964 sont portés sur le tableau de la page 54 ainsi que les pointes de crue et les débits moyens mensuels.

Station - Mayo Ligam  
Débits journaliers

Année 1965

: Jours :	: Juillet :		: Août :		: Septembre :	
	: Q moy :	: Q max :	: Q moy :	: Q max :	: Q moy :	: Q max :
: 1 :	:	:	:	:	: 4,5 :	: 37,0 :
: 2 :	:	:	:	:	:	:
: 3 :	:	:	:	:	: 0,3 :	: 1,1 :
: 4 :	:	:	:	:	:	:
: 5 :	:	:	:	:	:	:
: 6 :	:	:	:	:	: 5,0 :	: 32,5 :
: 7 :	: 4,1 :	: 29,3 :	:	:	:	:
: 8 :	:	:	: 1,3 :	: 12,8 :	:	:
: 9 :	:	:	:	:	: 1,1 :	: 9,7 :
: 10 :	:	:	:	:	: 2,7 :	: 13,1 :
: 11 :	:	:	:	:	:	:
: 12 :	:	:	:	:	: 1,9 :	: 10,8 :
: 13 :	:	:	:	:	: 0,3 :	: 1,4 :
: 14 :	:	:	:	:	: 0,6 :	: 5,6 :
: 15 :	:	:	:	:	:	:
: 16 :	:	:	:	:	:	:
: 17 :	: 0,3 :	: 2,8 :	: 12,3 :	: 81,0 :	:	:
: 18 :	:	:	: 1,0 :	: 5,0 :	:	:
: 19 :	: 0,8 :	: 8,4 :	:	:	:	:
: 20 :	:	:	:	:	:	:
: 21 :	:	:	:	:	:	:
: 22 :	:	:	:	:	:	:
: 23 :	:	:	:	:	:	:
: 24 :	:	:	: 1,7 :	: 11,3 :	:	:
: 25 :	:	:	: 0,5 :	: 1,8 :	:	:
: 26 :	:	:	: 3,8 :	: 40,0 :	:	:
: 27 :	:	:	:	:	:	:
: 28 :	:	:	: 0,1 :	: 0,8 :	:	:
: 29 :	:	:	: 0,6 :	: 7,1 :	:	:
: 30 :	:	:	:	:	:	:
: 31 :	:	:	: 10,9 :	: 87,0 :	:	:

La seule crue non enregistrée est celle du 24 juin, mais le maximum 40 m<sup>3</sup>/s a été repéré de façon précise et on a pu suivre une partie de la décrue. Le volume de cette crue a été évalué à 340.000 m<sup>3</sup> et même si l'erreur commise dans cette évaluation peut être forte, le volume annuel écoulé qui est de 5.000.000 de m<sup>3</sup> n'en sera guère affecté. En effet, en admettant une erreur déjà importante de 30 % sur le volume de la crue non enregistrée, l'incidence sur le volume annuel serait réduite à 2 %.

Les résultats sont finalement les suivants :

- Pluviométrie moyenne	805 mm
Volume précipité	33.000.000 de m <sup>3</sup>
Volume écoulé	5.000.000 de m <sup>3</sup>
Lame d'eau écoulée	122 mm
Coefficient d'écoulement	15,2 %

#### E/- Evaporation

Elle était mesurée au moyen d'un bac Colorado enterré. Les évaporations mensuelles moyennes en mm/jour sont les suivantes :

Mois	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril
Evap.	5,4	4,8	5,9	6,4	7,6	9,1	8,8	10,0	12,5	11,6

L'évaporation de ces 10 mois est égale à 2.486 mm contre 2.589 mm mesurés pendant la même période en 1961 - 1962.

Ces deux valeurs sont assez voisines et on peut estimer que l'évaporation annuelle serait légèrement inférieure à 3,0 m contre 3,02 m mesurés en 1961 - 1962 sur ce même type de bac.

.../...

## C H A P I T R E    I V

---

### A/ - Apports des différentes zones en 1964

L'alimentation du MAYO KEBBI aux chutes Gauthiot est classée en 6 zones représentées sur le graphique n° 7551, page 6.

La zone I est constituée de terrains plats assez perméables et pour lesquels le coefficient d'écoulement a été considéré comme voisin de zéro.

La zone 2 comprise entre BONGOR et TIKEM ruisselle faiblement et le coefficient K a été évalué à 1 % pour une pluviométrie de 800 mm et 2 % pour 1.200 mm.

La zone 3 est composée des apports de la Kabbia et des apports provenant des déversements du Logone à ERE. Ceux-ci ont pu être reliés à un indice caractéristique de la crue du Logone à BONGOR construit de la façon suivante :

$$\text{Indice} = N (H - 300)$$

dans lequel H désigne la cote maximale en cm atteinte durant la crue à l'échelle de BONGOR et N le nombre de jours pendant lesquels la cote du Logone à BONGOR a dépassé 300 cm.

La zone 4 composée essentiellement des Mayos DORBO et DEHE était supposée avoir un coefficient d'écoulement variant de 8 % à 20 % lorsque la pluviométrie passait de 800 à 1200 mm.

La zone 5 est constituée de mayos de petite ou moyenne superficie à ruissellement relativement élevé ainsi que le mayo TAM qui représente l'essentiel de la zone 6.

Les nouvelles stations Mayo DORBO, TIKEM, M'BOURAO suivies et étalonnées en 1964 apportent des renseignements intéressants sur les coefficients de ruissellement de ces différentes zones.

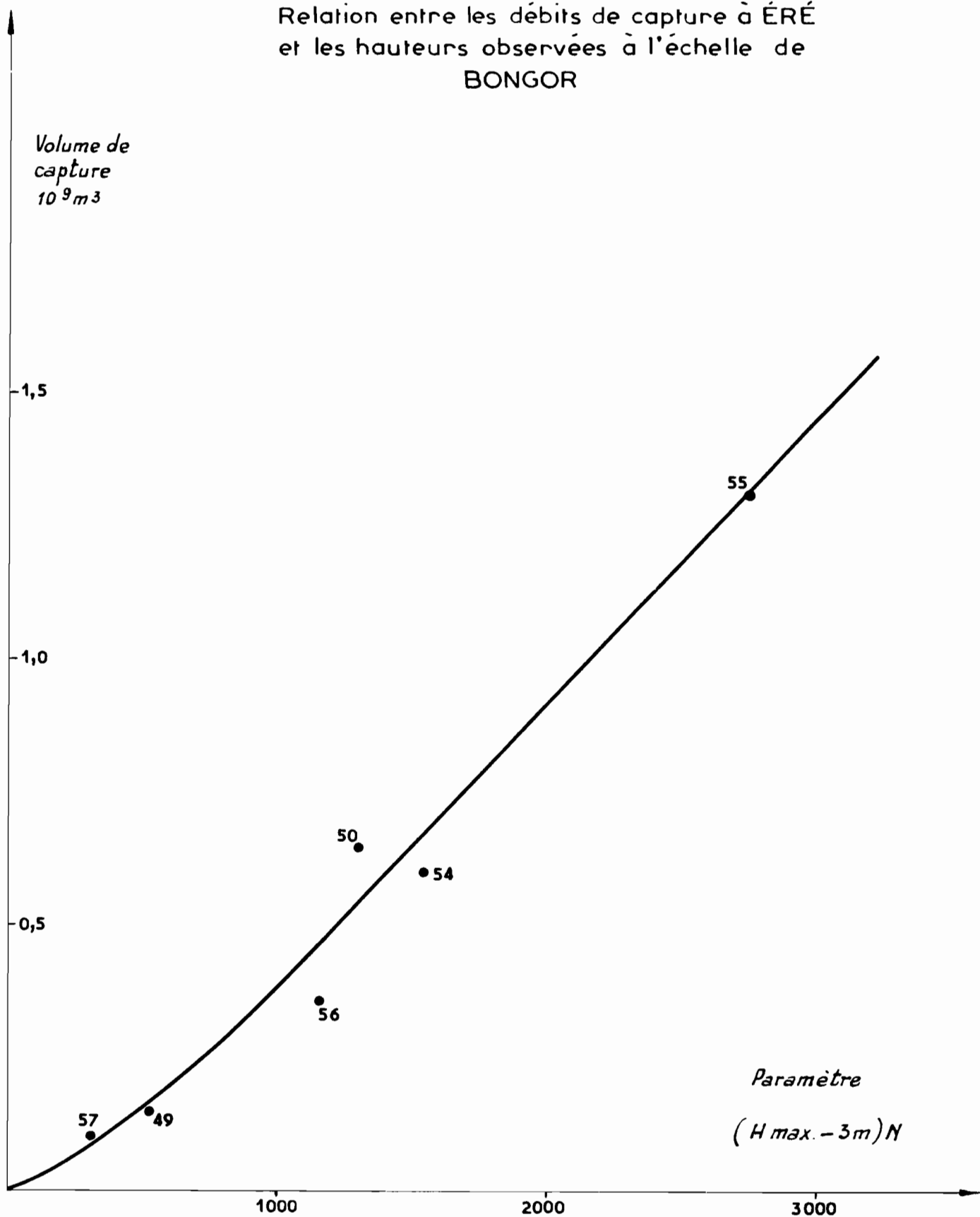
Le volume de la crue à TIKEM est, nous l'avons vu de

338 millions de m<sup>3</sup>

composé de :

- apports de la zone 2 complète
- apports de la zone 3 complète et des déversements du Logone à ERE.

Relation entre les débits de capture à ÉRÉ  
et les hauteurs observées à l'échelle de  
BONGOR



CRT 7567

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED.

LE 6 -10- 65

DES: S. NICOE

VISA

TUBEN?

- apports de la partie de la zone 4 située en amont de TIKEM et qui représente une superficie de 1200 km<sup>2</sup>.

La zone 2 a eu une pluviométrie de 880 mm ce qui, d'après les évaluations faites en dehors de toute mesure de débit, lui assigne un coefficient K de 1,3 % et un volume écoulé

$$V = 2.090 \times 10^6 \times 0,88 \times 1,3 \% = 24 \text{ millions m}^3$$

Les apports de la zone 3 et deversements du Logone correspondent à PATALAO à un volume écoulé de 281 millions de m<sup>3</sup> dont 240 millions de m<sup>3</sup> correspondant aux deversements par le seuil d'ERE. Le calcul de l'indice caractéristique de la crue à BONGOR donne

$$\text{Indice} = 34 (322 - 300) = 750$$

D'après cet indice le volume écoulé à PATALAO serait de 260 millions de m<sup>3</sup>. Les relations précédentes fournissent donc une bonne appréciation du volume écoulé à PATALAO.

L'étude du mayo Dorbo effectuée précédemment a mis en évidence pour 1964 un coefficient d'écoulement de 1,8 %. Les 1200 km<sup>2</sup> de la zone 4 située en amont de TIKEM ont donc fourni pour une pluviométrie moyenne de 980 mm un volume de crue de

$V = 1200 \times 10^6 \times 0,98 \times 1,8 \% = 21 \text{ millions de m}^3$   
le volume écoulé à TIKEM calculé de cette façon s'établi à

zone 2	24
zone 3	281
zone 4	21
	326 millions de m <sup>3</sup>

valeur très proche des 338 millions de m<sup>3</sup> mesurés réellement.

Notons que pour l'ensemble de la zone 4 le volume écoulé serait de

$$V = 1,8 \% \times 3030 \times 0,98 = 53 \text{ millions de m}^3$$

Compte tenu de la bonne concordance des 2 résultats nous adopterons donc les points suivants :

#### - Zone 2

Le coefficient d'écoulement varie de

1 % pour 800 mm  
à 2 % pour 1200 mm

ce sont les mêmes chiffres que ceux adoptés dans le rapport 1961,



Zone 3

Les volumes de deversement écoulés à PATALAO peuvent être calculés par l'indice  $I = N (H - 300)$  caractéristique de la crue du Logone à BONGOR. Ici encore il n'y a donc pas de modifications à apporter aux résultats établis en 1961. Nous avons vu par ailleurs que pour la zone elle-même, K variait de 0,1 à 2 %.

Zone 4

Les chiffres à adopter concernant le coefficient d'écoulement de cette zone sont les suivants :

1 % pour 800 mm

4 % pour 1200 mm

La zone 4 ruisselle donc sensiblement moins que ne le supposaient les estimations faites antérieurement. Mais rappelons encore que ces estimations avaient été effectuées alors qu'il n'existait aucune mesure de débit concernant cette région.

—oo0oo—

Coefficient d'écoulement de la zone 5

La superficie du bassin versant situé entre les deux stations de M'BOURAO et Km 20 est égale à 440 km<sup>2</sup>, elle représente donc une part appréciable des 990 km<sup>2</sup> de la zone 5.

Les volumes écoulés aux deux stations entre le 1 Juillet et le 1 Octobre sont respectivement de :

100 millions de m<sup>3</sup> au Km 20

85,4 millions de m<sup>3</sup> à MBOURAO.

.../...

Ces 3 mois couvrent la totalité de la période de ruissellement. En effet il n'y a pas eu de crue après le 1 Octobre et antérieurement au 1 Juillet la seule petite crue non enregistrée n'a eu qu'un volume négligeable.

Il faut noter aussi que ces 2 dates étaient précédées de plusieurs jours à débits stables aux 2 stations ce qui évite toute perturbation due à la propagation d'une crue entre les 2 stations. Au 1 Juillet les débits étaient négligeables et du 25 au 30 Septembre les débits sont restés égaux à 26 - 27 m<sup>3</sup>/s aux 2 stations.

Le volume écoulé par cette partie de la zone 5 est donc égal à 14,6 millions de m<sup>3</sup>. Il faudrait ajouter à ce chiffre le stockage dans le lit du mayo kebbi mais en réalité ce stockage de l'ordre de 2 millions de m<sup>3</sup> provient essentiellement de l'augmentation du niveau de base dû à la montée du niveau du Lac de NGARA et non d'un stockage des crues de la zone 5 entre les 2 stations. Nous nous contenterons d'arrondir à 15 millions de m<sup>3</sup> le volume écoulé par cette partie de la zone 5.

Le volume précipité est

$$V = 440 \times 10^6 \times 0,80 = 350 \text{ millions de m}^3$$

ce qui conduit à un coefficient d'écoulement de :

$$K = \frac{15}{350} = 4,3 \%$$

La faible valeur de ce coefficient d'écoulement provient d'une part de la mauvaise répartition des averses en 1964. C'est ainsi que sur le bassin du Mayo Ligam, pour deux pluviométries sensiblement identiques le coefficient K a été de :

27 % en 1961

15 % en 1964

D'autre part il est normal que le coefficient d'écoulement soit plus faible sur des bassins de grande superficie que sur un bassin de 40 km<sup>2</sup> comme le Mayo Ligam.

Pour l'ensemble de la zone 5 le volume écoulé serait de :

$$V = 15 \times \frac{990}{440} = 34 \text{ millions de m}^3$$

Finalement les volumes écoulés en 1964 par les différentes zones d'alimentation du Mayo Kebbi sont les suivantes :

Zone 1	0
Zone 2	24
Zone 3	281
Zone 4	53
Zone 5	34

392 millions de m<sup>3</sup>

Dans ce chiffre il faut soustraire le volume stocké dans le Lac de NGARA dont la cote était

4,22 m le 1 Février 1965

3,42 m le 1 Juillet 1964

pour une superficie qui est de l'ordre de 40 km<sup>2</sup> le volume d'eau en stock est donc de 32 millions de m<sup>3</sup>.

Le volume écoulé au Km 20 calculé de cette façon s'établit donc à

360 millions de m<sup>3</sup>

contre 344 millions de m<sup>3</sup> mesurés réellement

Il faut noter que les 32 millions de m<sup>3</sup> stockés dans le Lac de NGARA ne peuvent être cumulés aux 344 millions de m<sup>3</sup> écoulés du 1 Juillet 1964 au 1 Février 1965 car le débit de vidange du Lac est faible, de l'ordre de 1 m<sup>3</sup>/s, ce qui ne représente qu'un volume de 3 millions de m<sup>3</sup> par mois. Dans le même temps l'évaporation aura soustrait plus de 10 millions de m<sup>3</sup> au Lac et le niveau baissant, le débit de vidange du Lac s'en trouvera encore diminué.

Si le volume annuel écoulé au km 20 est calculé à partir de l'écoulement des différentes zones il faudra donc soustraire au chiffre trouvé un volume de l'ordre de 20 à 50 millions de m<sup>3</sup> correspondant au stockage dans le lac de NGARA qui sera perdu par évaporation avant de pouvoir être restitué au km 20.

.../...

B - Retour sur les résultats acquis en 1961.

Compte tenu des modifications apportées aux coefficients d'écoulement à l'issue de la campagne 1964 nous pouvons reprendre les évaluations de la campagne 1961.

Les zones 1 et 2 ne subissent pas de modifications par contre le volume écoulé par la zone 4 devient

$$V = 3.030 \times 10^6 \times 0,92 \times 1,9 \% = 0,053 \text{ milliard de m}^3$$

La cote maximale à BONGOR en 1961 a été de 3,30 m et non 3,35 m. Cette petite différence est due à une erreur de transcription du lecteur, erreur qui n'a pu être corrigée qu'après réception des relevés originaux. Le nouvel indice correspondant est égal à 1800 ce qui correspond à PATALAO à un volume écoulé de 0,78 milliard de m<sup>3</sup> auquel il faut rajouter 0,10 milliard de m<sup>3</sup> provenant de la Kabbia. Pour la zone 5 le coefficient d'écoulement peut être estimé en tenant compte du rapport entre les 2 coefficients d'écoulement du Mayo Ligam en 1961 et 1964. On trouve alors  $K = 9 \%$  ce qui donne un volume écoulé de :

$$V = 990 \times 10^6 \times 0,83 \times 9 \% = 0,074 \text{ milliard de m}^3$$

Finalement les évaluations sont les suivantes :

Zone 1	0
Zone 2	0,027
Zone 3	0,880
Zone 4	0,053
Zone 5	0,074
	1,034 milliard de m <sup>3</sup>

Le stockage dans le Lac de NGARA est de :

$$40 \times (4,16 - 3,55) = 24 \text{ millions de m}^3$$

Avec ce mode de calcul le volume écoulé au Km 20 s'établit à 1,01 milliard de m<sup>3</sup> pour un volume effectivement mesuré de 0,98 milliard de m<sup>3</sup>.

Compte tenu de la diversité des modes d'alimentation du Mayo Kebbi, on peut donc considérer comme très bonne la précision obtenue dans l'évaluation des volumes écoulés par les différentes zones.

### C - Volumes des crues du Mayo Kebbi entre 1949 et 1964

Compte tenu des coefficients moyens d'écoulement déterminés précédemment les apports au Km 20 sont les suivants :

Années	Bassin propre Volumes écoulés milliard m <sup>3</sup>	Capture Volumes écoulés milliard m <sup>3</sup>	Total 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
1949	0,13	0,15	0,28
1950	0,38	0,65	1,03
1951	0,11	0,00	0,11
1952	0,20	?	?
1953	0,25	0,10	0,35
1954	0,30	0,60	0,90
1955	0,38	1,31	1,69
1956	0,25	0,36	0,61
1957	0,20	0,11	0,31
1958	0,16	0,16	0,32
1959	0,44	0,62	1,06
1960	0,30	0,75	1,05
1961	0,23	0,78	1,01
1962	0,16	0,54	0,70
1963	0,39	0,78	1,17
1964	0,13	0,27	0,40

Le détail de ces calculs est donné en annexe

Les apports du bassin propre sont compris entre  
 0,11 milliard de m<sup>3</sup> en 1951  
 0,44 " " en 1959

La moyenne sur 16 années d'observations serait de

0,25 milliard de m<sup>3</sup>

avec un écart type de

0,10 milliard de m<sup>3</sup>

Rappelons encore que les volumes écoulés par le bassin propre ont été calculés, sauf pour la zone 3 et l'année 1964, à partir de coefficients d'écoulement moyens en fonction de la pluviométrie. Le volume moyen interannuel peut être considéré comme assez proche du chiffre réel car le nombre d'années est suffisant pour que les écarts se compensent. Par contre les valeurs extrêmes seront encore plus excentrées car la répartition des averses au cours de la saison des pluies influence notablement le comportement du coefficient d'écoulement.

La zone 5 a été créditée d'un coefficient K variant de 8 à 20 % selon la pluviométrie alors qu'en 1964, par exemple avec une répartition exceptionnelle des averses, il n'a pas dépassé 5 %.

Les valeurs extrêmes devaient être de :

0,08 à 0,10 milliard de m<sup>3</sup> en année sèche  
et 0,60 à 0,70 milliard de m<sup>3</sup> en année humide

avec une période de retour de 10 à 20 ans.

#### D - Crues

L'amortissement du maximum de la crue entre TIKEM et MBOURAO a été de 50 % en 1964 puisque les débits respectifs se sont élevés à 98 et 51 m<sup>3</sup>/s. En 1961 les maximums étaient de 165 m<sup>3</sup>/s à MBOURAO pour 230 m<sup>3</sup>/s à TIKEM et l'amortissement de la crue dans ce cas n'est plus que de 30 %.

Avec une très forte crue il ne faudra pas s'attendre à un amortissement de plus de 20 %. Les Lacs Toubouris n'occupent en effet qu'un ancien lit de fleuve dont la largeur n'excède pas 5 kilomètres c'est à dire la largeur du lit majeur actuel du Chari. La capacité de stockage est donc assez limitée et comme le maximum de la crue est étalé sur plusieurs jours, une crue exceptionnelle ne subira que peu de modifications.

.../...

Le débit de crue centenaire est de l'ordre de 600 m<sup>3</sup>/s à TIKEM (Rapport TIKEM - MOLFOUDEYE. Janvier 1965) ce qui conduit pour MBOURAO à un débit de

$$Q = 450 \text{ m}^3/\text{S}$$

avec la même marge d'erreur qu'à TIKEM ( $\pm 25 \%$ ) soit

$$E = \pm 125 \text{ m}^3/\text{s}$$

L'amortissement entre MBOURAO et le Km 20 est négligeable et nous adopterons les mêmes chiffres pour cette station.

Aux Chutes Gauthiot mêmes le danger provient essentiellement du Mayo Tam situé juste en amont du site et dont les crues ne subissent aucun amortissement. Sur le Mayo Ligam d'une superficie de 40 km<sup>2</sup> les maximums observés ont été de :

131 m<sup>3</sup>/s en 1961

72 m<sup>3</sup>/s en 1964.

mais des traces de crue très nettes reperées en 1964 indiquent qu'en 1962 ou 1963 il s'est produit une crue de l'ordre de 250 m<sup>3</sup>/s. La crue décennale sur ce bassin a été estimée à 320 m<sup>3</sup>/s et pour le Mayo Tam dont le bassin est de 190 km<sup>2</sup>, nous conserverons le chiffre de 700 m<sup>3</sup>/s adopté dans le rapport précédent. Il est certain que la marge d'erreur possible sur ce débit est plus importante que sur les autres résultats obtenus au cours de la campagne 1964 et l'ordre de grandeur de l'erreur maximale devrait être de  $\pm 20$  à 30 %.

## Conclusions

Les résultats obtenus au cours de la Campagne 1964 ont apporté des précisions très importantes concernant l'Hydrologie du Mayo Kébbi.

1°/ - Les coefficients d'écoulement des différentes zones d'alimentation ont pu être déterminés de façon très satisfaisante. L'écart entre le volume des apports calculés zone par zone et le volume écoulé mesuré à la station du Km 20 est de 5 % pour l'année 1964.

2°/ - Les volumes écoulés au Km 20 sont très variables d'une année à l'autre et on relève les extrêmes suivants

0, 11 milliard de m<sup>3</sup> en 1951

1,69 milliard de m<sup>3</sup> en 1955.

3°/ - Les apports du bassin propre sont beaucoup moins abondants que prévu. La multiplicité des tâches à effectuer en 1961 ainsi que le faible montant des crédits affectés à cette première étude avaient empêché la réalisation de mesures sur les zones 3 et 4. Celles-ci ont pu être étudiées en 1964 et les coefficients d'écoulement se sont relevés très inférieurs aux approximations faites en dehors de toute mesure de débit. Il convient de souligner qu'en année sèche les apports dus au bassin propre sont très faibles et qu'une fois tous les 10 ans ils seront inférieurs à 100 millions de m<sup>3</sup> alors que le projet EDF 1961 tablait sur un minimum de 500 millions de m<sup>3</sup>.

Il semble donc maintenant improbable que l'aménagement hydroélectrique des Chutes Gauthiot puisse se concevoir sans une modification profonde des seuils d'ERE ou de DANA qui puisse garantir par prélevement sur les eaux du Logone un minimum d'apports aux chutes.



Année	Zone	Pluviométrie mètre	Coefficient écoulement	Volume écoulé 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	Pertes NGARA	Total 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
1949	2	0,75	0,008	0,012		
	3	0,94	0,004	0,021		
	4	0,90	0,018	0,049		
	5	0,81	0,082	0,066		
					0,020	0,128
1950	2	0,74	0,008	0,012		
	3	1,10	0,037	0,228		
	4	1,03	0,027	0,084		
	5	0,89	0,106	0,093		
					0,040	0,377
1951	2	0,95	0,014	0,027		
	3	0,98	0,001	0,006		
	4	0,85	0,014	0,036		
	5	0,82	0,080	0,065		
					0,020	0,114
1952	2	0,96	0,014	0,027		
	3	0,99	0,006	0,035		
	4	0,99	0,024	0,072		
	5	0,90	0,110	0,098		
					0,030	0,202
1953	2	0,95	0,014	0,027		
	3	0,94	0,001	0,005		
	4	1,11	0,033	0,111		
	5	1,01	0,140	0,140		
					0,035	0,248
1954	2	0,82	0,011	0,019		
	3	1,05	0,025	0,147		
	4	1,04	0,028	0,088		
	5	0,88	0,104	0,090		
					0,040	0,304

Année	Zone	Pluviométrie mètre	Coefficient Ecoulement	Volume écoulé 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	Pertes NGARA	Total 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
1955	2	0,87	0,012	0,021		
	3	1,09	0,035	0,214		
	4	1,00	0,023	0,070		
	5	0,96	0,128	0,122		
					0,045	0,382
1956	2	0,82	0,011	0,019		
	3	0,95	0,019	0,100		
	4	0,95	0,021	0,060		
	5	0,92	0,116	0,106		
					0,035	0,250
1957	2	0,80	0,010	0,017		
	3	0,96	0,001	0,008		
	4	1,10	0,032	0,106		
	5	0,91	0,112	0,101		
					0,030	0,202
1958	2	0,91	0,013	0,024		
	3	1,11	0,001	0,008		
	4	1,00	0,023	0,070		
	5	0,85	0,095	0,080		
					0,025	0,157
1959	2	0,94	0,014	0,027		
	3	1,10	0,037	0,230		
	4	1,06	0,029	0,093		
	5	0,98	0,134	0,136		
					0,050	0,436
1960	2	1,15	0,018	0,042		
	3	1,04	0,019	0,109		
	4	0,94	0,020	0,057		
	5	0,96	0,130	0,124		
					0,035	0,297

Année	Zone	Pluviométrie mètre	Coefficient écoulement	Volume écoulé 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	Pertes NGARA	Total 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
1961	2	0,95	0,014	0,027		
	3	1,00	0,017	0,102		
	4	0,92	0,019	0,053		
	5	0,83	0,090	0,074		
					0,030	0,226
1962	2	0,76	0,008	0,012		
	3	1,01	0,006	0,035		
	4	0,95	0,021	0,060		
	5	0,85	0,095	0,080		
					0,025	0,162
1963	2	0,75	0,003	0,012		
	3	1,07	0,030	0,180		
	4	1,03	0,027	0,084		
	5	1,04	0,152	0,157		
					0,045	0,388
1964	2	0,88	0,013	0,024		
	3	0,98	0,007	0,040		
	4	0,98	0,018	0,053		
	5	0,80	0,043	0,034		
					0,020	0,131

# Bassin versant représentatif du MAYO LIGAM

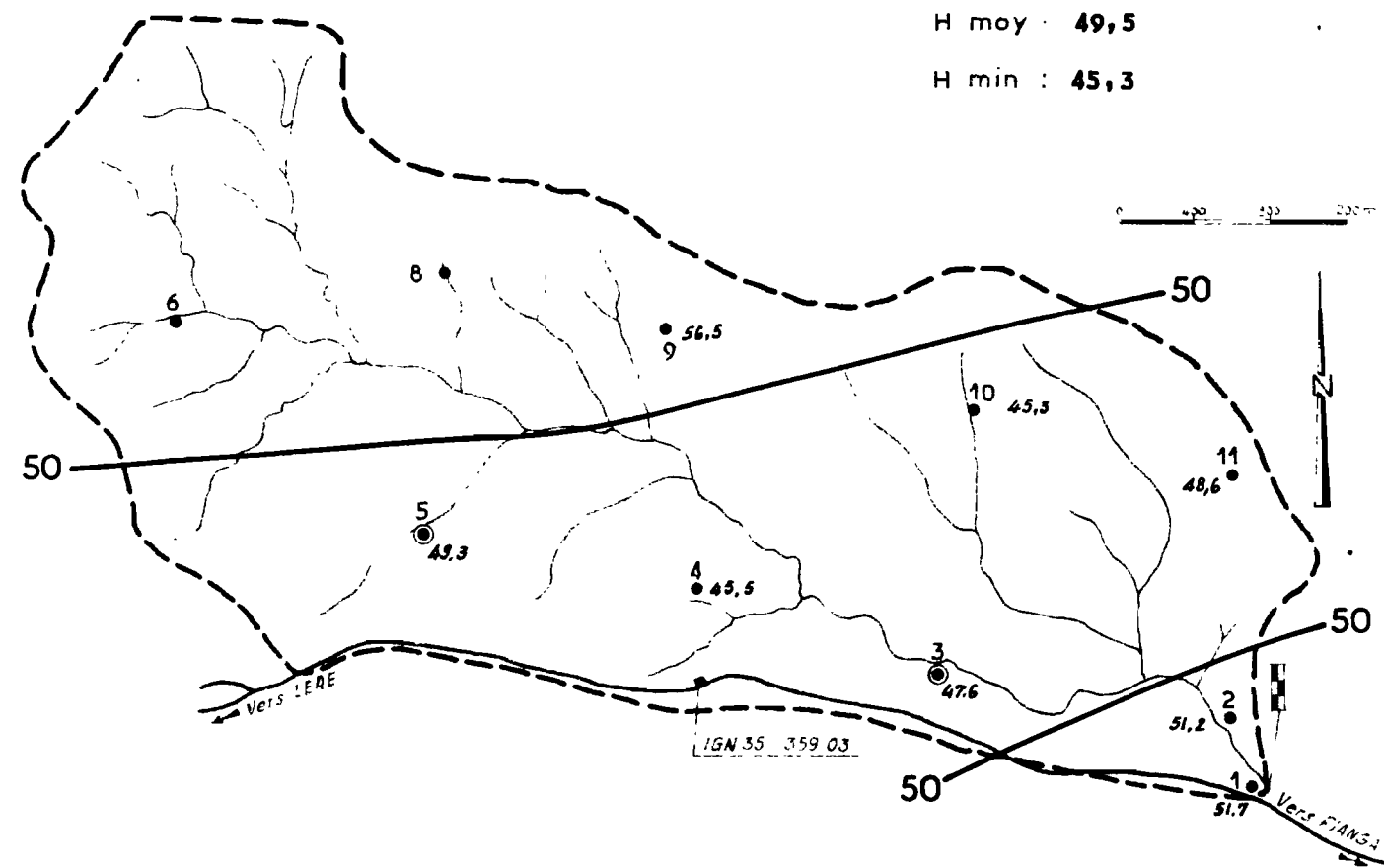
Isohyètes pour l'averse du: 7 Juillet 1964

N°: 3

H max : 56,5

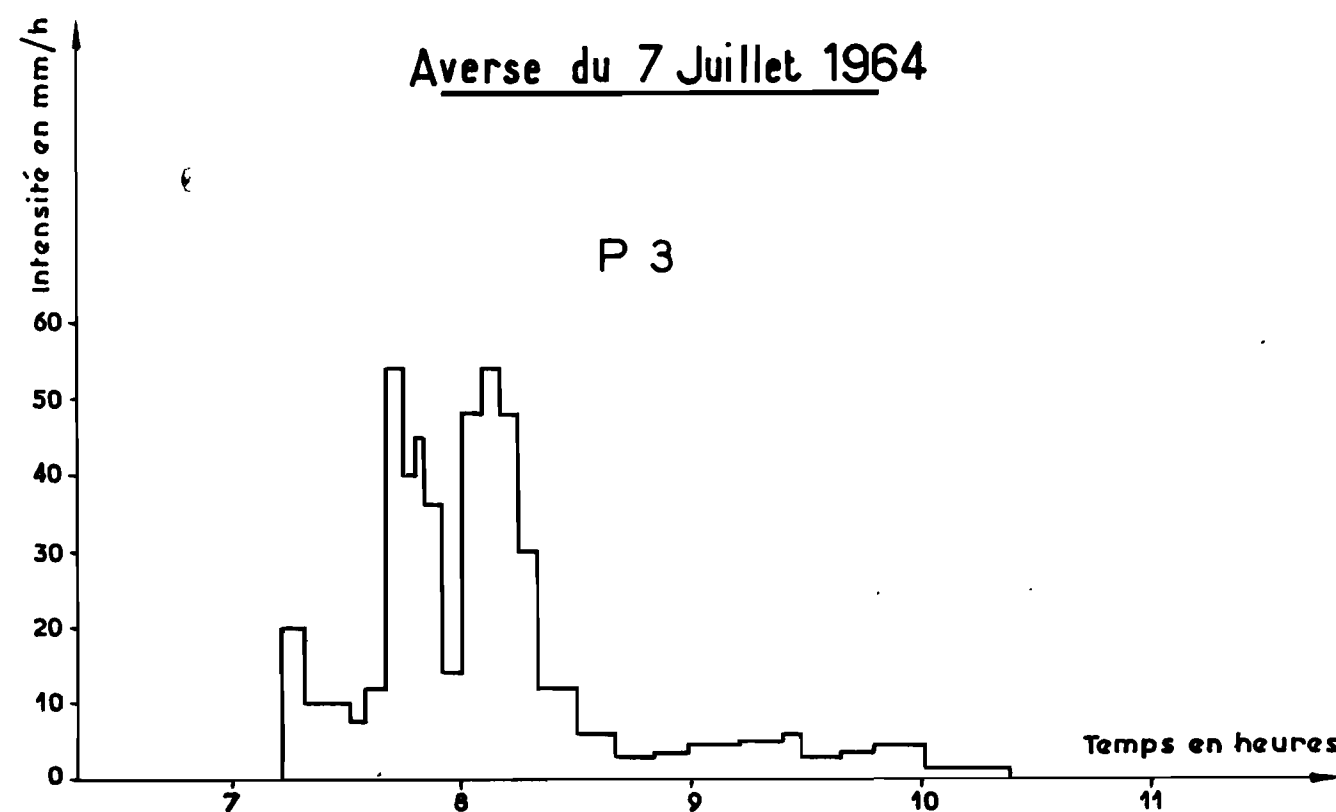
H moy : 49,5

H min : 45,3

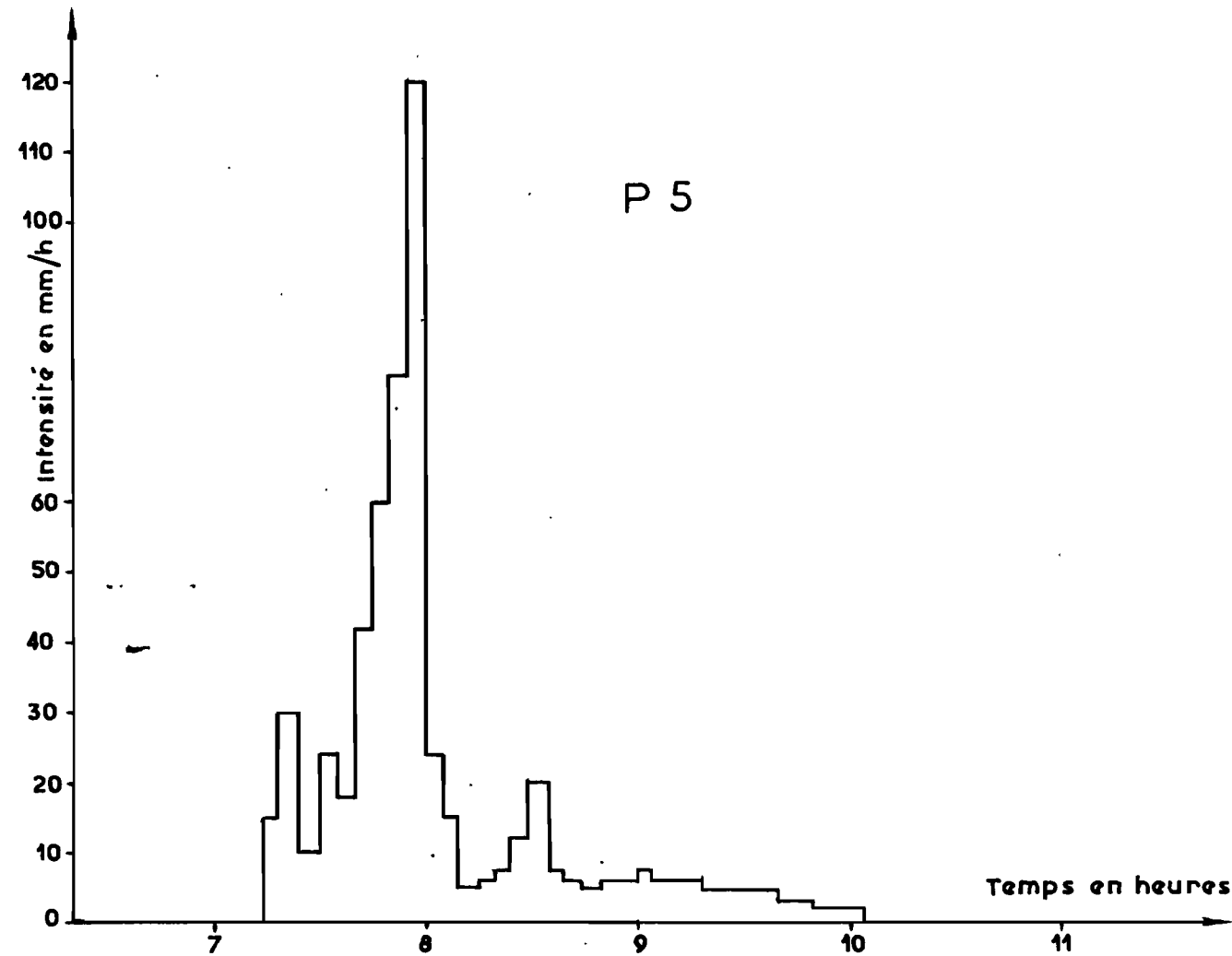


# Averse du 7 Juillet 1964

P 3

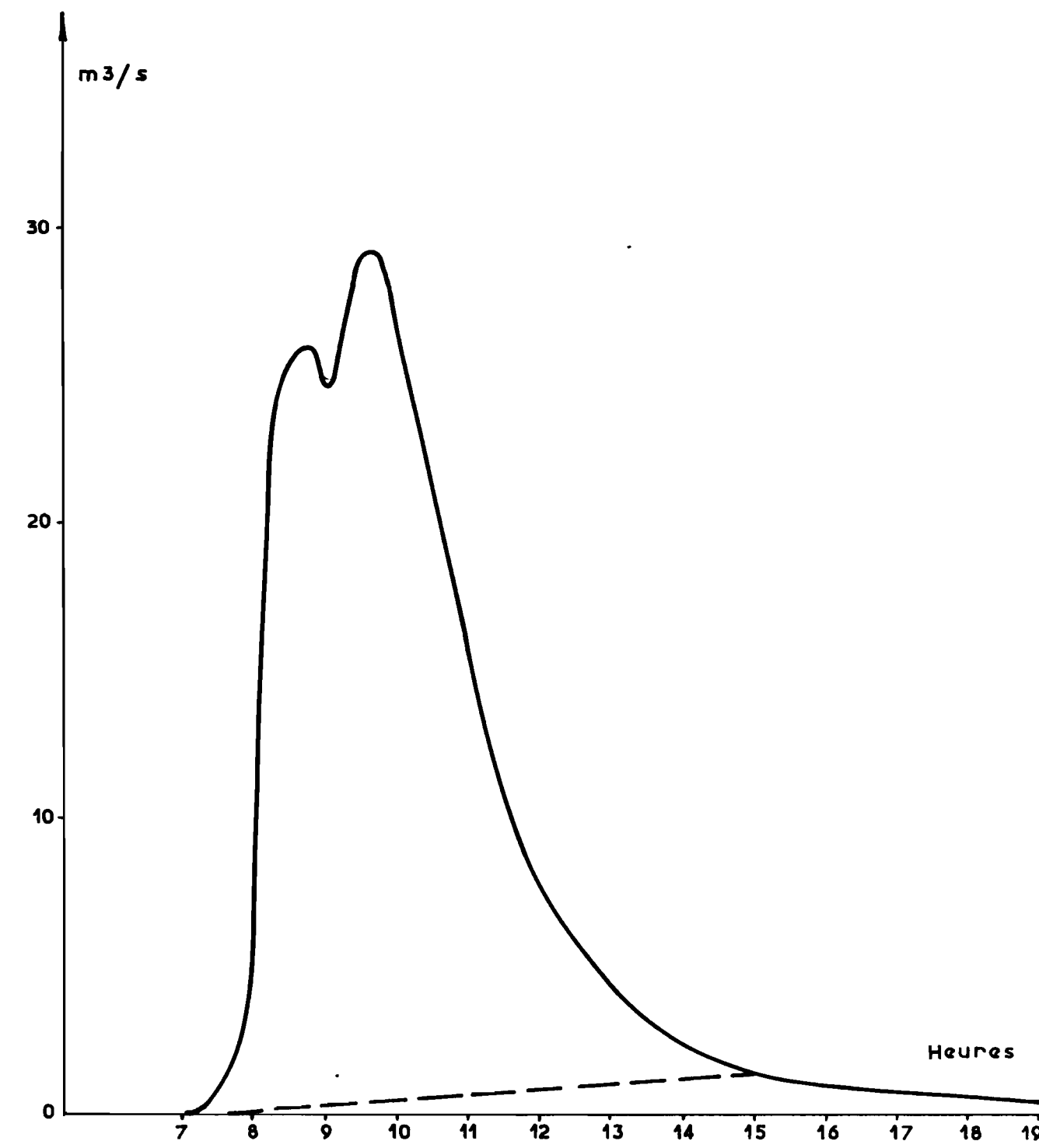


P 5



# Mayo LIGAM

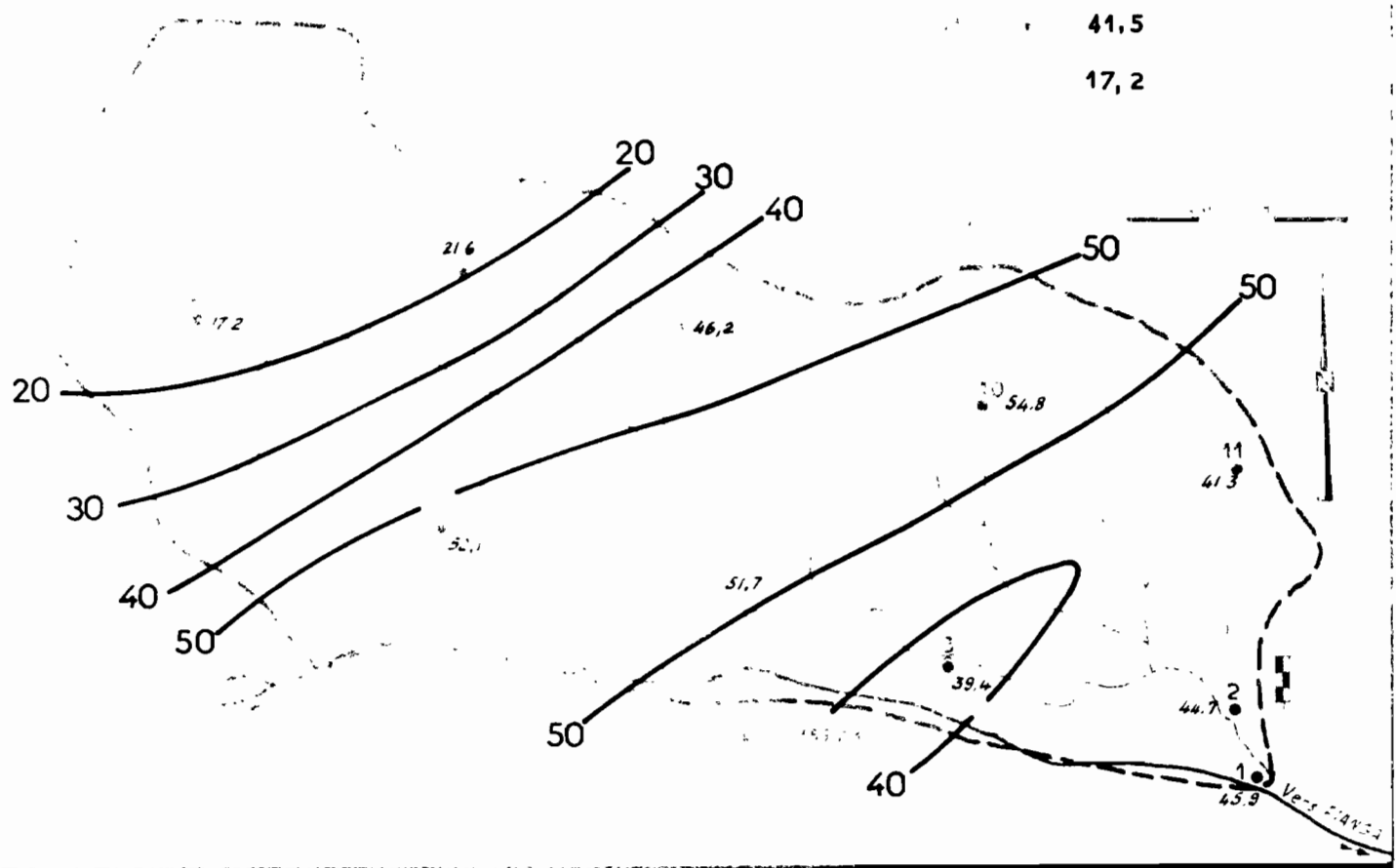
7 Juillet 1964



8 Août 1964

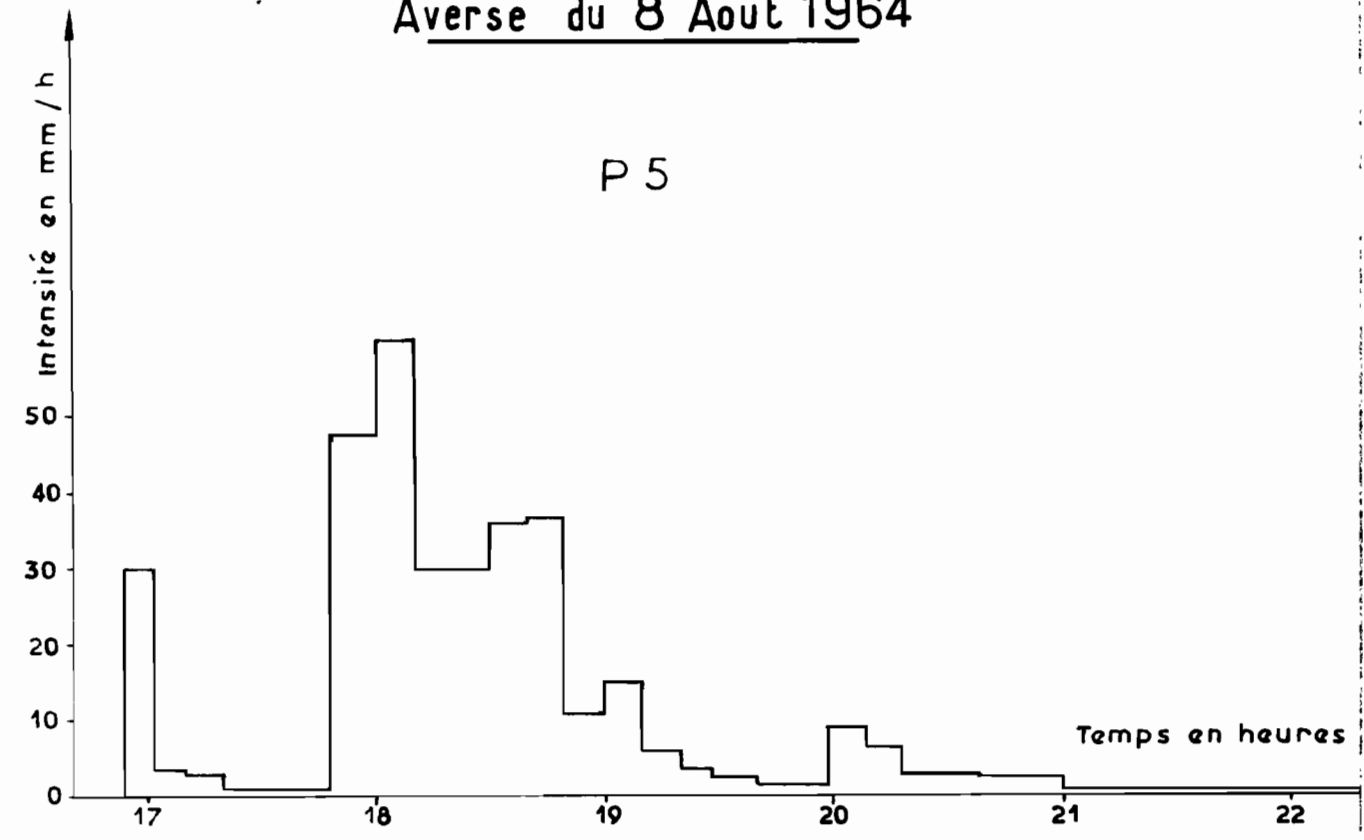
17

54,8  
41,5  
17,2

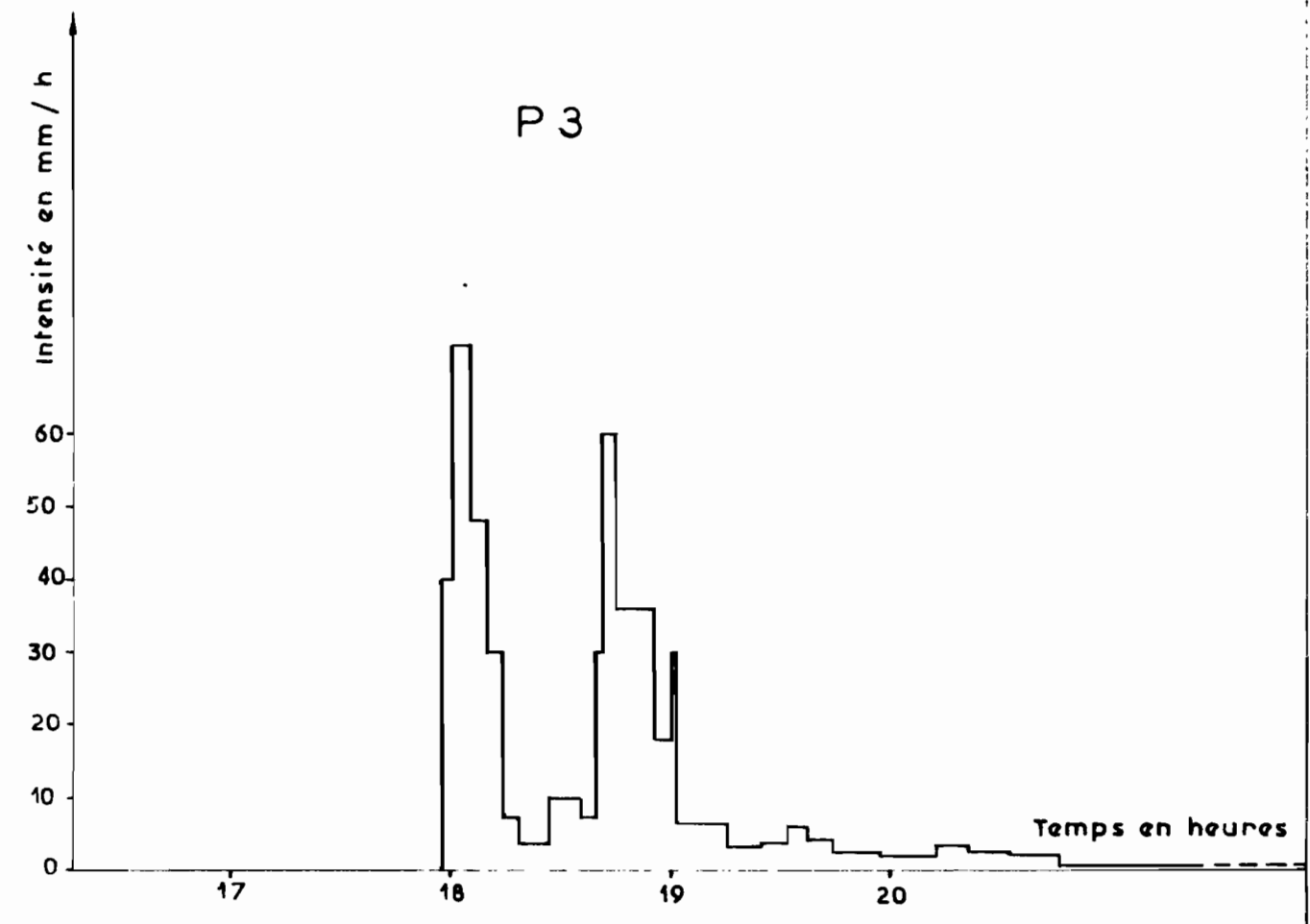


Averse du 8 Août 1964

P 5

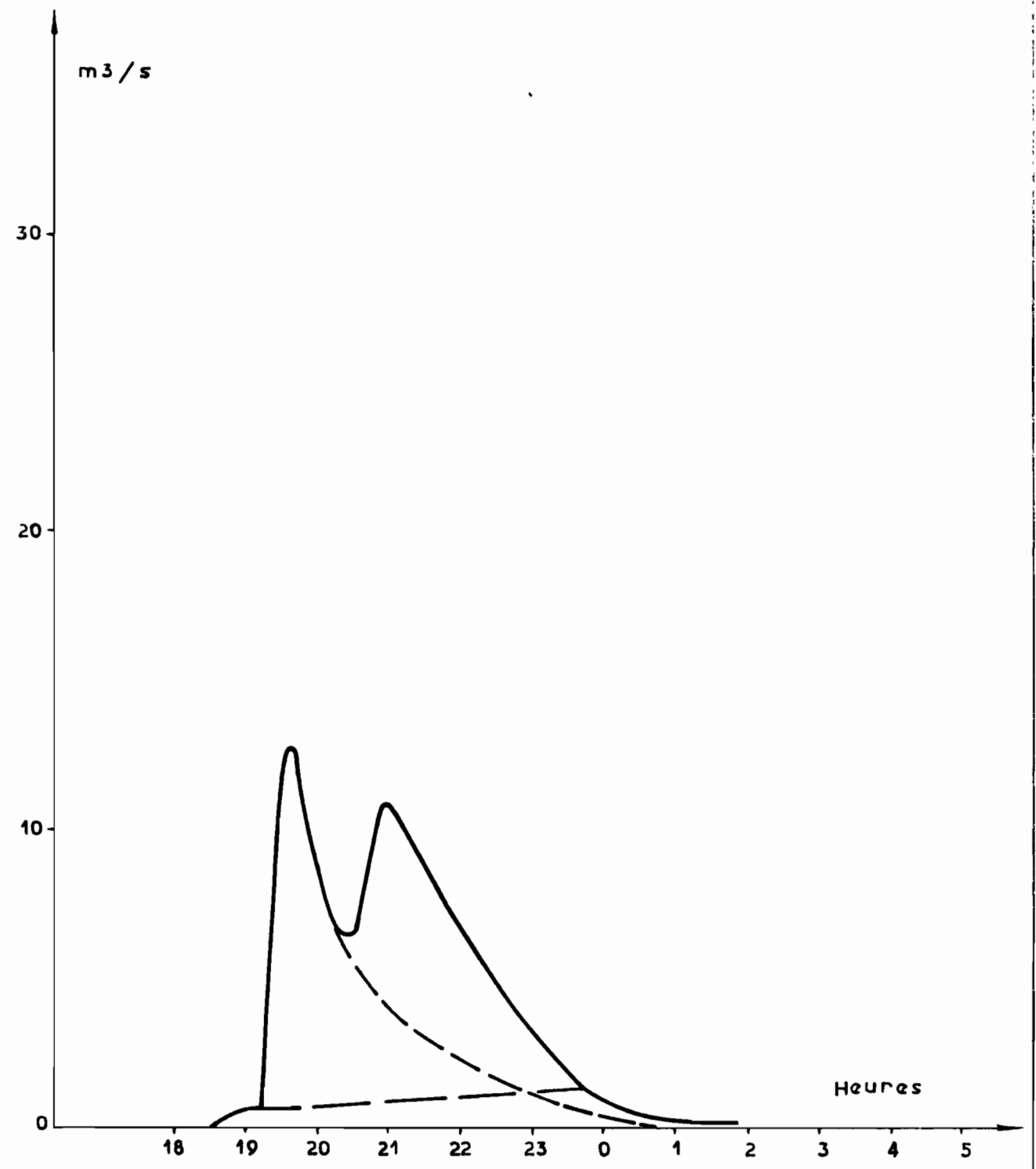


P 3



Mayo LIGAM

8-9 Août 1964



Bass

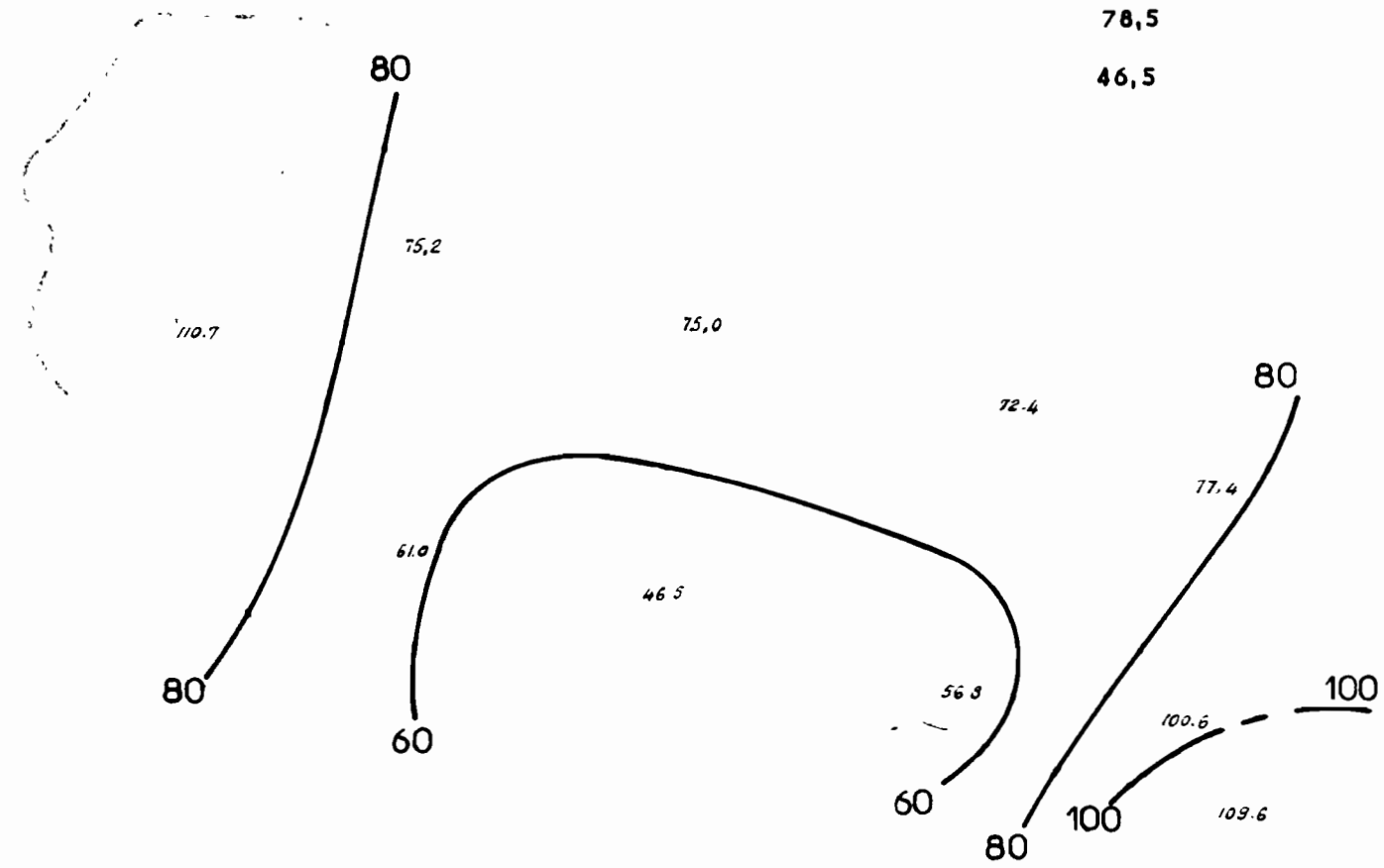
17 Août 1964

21

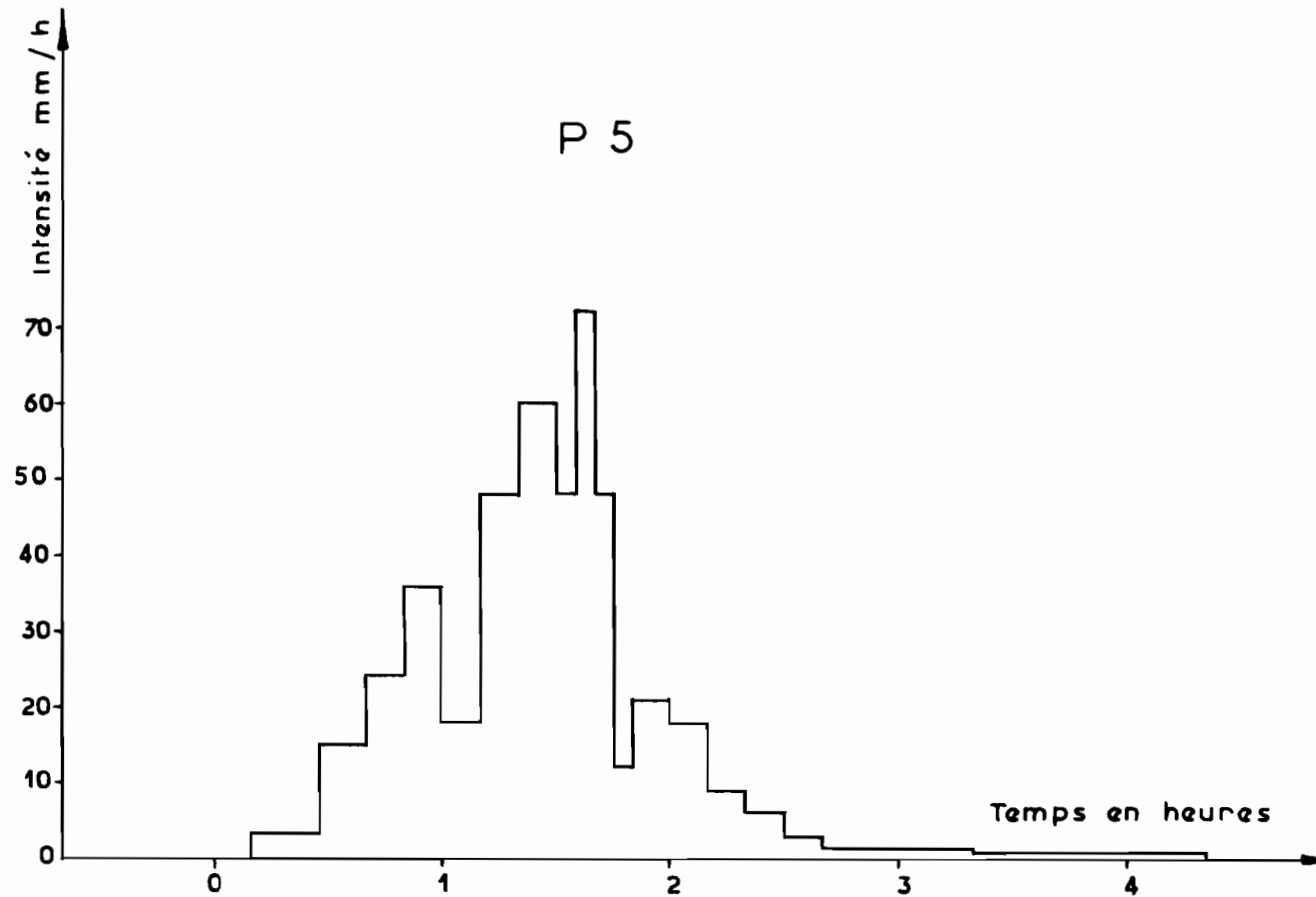
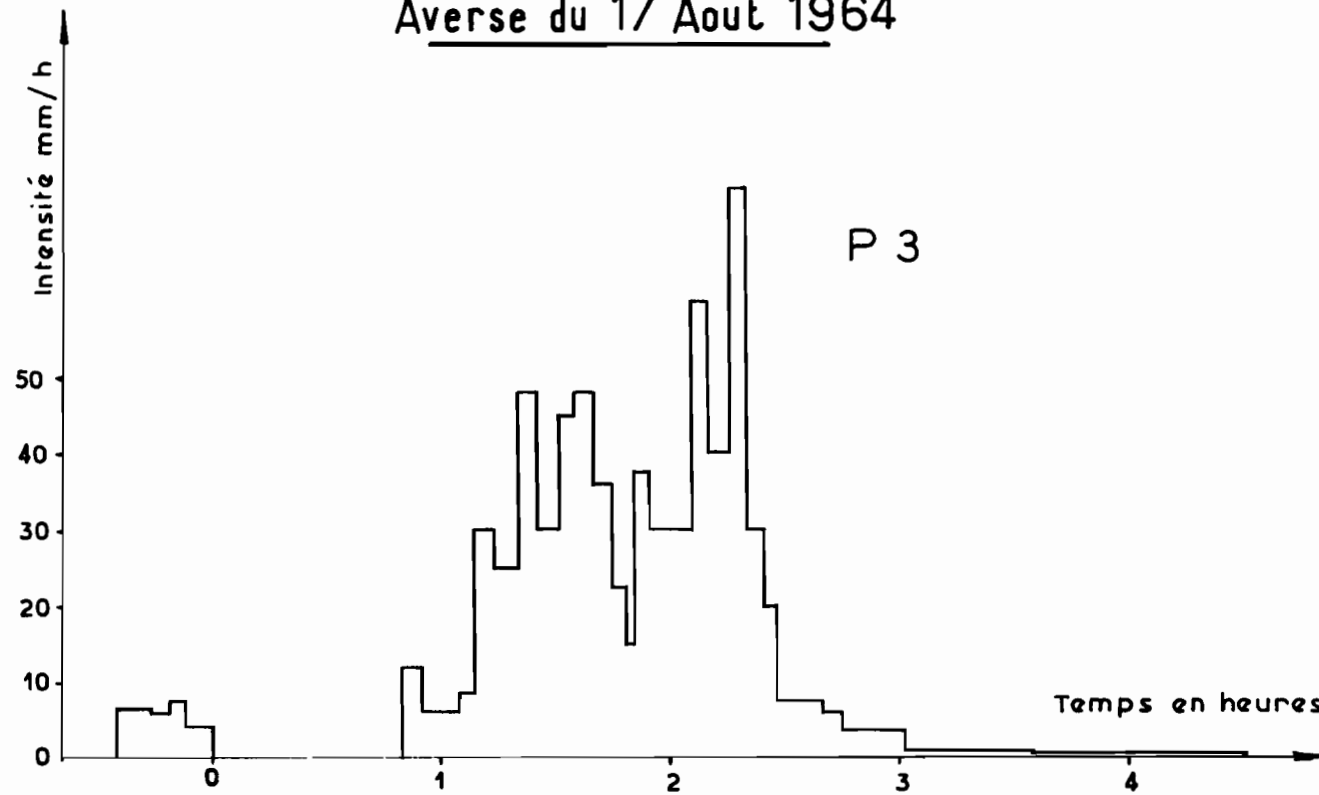
110,7

78,5

46,5



Averse du 17 Août 1964

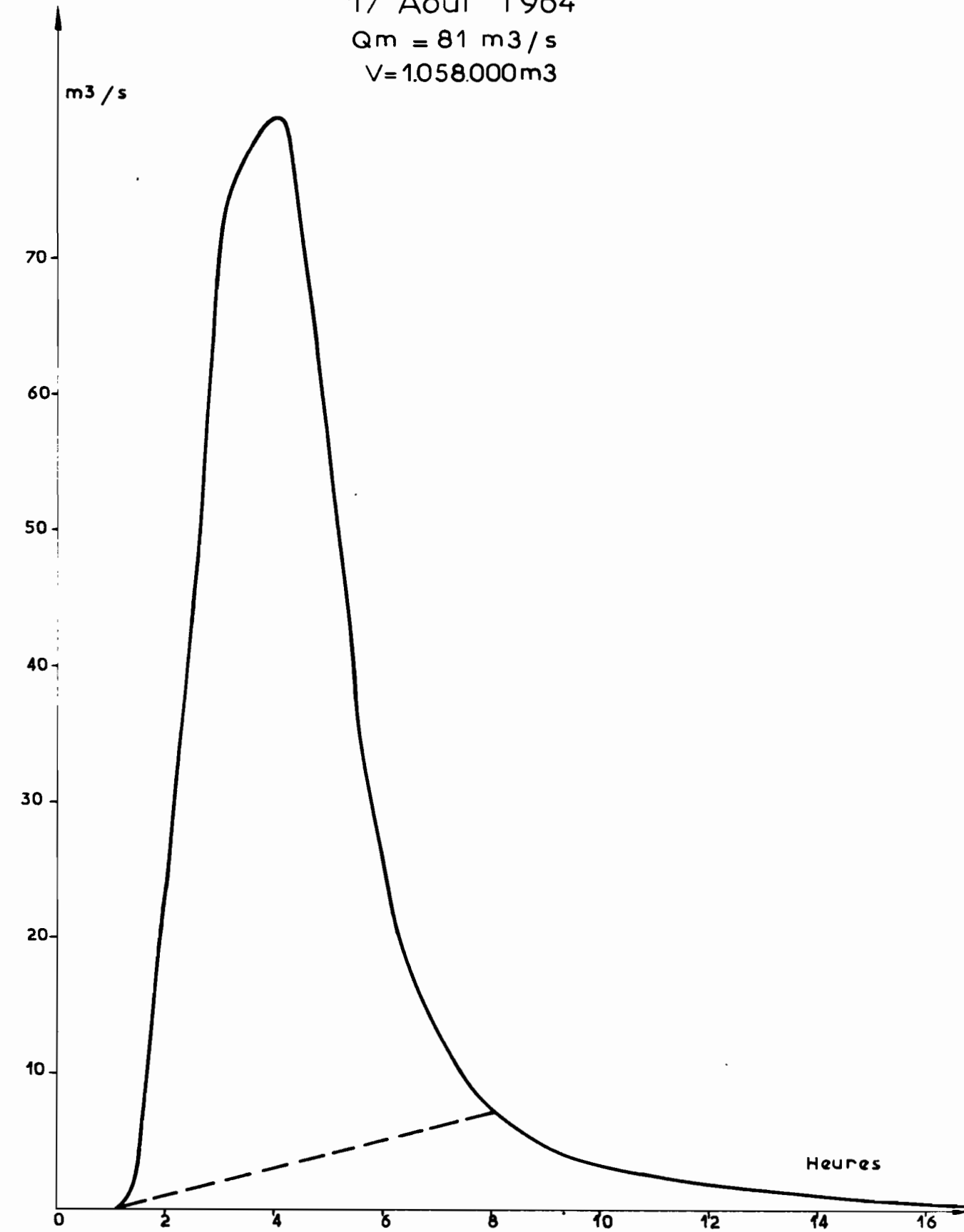


Mayo LIGAM

17 Août 1964

$Q_m = 81 \text{ m}^3/\text{s}$

$V = 1.058.000 \text{ m}^3$

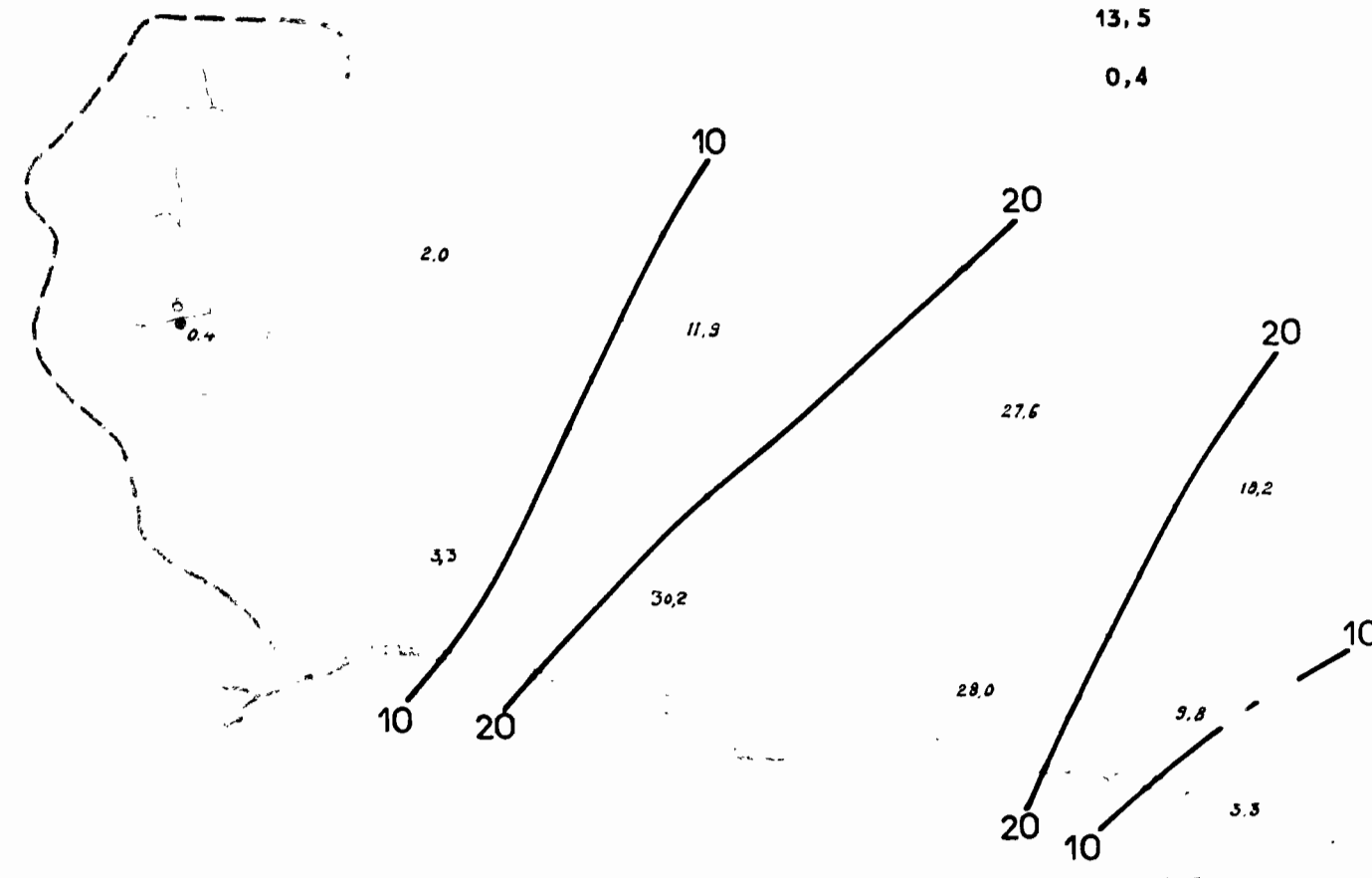


Bassin versant représentatif de MAYO LIGAM

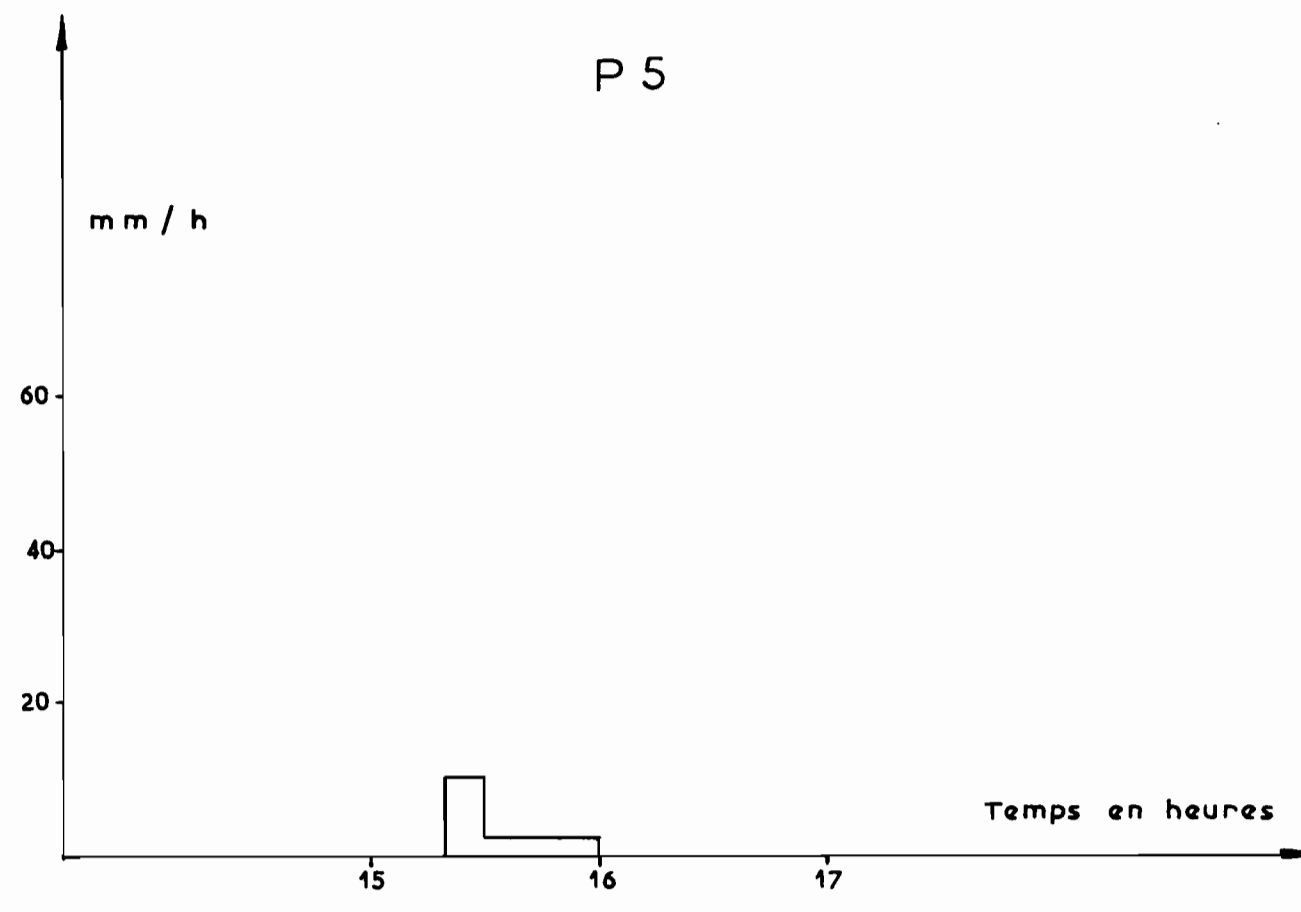
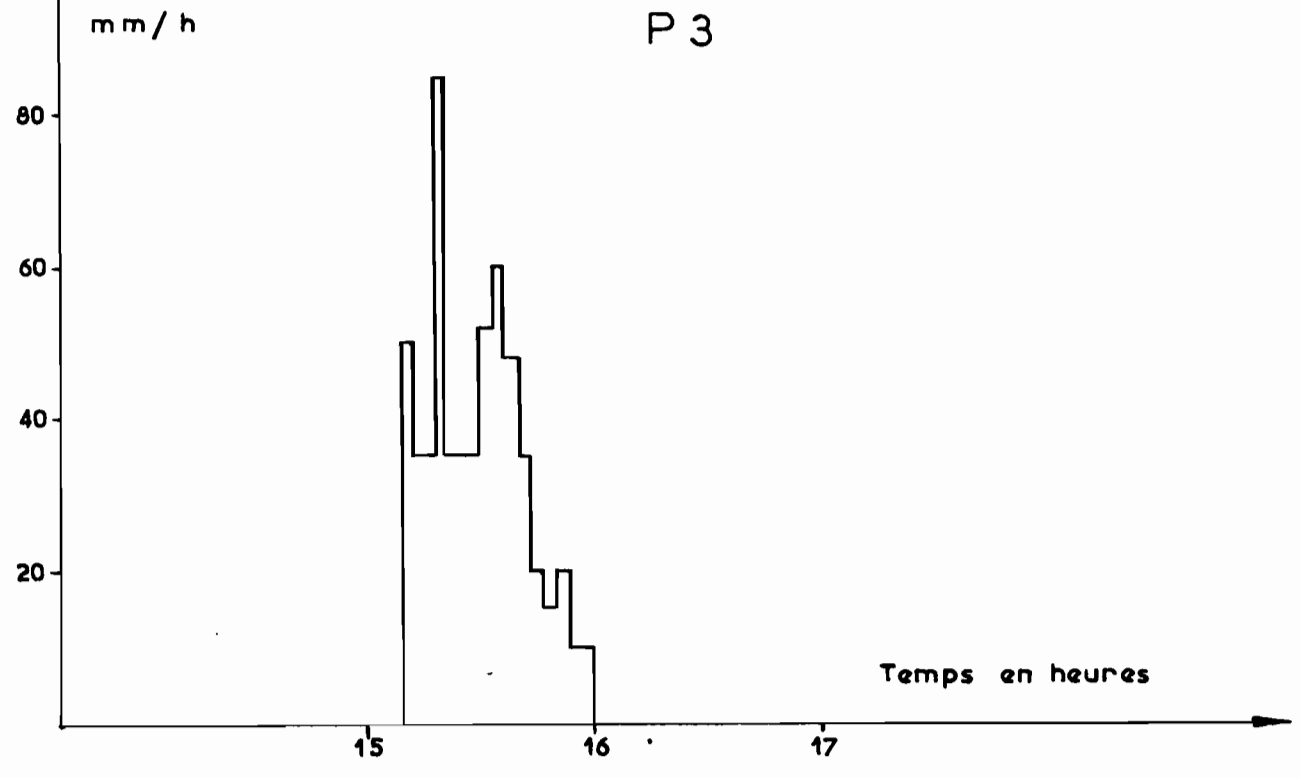
26 Août 1964

27

30,2  
13,5  
0,4

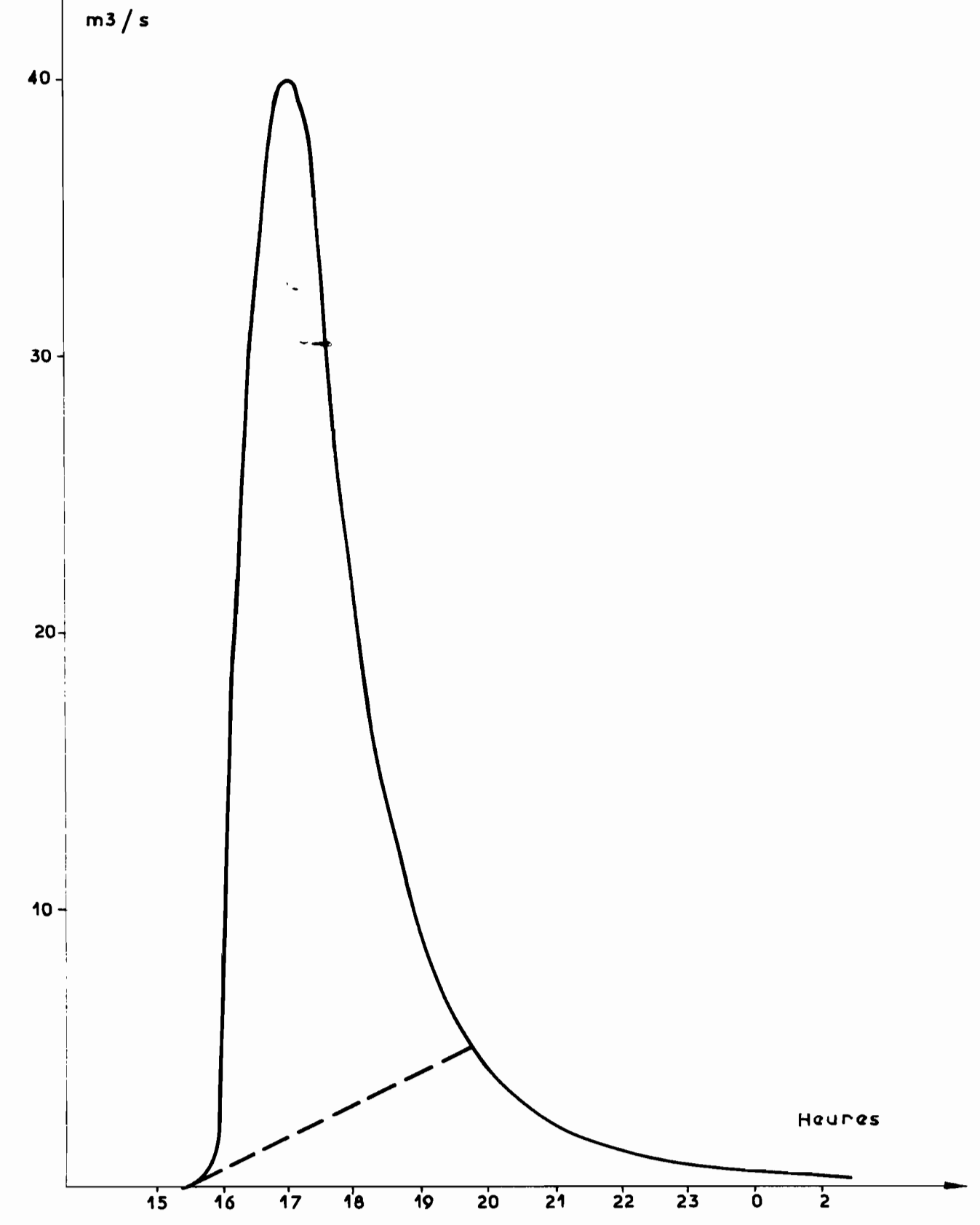


Averse du 26 Août 1964



Mayo LIGAM

26 Août 1964

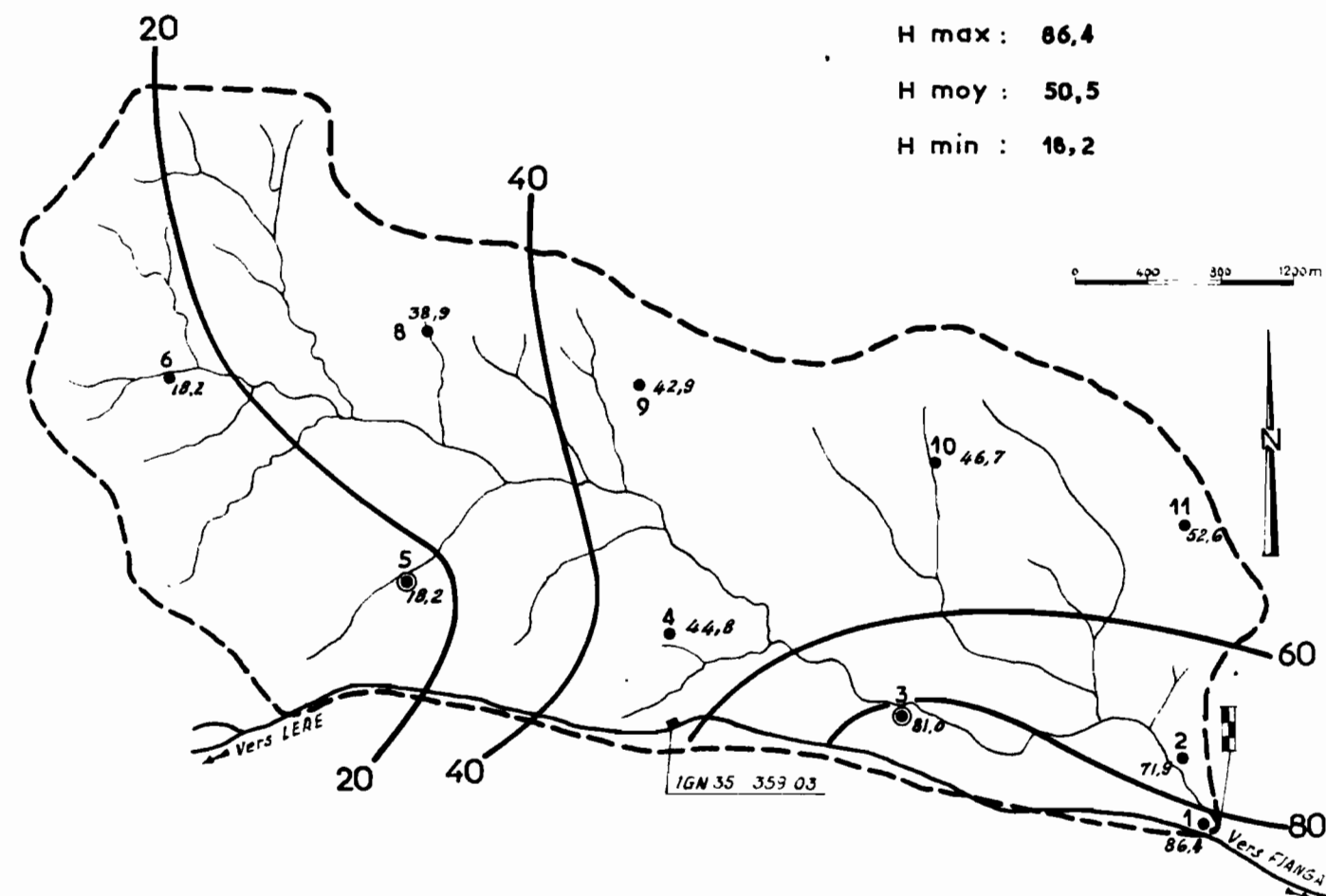


# Bassin versant représentatif du MAYO LIGAM

Isohyètes pour l'averse du: 30-31 Août 1964

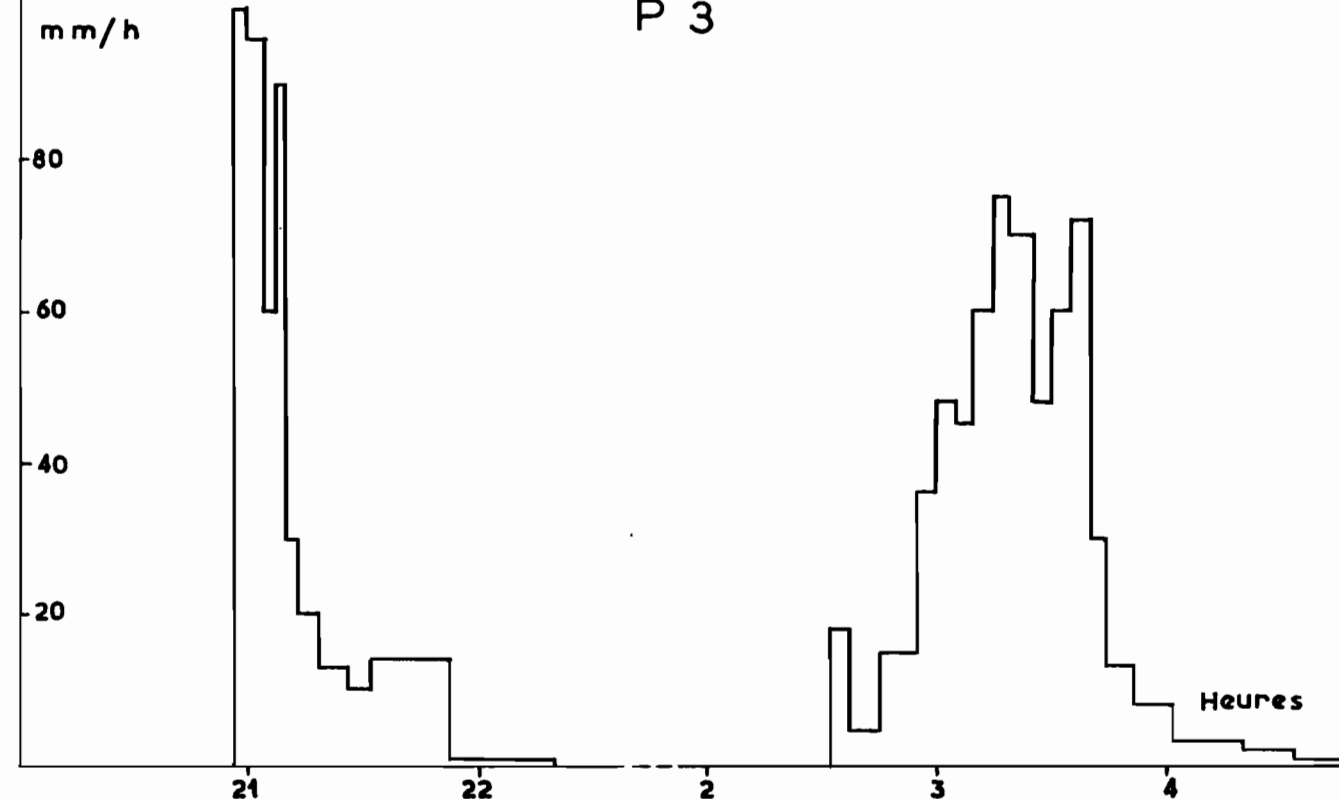
Nº: 30

H max : 86,4  
 H moy : 50,5  
 H min : 16,2

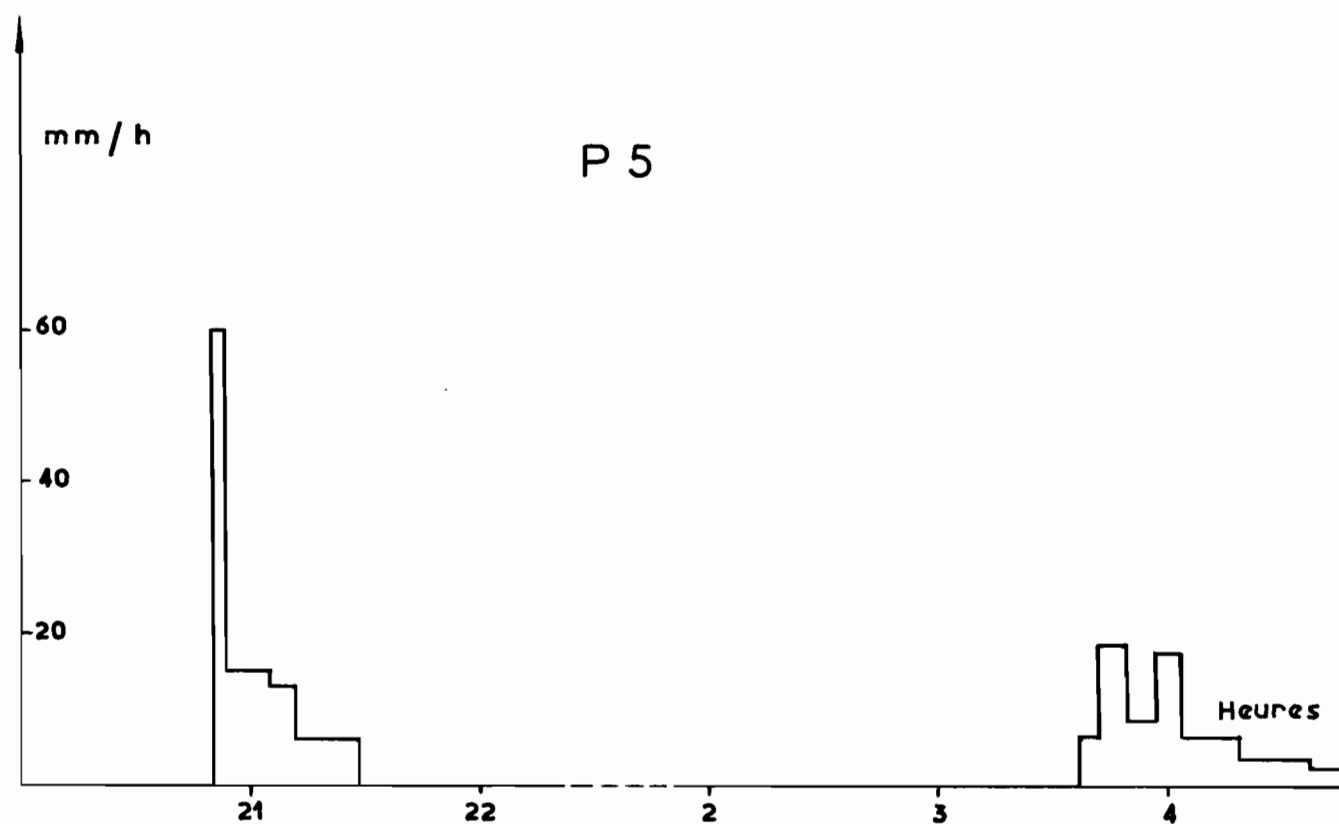


## Averse du 30-31 Août 1964

P 3



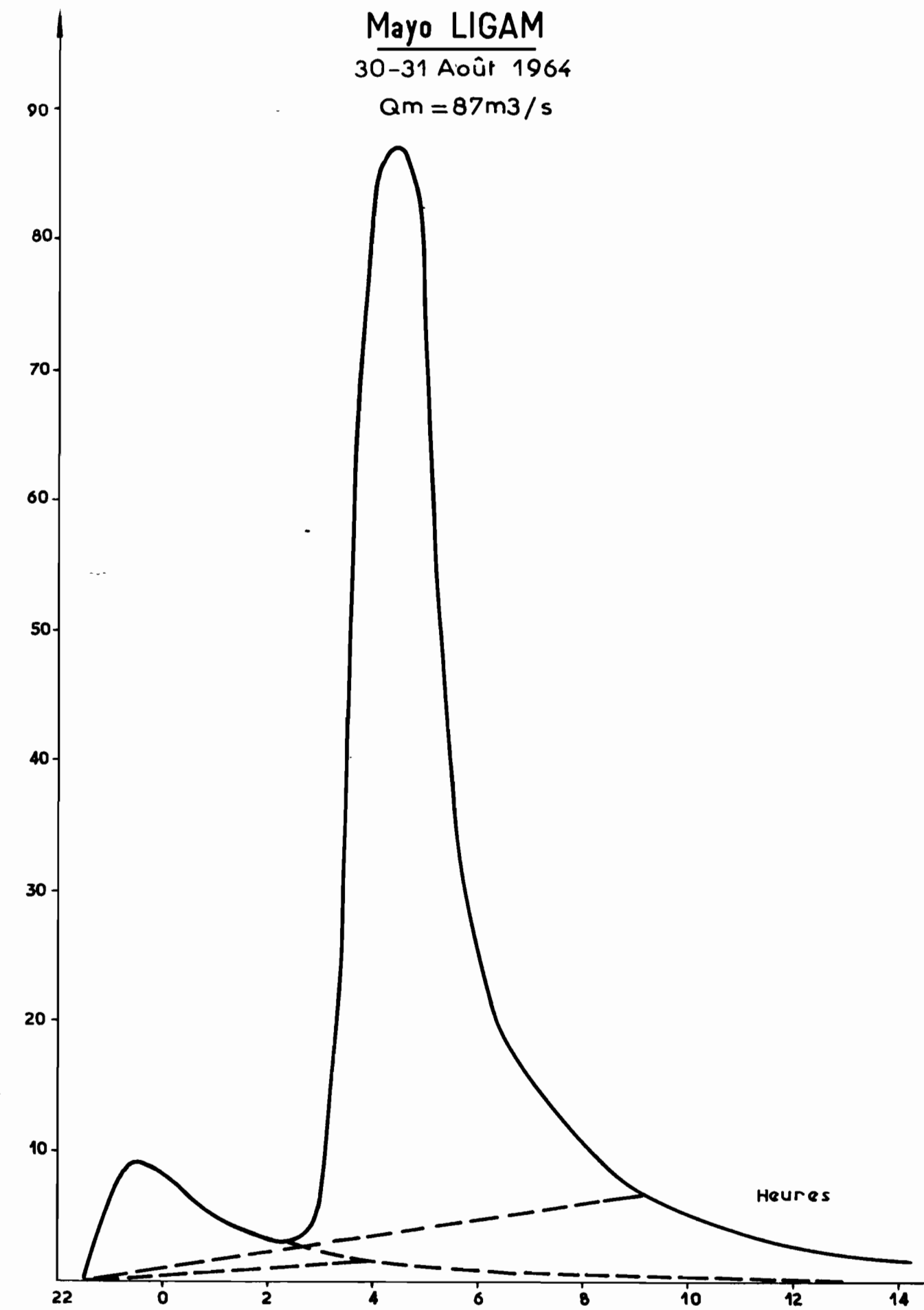
P 5



## Mayo LIGAM

30-31 Août 1964

Qm = 87m<sup>3</sup>/s



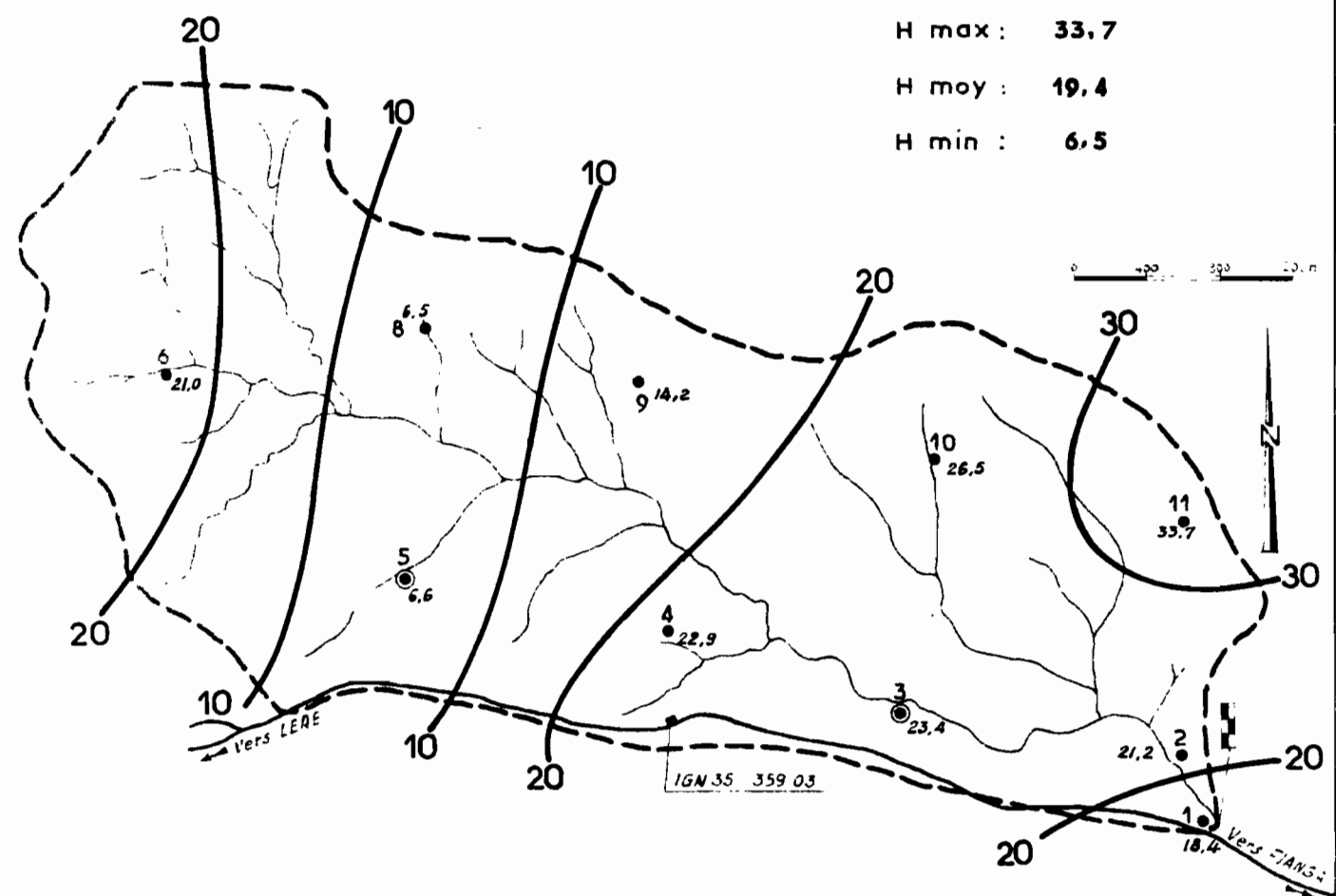


# Bassin versant représentatif du MAYO LIGAM

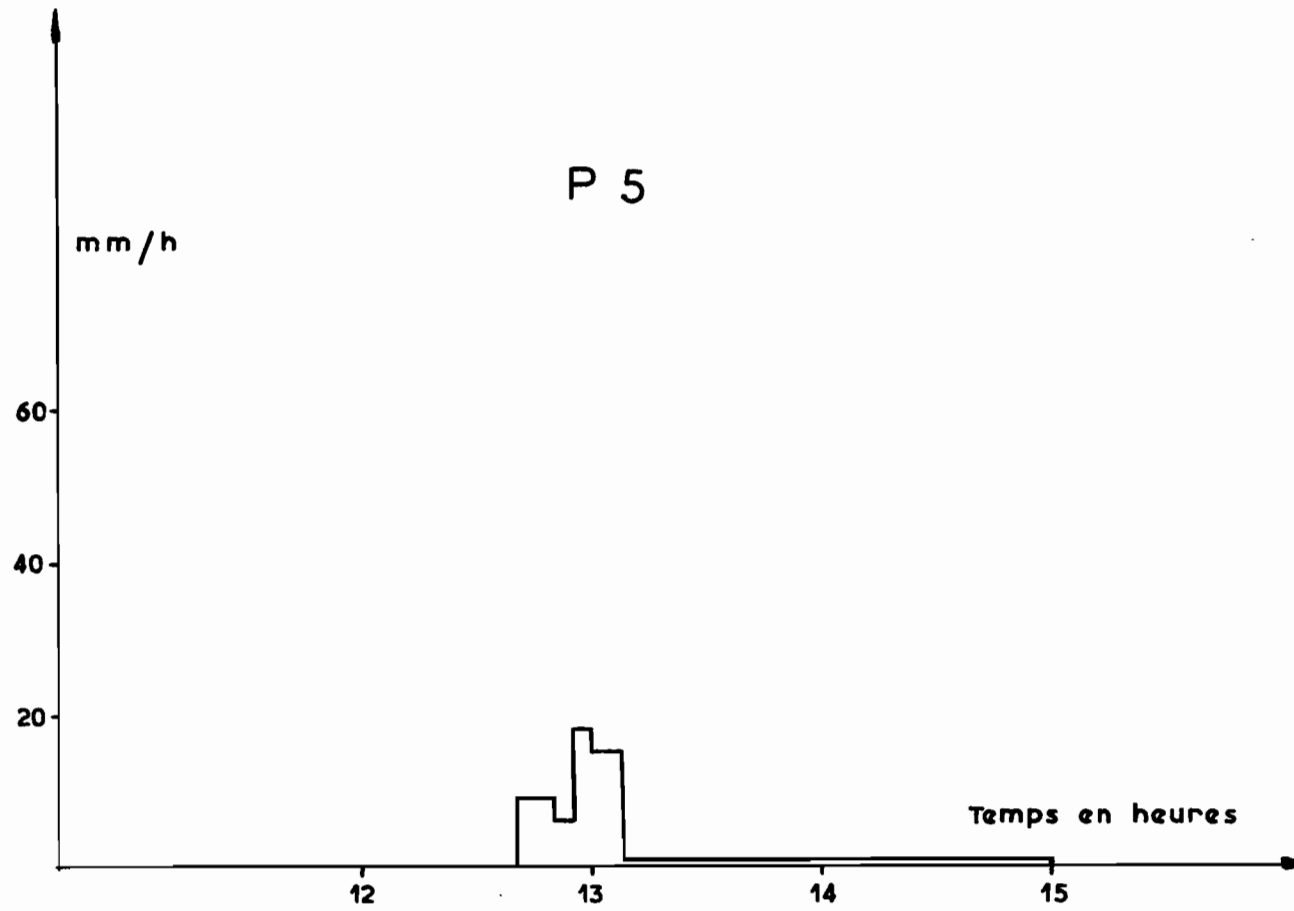
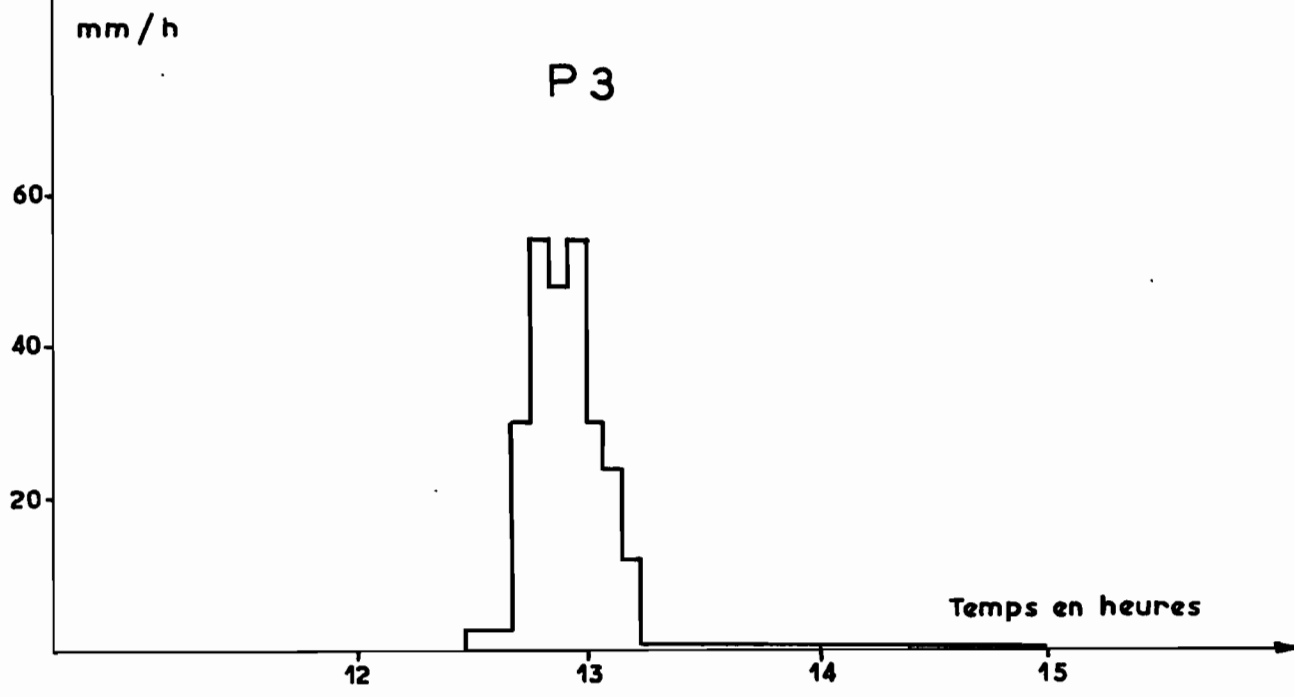
isohyètes pour l'averse du: 1<sup>er</sup> Septembre 1964

N°: 31

H max : 33.7  
 H moy : 19.4  
 H min : 6.5

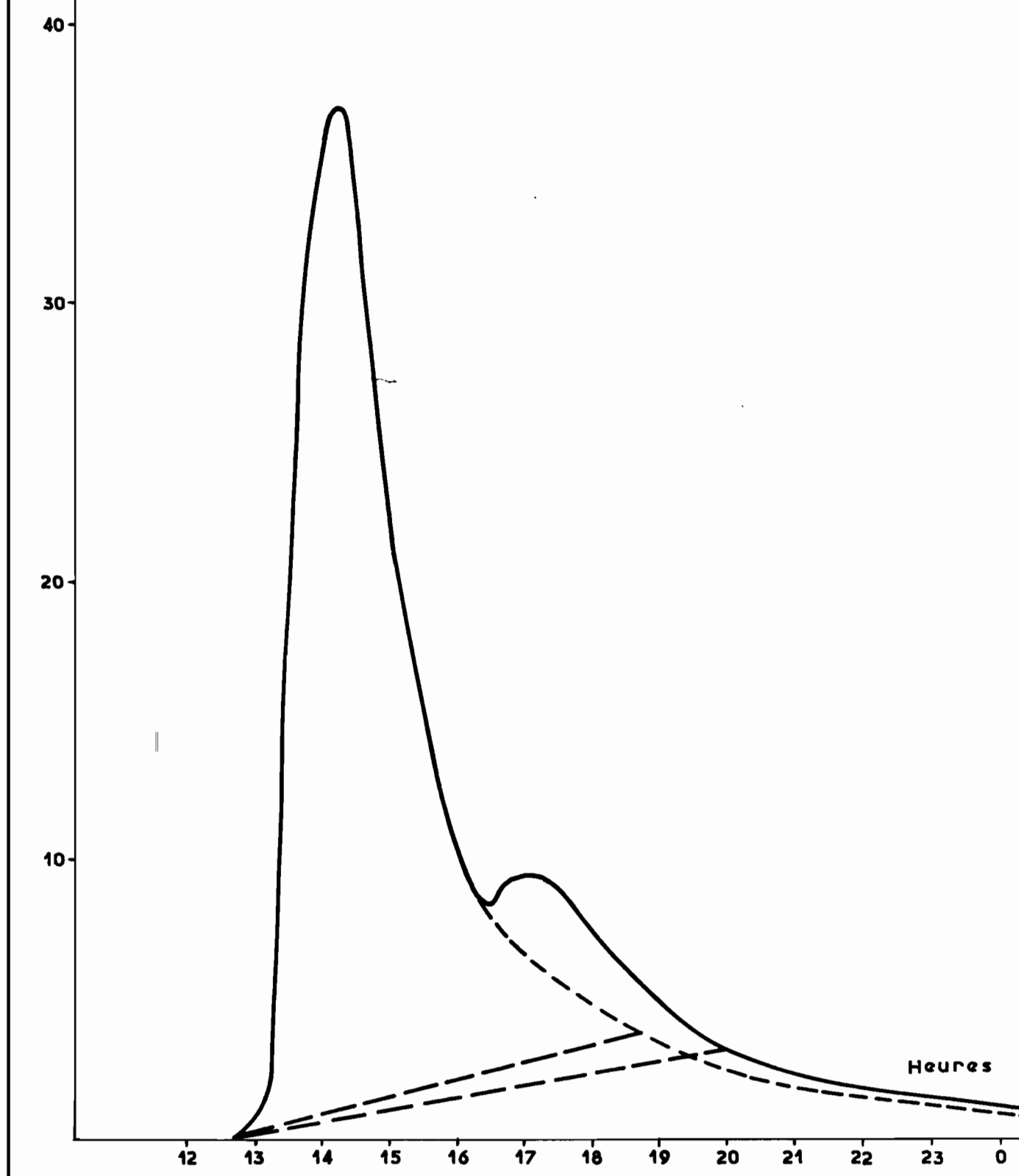


## Averse du 1<sup>er</sup> Septembre 1964



m<sup>3</sup>/s

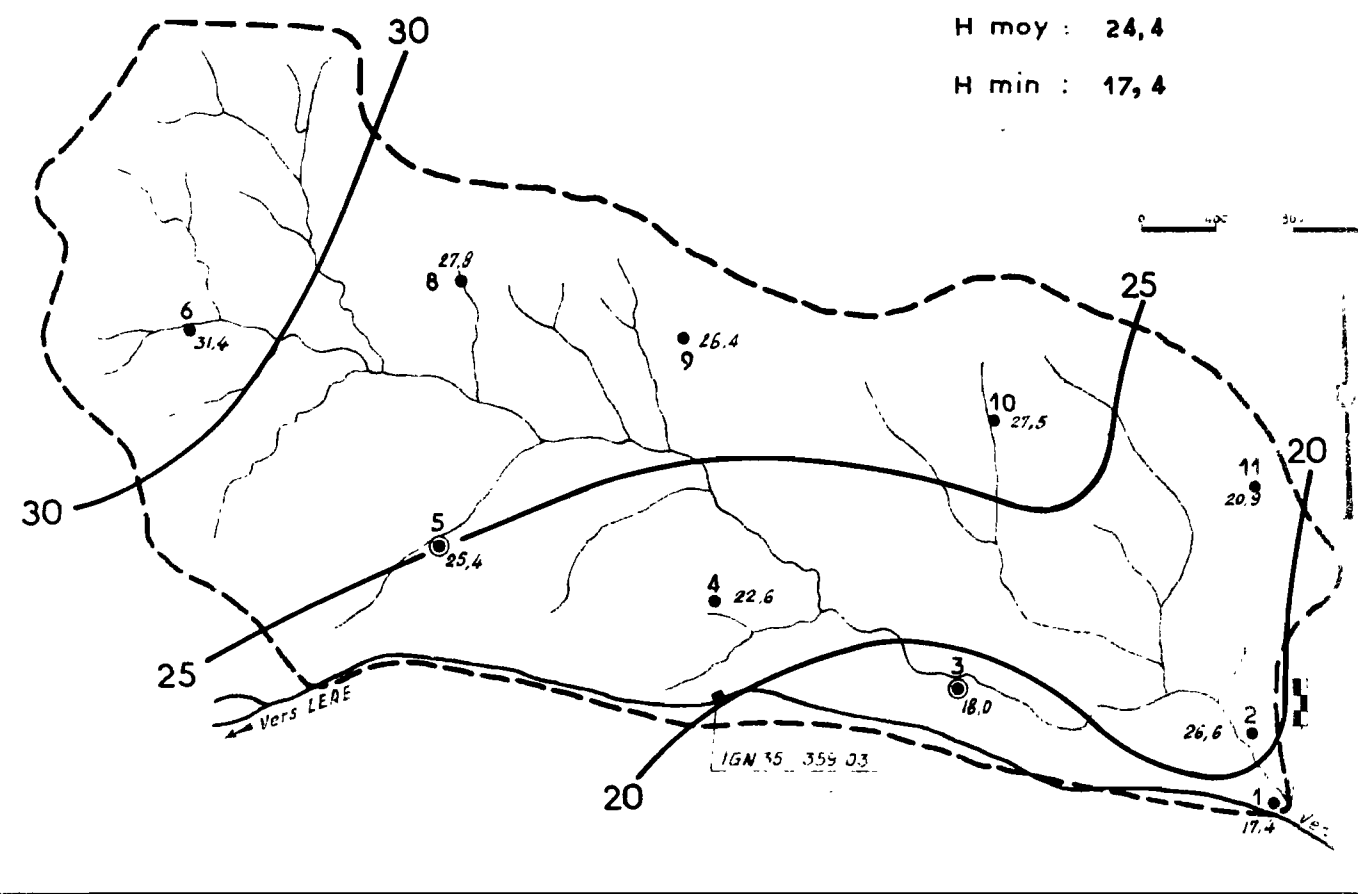
## Mayo LIGAM 1<sup>er</sup> Septembre 1964



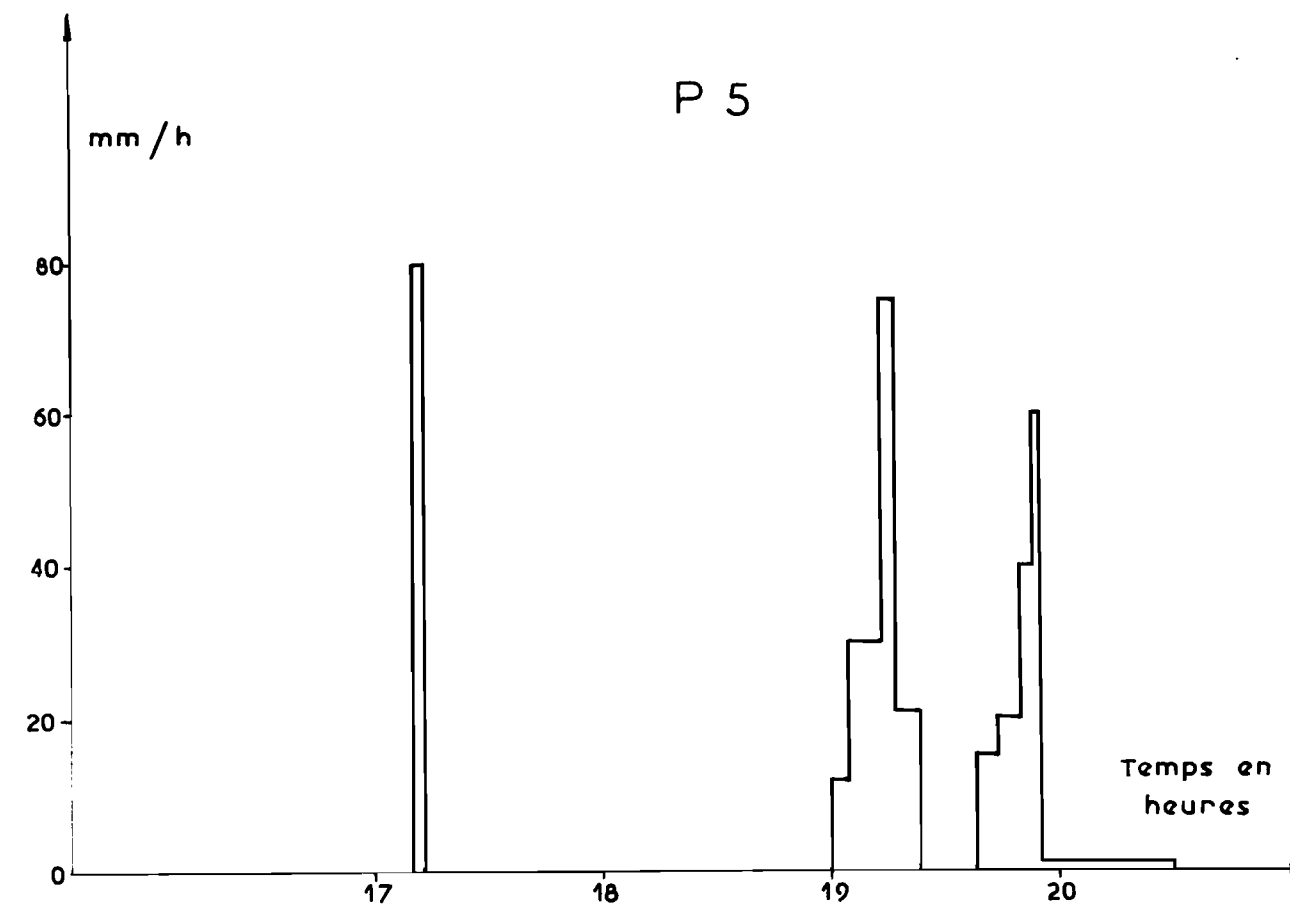
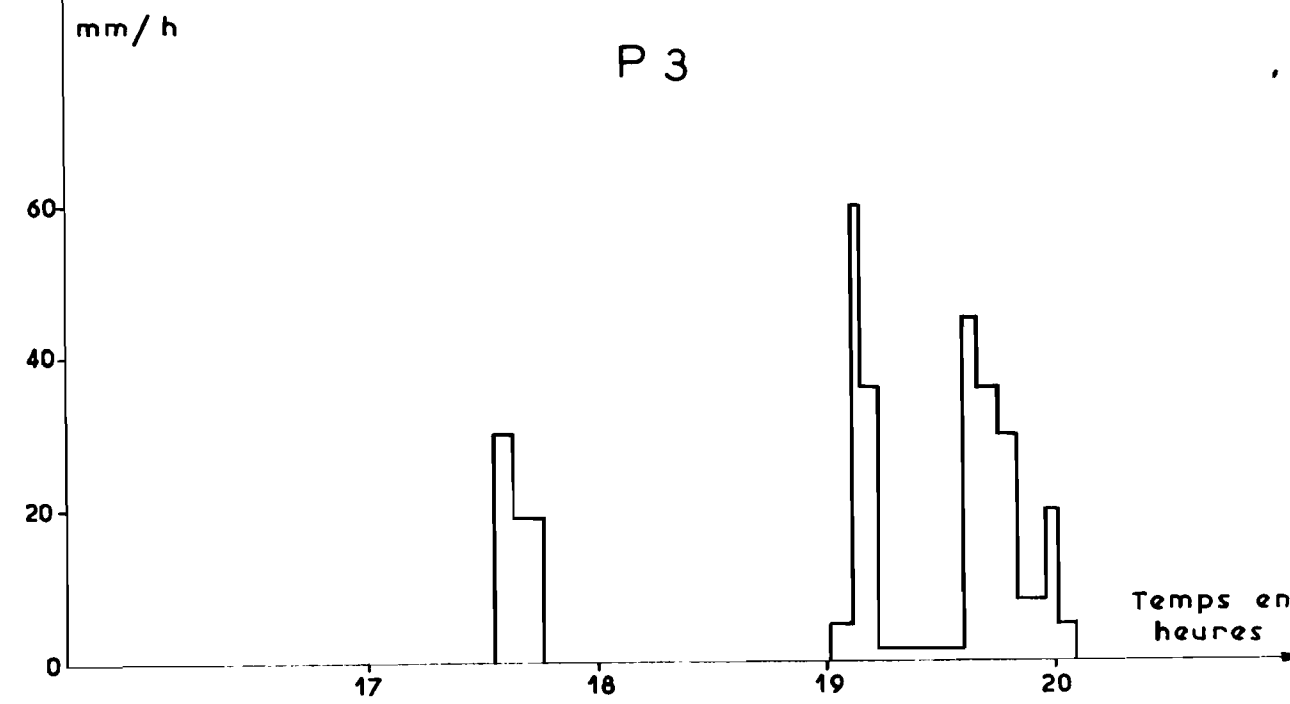
# Bassin versant représentatif du MAYO LIGAM

Isohyètes pour l'averse du: 6 Septembre 1964  
N°: 34

H max : 31,4  
H moy : 24,4  
H min : 17,4



## Averse du 6 Septembre 1964



## Mayo LIGAM

6 Septembre 1964

