

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
OUTRE-MER

Centre de TANANARIVE
Section Hydrologie

ORGANISATION DES NATIONS
UNIES POUR L'ALIMENTATION
ET L'AGRICULTURE
(F. A. O.)

ETUDES
HYDROLOGIQUES SUR LE
BASSIN DE LA MORONDAVA

B. BILLON

N. MLATAC

Juin 1969

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

Centre de TANANARIVE

Section Hydrologie

ORGANISATION DES NATIONS UNIES
POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

(F. A. O.)

ETUDES HYDROLOGIQUES SUR LE BASSIN
DE LA MORONDAVA

B. BILLON

N. MLATAC

JUIN 1969

S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
→ Introduction	1
→ Aperçu Général	2
I. - CLIMATOLOGIE	6
II. - HYDROLOGIE	
A - Equipement des stations - Mesures Hydrologiques	
1. La MORONDAVA à TSIANDAVA	10
1.1 Situation - Equipement	10
1.2 Etalonnage	11
2. La MORONDAVA à DABARA	16
2.1 Situation - Equipement	16
2.2 Etalonnage	18
2.3 Corrélation TSIANDAVA - DABARA	21
3. La SAKAMALY à MIGODO	25
3.1 Situation - Equipement	25
3.2 Etalonnage	25
4. La BERITSOKA au Pont de la RN 35	31
4.1 Situation - Equipement	31
B - Volumes écoulés	31
1. Station de TSIANDAVA	31
2. Station de DABARA	34
2.1 Bilan d'écoulement	43
2.2 Corrélations Hydropluviométriques	45
3. Station de MIGODO	55
C - Etude des Crues	60
1. Station de TSIANDAVA	60
2. Station de DABARA	60
3. Station de MIGODO	64
D - Annexe I - Climatologie	68
Annexe II - Hydrologie	96

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

Par contrat N° SF/MAG 14.2/LA, la FAO demandait à l'ORSTOM l'exécution de mesures hydrologiques et climatologiques sur la partie inférieure du bassin de la MORONDAVA pour la saison des pluies 1968-1969.

Les difficultés rencontrées pour l'exécution de ce contrat ont été les suivantes :

- Retards dans l'acheminement du matériel fourni par la FAO. Les Land Rover n'ont été disponibles, non rodées, que le 11 Décembre 1968, les limnigraphes OTT le 12 Décembre et les limnigraphes NEYRPIC en Avril 1969.

- Inadaptation de certains matériels fournis pour cette étude. C'est ainsi que les limnigraphes OTT mesurent une amplitude maximale de crue de 5 m alors qu'il a été enregistré 6,50 m à TSIANDAVA et 5,0 m à la BERITSOKA en 1969. Les hélices prévues avec les moulinets C 31 ne permettent de mesurer que des vitesses ne dépassant pas 2,50 m/s alors que nous avons mesuré 4,25 m/s (moulinet ORSTOM) et 6,50 m/s (flotteurs). Le matériel léger (Zodiac) fourni pour les jaugeages ne permet que des mesures de basses eaux, un téléphérique étant nécessaire pour les moyennes et hautes eaux.

- Absence de certains matériels indispensables : treuils de jaugeage, matériels de mesures de transports solides.

- Démarrage tardif de la campagne qui a multiplié les difficultés de transport et d'installations d'enregistreurs faites en pleine saison des pluies.

Certaines carences ont pu être palliées (limnigraphes, matériel de mesures de débit) par utilisation de matériels ORSTOM mais d'autres n'ont pu l'être, entraînant l'inexécution de certaines mesures (transports solides)...

Malgré ces conditions peu favorables, des résultats intéressants ont néanmoins pu être obtenus aussi bien par la bonne qualité du matériel fourni par la FAO, que par les facilités accordées par M. LALANNE ainsi que M. ANDRIANJAFY pour l'accomplissement de cette mission.

APERCU GENERAL.-

Les délais de remise du rapport ne permettent pas de présenter une étude détaillée des facteurs conditionnels du régime hydrologique de la MORONDAVA.

Le bassin de ce fleuve (Graphique N° 1) est situé sur le versant Ouest de Madagascar entre les deux grands bassins du MANGOKY et de la TSIRIBIHINA. Mais à l'inverse de ceux-ci, la partie la plus orientale du bassin ne dépasse pas 45°30' de longitude et reste par conséquent très éloignées des Hauts Plateaux, zone à pluviométrie relativement plus abondante. La pluviométrie interannuelle sur le bassin semble s'inscrire entre les isohyètes 700 mm et 1000 - 1100 mm.

L'hypsométrie est représentée sur le graphique N° 2.

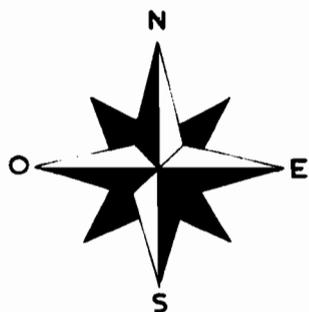
La pente du lit est forte. Dans les 20 derniers km avant de se jeter à l'océan elle est encore de 1 m/km. Dans la traversée des gorges et jusqu'à l'aval de DABARA elle est de 1,5 m/km en moyenne. Les valeurs de la pente sont ensuite de l'ordre de 2 m/km sur une trentaine de Km en amont des gorges pour augmenter ensuite rapidement en remontant vers l'amont. Ces valeurs élevées ne peuvent que favoriser un écoulement rapide des crues.

La carte N° 3 indique les emplacements des installations réalisées pour cette étude soit :

- Stations météorologiques : ANDROVAKELY, MAHABO, ANKILIZATO
- Stations hydrologiques : DABARA, TSIANDAVA, MIGODO, RN 35
- Postes pluviométriques (totalisateurs) 1 à 7

..//...

42°50'E



DIEGO-SUAREZ

Vohémar

Ambanja

Antsohihy

MAJUNGA

16°00'S

TAMATAVE

TANANARIVE

Tsiroanomandidy

Miandrivazo

Ambositra

FIANARANTSOA

Ankazoabo

TULEAR

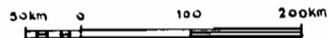
Bekily

Ampanihy

Ambovombe

FORT-DAUPHIN

BASSIN DE LA MORONDAVA



REPUBLIQUE MALAGASY

O . R . S . T . O . M

Ao

Date

Dessine : *Andrianasolo R.*

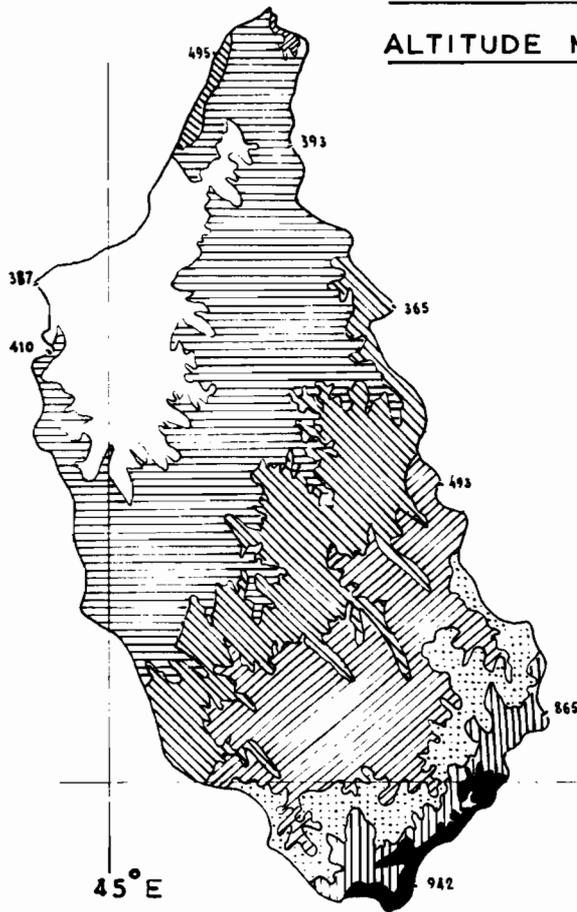
Gr 1

MORONDAVA A TSIANDAVA

SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT 4.275 km²

COORDONNEES GEOGRAPHIQUES : Longitude : 44°56'E
Latitude : 20°27'S

ALTITUDE MOYENNE DU BASSIN : 350 m



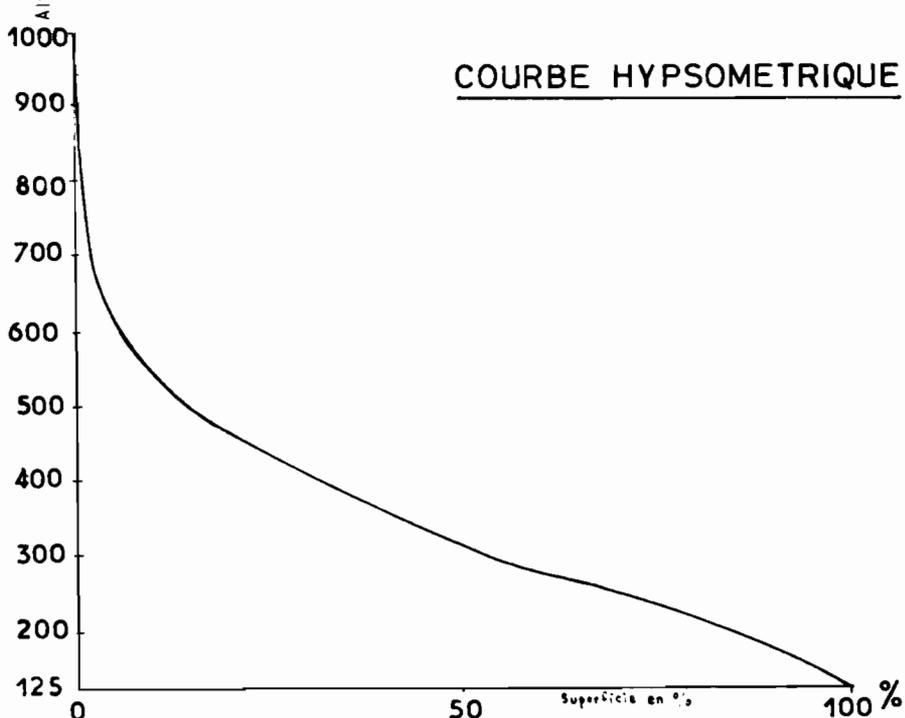
REPARTITION HYSOMETRIQUE

	125 à	200 m	14.6 %
	200 à	300 m	34.5 %
	300 à	400 m	19.3 %
	400 à	500 m	17.6 %
	500 à	600 m	8.2 %
	600 à	700 m	4.0 %
	700 à	942 m	1.8 %

45° E

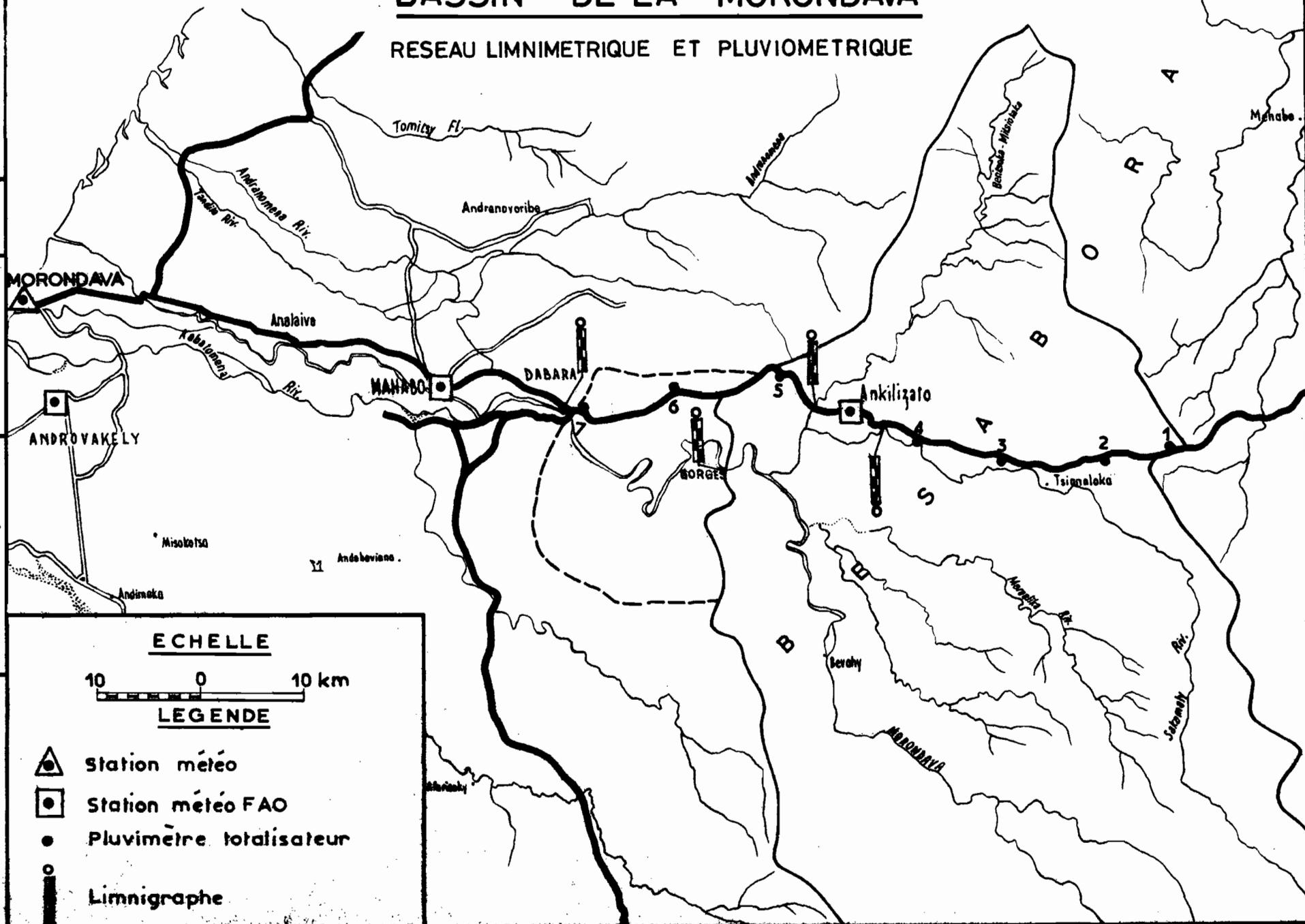
21° S

0 2 4 6 8 10 kms



BASSIN DE LA MORONDAVA

RESEAU LIMNIMETRIQUE ET PLUVIOMETRIQUE



ECHELLE

10 0 10 km

LEGENDE

-  Station météo
-  Station météo FAO
-  Pluviètre totalisateur
-  Limnigraphe

I/ - CLIMATOLOGIE.-

Les installations mises en place sont situées aux emplacements ci-dessous :

Stations météorologiques :

- ANDROVAKELY	44°20'	Longitude	EST	8 m
	20°19'	Latitude	SUD	
- MAHABO	44°40'	Longitude	EST	75 m
	20°22'	Latitude	SUD	
- ANKILIZATO	45°03'	Longitude	EST	200 m
	20°25'	Latitude	SUD	

Pluviomètres totalisateurs :

Pluviom.	1	2	3	4	5	6	7
Latit. Sud	20°27'	20°27'	20°26'	20°26'	20°22'	20°23'	20°24'
Long. Est	45°21'	45°17'	45°13'	45°07'	44°59'	44°53'	44°47'

Les stations météorologiques sont identiques et équipées de :

Thermomètres à maximum et minimum

Psychromètre à ventilation

Thermographe, hygrographe

Anémomètre

Héliographe

Pluviomètre, pluviographe

Bac d'évaporation type Colorado enterré.

Les résultats obtenus sont groupés dans les tableaux en annexe ainsi que les températures de MORONDAVA pour la période 1934-1968 et l'évaporation Piche sur la même station de 1941 à 1968.

La très courte période d'observation sur les 3 stations ne permet que peu de commentaires puisqu'il n'est même pas possible d'extrapoler les chiffres obtenus pour estimer une valeur annuelle.

Les températures varient à ANDROVAKELY de la même façon qu'à MORON-
DAVA sur une longue période. Le maximum moyen de Mars est supérieur aux
mois adjacents Février et Avril. Les minimums moyens décroissent également
régulièrement de Février à Avril. Cependant toutes les températures maxima-
les, minimales ou moyennes sont supérieures de 1 à 2 degrés à celles enre-
gistrées à MORONDAVA.

A MAHABO et ANKILIZATO les minimums décroissent également de
Février à Avril mais les maximums de Mars et Avril sont pratiquement iden-
tiques entre eux et sur les 2 stations, les mois de Février étant également
très voisins. La similitude entre les 2 stations est assez nette.

Températures maximales :

	<u>MORONDAVA (1934-1968)</u>	<u>ANDROVAKELY</u>	<u>MAHABO</u>	<u>ANKILIZATO</u>
- Février	31°1	33°2	31°7	31°9
- Mars	32°1	34°6	33°3	33°4
- Avril	31°8	33°9	33°4	33°3

Températures minimales :

- Février	23°3	24°8	22°4	23°1
- Mars	22°6	24°0	21°3	22°5
- Avril	20°4	22°7	19°0	21°7

Les humidités varient de la même façon sur les 3 stations se tra-
duisant par une décroissance des moyennes mensuelles de Février à Avril.
On note également une augmentation de l'humidité d'Ouest en Est qui est
peut-être liée à la croissance générale de la pluviométrie d'Ouest en Est.

	<u>ANDROVAKELY</u>	<u>MAHABO</u>	<u>ANKILIZATO</u>
- Février	78,6%	80,8%	81,8%
- Mars	75,5%	78,3%	78,7%
- Avril	74,7%	75,5%	77,1%

(Humidités prises au psychromètre à ventilation)

L'évaporation diminue sur les 3 stations entre Mars et Avril. Février, à cause de la pluviométrie a donné des résultats moins homogènes.

Les valeurs diffèrent assez peu en général d'une station à l'autre

<u>Evaporation en mm</u>	<u>ANDROVAKELY</u>	<u>MAHABO</u>	<u>ANKILIZATO</u>
- Février		4,5	5,4
- Mars	5,9	5,6	5,1
- Avril	5,5	5,5	5,0

L'insolation varie de la même façon sur les 3 stations. On note un mois de Mars plus fort que Février ou Avril. Dans l'ensemble les valeurs sont très comparables d'une station à l'autre, ANKILIZATO ayant cependant tendance à être un peu plus ensoleillé.

Insolation en heure :

	<u>ANDROVAKELY</u>	<u>MAHABO</u>	<u>ANKILIZATO</u>
- Février	8,0	8,0	8,3
- Mars	9,5	9,8	9,9
- Avril	8,4	8,4	9,2

II/ - HYDROLOGIE

A/ - Equipement des stations - Mesures Hydrologiques.-

1/ - La MORONDAVA à TSIANDAVA

1.1 - Situation - Equipement.-

La station a pour coordonnées 44°56' Longitude EST
20°27' Latitude SUD

Le bassin versant a une superficie de : 4.280 Km²

Elle est située au milieu des gorges et de ce fait avait reçu, du moins pendant un certain temps, l'appellation station "Gorges".

Elle est équipée d'un limnigraphe OTT type X doublé d'une échelle de crue mis en place le 30 Décembre 1968 à l'extrémité de la route d'accès aux gorges. Ces installations ont été réalisées alors que la saison des pluies était bien avancée et que ce mois de Décembre 1968 était un des plus abondants jamais enregistrés. Aussi, pour pouvoir enregistrer la totalité des crues, l'échelle de crue a été baissée de 1 mètre et le puits du limnigraphe rallongé de 0,80 m vers le bas le 31 Mars 1969. La crue maximale de 1969 qui figure à 5,50 m sur les documents antérieurs est donc de 6,50 m par rapport à cette nouvelle échelle.

Il faut noter également la mobilité du banc de sable au droit de l'emplacement du limnigraphe. Celui-ci installé en pleine eau en Décembre a été parfois gêné dans son fonctionnement par la formation d'un banc de sable à son pied, banc de sable qui d'ailleurs, disparaissait quelques temps après. Le rétablissement de la route des gorges a permis un entretien normal du puits en Mars et Avril.

L'échelle n'a pas été rattachée au nivellement général.

.../...

1.2 - Etalonnage.

Les jaugeages suivants ont été exécutés :

N°	Date	H cm Nouv. échelle	Q m ³ /s	Remarques
1	6.2.69	625	2.000	Flotteurs
2	6.2.69	570	1.800	Flotteurs
3	6.2.69	520	1.500	Flotteurs
4	6.2.69	475	1.200	Flotteurs
5	6.2.69	420	1.000	Flotteurs
6	8.2.69	190	153	
7	10.2.69	215	287	
8	10.2.69	206	260	
9	12.2.69	300	550	Vitesses surfaces
10	24.3.69	141	39,2	
11	25.3.69	132	30,0	
12	26.3.69	125	25,4	
13	27.3.69	121	25,4	
14	28.3.69	121	23,4	
15	18.4.69	119	17,6	

Le barème de tarage adopté est celui-ci :

H cm	Q m ³ /s	H cm	Q m ³ /s	H cm	Q m ³ /s
120	22,0	250	375	500	1.360
140	46,0	300	540	550	1.610
160	105	350	720	600	1.900
180	165	400	920	650	2.220
200	225	450	1.130	700	2.560

La courbe d'étalonnage est présentée sur le graphique N° 5.

Le graphique N° 6 montre les variations des vitesses maximales et moyennes de surface en fonction des hauteurs à l'échelle. L'augmentation des vitesses est très rapide jusqu'à 2,50 m où elle approche 4 m/s. Compte-tenu de ces valeurs, des vagues qui se forment et des quantités importantes de débris végétaux, d'arbres charriés aussi bien en surface que sur le fond,

..//...

LA MORONDAVA A TSIANDAVA

COURBE DE TARAGE

m^3/s

2000

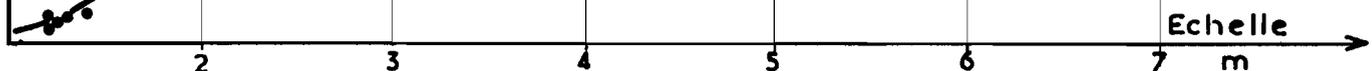
1500

1000

500

Echelle

m



O.R.S.T.O.M

Ao

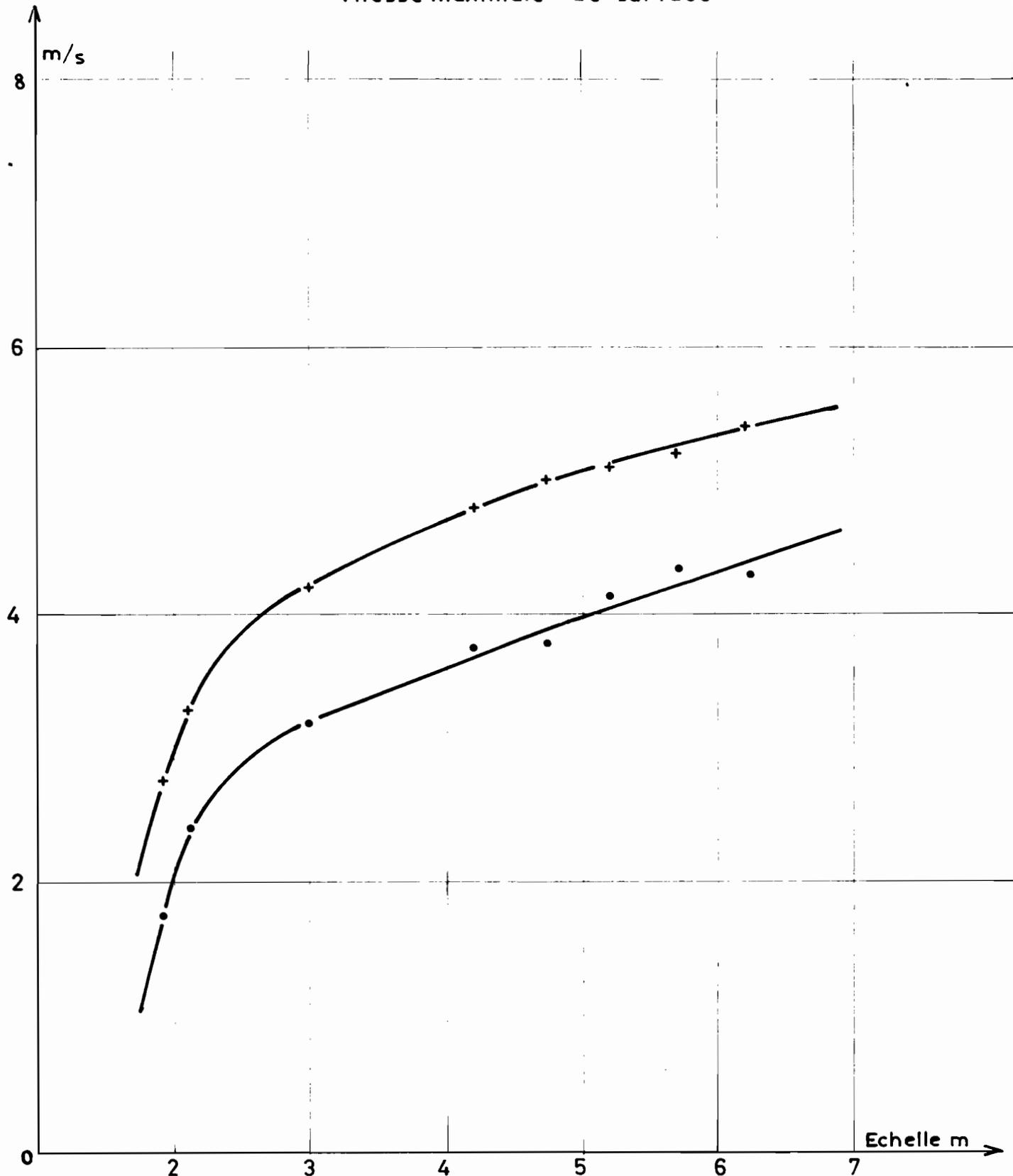
Date

Dessiné A.R

Gr 5

LA MORONDAVA A TSIANDAVA

- Vitesse moyenne de surface
- + Vitesse maximale de surface

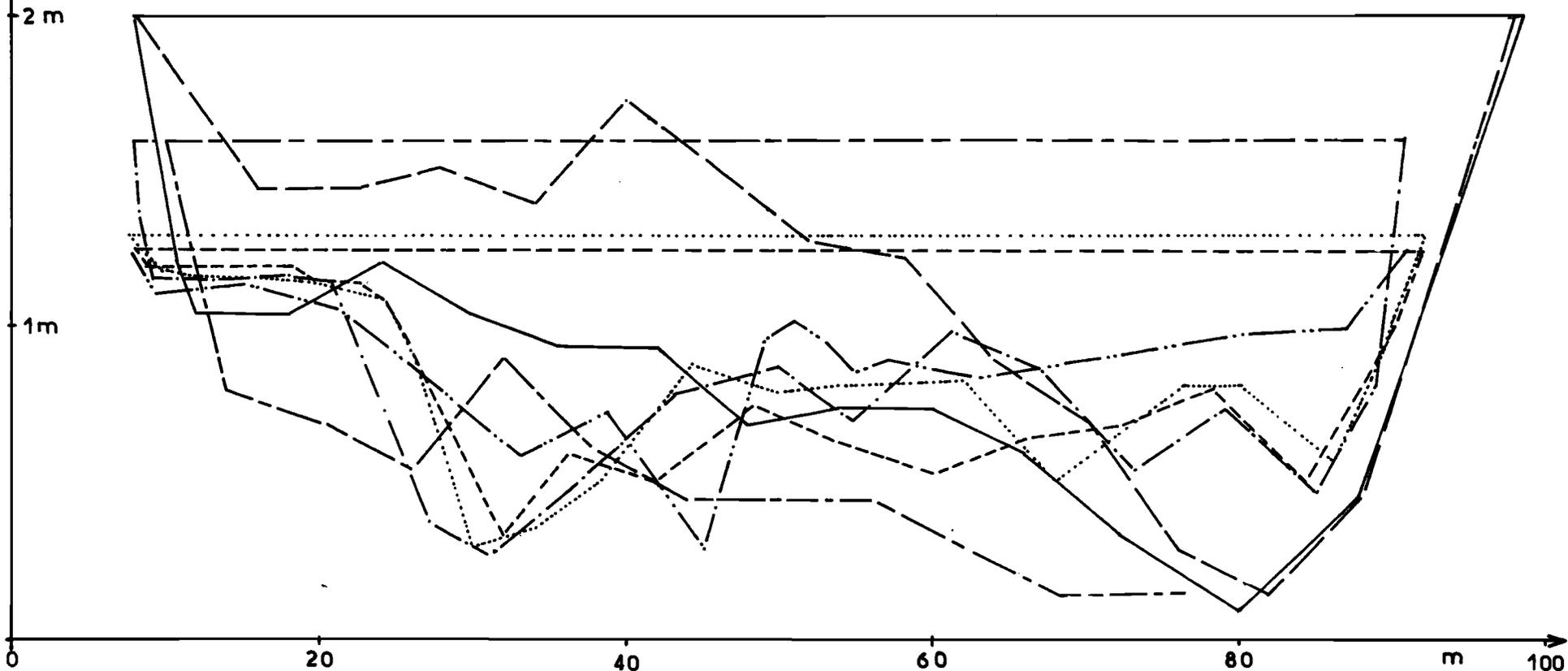


MORONDAVA A TSIANDAVA

PROFILS EN TRAVERS AU DROIT DE LA SECTION DES JAUGEAGES

R.D

R.G



- 10 · 2 · 69
- - - 8 · 2 · 69
- - - 10 · 2 · 69
- · - · - 24 · 3 · 69
- - - 26 · 3 · 69
- · - · - 18 · 4 · 69
- · · · · 27 · 3 · 69

O.R.S.T.O · M

Ao

Date

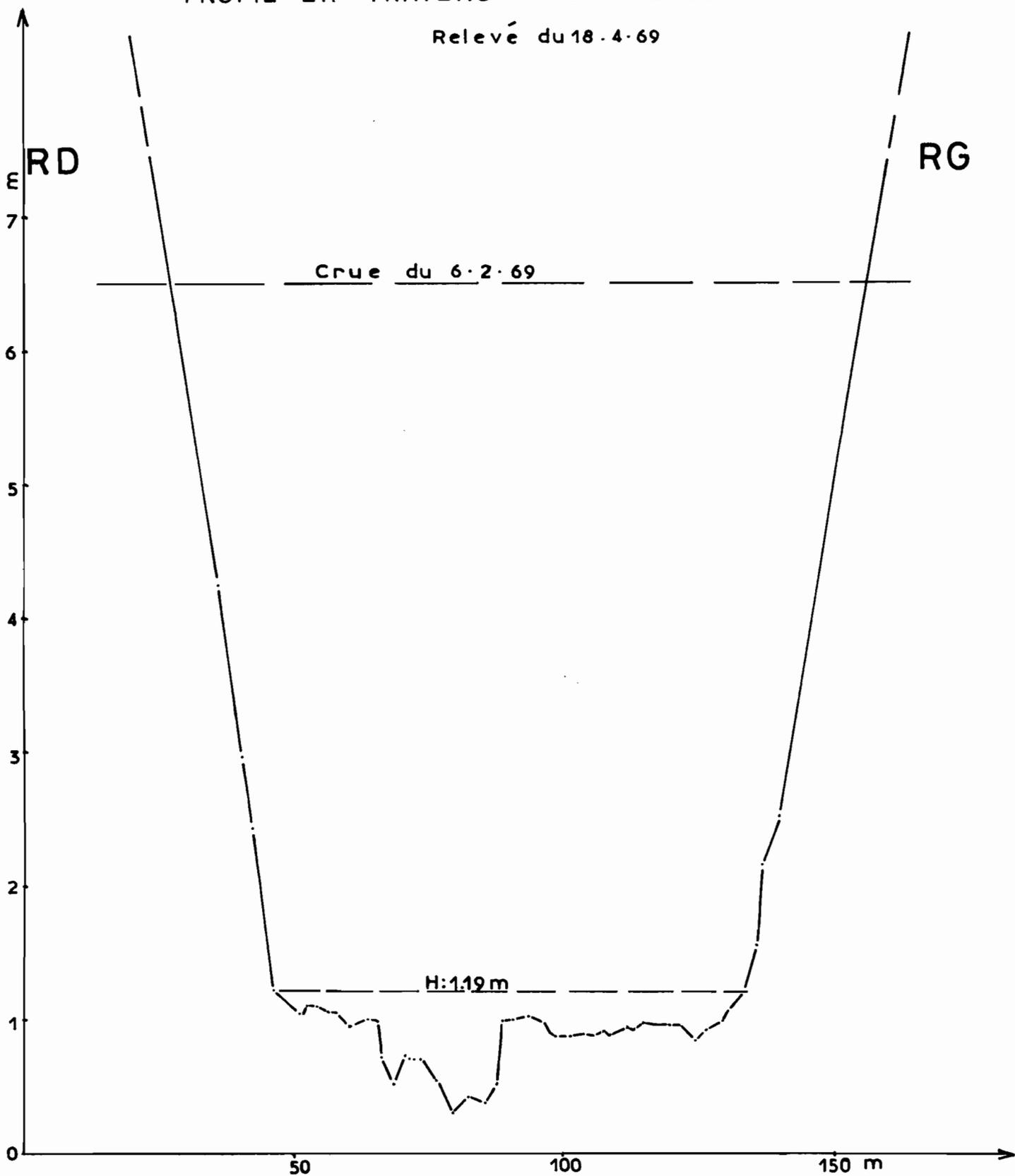
Dessiné: A. R.

Gr 7

MORONDAVA A TSIANDAVA

PROFIL EN TRAVERS A L'AVAL DU LIMNIGRAPHE

Relevé du 18.4.69



les mesures se sont relevées dangereuses dès que la cote dépasse 2,00 m à l'échelle. Ces difficultés ont fait l'objet d'un compte-rendu détaillé à la FAO (Lettre du 10 Février 1969 à M. LALANNE).

Les mesures pour des hauteurs supérieures à 3,00 m ont été soit réalisées en surface au moulinet soit en chronométrant des flotteurs sur base de 50 m pour les hauteurs supérieures à 4 mètres.

La précision apparente de la courbe de tarage ne doit pas faire illusion. Le rapport $\frac{V_m}{V_{ms}}$ a été choisi égal à 0,90 mais rien ne prouve qu'il se conserve pour les fortes cotes et surtout l'approfondissement de la section en cours de crue reste inconnu. En certains points, ce creusement a atteint 0,80 m entre différents jaugeages, aussi avons-nous admis une valeur un peu supérieure pour la hauteur maximale. En effet, la section de mesures se trouve dans un resserrement où il est logique d'admettre un creusement plus important pour les fortes crues. Ne connaissant pas les valeurs exactes de ces différents paramètres, il n'est pas exclu que globalement l'erreur sur la courbe de tarage atteigne 20 ou même 30% pour les moyennes et hautes eaux. Il est également possible que l'instabilité du fond du lit se répercute sur la courbe de tarage pour les basses et moyennes eaux.

2/ - MORONDAVA à DABARA

2.1 - Situation - Equipement.

Ses coordonnées sont les suivantes :

44°47' Longitude EST

20°24' Latitude SUD

La superficie du bassin versant à la station est de : 4.650 Km².

Bien que ne faisant pas partie du Projet cette station présente un intérêt tout particulier puisqu'elle est la seule à disposer de plusieurs années d'observations sur la MORONDAVA. La faible différence entre le bassin versant contrôlé par DABARA et celui contrôlé par la station de TSIANDAVA permettra en outre d'établir de bonnes corrélations entre les 2 stations.

La première échelle a été posée le 1er Septembre 1951 à 200 m environ en amont de la prise d'eau actuelle. Son zéro ne semble pas avoir varié jusqu'au 15 Juin 1963 date à laquelle l'échelle a été implantée sur la prise d'eau du Génie Rural.

Une troisième échelle a été installée en même temps qu'un limni-
graphe le 18 Avril 1969 à une centaine de mètres en amont de l'ancienne
échelle.

Le zéro de la première échelle entre 1956 et 1963 a été nivelé à
77,85 - 77,82 - 77,84. Compte tenu de l'imprécision des lectures dûe au
batillage aucune correction ne sera apportée et le zéro adopté pour cette
période sera le chiffre moyen de 77,84 m NGM.

Le changement d'échelle le 15 Juin 1963 s'accompagne d'un abais-
sment du zéro de 31 cm celui-ci étant nivelé à 77,53 NGM le même jour,
nivellement confirmé à 77,54 m NGM le 24 Avril 1969.

Cependant, la pente entre les 2 échelles étant de l'ordre de
1,50 m/Km la différence de cote est sensiblement compensée et les 2 échelles
donnent les mêmes lectures. Ceci est confirmé par les jaugeages exécutés en
1959 par SOGREAH qui se placent correctement autour de la courbe actuelle
et les observations à la nouvelle échelle amont dont le zéro est à 77,08 m
NGM soit 0,46 m plus bas que l'échelle sur la prise d'eau et qui donne des
lectures supérieures de 0,90 m à celle-ci. La différence de cotes du plan
d'eau entre échelle actuelle amont et échelle de 1963 (prise d'eau) est donc
de 0,44 m pour 300 m environ ce qui correspond à peu près à 0,30 m entre
l'échelle 1951 et l'échelle 1963. Enfin le maximum de 3,80 m en 1956 sur
l'ancienne échelle correspond d'après les repères à une cote très voisine
de 3,80 m sur l'échelle (prise d'eau).

En conclusion, et en raison du batillage qui limite la précision
des relevés, nous admettons que tous les relevés de 1951 à 1968 s'appli-
quent sans correction à l'échelle de la prise d'eau actuelle.

2.2. - Etalonnage.-

La liste des jaugeages connus est la suivante :

N°	Date	H cm	Q m ³ /s
1	22.8.51	038	8,1
2	1.8.53	027	11,3
3	16.9.53	050	11,8
4	16.5.56	057	14,4
5	20.8.56	063	11,4
6	2.5.57	022	10,8
7	5.11.57	035	7,5
8	22.6.58	056	13,3
9	2.2.59	035	18
10	17.2.59	049	18
11	23.2.59	061	28
12	24.2.59	077	66
13	25.2.59	110	278
14	28.2.59	088	159
15	1.3.59	061	61
16	10.3.59	114	194
17	11.3.59	078	81
18	12.3.59	059	49
19	31.3.59	037	13
20	22.9.60	081	6,6
21	16.6.63	061	11,4
22	22.10.63	067	6,4
23	23.10.63	069	7,1
24	21.10.65	113	6,9
25	23.9.68	070	9,3
26	9.11.68	066	9,8
27	6.2.69	260	1.350
28	3.3.69	092	130
29	4.3.69	083	62,0
30	5.3.69	067	49,6
31	5.3.69	083	68,8
32	6.3.69	070	53,2
33	6.3.69	063	46,4
34	7.3.69	057	42,6
35	19.3.69	049	26,8
36	19.3.69	088	81,0
37	20.3.69	064	44,5
38	21.3.69	068	48,0
39	21.3.69	062	37,5
40	22.3.69	056	31,5
41	24.3.69	070	51,0
42	21.4.69	057	25,4

Les jaugeages 9 à 19 ont été exécutés par SOGREAH

Le jaugeage N° 27 a été réalisé aux flotteurs

Les jaugeages 1 à 8 et 20 à 25 ne peuvent pas être utilisés directement pour établir la courbe d'étalonnage. En effet, ce sont tous des jaugeages faits en saison sèche au moment où un barrage de hauteur variable selon les années, est construit pour faciliter l'entonnement des eaux de la MORONDAVA dans la prise d'eau du Génie Rural. L'échelle située en amont du barrage est directement soumise à son influence mais nous verrons cependant que ces mesures sont tout de même utilisables et permettront d'évaluer les volumes écoulés d'Avril à Novembre avec une précision encore intéressante.

La courbe d'étalonnage est présentée sur le graphique N° 9

Le barème de tarage adopté est celui-ci :

H cm	Q m ³ /s	H cm	Q m ³ /s
040	18,0	140	420
060	37,0	200	1.040
080	80,0	250	1.600
100	162	300	2.170
120	274	350	2.800

Comme pour la station de TSIANDAVA, les vitesses augmentent très rapidement dès que la cote s'élève un peu. Les arbres charriés et des vagues de plus de 2 m de creux en hautes eaux interdisent toute mesure faite à partir d'une embarcation,

Notons que pour H = 260, la vitesses maximale mesurée aux flotteurs a été de 6,42 m/s et qu'elle a du largement dépasser 7 m/s pour le maximum de 1969 (H max = 322 cm)

La courbe de tarage ne s'appuie, au delà de 130 cm, que sur un seul jaugeage exécuté aux flotteurs ce qui est bien peu pour lui garantir une bonne précision. Cependant la courbe de tarage telle qu'elle est tracée n'est pas en contradiction avec la corrélation TSIANDAVA-DABARA et pour le maximum de 1969 on trouve 2.200 m³/s à TSIANDAVA et 2.400 m³/s à DABARA.

LA MORONDAVA A DABARA

COURBE DE TARAGE

m^3/s

2000

1500

1000

500

0

1,0

2,0

3,0

m

Echelle prise d'eau

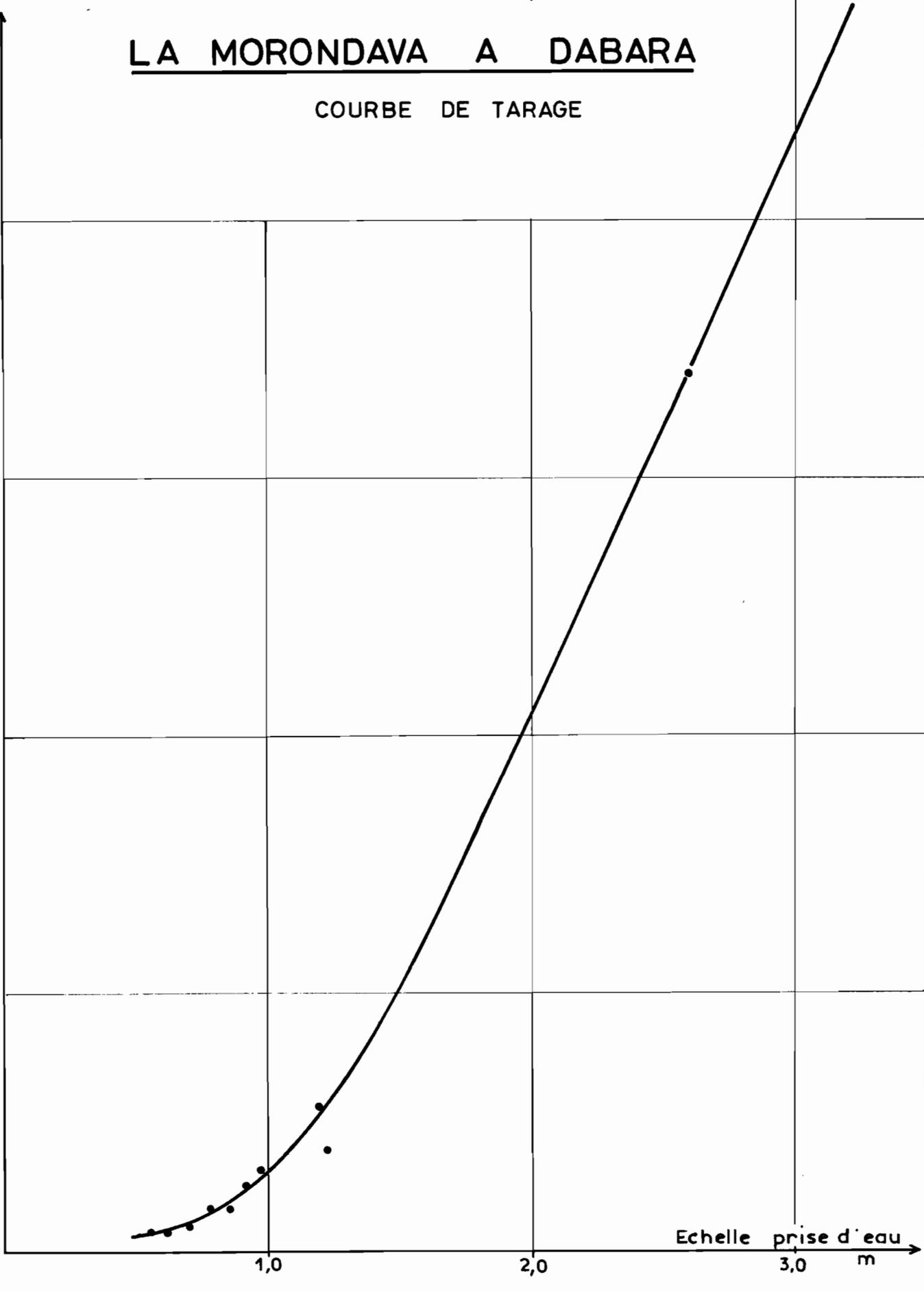
O.R.S.T.O.M

Ao

Date

Dessiné A.R

Gr 9



Il est difficile d'en déduire que le débit maximal à DABARA est surestimé car 2 facteurs jouent en sens inverse : l'amortissement de la crue devrait donner à DABARA une valeur inférieure mais il est difficile de dire de combien, d'autre part l'augmentation du bassin versant joue en faveur de l'augmentation du débit maximal à DABARA. Les stations étant proches l'une de l'autre il n'est pas impossible que le second facteur soit prépondérant.

2.3 - Corrélation entre les échelles de TSIANDAVA et DABARA.-

La faible distance séparant les 2 échelles (30 Km) jointe à l'absence d'affluent important entre elles, laissent prévoir une corrélation possible entre ces 2 échelles.

Celle-ci a été établie à partir des maximums de crue enregistrés simultanément aux 2 stations.

Soient x hauteurs à DABARA

y hauteurs à TSIANDAVA

x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
103	194	129	260	156	276	175	346	193	334	210	360	210	360
108	216	135	298	160	302	180	424	200	188	215	422	215	422
116	220	144	236	168	338	186	334	200	392	245	570	245	570
130	232	151	290	170	350	190	388	200	448	322	650	322	650

Les coefficients sont :

$$a = \frac{N \cdot \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{N \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad \text{et} \quad b = \frac{\sum x^2 \cdot \sum y - \sum x \cdot \sum xy}{N \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Les calculs donnent : a = 2,15 et b = -31 d'où l'équation de corrélation :

$$H \text{ TSIANDAVA} = 2,15 \quad H \text{ DABARA} - 31 \quad H \text{ en centimètres}$$

$$\text{Le coefficient de corrélation } r = \frac{N \cdot \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{\sqrt{(\sum x^2 - S_x^2) (\sum y^2 - S_y^2)}} = 0,95$$

$$\text{L'intervalle de confiance à 95 \%} = \pm 2 \text{ sy} \sqrt{1-r^2} = \pm 67 \text{ cm}$$

$$\text{L'intervalle de confiance à 80 \%} = \pm 1,28 \text{ sy} \sqrt{1-r^2} = \pm 43 \text{ cm}$$

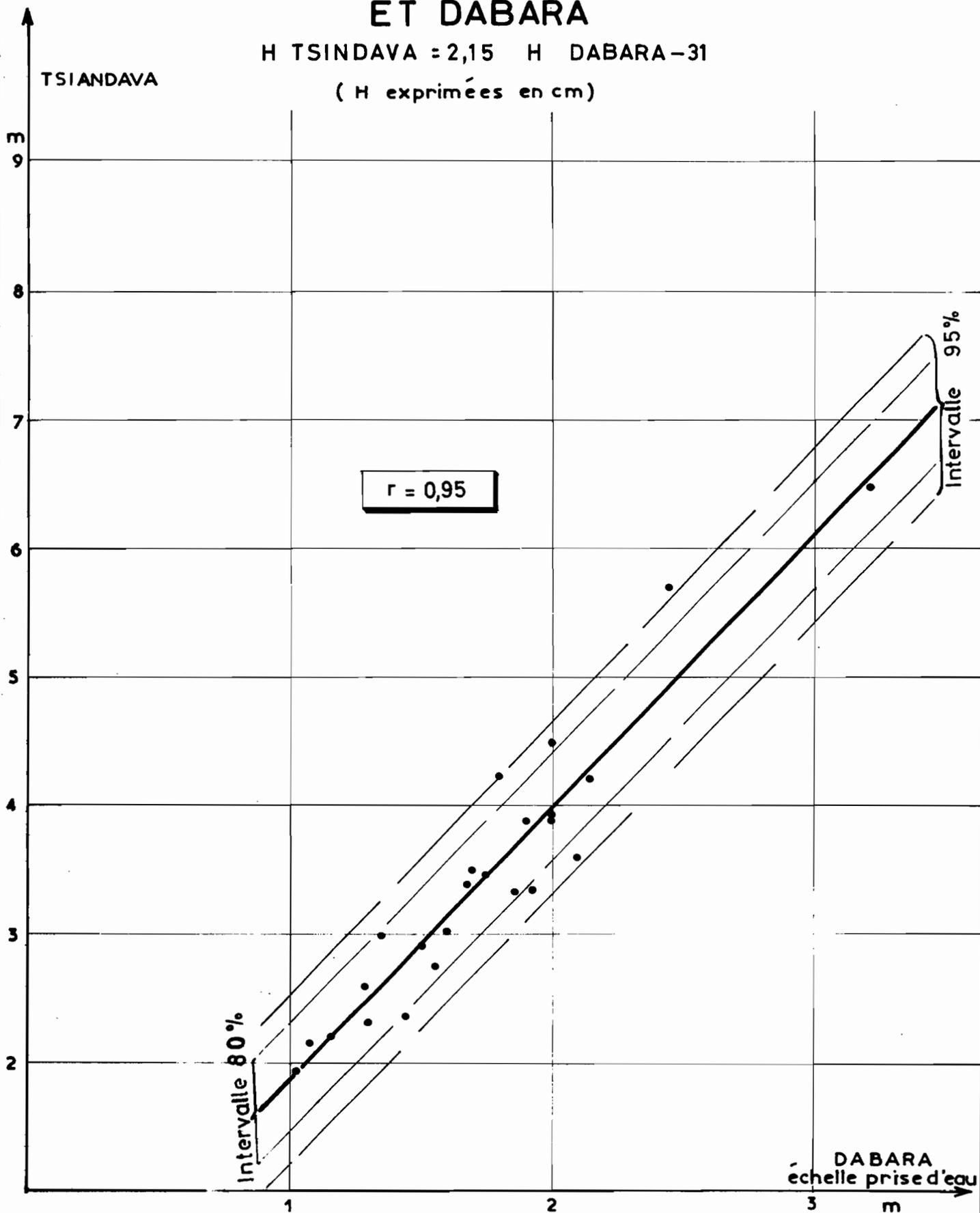
Graphique N°10

.../...

CORRELATION ENTRE ECHELLES de TSIANDAVA ET DABARA

H TSINDAVA = 2,15 H DABARA - 31

(H exprimées en cm)



O R S T O M

Ao

Date

Dessiné AR

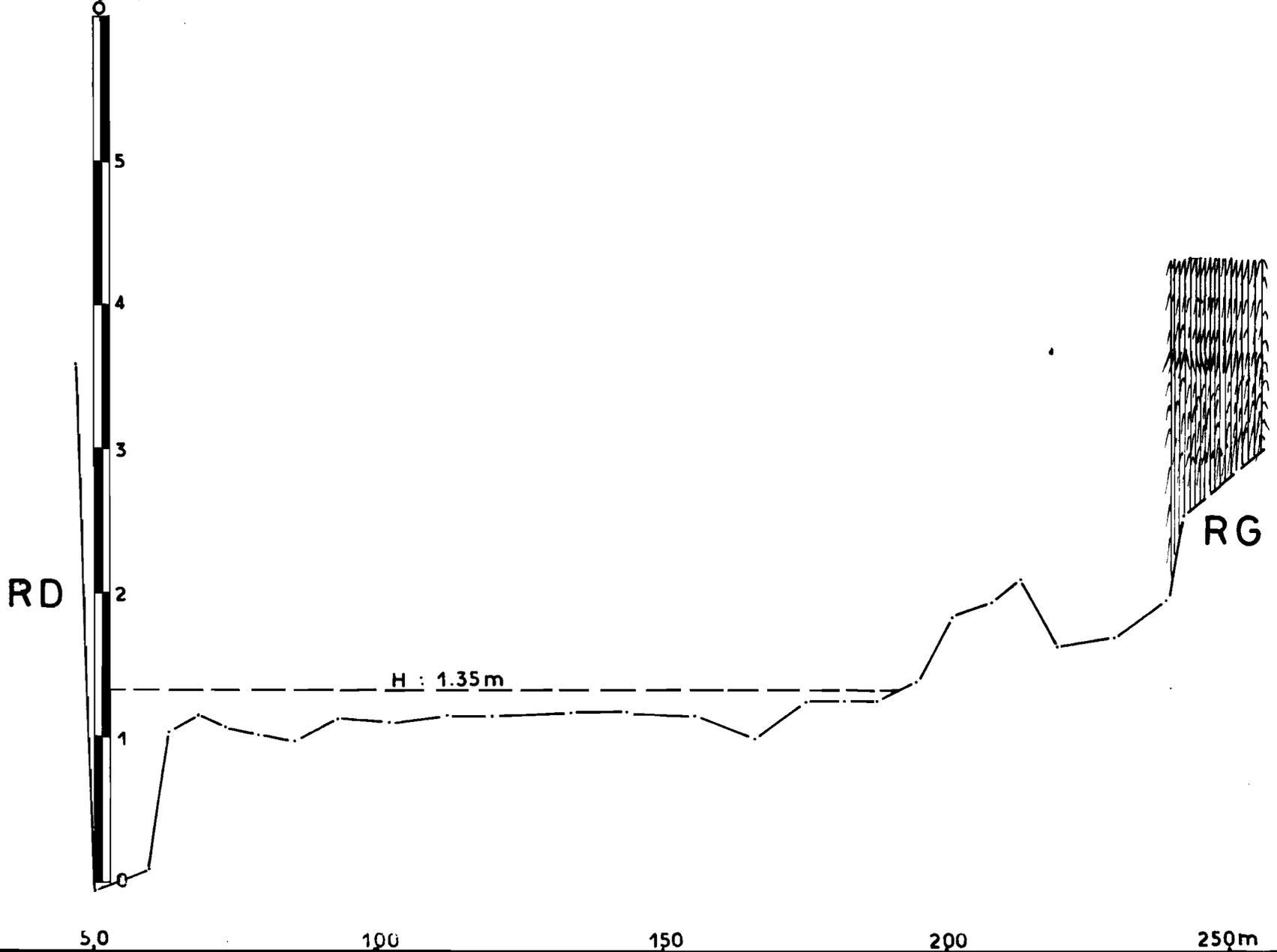
Gr 10

MORONDAVA A DABARA

PROFIL AU DROIT DU LIMNIGRAPHE

Relevé le 23.4.69

limnigraphe



O.R.S.T.O.M.
Ao
Date
Dessiné : A.R.
Gr 11

MORONDAVA A DABARA

PROFIL EN TRAVERS AU DROIT DE L'ECELLE PRISE D'EAU

RELEVÉ LE 22.4.69

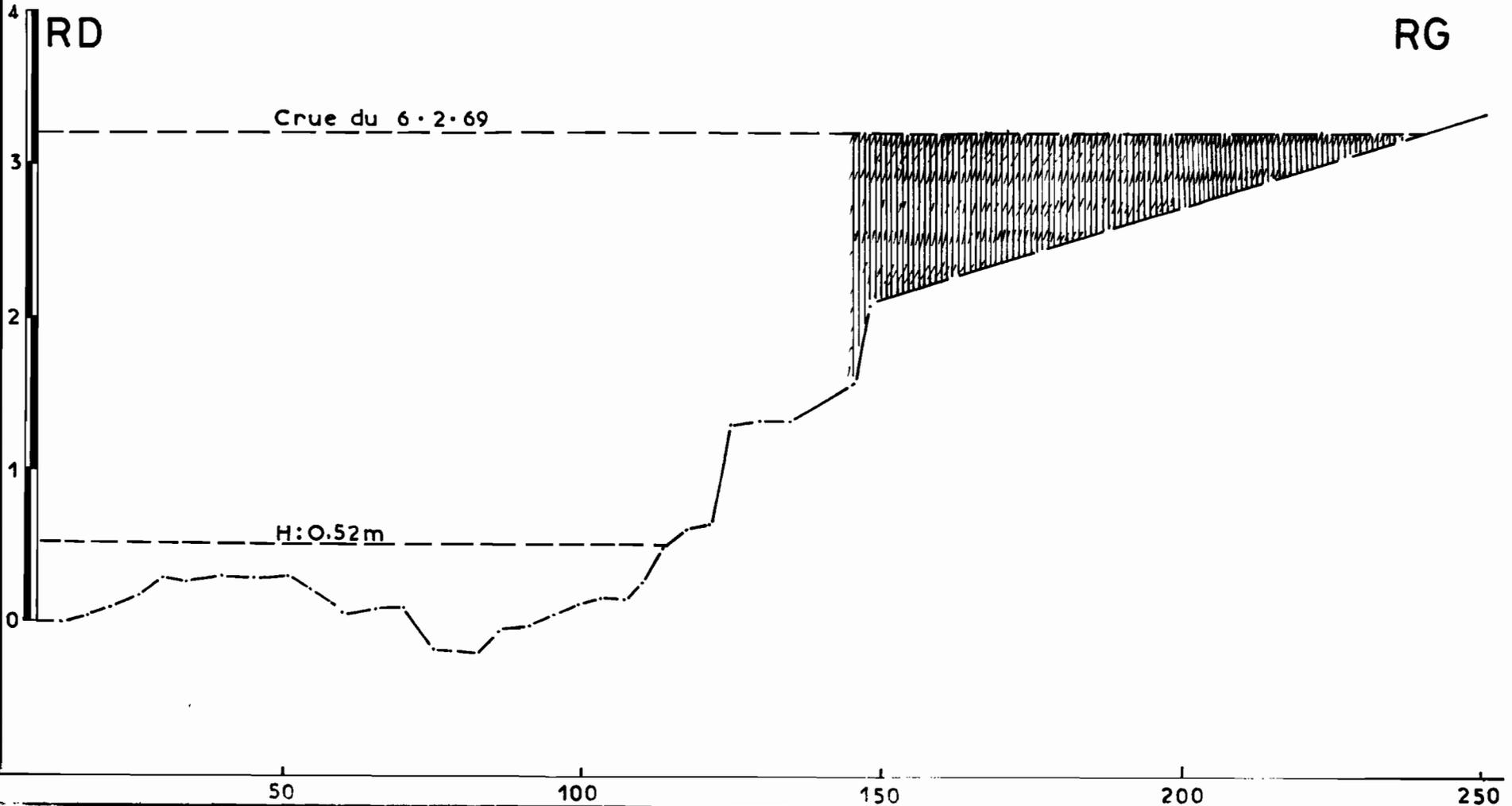
O.R.S.T.O.M

Ao

Date

Dessiné : A.R

Gr 12



3/ - La SAKAMALY à MIGODO

3.1 - Situation - Equipement.-

La station a pour coordonnées : 45°05' Longitude EST
20°25' Latitude SUD

Le bassin versant contrôlé par la station est de 797 km²

Celle-ci est située à 200 m environ en amont du barrage de MIGODO. Elle est équipée d'un limnigraphe OTT type R16 doublé d'une échelle de crue posée le 3 Février 1969. Le zéro de l'échelle n'est pas rattaché au nivellement général.

3.2 - Etalonnage.-

Neuf mesures de débit ont été effectuées :

N°	Date	H cm	Q m ³ /s
1	20.2.69	147	11,5
2	21.2.69	169	31,0
3	24.2.69	156	20,4
4	25.2.69	169	29,1
5	26.2.69	166	31,2
6	27.2.69	148	12,8
7	28.2.69	172	45,6
8	1.3.69	145	10,8
9	28.4.69	138	5,0

Pour les mêmes raisons qu'à TSIANDAVA ou DABARA les hautes eaux sont difficiles à mesurer en raison des vitesses élevées, du charriage de surface et des vagues. A ces difficultés s'ajoute la très grande brièveté des crues. Pour la plupart d'entre elles en effet le temps de montée est inférieur à 1 heure et le maximum ne dure guère plus de 10 à 15 minutes.

Cependant une assez bonne approximation des débits pourra être obtenue grâce à la présence du barrage déversant uniformément sur toute sa longueur.

En assimilant ce barrage à un seuil épais rectangulaire le débit est donné par la formule suivante :

$$Q = m \cdot l \sqrt{2g} \cdot H^{1,5} \quad (\text{Hydraulique générale par A. LANCASTRE})$$

ce qui peut s'écrire $LQ = A + 1,5 LH$ avec $A = L (m \cdot l \sqrt{2g})$
 c'est-à-dire que sur graphique à coordonnées Log.Log l'équation se traduit par une droite.

Les points de jaugeages portés sur le même graphique s'adaptent assez bien à cette droite mais la relation peut être encore améliorée en admettant que le barrage ne forme pas un seuil rectangulaire parfait, ce qui est vérifié. En modifiant légèrement les paramètres et en choisissant $m = 0,28$ au lieu de $0,32$ et avec un exposant $1,4$ au lieu de $1,5$ on obtient la formule :

$$Q = 0,197 h^{1,4} \quad \begin{array}{l} Q \text{ débit en m}^3/\text{s} \\ h \text{ charge en centimètres} \end{array}$$

Le graphique N° 13 traduit la bonne concordance entre la courbe de tarage ainsi modifiée et les jaugeages réalisés.

Pour les cotes élevées deux facteurs ont tendance à faire croître le débit plus rapidement que ne le donne la formule. D'une part la charge doit être augmentée de la vitesse propre du courant au droit de la prise de niveau c'est-à-dire du limnigraphe. L'ordre de grandeur de cette vitesse (qui reste un terme secondaire) sera estimée à 3 m/s pour $H = 300 \text{ cm}$ et 4 m/s pour $H = 400$. Par ailleurs, lorsque la cote s'élève la lame déversante recouvre la berge rive gauche et les petits ouvrages de rive droite et le débit maximal calculé à $850 \text{ m}^3/\text{s}$ sera porté à $1.100 \text{ m}^3/\text{s}$.

La courbe d'étalonnage est présentée sur le graphique N° 14

Le barème de tarage adopté est le suivant :

H cm	Q m ³ /s	H cm	Q m ³ /s	H cm	Q m ³ /s
128	0,0	180	49,6	300	400
140	6,4	200	78,8	350	700
160	25,2	250	190	400	1.100

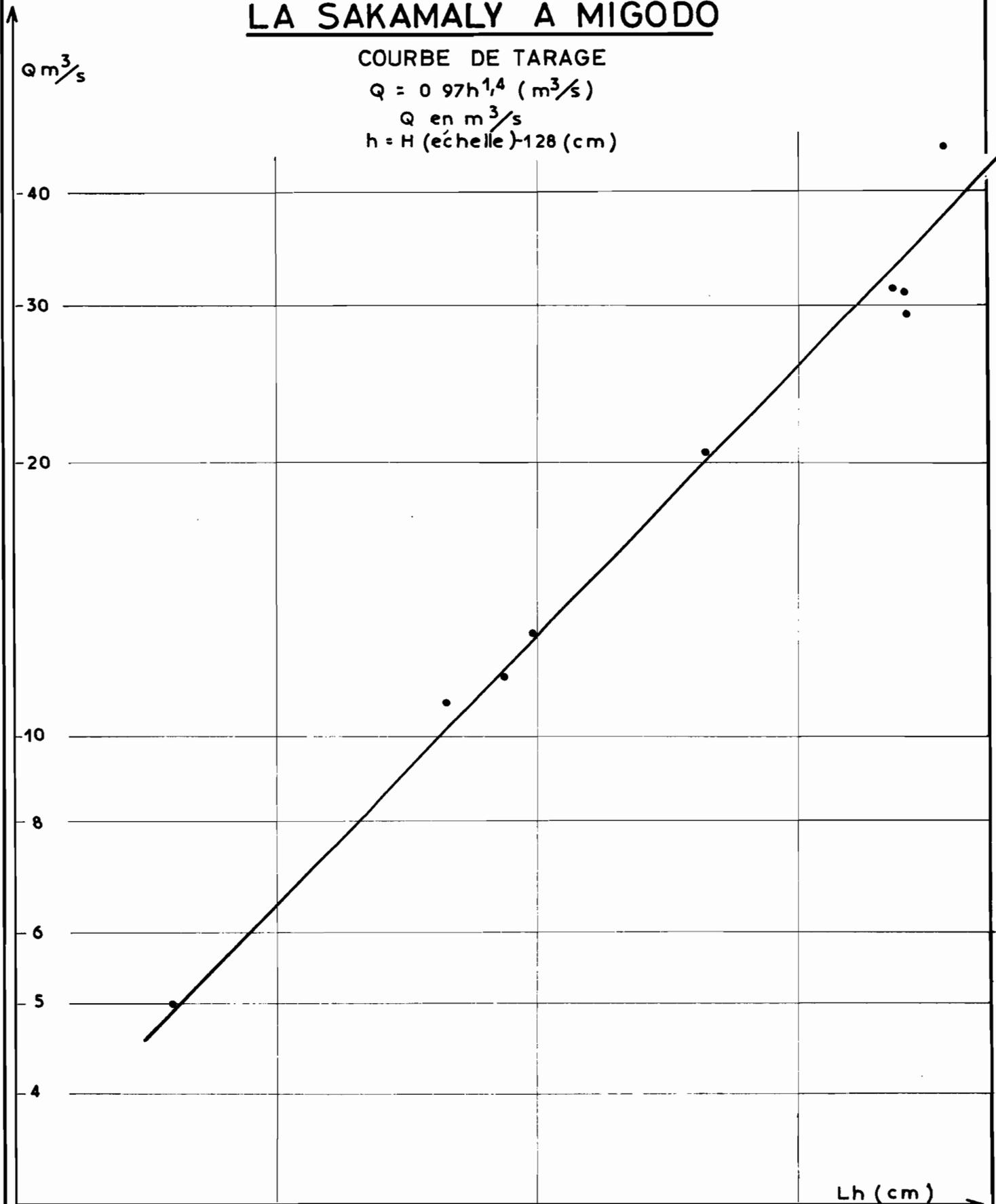
LA SAKAMALY A MIGODO

COURBE DE TARAGE

$$Q = 0.97h^{1.4} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Q en m³/s

h = H (échelle) - 128 (cm)



2,5

3,0

3,5

h Charge au dessus du barrage

O.R.S.T.O.M

Ao

Date

Dessiné A.R

Gr.13

LA SAKAMALY A MIGODO

m^3/s

COURBE DE TARAGE

800

600

400

200

Hauteur à l'échelle
→

200

300

400 Hcm

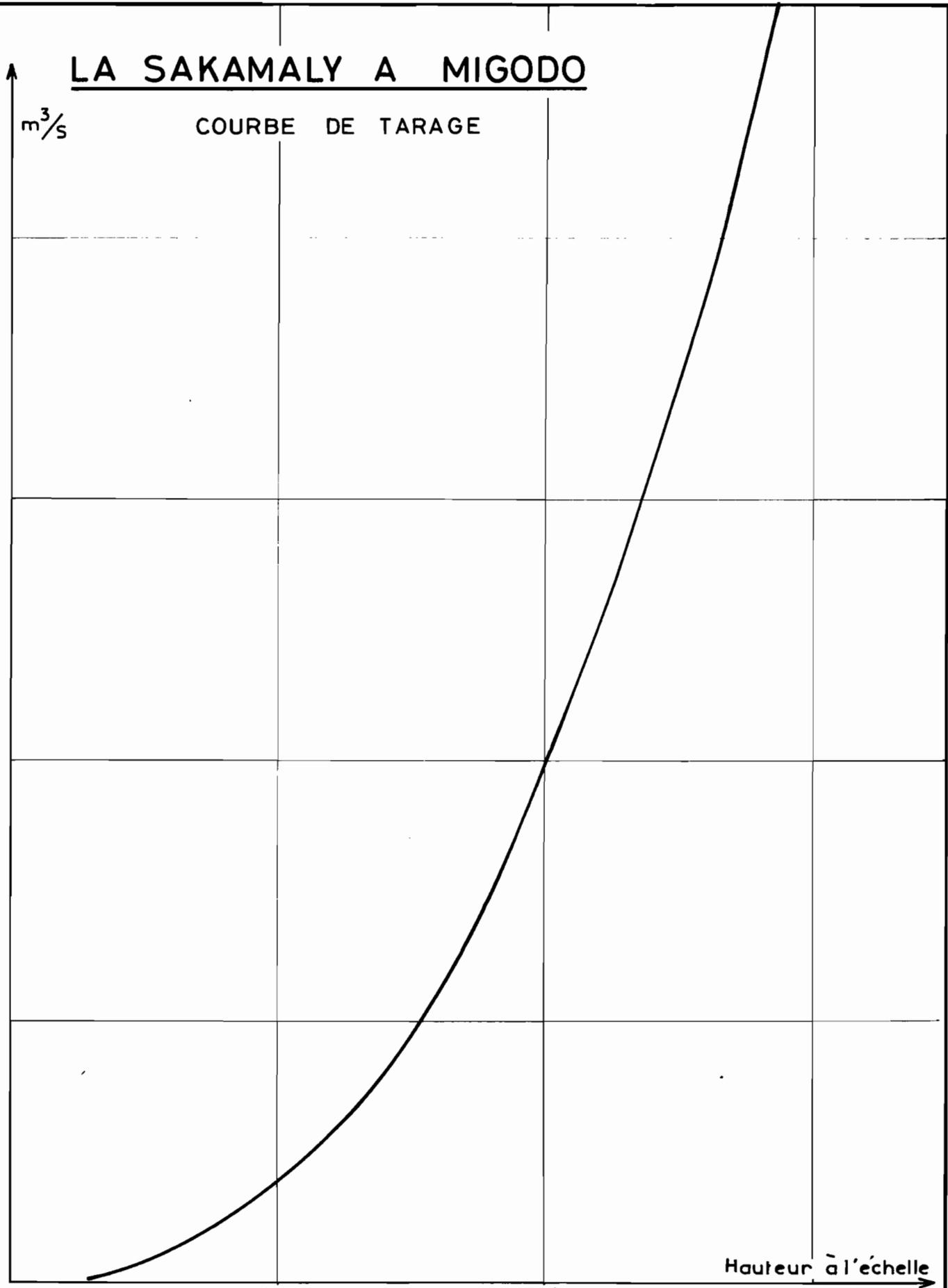
O R S T O M

Ao

Date

Dessiné AR

Gr 14



O.R.S.T.O.M.
Ao
Date
Dessiné : A.R.
Gr 15
0

SAKAMALY

PROFIL EN TRAVERS AU DROIT DU LIMNIGRAPHE

Relevé le 28.4.69

Limnigraphe

6
5
4
3
2
1
0

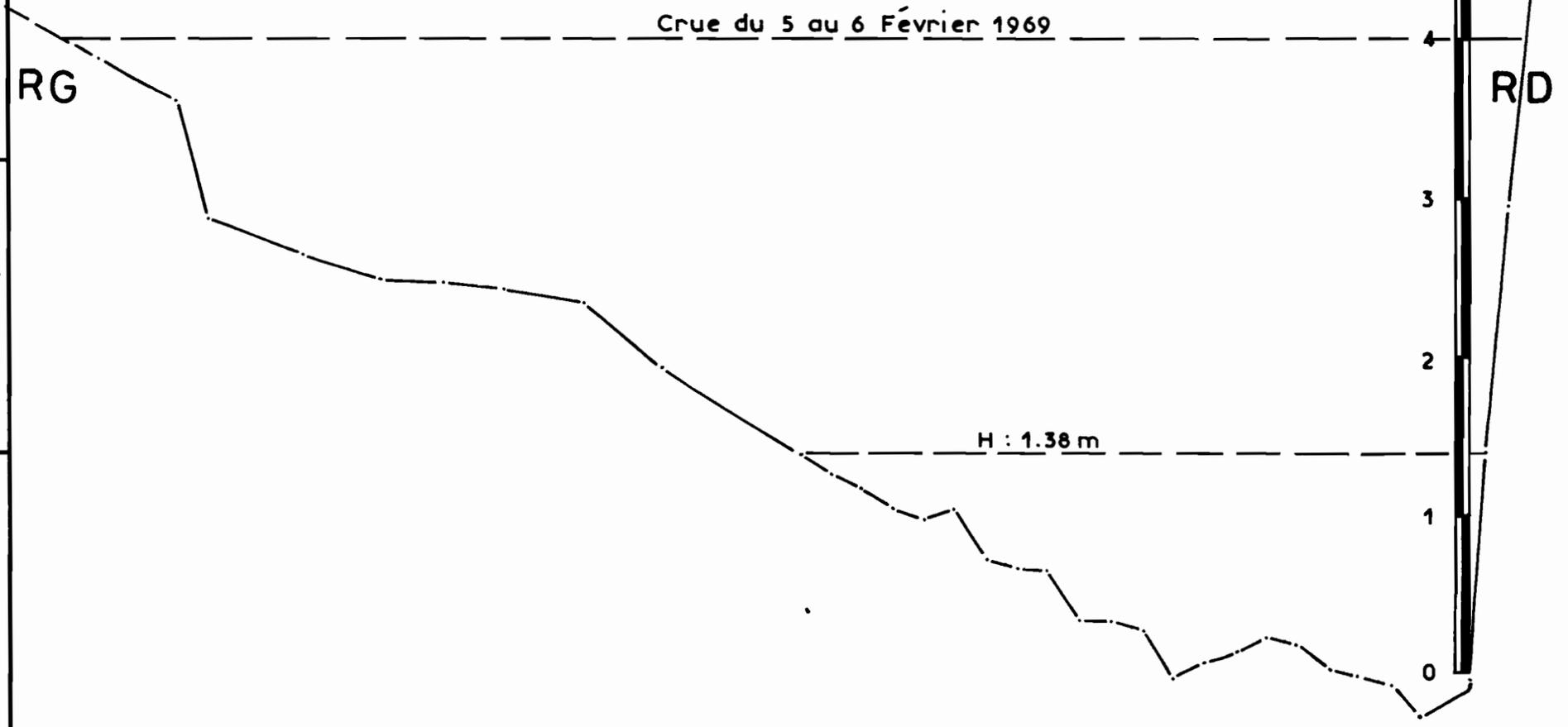
Crue du 5 au 6 Février 1969

RG

RD

H : 1.38 m

0 20 40 60 80 100



RG

RD

BERITSOKA

PROFIL AU DROIT DU PONT

Relevé le 28 · 4 · 69

Crue du 5 au 6 Février 1969

7m

6m

5m

4m

3m

2m

1m

0m

H : 0.80m

O.R.S.T.O.M

Ao

Date

Dessiné : A.R

20

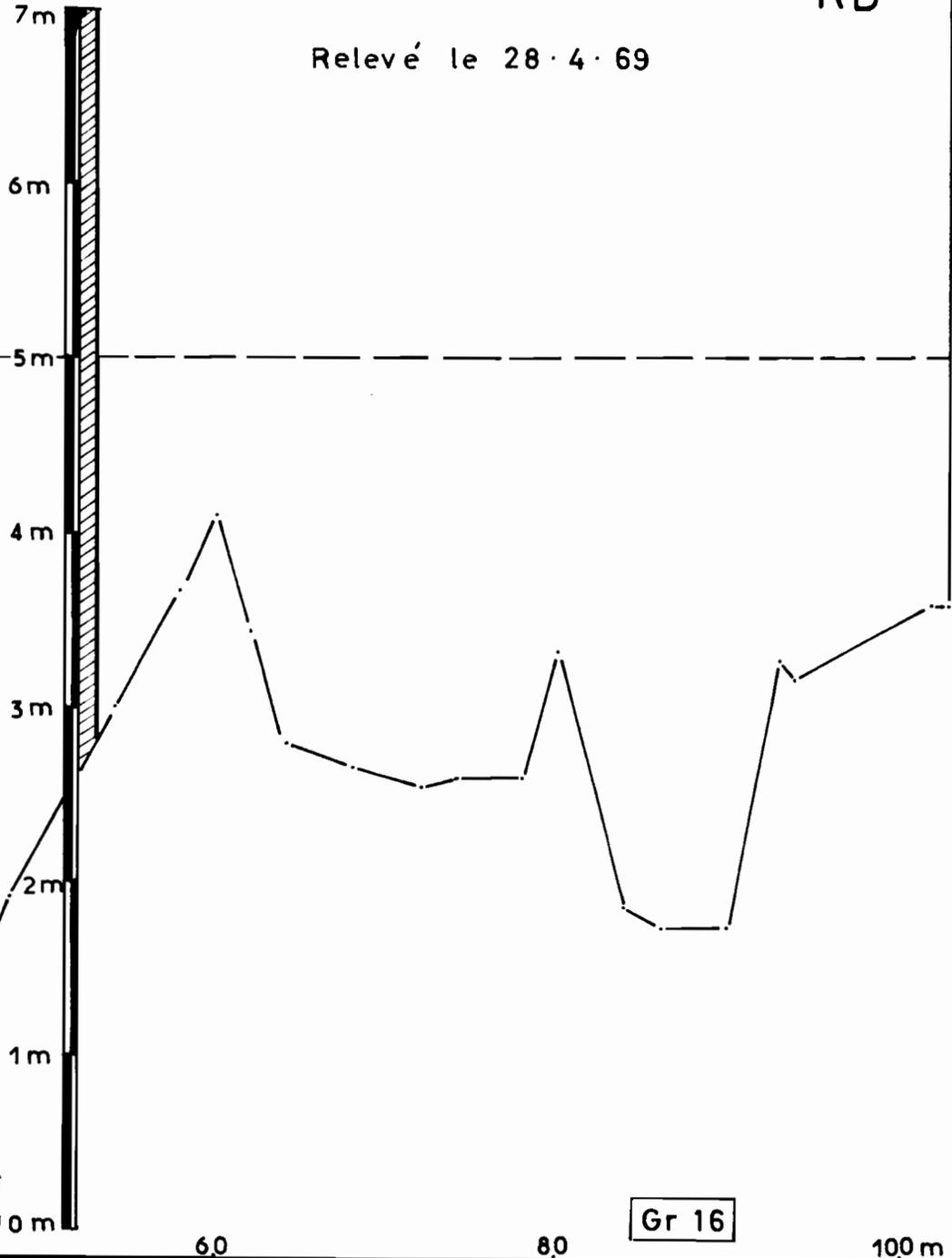
40

60

80

Gr 16

100m



4/ - La BERITSOKA au Pont de la RN 35

4.1 - Situation - Equipement.-

La station a pour coordonnées : 45°01' Longitude EST
20°24' Latitude SUD

La station contrôle un bassin versant de 658 Km²

Un limnigraphe OTT type R16 et une échelle ont été mis en route le 20 Février 1969. L'ensemble a été installé en aval du pont pour éviter l'engorgement du débouché de l'ouvrage par les arbres. En contrepartie l'appareil a tendance à s'ensabler et demande une surveillance appropriée.

Les mesures de débit sont les suivantes :

N°	Date	H cm	Q m ³ /s
1	1.4.69	079	1,0
2	2.4.69	077	1,0
3	3.4.69	089	2,6
4	4.4.69	081	1,5
5	29.4.69	078	0,7

Ces quelques mesures de débit ne permettent pas de tracer une courbe de tarage.

B/ - Volumes écoulés

1/ - Station de TSIANDAVA.-

Le tableau N° 1 présente les débits moyens journaliers pour la période d'observation soit du 1er Janvier au 30 Avril 1969. Le volume écoulé est de 1,3 milliard de m³ avec 2 mois, Janvier et Février, représentant près de 80 % du total.

Le débit moyen journalier maximal se situe le 6 Février avec 1.490 m³/s correspondant à une crue de 2.220 m³/s de débit de pointe, valeur maximale de la saison 1968-1969.

../...

DEBITS MOYENS JOURNALIERS

MORONDAVA à TSIANDAVA

1968 - 1969

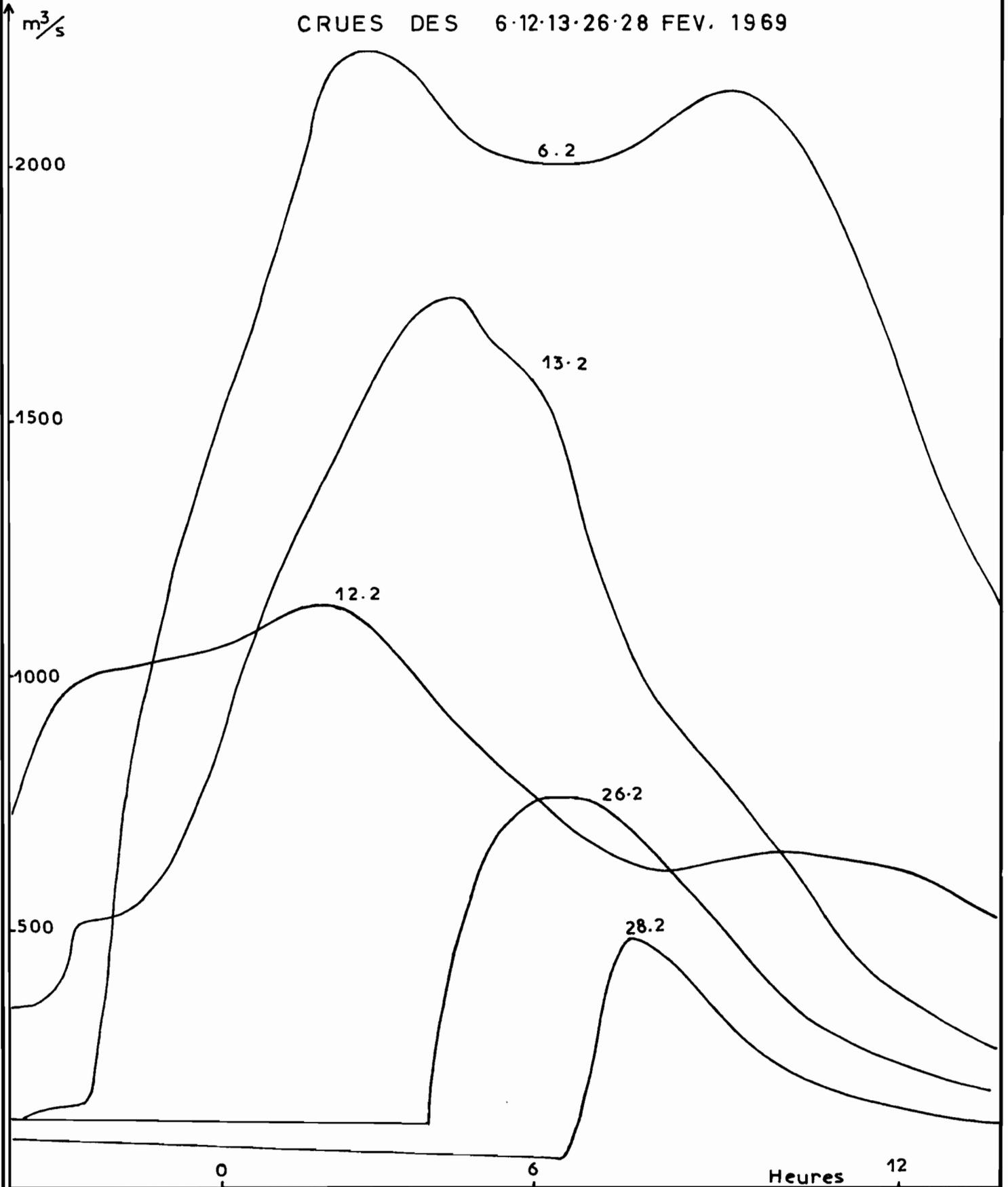
Tableau N° 1

Jours	Janvier 1969	Février 1969	Mars 1969	Avril 1969
1	168	25,4	69,2	17,5
2	380	176	78,8	60,0
3	209	82,2	147	46,2
4	62,5	191	80,0	28,0
5	64,8	175	89,6	26,5
6	32,4	1.490	52,1	52,5
7	119	370	34,4	27,0
8	135	67,1	42,7	173
9	83,3	181	29,2	83,0
10	66,0	199	77,0	37,1
11	152	457	56,2	29,3
12	89,2	720	70,3	27,5
13	130	847	45,0	25,9
14	125	168	29,2	23,5
15	134	52,1	27,6	21,5
16	179	40,5	25,2	19,8
17	145	52,1	31,6	18,6
18	78,8	32,4	26,0	17,6
19	253	33,6	65,3	92,7
20	357	61,3	48,5	64,5
21	214	122	29,2	30,2
22	130	119	125	27,4
23	366	76,4	70,0	25,9
24	189	139	55,4	55,6
25	274	191	33,2	29,4
26	120	288	26,8	24,6
27	267	140	23,6	33,8
28	393	144	22,0	23,6
29	157		20,0	21,3
30	70,6		19,0	19,5
31	46,3		18,0	
Q m ³ /s	167	243	50,6	39,4

.../...

LA MORONDAVA A TSIANDAVA

CRUES DES 6.12.13.26.28 FEV. 1969



O. R. S. T. O. M

Ao

Date

Dessiné Andrianasolo R.

Gr 17

Sur près de 80% de sa superficie, le bassin de la MORONDAVA ne dispose d'aucun relevé pluviométrique. Pour toute la partie Sud les postes sont très rares et situés assez loin en dehors du bassin. Il n'est donc guère possible de situer avec un peu de précision, l'année 1968-1969 par rapport aux autres années.

Cette comparaison pourra être effectuée grâce à la station de DABARA qui dispose de plusieurs années d'observations.

2/ - Station de DABARA.-

Cette station a été mise en service en 1951. Cependant diverses interruptions en cours de saison de pluies ou encore des relevés effectués une seule fois par jour, limitent le nombre d'années disponibles à 12. Bien que réduites, ces informations sont tout de même très précieuses car elles permettront de fixer un ordre de grandeur des variations interannuelles qui n'auraient jamais pu être atteintes par l'étude de la seule station de TSIANDAVA sauf sur une période d'observations beaucoup plus étendue que celle qui est envisagée.

La quasi totalité des relevés utilisables à DABARA se présente sous forme de 3 lectures d'échelles faites à 6 h - 12 h - 18 h. La première question qui vient à l'esprit est la représentativité du débit moyen journalier calculé à partir des 3 relevés par rapport à un enregistrement complet des crues. Il est en effet intuitif que le débit moyen estimé de cette façon sera très largement sous-estimé si les crues sont brèves et se produisent de nuit et par contre sera surestimé si les maximums ont lieu dans la journée.

Ce test de validité s'effectuera de 2 façons. D'une part en comparant les débits journaliers de TSIANDAVA parfaitement connus pour la période du 1er Janvier 1969 au 30 Avril 1969 à ceux de DABARA calculés en faisant la moyenne des 3 débits de 6 - 12 et 18 heures. D'autre part en utilisant les courtes périodes d'enregistrement sur limnigraphe des crues à DABARA.

.../...

DEBITS MOYENS JOURNALIERS

MORONDAVA à DABARA

1968 - 1969

Tableau N° II

Jours	Décembre 1968	Janvier 69	Février 69	Mars 69	Avril 69
1	32,6	70,6	20,8	63,3	18,0
2	33,7	538	201	123	31,3
3	33,7	174	62,4	152	63,4
4	111	49,0	(159)	87,4	30,4
5	36,0	50,7	231	81,6	24,4
6	31,1	25,1	1460	49,0	40,0
7	29,7	58,3	(370)	32,6	27,5
8	28,2	140	67,1	34,8	101
9	30,0	57,0	125	29,7	64,6
10	28,2	54,0	105	52,8	38,7
11	34,8	118	467	59,0	29,3
12	111	54,3	579	67,1	25,2
13	71,7	207	798	46,5	25,2
14	61,7	109	140	31,5	24,4
15	169	91,3	61,3	28,2	24,4
16	336	161	40,4	25,2	23,6
17	126	162	34,7	24,7	22,8
18	238	78,7	31,2	33,1	21,2
19	504	238	32,4	51,6	26,8
20	446	262	49,7	39,6	61,3
21	180	183	(100)	45,4	33,3
22	207	93,7	112	78,8	29,6
23	138	297	65,9	86,9	26,4
24	131	119	126	66,5	33,3
25	65,8	399	210	37,3	35,0
26	390	90,3	312	28,2	27,1
27	83,7	216	139	24,7	34,1
28	358	285	243	23,9	27,1
29	66,7	185		22,3	25,2
30	168	40,4		21,2	25,2
31	97,7	27,8		20,7	
$\frac{Q}{m^3/s}$	141	149	226	50,6	34,0

Le tableau N° II présente les débits moyens journaliers à DABARA pour la période commune (1er Janvier au 30 Avril) avec celle de TSIANDAVA.

Comme il fallait s'y attendre, la comparaison jour par jour des débits moyens journaliers entre les 2 stations, présente des écarts parfois considérables qui s'expliquent, comme il l'a été dit, par la position de la crue vis à vis des 3 relevés journaliers. Ces écarts se réduisent d'ailleurs sensiblement lorsque les crues sont plus étalées et les variations de niveau plus lentes.

A l'échelle du mois les divergences se compensent beaucoup plus, comme le montre le tableau ci-dessous :

	Janvier	Février	Mars	Avril
Q. moyen TSIANDAVA	167	243	50,6	39,4
Q. moyen DABARA	149	226	50,6	34,0
Ecart %	10,8	7,0	0,0	13,7

Pour l'ensemble de la période le volume écoulé est de $1,17 \cdot 10^9$ m³ à DABARA contre $1,26 \cdot 10^9$ m³ à TSIANDAVA. Il faut noter que l'écart entre les 2 valeurs est de 7 % et peut s'expliquer simplement par l'imprécision des 2 courbes d'étalonnage qui ont pu varier, notamment à DABARA, au cours de la saison des pluies.

La comparaison d'après les quelques limnigrammes enregistrés à DABARA donne :

Date	23.2	24.2	25.2	26.2	27.2	28.2	1.3	2.3	3.3	4.3	5.3	10.3	11.3
Q _{mr}	106	81	1361	1186	1657	66	34	137	141	121	58	97	61
Q _{me}	90	52	388	90	739	72	33	147	139	128	62	89	65

Date	12.3	19.3	20.3	21.3	22.3	23.4	24.4	25.4	26.4	27.4	Moyen
Q _{mr}	32	68	53	55	128	68	58	37	27	25	115
Q _{me}	32	52	40	45	79	87	67	38	28	25	112

Q_{mr} = débit moyen journalier réel

Q_{me} = débit moyen journalier estimé par la moyenne des 3 relevés

L'écart entre les 2 évaluations tombe cette fois-ci à moins de 3%. Compte-tenu de l'imprécision globale des courbes de tarage, nous négligerons ces écarts et nous admettrons qu'avec 3 relevés par jour on obtient à DABARA une estimation relativement correcte des débits moyens mensuels et annuels.

Cependant la courbe d'étalonnage doit sans doute se modifier certaines années en basses eaux. C'est ainsi qu'en 1965-66 le tarage a été modifié en dessous de 0,80 m pour tenir compte de relevés qui descendaient à la cote 0,00 m. Cette modification, un peu arbitraire, n'affecte que peu de relevés puisqu'elle ne concerne que les basses eaux entre crues de saison des pluies et le module annuel ne s'en trouve changé que de quelques %. Pour 1960-61 la modification est plus profonde et les débits proposés ne devront être retenus qu'avec prudence.

La courbe de tarage n'est valable que pour la saison des pluies. En saison sèche, en effet, un barrage sommaire maintient le plan d'eau à une cote sensiblement constante.

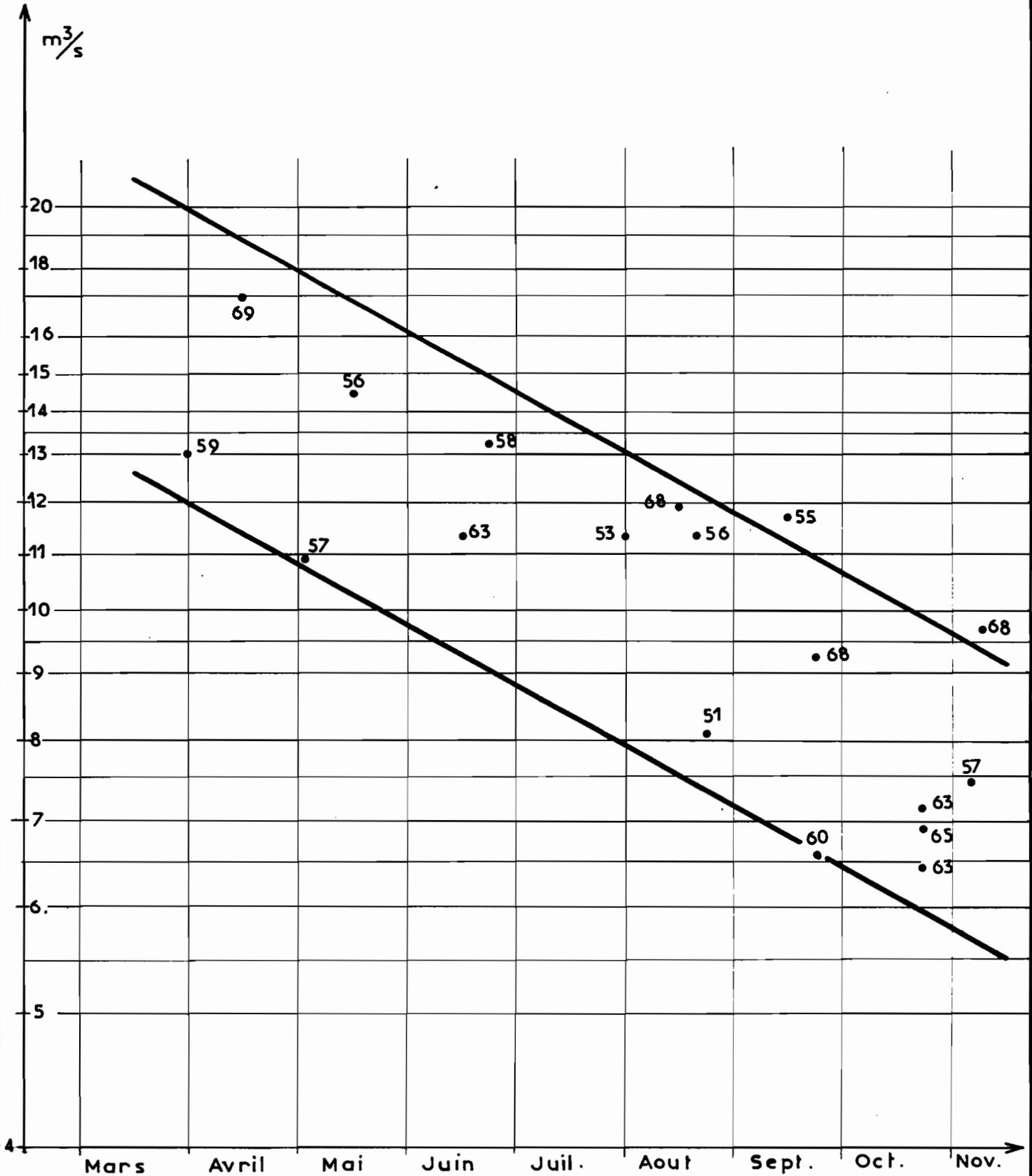
S'il n'est pas possible d'établir une courbe de tarage pour la saison sèche, on peut cependant positionner les mesures de débit en fonction du temps. Le graphique N° 18 représente ainsi les débits mesurés en fonction de leur date. Il est visible que tous les points, sur ce graphique semi-logarithmique, se placent entre deux droites parallèles dont la pente peut, en première approximation, être assimilée à la pente de décrue du bassin.

L'évaluation des débits pour la période Avril-Novembre pourra donc se faire, soit en traçant une parallèle passant par le débit mesuré soit, s'il n'y a aucune mesure de débit, en adoptant comme courbe de décrue la droite médiane. Dans ce dernier cas le plus défavorable on constate que l'erreur maximale commise sur les débits de cette période n'excède pas 25% ce qui constitue un résultat appréciable.

Les tableaux des pages 96 à 106 présentent, en annexe, les débits journaliers de la MORONDAVA à DABARA pour les saisons des pluies de 1951 à 1968

LA MORONDAVA A DABARA

JAUGEAGES DE DECRUE



Le tableau N° III de la page suivante présente les débits moyens mensuels et annuels à DABARA pour les années connues. La mobilité du lit a imposé certaines années (1960-1965), une modification du tarage de basses eaux. En bonne logique ces chiffres auraient dû être mis entre parenthèses mais il aurait fallu également le faire pour tous les débits de décrue. Pour ne pas surcharger le tableau, nous avons mis sous cette forme seulement les débits estimés lorsqu'il manque une partie des relevés. Il reste entendu que l'ensemble des relevés n'a pour précision que la précision globale des courbes de tarage établies précédemment.

L'examen de ce tableau permet d'apprécier le régime hydrologique de la MORONDAVA.

La saison des pluies, Décembre à Mars inclus est très nettement tranchée du reste de l'année. On y entre sans transition de Novembre à Décembre pour s'en dégager très rapidement de Mars à Avril.

Sur le plan écoulement, les 4 mois de saison des pluies représentent 82 % des apports annuels. Les mois les plus abondants sont Janvier et Février mais Décembre et Mars n'en sont pas très éloignés. Il s'agit là du régime moyen et on observe des écarts très importants d'une année sur l'autre. Le mois le plus abondant peut très bien être Décembre ou Mars avec une préférence cependant marquée pour Janvier et Février.

Une étude statistique des modules n'est guère possible avec un nombre d'années d'observation aussi réduit. Nous nous contenterons donc de situer des ordres de grandeur.

../...

MORONDAVA à DABARA

Débits moyens mensuels et annuels
en m³/s

Tableau N° III

Année	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Moyenne
1968-69	16,7	141	149	226	50,6	34,0							(56,1)
1967-68	15,9	68,2	121	318	67,0	15,5	14,0	12,6	11,3	10,4	9,5	8,6	55,0
1966-67	11,6	68,6	146	45,5	286	23,6	12,5	11,4	10,3	9,5	8,6	7,8	53,9
1965-66	15,0	102	73,0	130	34,3	27,6	12,5	11,4	10,3	9,5	8,6	7,8	36,3
1964-65	34,3	67,5	268	98,0	103	12,6	11,5	10,4	9,5	8,6	7,8	7,2	53,2
1963-64	24,0	168	136	192	113	17,6	12,5	11,5	10,5	9,6	8,8	8,0	59,0
1960-61	8,0	125	196	91,0	96,0	14,0	12,7	11,6	10,5	9,6	8,8	8,0	49,3
1959-60	33,1	87,4	105	170	64,6	10,9	10,0	9,0	8,2	7,4	6,8	6,2	42,8
1958-59	17,6	179	93,1	73,2	37,2	12,4	11,4	10,4	9,5	8,6	7,8	7,2	39,0
1956-57	9,0	93,2	117	132	120	24,8	10,5	10,0	9,3	8,8	8,3	7,8	45,5
1952-53	7,9	68,9	129	97,1	77,5	16,0	14,4	13,1	11,9	10,8	9,7	8,9	38,6
1951-52	(31,0)	(106)	141	67,6	76,0	21,8	12,7	11,6	10,5	9,6	8,7	7,9	(42,2)
Moyenne	18,7	106	140	137	93,8	19,7	12,4	11,3	10,3	9,4	8,6	7,8	47,5

Les modules enregistrés sont les suivants :

N°	Année	Module m ³ /s	Fréquence
1	1963-1964	59	0,077
2	1968-1969	56	0,154
3	1967-1968	55	0,231
4	1966-1967	54	0,308
5	1964-1965	53	0,385
6	1960-1961	49	0,462
7	1956-1957	46	0,538
8	1959-1960	43	0,615
9	1951-1952	42	0,692
10	1958-1959	39	0,769
11	1952-1953	39	0,846
12	1965-1966	36	0,923

Les modules ont été arrondi au m³ pour ne pas leur prêter une précision qu'ils n'ont pas.

L'échantillon ne distribue suivant une loi de GAUSS. Les valeurs caractéristiques sont les suivantes :

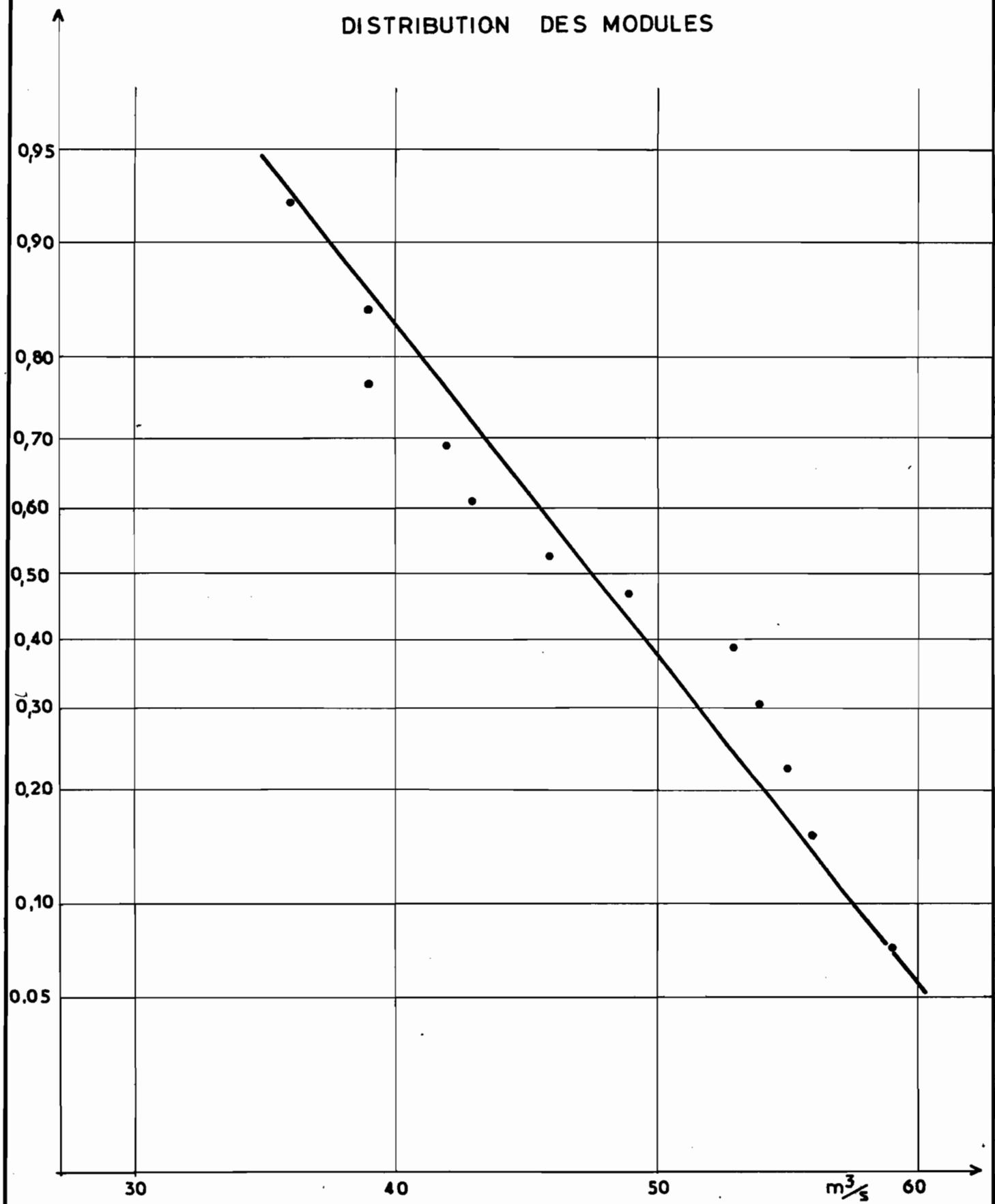
Fréquence	Module (arrondi au m ³ /s)	Volume écoulé (milliard de m ³)
Médiane	48	1,5
Décennale sèche	38	1,2
Décennale humide	58	1,8

Il ne sera pas exceptionnel de descendre en dessous de 1 milliard de m³ en volume écoulé en année sèche. Il sera sans doute possible de la même façon, de dépasser 2 milliards de m³ en année humide.

Graphique N° 19

LA MORONDAVA A DABARA

DISTRIBUTION DES MODULES



2.1 - BILAN D'ÉCOULEMENT.-

Le recensement des postes pluviométriques permanents susceptibles d'intéresser l'étude des modules de la MORONDAVA est vite réalisé.

Sur le bassin lui-même, un seul poste : ANKILIZATO situé au Nord du bassin.

A la périphérie :	MORONDAVA	à	100 km	du centre du bassin
	MALAIMBANDY	à	60 km	"-"
	MANDABA	à	50 km	"-"
	MAHABO	à	80 km	"-"
	TSIMAZAVA	à	40 km	"-"
	BEFASY	à	100 km	"-"

Les autres pluviomètres : BEROROHA ou MANJA sont inutilisables car situés beaucoup trop loin.

Ce petit nombre de pluviomètres doit encore être réduit car les relevés de TSIMAZAVA sont très suspects : ils sont en effet souvent compris entre 2.000 et 3.000 mm en total annuel ce qui est hautement improbable compte tenu de la pluviométrie générale de la région.

Si l'on ajoute que 3 pluviomètres : MORONDAVA, MAHABO et BEFASY sont très proches les uns des autres il ne reste finalement que 3 ou 4 pluviomètres pour déterminer la pluviométrie moyenne sur le bassin.

Il est certain que dans ces conditions le tracé des isohyètes ne peut être qu'approximatif et que la pluviométrie moyenne ne peut prétendre à une grande précision.

Les chiffres qui en découlent, déficit d'écoulement et coefficient d'écoulement, seront affectés de la même façon par cette imprécision. Tableau N° IV page suivante.

La MORONDAVA à DABARA

Bilans d'écoulement

Tableau N° IV

ANNEE	M m ³ /s	V ₉ 10 ⁹ m ³	Le mm	\bar{p} mm	D mm	Ke %
1951-52	(42,2)	1,33	287	1230	943	23
1952-53	38,6	1,22	262	1060	798	25
1956-57	45,5	1,44	309	1000	691	31
1958-59	39,0	1,23	265	910	645	29
1959-60	42,8	1,35	291	940	649	31
1960-61	49,3	1,56	335	810	475	42
1963-64	59,0	1,86	401	870	469	46
1964-65	53,2	1,68	362	1050	688	34
1965-66	36,3	1,15	247	1000	753	25
1966-67	53,9	1,70	366	1300	934	28
1967-68	55,0	1,74	374	960	586	39
Moyennes	46,8	1,48	318	1010	692	32

M = Module

V = Volume écoulé en milliard de m³

Le = Lame d'eau écoulée

 \bar{P} = Pluviométrie moyenne sur le bassin

D = Déficit d'écoulement

Ke = Coefficient d'écoulement

2.2 - CORRELATIONS HYDRO-PLUVIOMETRIQUES.-

L'extension des données par corrélations pluies-écoulements ne peut s'envisager avec un gain appréciable qu'avec une information pluviométrique suffisamment abondante.

Mais le pluviomètre de MANDABE ne dispose pas de relevés antérieurs à 1950 ce qui exclut toute possibilité d'évaluation de la pluviométrie sur le bassin pour ces années.

La dernière ressource consiste à essayer de lier l'écoulement à l'un des deux postes pluviométriques suivants : MALAIMBANDY ou MORONDAVA.

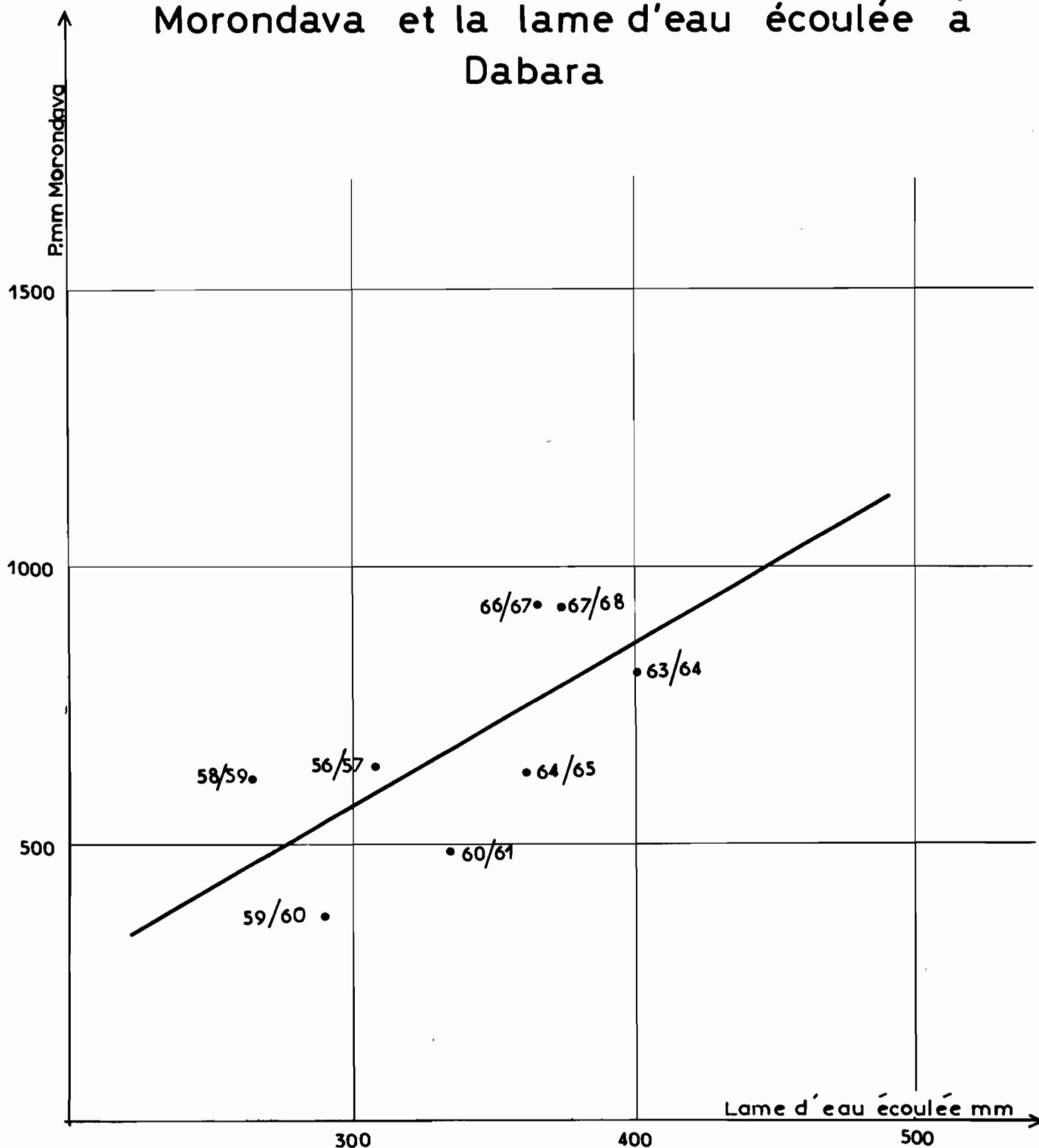
Toutes ces corrélations : écoulement en fonction de la pluviométrie moyenne sur le bassin ou de la pluviométrie de MALAIMBANDY ou de la pluviométrie de MORONDAVA se présentent assez mal. Il faut cependant remarquer que 3 années, toujours les mêmes, sont particulièrement aberrantes : 1951-52, 1952-53 et 1965-66. Or nous avons vu que pour les 2 premières années le zéro de l'échelle TP était supposé être le même que celui de l'échelle GR qui lui a succédé. Il n'est pas impossible qu'en réalité le calage ait été différent amenant une sous estimation du module par application de la formule de tarage actuelle. En 1965-66 il avait été noté également un détarage de la station qui peut expliquer l'écart, plus faible, constaté dans les corrélations.

En limitant les corrélations aux huit points restants on obtient les coefficients de corrélation suivants :

$$\begin{aligned} r &= 0,50 \text{ pour } && \text{Le - P MALAIMBANDY} \\ r &= 0,66 \text{ pour } && \text{Le - P MORONDAVA} \quad (\text{Graphique N° 20}) \end{aligned}$$

Même dans le second cas, lame d'eau écoulée en fonction de la pluviométrie annuelle de MORONDAVA, le coefficient de corrélation reste petit dénotant, ce qui du reste ne saurait surprendre, une liaison assez lâche entre les deux variables.

Correlation entre la pluviométrie annuelle Morondava et la lame d'eau écoulee à Dabara



Sans pouvoir extrapoler avec précision les valeurs des lames d'eau écoulées l'étude de la pluviométrie annuelle de MORONDAVA peut néanmoins donner quelques indications sur des valeurs extrêmes possibles et situer la courte période observée (8 ans) par rapport à la pluviométrie des 66 dernières années.

Les tableaux N° V pages suivantes présentent dans les premières colonnes la liste des pluviométries annuelles de MORONDAVA classées dans l'ordre décroissant avec leur rang et leur fréquence expérimentale.

Le graphique N° 21 représente la distribution des pluviométries annuelles sur graphique gaussique. Celle-ci se casse au niveau de $P = 1000$ mm et il faut envisager deux lois de distribution selon qu'il s'agit des valeurs faibles ou moyennes qui s'alignent correctement sur une droite (Loi de GAUSS) ou des valeurs fortes pour lesquelles il faudra rechercher une autre loi de distribution.

Les pluviométries élevées sont suffisamment nombreuses pour perturber le calcul des paramètres de la loi de distribution aussi se contentera-t-on d'ajuster la droite graphiquement ce qui peut être fait avec précision grâce au bon alignement des points.

On en déduit les valeurs suivantes :

Fréquence	Pluviométrie
Centennale sèche	210 mm
Cinquantennale sèche	365 mm
Décennale sèche	450 mm
Médiane	725 mm
Décennale humide	1010 mm

Pour déterminer les valeurs des fréquences des plus fortes pluies on peut tenter un ajustement sur une loi de GALTON avec le changement de variable.

$P = P - 220$ exprimée en mm

Pluviométries Annuelles de MORONDAVA

T A B L E A U N° V

Rang	Fréquence $n (N + 1)$	Année	Pluie mm	P - 220 mm	$Z = \log(P-220)$	$Z_i - \bar{Z}$
1	0,014	1917/18	1.682	1.462	3,16495	48.180
2	0,030	1939/40	1.591	1.371	3,13704	45.389
3	0,044	1952/53	1.307	1.087	3,03623	35.308
4	0,060	1953/54	1.230	1.010	3,00432	32.117
5	0,075	1916/17	1.198	978	2,99034	30.719
6	0,090	1903/04	1.161	941	2,97359	29.044
7	0,104	1951/52	1.084	864	2,93651	25.336
8	0,119	1946/47	1.017	797	2,90146	21.831
9	0,134	1945/46	989	769	2,88593	20.278
10	0,149	1926/27	943	723	2,85914	17.599
11	0,164	1966/67	935	715	2,85431	17.116
12	0,179	1967/68	929	709	2,85065	16.750
13	0,194	1921/22	923	703	2,84696	16.381
14	0,209	1920/21	886	666	2,82347	14.032
15	0,224	1914/15	886	666	2,82347	14.032
16	0,239	1928/29	885	665	2,82282	13.967
17	0,254	1962/63	875	655	2,81624	13.309
18	0,269	1965/66	873	653	2,81491	13.176
19	0,284	1906/07	862	642	2,80754	12.439
20	0,298	1934/35	846	626	2,79657	11.342
21	0,313	1925/26	836	616	2,78958	10.643
22	0,329	1908/09	830	610	2,78533	10.218
23	0,343	1901/02	829	609	2,78462	10.147
24	0,358	1963/64	814	594	2,77379	9.064
25	0,373	1919/20	807	587	2,76684	8.549
26	0,388	1961/62	802	582	2,76492	8.177
27	0,403	1932/33	800	580	2,76343	8.028
28	0,418	1933/34	788	568	2,75435	7.120
29	0,432	1938/39	781	561	2,74896	6.581
30	0,448	1957/58	771	551	2,74115	5.800

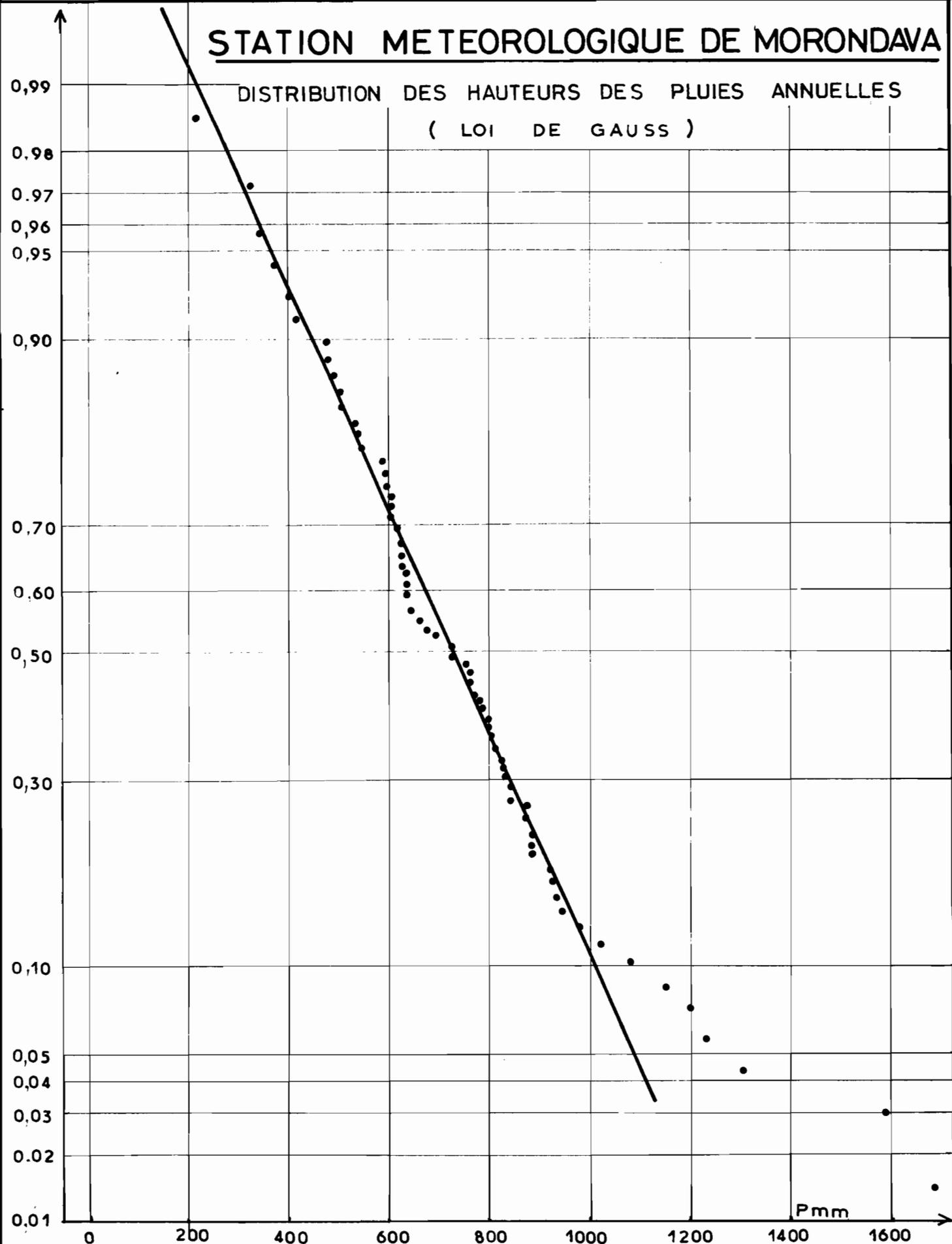
.../...

TABLEAU N° V (Suite)

Rang	Fréquence $n (N + 1)$	Année	Pluie mm	P - 220 mm	$Z = \log (P-220)$	$Z_i - \bar{Z}$
31	0,463	1910/11	764	544	2,73560	5.245
32	0,478	1911/12	764	544	2,73560	5.245
33	0,493	1913/14	753	533	2,72673	4.358
34	0,507	1922/23	729	509	2,70672	2.357
35	0,522	1909/10	724	504	2,70243	1.928
36	0,537	1947/48	693	473	2,67486	829
37	0,552	1924/25	692	472	2,67394	921
38	0,567	1937/38	676	456	2,65896	2.419
39	0,582	1955/56	666	446	2,64933	3.382
40	0,597	1948/49	648	428	2,63144	5.171
41	0,612	1956/57	644	424	2,62737	5.578
42	0,629	1964/65	637	417	2,62014	6.301
43	0,642	1942/43	637	417	2,62014	6.301
44	0,657	1912/13	637	417	2,62014	6.301
45	0,672	1941/42	629	409	2,61172	7.143
46	0,687	1943/44	629	409	2,61172	7.143
47	0,701	1958/59	628	408	2,61066	7.249
48	0,716	1904/05	618	398	2,59988	8.327
49	0,731	1936/37	606	386	2,58659	9.656
50	0,746	1931/32	605	385	2,58546	9.769
51	0,761	1918/19	605	385	2,58546	9.769
52	0,776	1940/41	596	376	2,57519	10.796
53	0,791	1944/45	592	372	2,57054	11.261
54	0,806	1905/06	543	323	2,50920	17.395
55	0,821	1950/51	540	320	2,50515	17.800
56	0,836	1930/31	535	315	2,49831	18.484
57	0,851	1923/24	509	289	2,46090	22.225
58	0,866	1935/36	501	281	2,44871	23.444
59	0,881	1954/55	493	273	2,43616	24.699
60	0,896	1960/61	482	262	2,41996	26.319
61	0,910	1949/50	472	252	2,40140	28.175
62	0,925	1907/08	418	198	2,29667	38.648
63	0,940	1927/28	403	183	2,26245	42.170
64	0,955	1959/60	372	152	2,18184	50.131
65	0,970	1915/16	347	127	2,10380	57.935
66	0,985	1929/30	325	105	2,02119	66.196

STATION METEOROLOGIQUE DE MORONDAVA

DISTRIBUTION DES HAUTEURS DES PLUIES ANNUELLES
(LOI DE GAUSS)



O.R.S.T.O.M

Ao

Date

Dessiné AR

Gr 21

La distribution est figurée sur le graphique N° 22. A l'inverse du cas précédent les faibles valeurs ne suivent pas cette loi de distribution mais par contre, et c'était le but recherché, les fortes valeurs se placent correctement autour de la droite.

Pour calculer la position de cette droite, nous avons utilisé la nouvelle variable $Z = \log (P - 220)$ qui permet de se ramener à une loi de GAUSS.

Le calcul des paramètres donne :

$$\text{Moyenne} \quad \bar{Z} = \frac{\sum Z_i}{N} = 2,683$$

$$\text{Ecart type} \quad S^2 = \frac{\sum (Z_i - \bar{Z})^2}{N - 1} = 0,0488$$

$$\text{d'où} \quad S = 0,221$$

$$\text{La variable réduite est } U = \frac{Z - \bar{Z}}{S}$$

La table des valeurs de l'intégrale de GAUSS donne les valeurs de U pour une fréquence donnée.

Pluviométrie médiane	F = 0,5	d'où U = 0
On en tire	$\log (P - 220) = \bar{Z} = 2,683$	soit P = 700 mm
Pluviométrie décennale humide	F = 0,1	d'où U = 1,282
et $\log (P - 220) = 2,868$		soit P = 1150 mm
Pluviométrie centennale humide	F = 0,01	d'où U = 2,326
et $\log (P - 220) = 3,197$		d'où P = 1760 mm

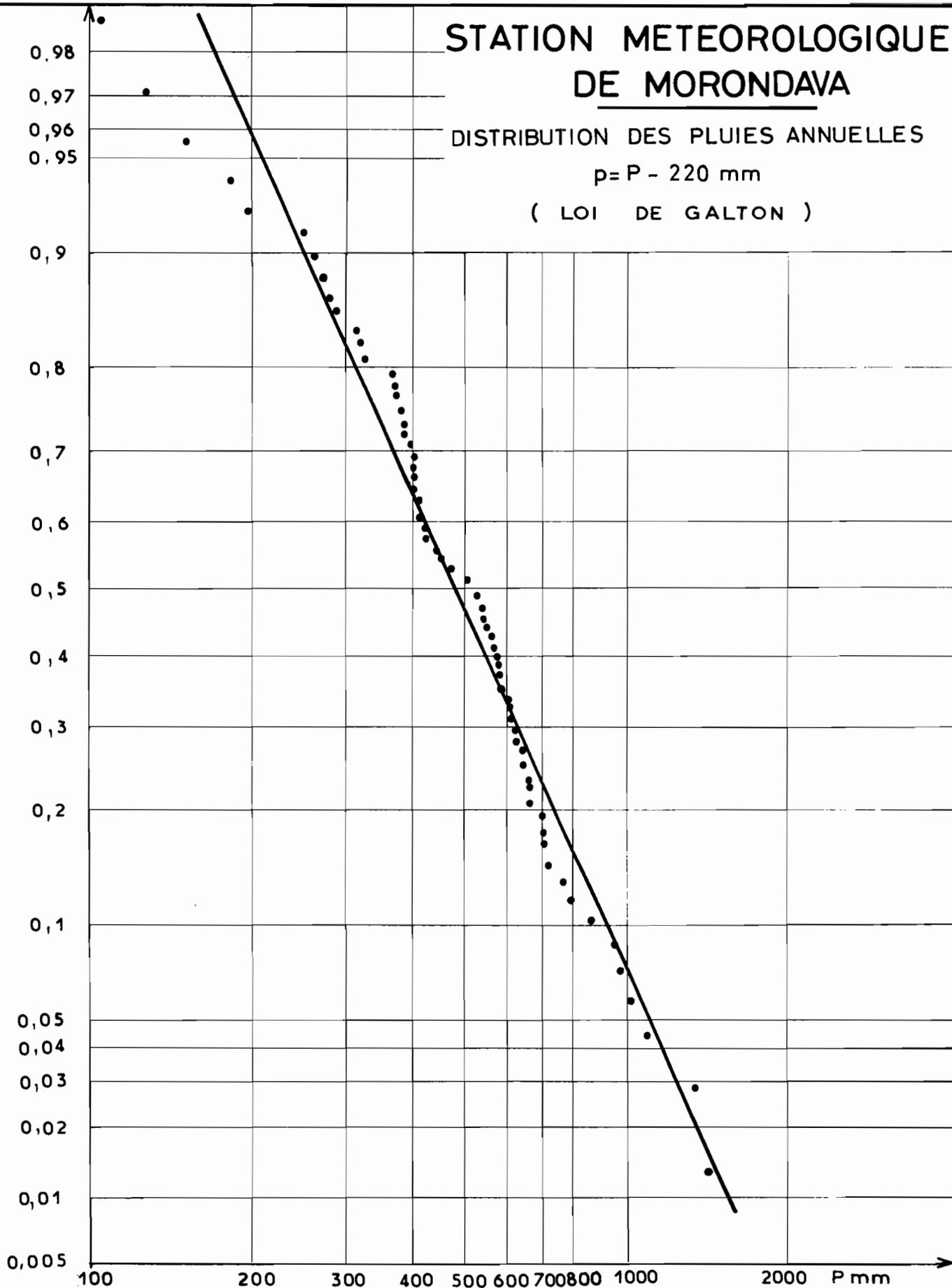
Il est également possible d'utiliser une loi de FRECHET (Graphique N°23) qui permet un alignement correct des valeurs centrales et fortes. Cependant, ici comme pour la loi de GAUSS, les faibles valeurs sont trop nombreuses et influencent de façon inacceptable le calcul des paramètres. La droite de distribution sera donc tracée à l'estime ce qui ne pose pas de difficulté compte tenu du bon alignement des points.

STATION METEOROLOGIQUE DE MORONDAVA

DISTRIBUTION DES PLUIES ANNUELLES

$p = P - 220 \text{ mm}$

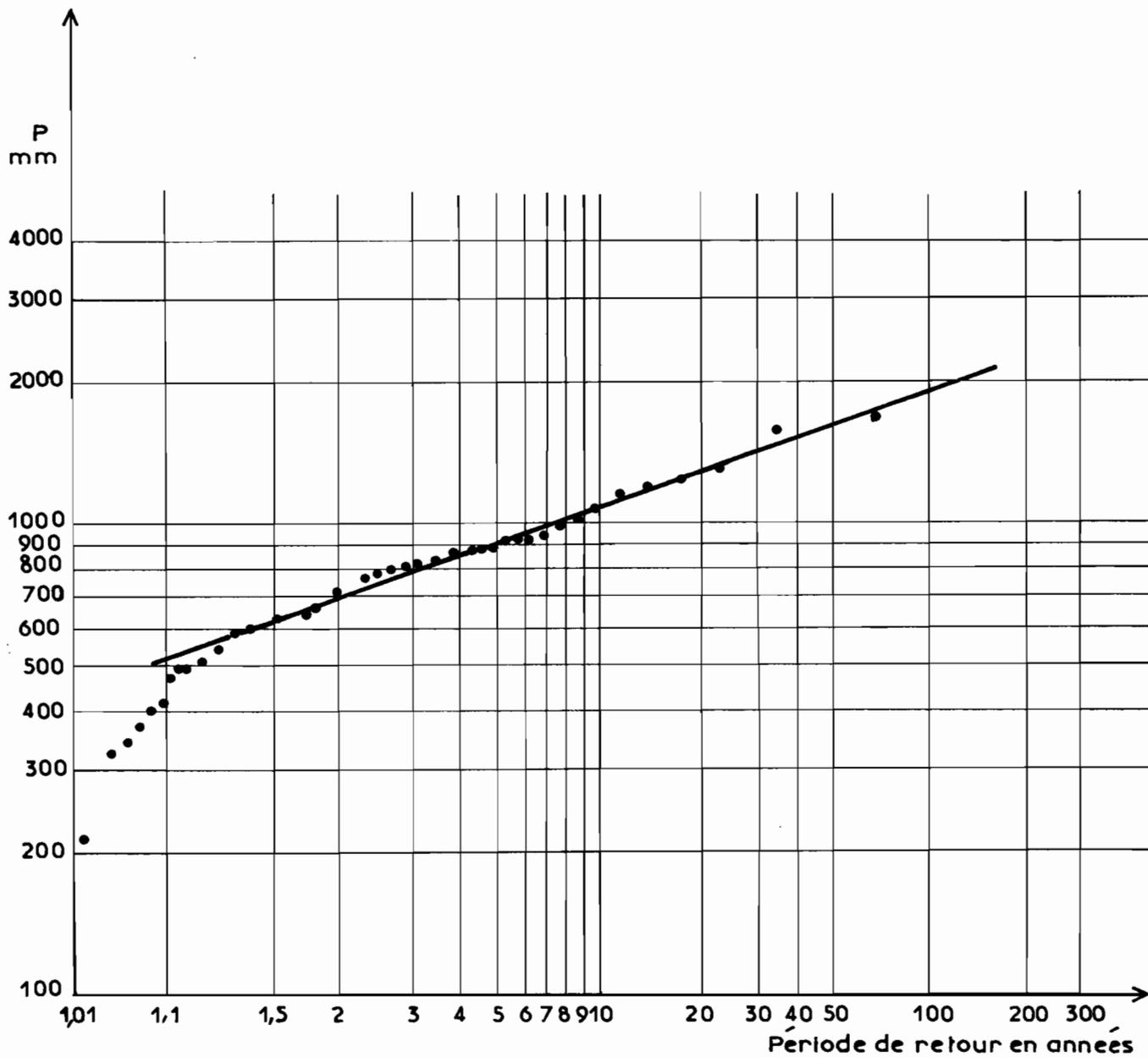
(LOI DE GALTON)



STATION METEOROLOGIQUE DE MORONDAVA

DISTRIBUTION DES PLUVIOMETRIES ANNUELLES

(LOI DE FRECHET)



On en déduit les valeurs suivantes :

Pluviométrie médiane	700 mm
décennale humide	1080 mm
centennale humide	1900 mm

Ces valeurs sont très voisines de celles fournies par la loi de GALTON

En définitive les chiffres suivants seront retenus :

Fréquence	Pluviométrie
Centennale sèche	210 mm
Décennale sèche	450 mm
Médiane	720 mm
Décennale humide	1100 mm
Centennale humide	1800 mm

Le graphique N° 20 laisse supposer qu'en année très sèche la lame d'eau écoulée pourrait être inférieure à 200 mm et même 150 mm compte-tenu de la dispersion.

Cette dernière valeur correspondrait à un module de 22 m³/s et un volume écoulé de l'ordre de 700 millions de m³.

L'année médiane correspondant à une pluviométrie de 720 mm se situerait vers $Le = 340$ mm soit un module de 50 m³/s et un volume écoulé de 1,6 milliard de m³. Ces chiffres sont assez proches de ceux obtenus par l'étude statistique.

Les années abondantes verraient la lame d'eau écoulée dépasser largement 500 mm pour atteindre peut-être 600 ou 700 mm en année exceptionnelle.

.. / ...

3/ - Station de MIGODO.-

Le tableau N° VI présente les débits moyens journaliers pour la période d'observation soit du 1er Février au 30 Avril 1969. Celle-ci ne couvre même pas une année hydrologique complète aussi ne peut-on espérer déterminer les variations interannuelles de cette façon.

Il faut cependant remarquer que le bassin de la SAKAMALY se présente sous une forme étroite, allongée et plaquée contre la partie Sud du bassin de la MORONDAVA.

SAKAMALY à MIGODO

1968 - 1969

Débits Moyens Journaliers

Tableau N° VI

Jours	Janvier 1969	Février 1969	Mars 1969	Avril 1969
1	-	10,8	11,1	5,8
2	-	17,2	15,7	11,1
3	-	(10,0)	18,9	10,2
4	-	16,1	12,0	9,2
5	-	272	60,9	9,3
6	-	113	9,2	7,3
7	-	38,3	7,3	6,4
8	-	31,1	6,4	45,0
9	-	22,4	8,3	13,9
10	-	85,8	15,8	9,2
11	-	111	13,0	7,3
12	-	105	12,0	7,3
13	-	96,8	10,1	9,2
14	-	21,1	8,1	9,2
15	-	14,9	7,3	7,8
16	-	12,0	7,3	6,4
17	-	9,2	6,4	5,8
18	-	10,2	6,4	5,2
19	-	17,7	8,0	15,1
20	-	21,5	6,4	7,3
21	-	37,5	6,4	5,8
22	-	30,1	36,6	5,8
23	-	15,8	13,9	6,4
24	-	44,6	12,0	6,4
25	-	35,8	10,2	5,8
26	-	54,2	8,3	5,5
27	-	11,1	7,3	5,2
28	-	37,6	6,4	5,0
29	-	-	6,4	4,7
30	-	-	6,4	4,7
31	-	-	5,8	-
Qm ³ /s	-	46,5	11,9	8,8

Contrairement à la BERITSOKA située tout au Nord il est donc permis, à priori, d'espérer pour la SAKAMALY établir une relation entre les volumes écoulés par ce bassin et ceux enregistrés à TSIANDAVA.

Les débits moyens de 10 jours et les débits moyens mensuels pour la période commune aux deux stations sont les suivants :

Période	Du 1	Du 10	Du 20	Du 1	Du 10	Du 20	Du 1	Du 10	Du 20
	au 10.2	au 20.2	au 28.2	au 10.3	au 20.3	au 31.3	au 10.4	au 20.4	au 30.4
Qm3/s TSIANDAVA	296	246	152	70,0	42,8	40,4	55,1	34,1	29,1
Qm3/s MIGODO	61,7	41,9	33,4	16,6	8,5	11,6	12,7	8,1	5,5

Période	Février	Mars	Avril
Qm3/s TSIANDAVA	243	50,6	39,4
Qm3/s MIGODO	46,5	11,9	8,8

A partir des débits moyens de 10 jours il est aisé d'établir la relation suivante :

$$Q \text{ MIGODO} = 0,19 \cdot Q \text{ TSIANDAVA} + 1,4$$

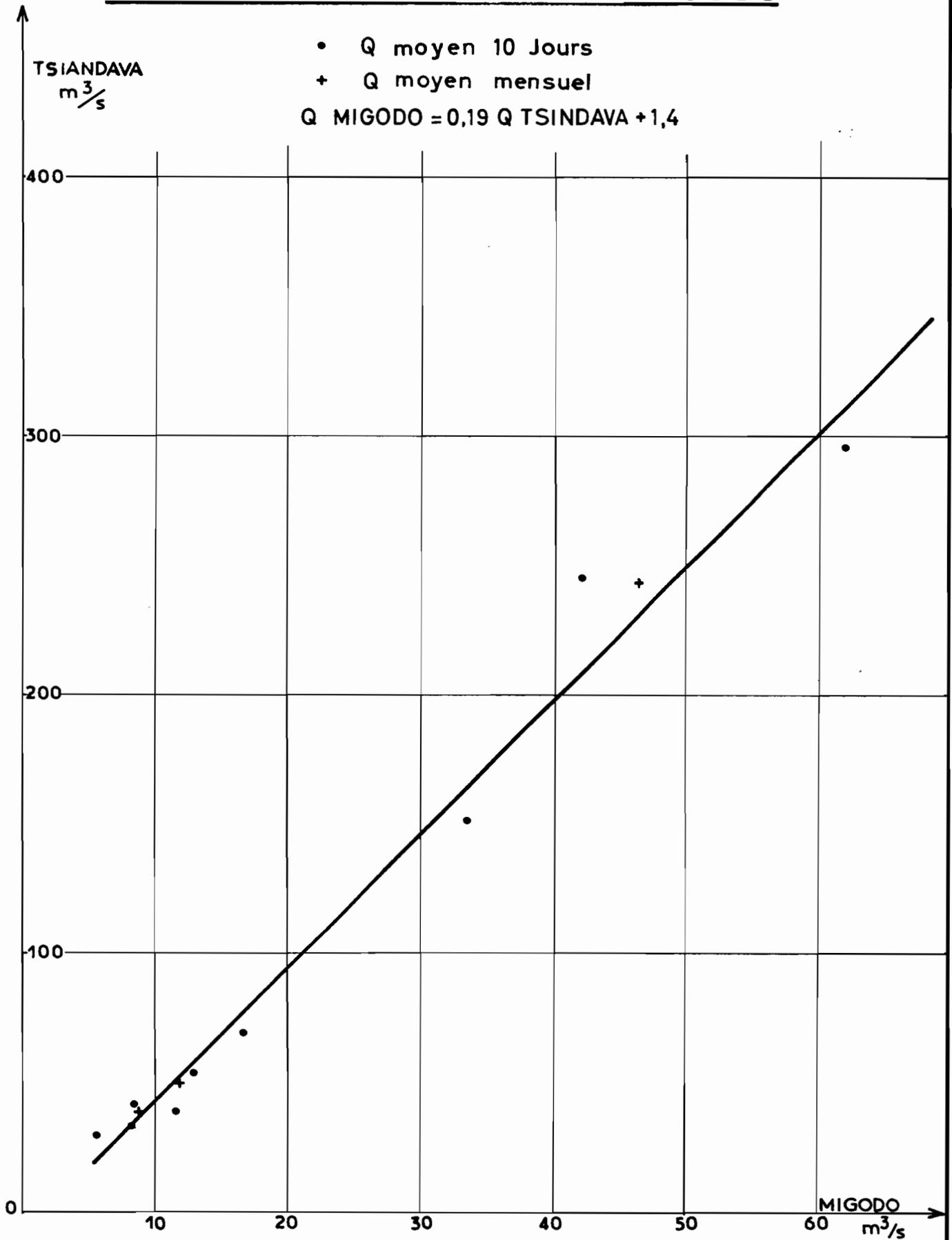
avec un coefficient de corrélation $r = 0,97$ qui est excellent même en tenant compte du petit nombre d'observations.

La corrélation figure sur le graphique N° 24

Ainsi, malgré une grande disparité entre les superficies des bassins versants : 797 contre 4.280 Km² il est possible d'établir une bonne corrélation entre les volumes écoulés par les 2 bassins.

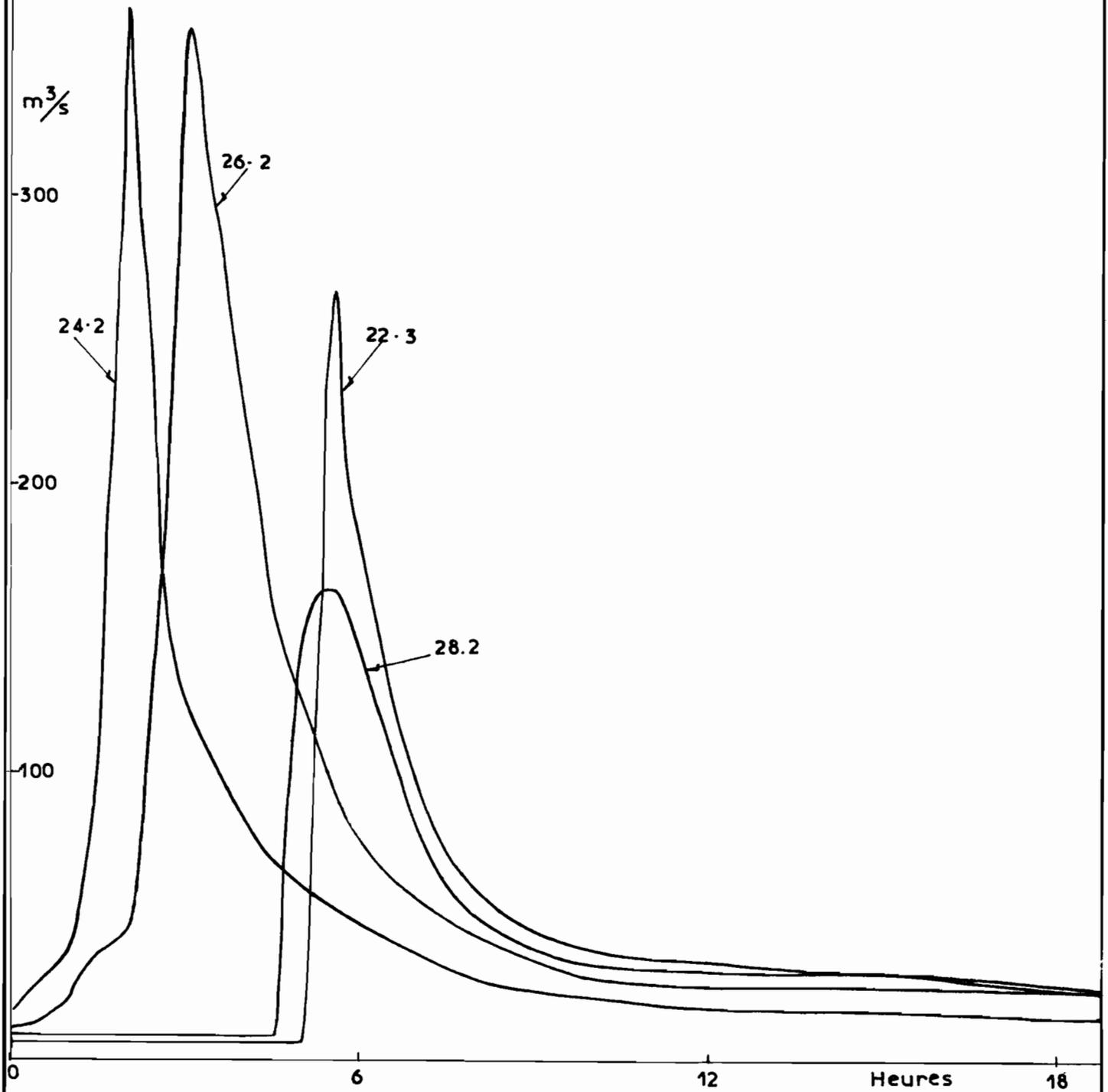
Sur le même graphique ont été portés les débits moyens mensuels qui présentent une dispersion encore plus réduite que les débits de 10 jours alors que, comme il est naturel, les débits moyens journaliers sont beaucoup plus dispersés.

CORRELATION TSIANDAVA - MIGODO



SAKAMALY

CRUE DES 13 · 26 · 28 FEVRIER 1969
22 MARS 1969



Il est également intéressant de noter que, en négligeant la constante, le rapport des débits moyens est :

$$\frac{Q \text{ MIGODO}}{Q \text{ TSIANAVA}} = 0,19 \text{ (exactement } 0,194)$$

alors que le rapport des bassins versants est de :

$$\frac{S \text{ MIGODO}}{S \text{ TSIANAVA}} = 0,187$$

Pour la période d'observation commune, les débits moyens sont donc dans le même rapport que les superficies des bassins versants.

On en déduira donc les ordres de grandeur suivants :

SAKAMALY à MIGODO

Fréquence	Volumes écoulés (milliards de m3)	Module m3/s
Médiane	0,29	9,1
Décennale sèche	0,23	7,2
Décennale humide	0,34	11,0

../...

C/ - ETUDE DES CRUES.

1/ - Station de TSIANDAVA.

Cette station ne dispose que d'une seule année de relevés. Le maximum atteint en 1968-1969 est :

$$H = 650 \text{ cm} \quad Q = 2.220 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ce maximum étant unique, il n'est pas possible de le situer dans la hiérarchie des maximums annuels. Par contre les débits sont très liés entre les stations de TSIANDAVA et DABARA et on se réfèrera à cette dernière station pour l'étude des crues.

Il semble par ailleurs, qu'en première approximation, les débits maximaux se conservent entre les 2 stations et on admettra pour l'instant que les crues exceptionnelles déterminées à DABARA pourront se transposer sans modification à la station de TSIANDAVA.

2/ - Station de DABARA.

Les maximums connus sont groupés dans le tableau ci-dessous :

Année	Rang	Fréquence n : (N + 1)	Hauteur cm	Débits m ³ /s
1955-1956	1	0,063	380	3.300
1968-1969	2	0,125	322	2.420
1965-1966	3	0,188	320	2.400
1951-1952	4	0,250	320	2.400
1956-1957	5	0,313	290	2.050
1963-1964	6	0,375	270	1.820
1964-1965	7	0,438	270	1.820
1966-1967	8	0,500	250	1.600
1967-1968	9	0,563	225	1.320
1961-1962	10	0,625	225	1.320
1959-1960	11	0,688	225	1.320
1954-1955	12	0,750	210	1.150
1958-1959	13	0,813	209	1.140
1960-1961	14	0,875	198	1.020
1952-1953	15	0,938	195	990

A ces données observées, on peut ajouter les résultats d'une enquête effectuée à MAHABO sur les crues anciennes. En 1917 et 1918 deux crues successives ont obligé le village à se déplacer pour former juste à côté, mais en surélévation, le village MAHABOKELY. Ces crues auraient été d'environ 1 m supérieures à la crue 1956. En 1935 on aurait observé une crue sensiblement identique à celle de 1956.

On peut donc estimer à :

5.500 m³/s les crues de 1917 et 1918
3.300 m³/s la crue de 1935

A la station de TSIANDAVA, il est possible de repérer un banc de sable déjà ancien et apporté par la MORONDAVA. Il se situe à près de 3 m au dessus de la crue de 1969. Il pourrait donc bien se rapporter aux crues de 1917-1918.

L'échantillon (15 ans) des maximums de crue observée peut se distribuer selon une loi de GALTON. Une étude graphique permet de déterminer q_0 qui a été choisi égal à 800 m³/s.

La distribution est présentée sur le graphique N° 26

Le changement de variable $Z = L(Q - 800)$ permet de se ramener à une loi de GAUSS déterminée par le calcul des deux paramètres :

$$\text{La moyenne } \bar{Z} = \frac{\sum Z_i}{N} = 6,59$$

$$\text{et l'écart type } S^2 = \frac{\sum (Z_i - \bar{Z})^2}{N - 1} = 0,624$$

$$\text{d'où } S = 0,79$$

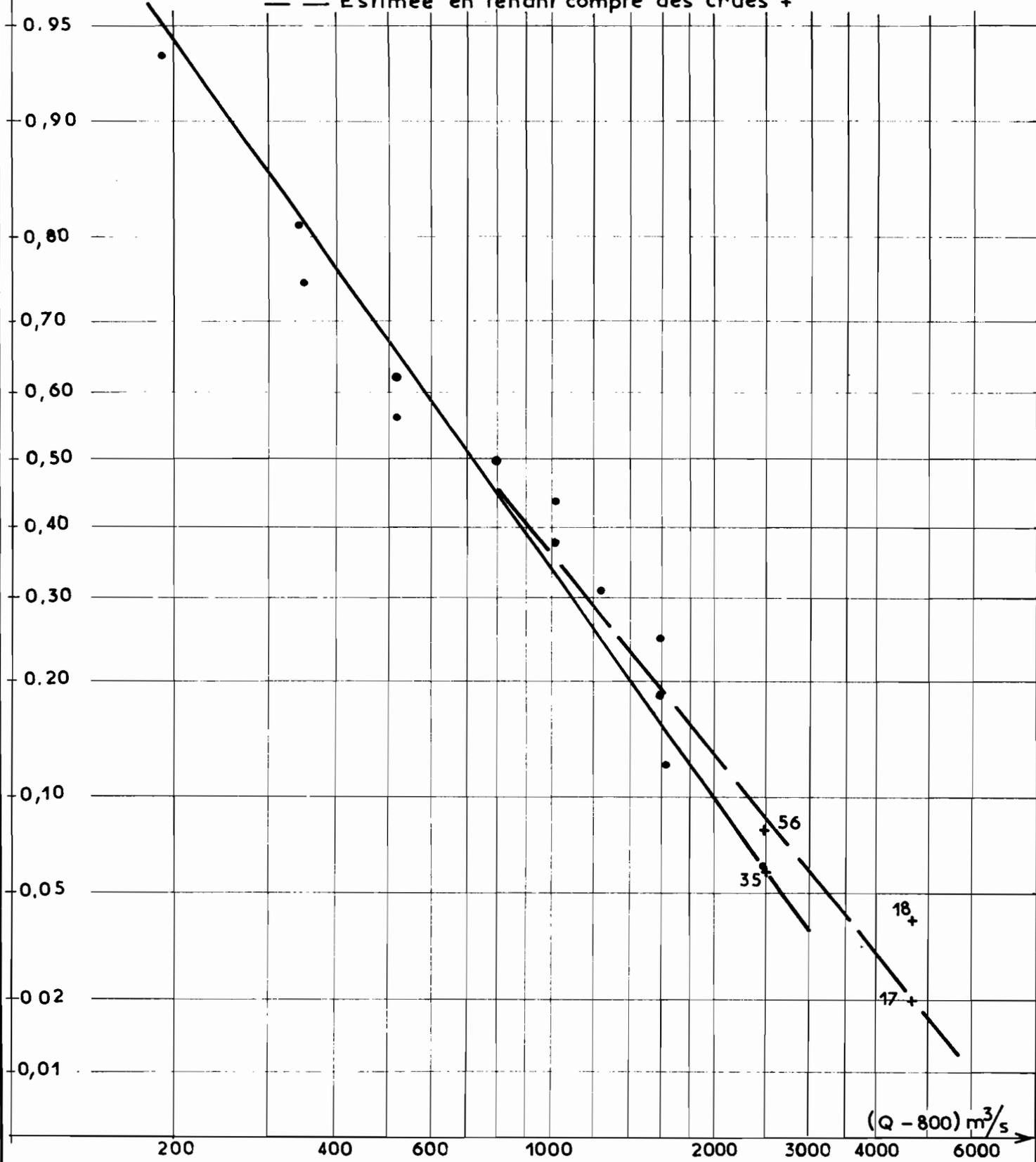
Les valeurs de la variable réduite $U = \frac{Z - \bar{Z}}{S}$ pour une fréquence donnée sont fournies par la table des valeurs de l'intégrale de GAUSS.

..//...

LA MORONDAVA A DABARA

DISTRIBUTION DES MAXIMUMS DE CRUE
(LOI DE GALTON)

— A partir de l'échantillon
- - - Estimée en tenant compte des crues +



$(Q - 800) \text{ m}^3/\text{s}$

<u>Crue médiane</u>	$F = 0,5$	d'où $U = 0$	
On en tire	$L(Q - 800) = \bar{Z} = 6,59$	soit	<u>$Q = 1.530 \text{ m}^3/\text{s}$</u>
<u>Crue décennale</u>	$F = 0,1$	d'où $U = 1,282$	
On en tire	$L(Q - 800) = 1,282 \times 0,79 + 6,59 = 7,62$		<u>$Q = 2.800 \text{ m}^3/\text{s}$</u>
<u>Crue centennale</u>	$F = 0,01$	$U = 2,326$	
d'où	$L(Q - 800) = 2,326 \times 0,79 + 6,59 = 8,43$		<u>$Q = 5.400 \text{ m}^3/\text{s}$</u>

Le nombre d'années d'observations est trop petit pour que l'on puisse calculer des intervalles de confiance ayant quelque signification.

Les 3 crues de 1917-1918-1935 ont été surajoutées sur le même graphique avec leur fréquence calculée en admettant qu'il s'agit des 3 plus fortes crues observées ces 50 dernières années.

Les points se placent nettement au dessus de la droite de distribution calculée à partir des 15 années d'observations. On peut en déduire soit que l'échantillon dont on dispose n'est pas suffisamment représentatif, soit que la loi de distribution choisie n'est pas la plus adaptée.

Dans le premier cas, on pourrait admettre que la médiane serait relativement peu modifiée par rapport à celle établie sur un échantillon moins restreint. Il est alors possible d'envisager le tracé d'une autre droite intuitive de distribution (en pointillé) qui tienne compte des 3 années exceptionnelles qui ont eu lieu antérieurement.

D'après cette droite la crue centennale passerait à $6000 + 800$ soit près de $7.000 \text{ m}^3/\text{s}$.

En ajoutant l'échantillon observé sur une loi de FRECHET et en prenant pour période de retour $T = \frac{N}{n - 0,5}$ le calcul des :

$$\text{Moyenne} \quad M = \frac{\sum Lq}{N} = 7,40$$

$$\text{Ecart-type} \quad S^2 = \frac{\sum (Lq - M)^2}{N - 1} = 0,137 \quad \text{soit} \quad S = 0,37$$

permet la détermination des paramètres :

$$\text{Coefficient de variabilité} \quad a = \frac{3,14}{s\sqrt{6}} = 3,47$$

$$\text{Dominante} \quad m = M - \frac{0,577}{a} = 7,23$$

Le positionnement de la droite s'effectue par le calcul de 2 points :

$$\begin{array}{llll} T = 1,58 & LQ = m = 7,23 & \text{d'où} & Q = 1.380 \text{ m}^3/\text{s} \\ T = 100 & LQ = m \left(1 + \frac{1/T}{a \cdot m}\right) = 8,57 & & Q = 5.300 \text{ m}^3/\text{s} \end{array}$$

La distribution est présentée sur le graphique N° 27

Ici encore les 3 crues antérieures surajoutées sur le graphique se placent au dessus de la droite. Aussi, comme dans le cas précédent, nous tracerons, à l'estime, une droite figurée en tireté qui tiens compte de ces crues.

La crue centennale déterminée de cette façon passe alors à 6.600 m³/s, résultat très voisin du précédent qui sera finalement adopté :

$$\underline{Q_{100} = 7.000 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Rappelons qu'il s'agit là d'un ordre de grandeur que ni la taille de l'échantillon ni la précision de la courbe de tarage ne permettent d'affiner.

3/ - Station de MIGODO.-

Le maximum atteint en 1968-1969 est le suivant

$$H = 400 \text{ cm} \quad Q = 1.100 \text{ m}^3/\text{s}$$

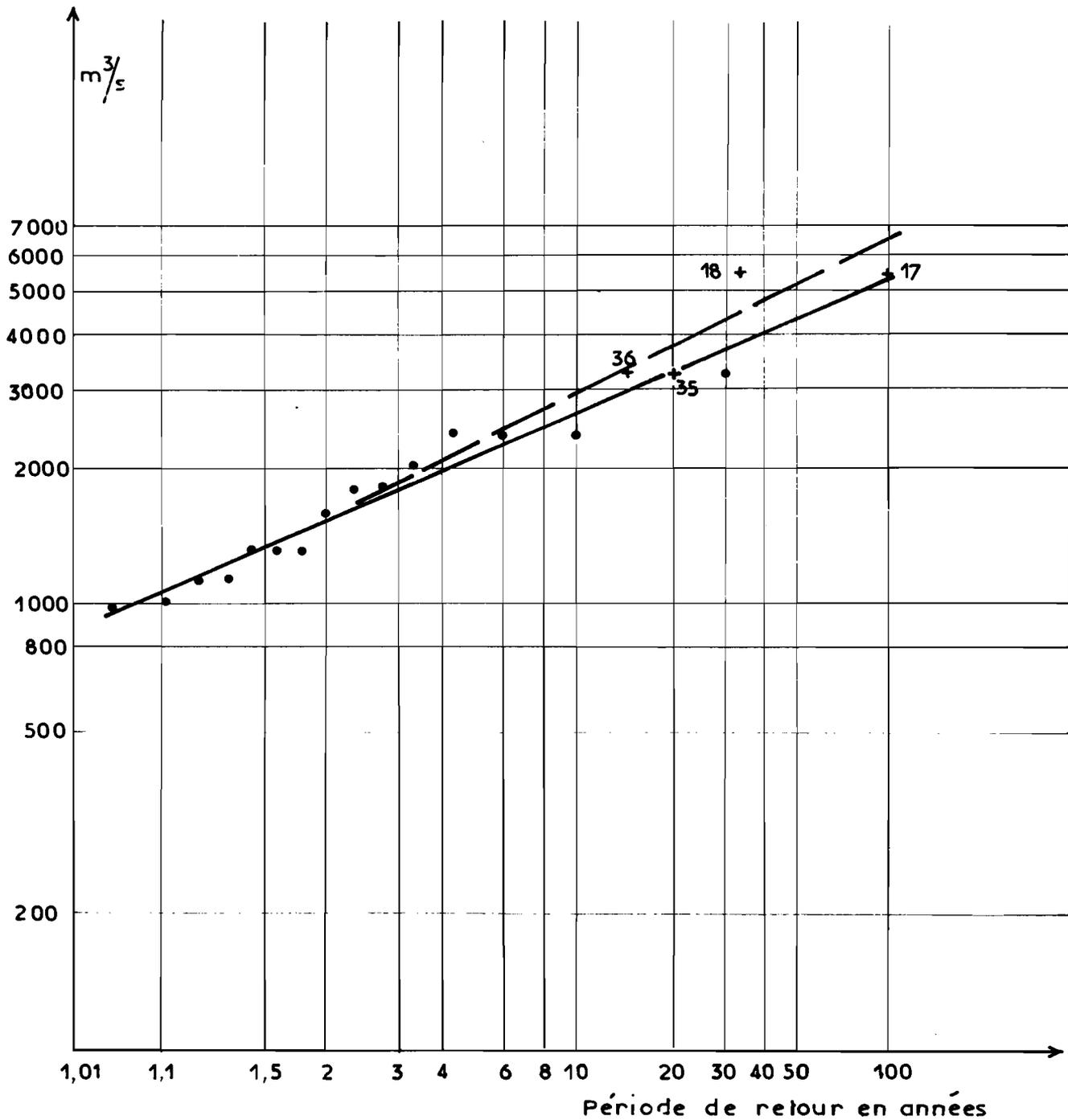
Comme pour TSIANDAVA, ce maximum est le seul connu et aucune interprétation ne peut se faire directement.

../.c.c.

LA MORONDAVA A DABARA

DISTRIBUTION DES MAXIMUMS DE CRUE
(LOI DE FRECHET)

— A partir de l'échantillon
- - - Estimée en tenant compte des crues +



Comme pour les modules, nous pouvons mettre en parallèle les maximums correspondants aux mêmes crues à TSIANDAVA et MIGODO.

Date	Q. TSIANDAVA m ³ /s	Q. MIGODO m ³ /s
5.2.69	2.220	1.100
7.2.69	580	140
11.2.69	960	450
11.2.69	1.130	250
13.2.69	1.730	470
26.2.69	760	360
28.2.69	470	160
22.3.69	510	270
8.4.69	490	340

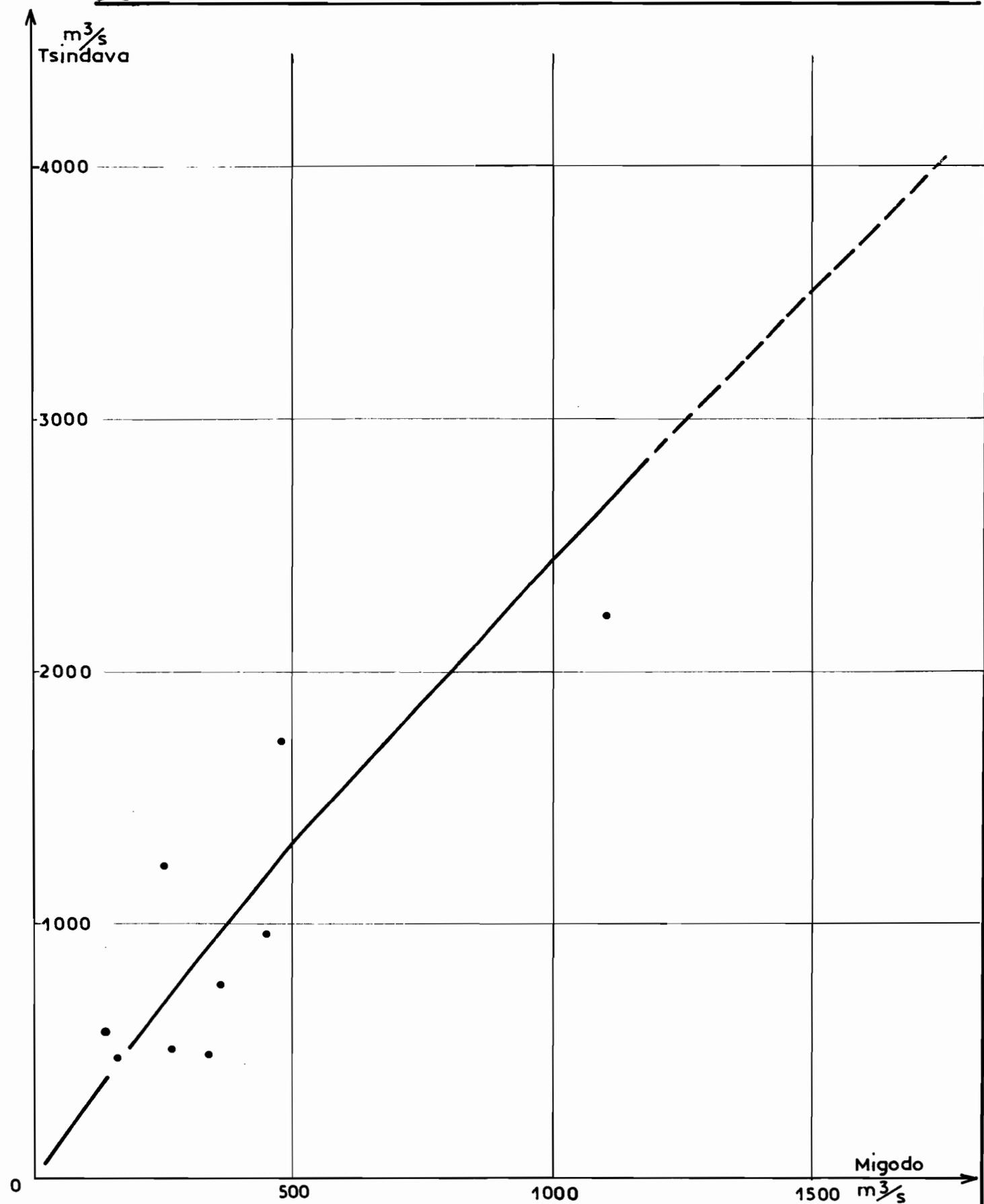
La relation est présentée sur le graphique N° 28

La grande dispersion observée est naturelle. Elle est analogue à celle qu'on enregistrait avec les débits moyens journaliers. Dans ce dernier cas la prise en considération de périodes plus longues 10 jours ou 1 mois réduisait progressivement la dispersion mais ce ne peut être envisagé avec les maximums de crue.

Avec deux ou trois années d'observations supplémentaires, le nombre de points disponibles pour établir cette corrélation sera beaucoup plus important ce qui permettra de mieux la définir.

D'après le graphique établi il ne semble pas que la crue centennale correspondant à 7.000 m³/s à TSIANDAVA puisse être inférieure à 2.500 m³/s à MIGODO mais il n'est pas impossible qu'elle atteigne (ou même dépasse) 4.000 à 5.000 m³/s.

CORRELATION ENTRE LES MAXIMUMS DES CRUES



A N N E X E N ° I

C L I M A T O L O G I E

PRECIPITATIONS JOURNALIERES

en mm

ANNEE 1969

J.	ANDROVAKELY				M A H A B O				ANKILIZATO			
	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Janv.	Fév.	Mars	Avril
1	0	0	0	0	15,0	0	0	0	0	0	0	0
2	16,0	0	0	0	0	9,2	0	0	23,5	3,8	0	0
3	15,0	0	0	0	45,0	0	0	0	0	0	0	0
4	1,0	2,0	0	0	0	19,4	0	0	12,5	12,6	0	0
5	23,0	1,0	0	0	47,0	12,3	0	0	63,1	0	0	0
6	26,0	0	0	0	0	26,0	0	0	137,1	0	0	0
7	43,0	0	0	0	0	26,0	0	0	0,7	0	0	0
8	0	0	0	0	0	3,2	0	0	4,3	0	14,5	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	5,1	0	0	0
10	0	0	0	0	7,7	0	4,2	0	18,5	0,7	0	0
11	3,0	1,0	0	0	16,3	0	9,6	0	10,2	12,2	0	0
12	7,0	2,0	0	0	0,7	11,9	8,0	0	14,7	0	0	0
13	36,5	0	0	0	0	39,2	0	0	60,4	0	0	0
14	26,0	0	0	0	0	17,6	0	0	9,3	1,3	0	0
15	0	0	0	0	9,2	6,5	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	7,5	0	0	0	0	0	0	0
18	31,0	0	0	0	19,4	0	0	0	0	0	0	0
19	9,0	3,0	0	0	39,7	4,3	0	0	6,7	0	0	0
20	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	2,0	0	0	0	3,7	4,5	0	0
23	Pose	0	0	0	23,2	8,9	0	0	1,8	12,9	0	0
24	0	0	0	0	0	0,8	2,3	0	37,0	0	0	0
25	0	0	0	0	5,3	0	0	0	40,3	0	0	0
26	0	0	0	0	0	15,5	0	0	41,1	0	2,5	0
27	0	14,0	0	0	24,8	28,7	0	0	Pose	7,2	0	0
28	66,0	0	0	0	15,7	0	0	0	22,3	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	24,2	0	0	0	0	0	0	0
T	166,0	251,0	9,0	0	302,7	239,5	24,1	0	23,0	497,2	48,0	17,0

BASSIN DE MORONDAVA
Pluviomètres Totalisateurs

Date de Relevé	1	2	3	4	ANKILI-ZATO	5	"Gorges"	6	7	MAHABO	ANDROVA-KELY
23.12.68							Pose				
11. 1.69	Pose	Pose	Pose	Pose							
13.1.69							45,0				
19.1.69											Pose
20.1.69							111,3				
21.1.69						Pose		Pose			
22.1.69									Pose		
24.1.69					Pose						
27.1.69							85,0				
28.1.69											15,5
30.1.69	145,0	232,5	221,4	(220,0)							
31.1.69					64,0			51,5	125,3		0
1.2.69						82,7				Pose	
6.2.69							146,2				
7.2.69	128,6	78,3	125,6	174,6		156,4		169,2	128,1		
10.2.69					248,3					115,5	138,0

- BASSIN DE MORONDAVA - Pluviomètres Totalisateurs (suite)

Date de Relevé	1	2	3	4	ANKILI-ZATO	5	"Gorges"	6	7	MAHABO	ANDRO-VAKELY
18.2.69							134,2				
20.2.69	155,2	136,3	93,0	173,3	93,2	50,2		138,3	119,0	88,2	138,9
28.2.69	122,8	91,7	98,1	73,8		(60,0)		117,7	76,1	55,4	18,4
2.3.69					123,1						
4.3.69							137,7				
10.3.69	21,1	20,5	32,1	17,5		34,9		40,2	17,2	0	5,8
12.3.69					19,7						
20.3.69	3,5	14,5	6,7	23,4	0,5	0		32,4	24,3	20,5	7,0
21.3.69							50,5				
31.3.69					10,8					0	0
1.4.69	10,4	(10,0)	7,8	4,8		36,5		62,2	0		
3.4.69							10,5				
10.4.69	64,3	35,2	62,9	48,3	14,9	21,8		0,6	0,5	0	0
11.4.69							7,1				
19.4.69							2,9				
20.4.69					0					0	0
21.4.69	7,8	45,5	20,3	6,9		0,5		2,9	2,5		
30.4.69	9,4	1,2	11,2	2,2	1,2	0,7	3,2	19,7	0,4	0	0

STATION METEOROLOGIQUE DE MORONDAVA
TEMPERATURES DE L'AIR SOUS ABRI EN DEGRES CENTIGRADES

PERIODE 1934 - 1968

	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Moyennes Interan.
Maxi moyen.	31,6	32,0	32,0	31,1	32,1	31,8	30,0	28,0	28,2	28,5	29,5	30,5	30,4
Mini moyen.	22,0	23,1	23,4	23,3	22,6	20,4	17,1	14,6	14,2	15,4	17,9	20,3	19,5
Moyen. Journ.	26,7	27,4	27,5	27,5	27,1	25,9	23,2	21,2	21,0	22,0	23,6	25,4	24,9

EVAPORATION PICHE en mm

PERIODE 1941 - 1968

I	129,4	124,4	107,0	92,1	98,1	100,5	107,2	99,9	112,8	112,2	115,6	123,8	1323,0
II	188,4	195,5	175,4	118,8	124,7	128,2	146,5	150,9	162,0	163,3	168,8	167,1	
	1956	1956	1956	1957	1957	1962	1959	1956	1956	1961	1956	1958	
III	97,1	92,1	64,7	66,0	69,3	51,8	69,6	40,8	88,2	84,0	90,3	95,6	
	1966	1963	1965	1963	1967	1942	1966	1958	1951	1949	1950	1949	

I = Evaporation moyenne en mm

II = Evaporation mensuelle maximale observée

III = Evaporation mensuelle minimale observée

STATION METEOROLOGIQUE D'ANDROVAKELY

Température de l'Air sous abri en degrés

(Enregistrement)

J.	Janvier 1969			Février 1969			Mars 1969			Avril 1969		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1				26,0	35,0	30,5	25,0	34,0	29,5	25,0	35,0	30,0
2				23,0	34,0	28,5	25,0	34,5	29,7	23,0	34,0	28,5
3				26,0	35,0	30,5	25,0	35,0	30,0	24,0	35,0	29,5
4				24,0	34,0	29,0	24,5	34,0	29,2	23,0	34,0	28,5
5				25,5	31,0	28,2	25,0	34,0	29,5	23,0	31,0	27,0
6				26,0	33,0	29,5	24,0	34,0	29,0	24,0	34,0	29,0
7				25,5	31,0	28,2	24,0	34,0	29,0	24,0	37,0	30,5
8				25,0	32,0	28,5	24,0	34,0	29,0	24,0	32,0	28,0
9				26,0	32,0	29,0	24,0	35,0	29,5	23,0	34,0	28,5
10				25,5	33,0	29,2	23,0	35,0	29,0	22,5	34,0	28,2
11				26,0	32,0	29,0	24,0	35,0	29,5	23,0	33,0	28,0
12				26,0	33,0	29,5	24,0	35,0	29,5	24,0	33,0	28,5
13				25,0	32,0	28,5	25,0	36,0	30,5	22,0	33,0	27,5
14				24,5	31,0	27,7	25,0	35,0	30,0	21,5	34,0	27,7
15				25,0	32,0	28,5	25,0	36,0	30,5	20,0	34,0	27,0
16				24,5	33,0	28,7	24,0	32,0	28,0	20,0	35,0	27,5
17				25,0	34,0	29,5	26,0	37,0	31,5	21,0	34,0	27,5
18				25,0	32,0	28,5	26,0	36,0	31,0	23,0	35,0	29,0
19				25,0	32,0	28,5	24,0	37,0	30,5	21,5	34,0	27,7
20	Pose			25,0	33,5	29,2	25,0	36,0	30,5	22,0	33,0	27,5
21	24,0	36,0	30,0	23,0	34,0	28,5	25,0	35,0	30,0	22,0	34,0	28,0
22	25,0	35,0	30,0	24,0	34,0	29,0	25,0	34,0	29,5	20,0	34,0	27,0
23	24,0	34,0	29,0	24,0	34,0	29,0	25,0	34,0	29,5	24,0	34,0	29,0
24	25,0	34,0	29,5	24,0	35,0	29,5	21,0	34,0	27,5	23,0	36,0	29,5
25	25,0	32,0	28,5	24,0	35,0	29,5	21,0	32,0	26,5	23,0	34,0	28,5
26	26,0	35,0	30,5	25,0	35,0	30,0	21,0	33,0	27,0	22,0	34,0	28,0
27	24,5	35,0	29,7	23,0	34,0	28,5	21,0	33,0	27,0	23,0	33,0	28,0
28	24,5	33,0	28,7	24,0	33,0	28,5	21,0	34,0	27,5	22,0	34,0	28,0
29	25,0	34,0	29,5				23,0	35,0	29,0	23,0	33,0	28,0
30	21,0	34,5	27,7				24,0	35,0	29,5	24,0	32,0	28,0
31	24,5	34,5	29,5				25,0	35,0	30,0			
M	24°4	34°3	29°3	24°8	33°2	29°0	24°0	34°6	29°3	22°7	33°9	28°3
	<p>I = Mini II = Maxi III = <u>Mini + Maxi</u></p>											

STATION METEOROLOGIQUE DE MAHABO

Température de l'Air sous abri en degrés

(Enregistrement)

J.	Janvier 1969			Février 1969			Mars 1969			Avril 1969		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1				23,0	33,5	28,2	23,0	33,0	28,0	22,0	34,0	28,0
2				21,0	33,0	27,0	23,0	32,0	27,5	22,0	34,0	28,0
3				24,0	33,5	28,7	23,0	33,0	28,0	19,0	33,0	26,0
4				20,0	32,0	26,0	22,0	32,0	27,0	20,0	33,0	26,5
5				23,0	28,0	25,5	22,0	32,0	27,0	20,5	33,0	26,7
6				24,0	29,0	26,5	21,0	33,0	27,0	20,0	29,0	24,5
7				23,0	30,0	26,5	20,5	32,5	26,5	20,0	32,0	26,0
8		Pose		23,0	30,5	26,7	21,0	33,0	27,0	21,0	34,5	27,7
9		33,5	-	24,0	31,0	27,5	21,5	34,0	27,7	20,5	35,0	27,7
10	22,5	32,0	27,2	24,0	31,0	27,5	21,0	33,0	27,0	19,0	32,0	25,5
11	21,5	29,0	25,2	23,0	30,0	26,5	22,0	33,0	27,5	20,0	33,0	26,5
12	22,0	33,0	27,5	24,0	31,0	27,5	21,0	33,0	27,0	20,0	32,0	26,0
13	23,5	32,0	27,7	23,0	29,0	26,0	22,5	33,0	27,7	19,0	31,0	25,0
14	23,0	33,0	28,0	23,0	30,0	26,5	22,0	34,0	28,0	17,0	33,0	25,0
15	24,0	31,0	27,5	22,0	31,0	26,5	22,0	35,0	28,5	16,0	34,0	25,0
16	22,0	33,0	27,5	21,5	33,0	27,2	22,0	35,0	28,5	16,0	36,0	26,0
17	23,0	34,0	28,5	23,0	32,5	27,7	23,0	35,0	29,0	18,5	35,0	26,7
18	21,0	32,0	26,5	24,0	30,0	27,0	23,0	35,0	29,0	19,0	35,5	27,2
19	20,5	32,0	26,3	23,0	30,0	26,5	21,5	35,5	28,5	19,0	34,5	26,7
20	22,0	33,0	27,5	22,0	33,5	27,7	21,0	35,0	28,0	18,0	35,0	26,5
21	22,0	34,0	26,0	21,0	34,0	27,5	22,0	34,5	28,2	19,0	34,0	26,5
22	22,5	31,5	27,0	22,0	34,0	28,0	21,0	32,0	26,5	17,0	33,5	25,2
23	21,0	33,5	27,2	22,0	32,5	27,2	22,0	32,0	27,0	20,5	33,0	26,7
24	23,0	32,5	27,7	22,0	33,0	27,5	24,5	32,0	28,2	20,0	35,0	27,5
25	23,0	29,0	26,0	21,5	33,5	27,5	16,0	30,0	23,0	20,0	33,0	26,5
26	23,0	33,0	28,0	21,5	34,0	27,7	20,0	30,0	25,0	17,5	33,5	25,5
27	20,5	33,0	26,7	20,0	32,0	26,0	17,0	33,0	25,0	18,5	32,0	25,2
28	22,0	31,0	26,5	21,0	33,0	27,0	17,0	34,0	25,5	18,0	33,0	25,5
29	21,5	32,0	26,7				20,0	35,0	27,5	16,0	33,0	24,5
30	23,0	32,0	27,5				21,0	34,0	27,5	17,6	33,0	25,3
31	22,0	34,0	28,0				22,0	34,0	28,0			
M	22°2	32°3	27°1	22°4	31°7	27°1	21°3	33°3	27°3	19°0	33°4	26°2
	I = Mini											
	II = Maxi											
	III = <u>Mini+Maxi</u>											

STATION METEOROLOGIQUE D'ANKILIZATO

Température de l'Air sous abri en degrés

(Enregistrement)

J.	Janvier 1969			Février 1969			Mars 1969			Avril 1969		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1				28,5	34,0	31,2	24,0	34,0	29,0	23,5	34,0	28,7
2				20,0	33,0	26,5	22,0	33,0	27,5	21,0	33,0	27,0
3				24,0	34,0	29,0	24,0	34,0	29,0	23,0	33,0	28,0
4				22,5	31,5	27,0	23,0	33,0	28,0	21,0	33,0	27,0
5				23,5	28,5	26,0	22,5	32,0	27,2	22,0	31,0	26,5
6				22,5	28,0	25,3	22,0	32,5	27,3	21,5	33,0	27,2
7				24,0	29,0	26,5	21,5	32,0	26,7	23,0	35,0	29,0
8				23,0	31,0	27,0	22,0	32,0	27,0	22,5	30,0	26,2
9				24,0	32,0	28,0	23,5	34,5	29,0	23,0	34,0	28,5
10				24,0	31,5	27,8	22,0	33,0	27,5	22,0	34,0	28,0
11				24,0	30,0	27,0	22,0	33,0	27,5	22,5	33,0	27,7
12				24,0	32,0	28,0	23,0	33,0	28,0	23,0	33,0	28,0
13				23,5	30,5	27,0	24,0	34,0	29,0	22,0	32,0	27,0
14				23,0	32,0	27,5	23,0	34,0	28,5	20,5	33,0	26,7
15				23,5	32,0	27,7	23,0	35,0	29,0	20,5	34,0	27,2
16				22,0	34,0	28,0	23,0	35,5	29,3	19,5	34,5	27,0
17				23,5	33,0	28,2	23,5	34,5	29,0	20,0	34,0	27,0
18				24,0	31,0	27,5	24,0	35,0	29,5	21,0	35,0	28,0
19				24,0	32,0	28,0	23,0	35,0	29,0	21,0	33,0	27,0
20				23,5	33,0	28,2	22,5	34,0	28,2	22,0	35,0	28,5
21				22,0	34,0	28,0	24,0	34,0	29,0	22,0	34,0	28,0
22				23,0	28,5	25,8	22,0	31,0	26,5	21,0	33,0	27,0
23				23,0	34,0	28,5	23,0	32,5	27,5	22,0	34,0	28,0
24				21,0	33,0	27,0	21,5	32,0	26,7	22,0	34,0	28,0
25				22,0	32,5	27,2	20,5	30,0	25,2	22,0	33,0	27,5
26		Pose		22,0	33,0	27,5	19,0	30,5	24,8	21,0	33,0	27,0
27		33,0		21,0	32,5	26,7	20,0	33,0	26,5	22,0	32,0	27,0
28	23,5	32,0	27,7	22,0	33,0	27,5	21,0	34,0	27,5	20,0	34,0	27,0
29	23,5	32,0	27,7				22,5	34,0	28,2	21,0	33,0	27,0
30	24,0	33,0	28,5				23,9	35,0	29,0	22,0	33,0	27,5
31	23,5	33,0	28,2				23,0	35,0	29,0			

M | 23°6 | 32°5 | 28°0 | 23°1 | 31°9 | 27°5 | 22°5 | 33°4 | 27°9 | 21°7 | 33°3 | 27°5

I = Mini
 II = Maxi
 III = $\frac{\text{Mini} + \text{Maxi}}{2}$

STATION METEOROLOGIQUE D'ANDROVAKELY

Humidité de l'Air en %

mesurée avec le Psychromètre à Ventilation

J.	JANVIER 1969				FEVRIER 1969			
	7 h	12 h	17 h	Moyenne	7 h	12 h	17 h	Moyenne
1					95	64	67	76,7
2					73	62	63	66,5
3					87	65	71	75,5
4					88	66	88	82,5
5					94	81	72	82,5
6					86	78	82	82,5
7					98	81	81	87,3
8					88	73	75	79,3
9					91	44	70	71,3
10					90	74	73	79,6
11					88	78	80	82,5
12					96	74	74	78,5
13					85	79	72	78,6
14					90	98	79	87,8
15					92	77	84	85,2
16					77	85	77	79,0
17					86	67	72	76,0
18					90	80	77	82,6
19		Pose			94	82	77	84,6
20		79	79		91	64	65	74,6
21	79	54	62	66,3	87	59	70	73,6
22	76	60	65	67,8	90	65	67	75,1
23	85	61	64	71,1	90	64	63	73,3
24	79	55	59	65,5	88	62	68	74,0
25	76	81	82	79,5	90	61	66	73,7
26	96	61	40	66,2	94	98	75	87,8
27	83	67	69	73,7	90	57	67	73,1
28	85	57	65	70,5	90	64	70	76,0
29	87	58	74	74,8				
30	92	74	78	82,2				
31	89	71	70	77,3				
M	84,3%	64,8%	67,3%	72,3%	89,2%	71,5%	73,0%	78,6%

.../...

Station Météorologique d'ANDROVAKELY - Humidité de l'Air en % (suite)

J.	M A R S 1969				A V R I L 1969			
	7 h	12 h	17 h	Moyenne	7 h	12 h	17 h	Moyenne
1	89	66	63	73,5	94	59	69	75,8
2	96	64	77	80,8	87	61	64	71,8
3	82	68	75	75,8	88	75	67	76,8
4	92	72	70	78,7	88	57	60	69,7
5	89	74	73	79,2	90	69	80	81,0
6	87	54	68	71,6	95	67	76	80,8
7	89	60	67	73,5	94	46	68	72,2
8	92	60	63	73,1	90	63	74	77,2
9	96	68	63	76,6	93	54	68	70,1
10	85	66	71	75,0	95	56	68	75,1
11	93	60	69	75,7	87	59	65	71,7
12	85	63	63	71,2	94	60	68	75,7
13	94	76	63	77,8	94	55	57	70,3
14	91	61	65	73,7	89	50	68	71,3
15	80	61	69	71,1	89	58	61	70,7
16	89	68	70	76,6	95	53	70	75,1
17	90	65	65	74,3	96	64	74	79,7
18	92	62	58	71,7	87	48	61	67,5
19	97	64	66	77,1	95	55	75	77,5
20	88	61	69	74,1	93	60	72	76,8
21	97	59	67	76,2	93	60	64	73,8
22	89	68	70	76,6	98	54	71	76,8
23	95	60	69	76,5	90	53	64	71,0
24	87	61	63	71,5	90	56	73	75,1
25	85	80	67	77,0	97	60	74	79,1
26	91	77	68	78,8	87	61	76	76,3
27	90	53	93	81,8	92	54	64	72,0
28	96	50	61	71,3	84	47	62	84,7
29	95	61	66	75,6	89	54	64	70,8
30	93	70	72	79,3	90	56	72	74,7
31	88	56	75	75,1				
M	90,4%	64,1%	68,3%	75,5%	91,4%	57,5%	68,6%	74,7%

STATION METEOROLOGIQUE DE MAHABO
 Humidité de l'Air en %
 mesurée avec le Psychromètre à Ventilation

J.	J A N V I E R 1969				F E V R I E R 1969			
	7 h	12 h	17 h	Moyenne	7 h	12 h	17 h	Moyenne
1					93	77	66	78,8
2					83	66	72	74,6
3					90	68	64	74,7
4					76	76	78	76,7
5					99	85	91	92,5
6					94	93	98	95,2
7					99	79	78	86,1
8		Pose			93	68	100	89,3
9			67		93	71	97	89,0
10	93	82	74	83,1	92	81	79	84,3
11	99	82	79	87,2	98	78	86	88,5
12	92	57	65	73,1	92	85	69	81,6
13	92	70	73	79,3	86	71	84	81,5
14	84	73	86	82,0	91	80	83	85,2
15	92	76	85	85,3	94	72	71	79,8
16	92	77	62	77,0	99	59	71	78,5
17	91	55	65	72,2	86	71	83	81,1
18	97	65	70	78,8	94	86	81	87,1
19	92	60	86	81,7	94	84	67	81,3
20	91	71	60	74,3	99	65	75	81,5
21	85	64	67	73,0	91	65	71	77,0
22	88	62	92	83,0	77	72	67	72,0
23	92	72	52	72,0	86	62	58	69,5
24	92	70	67	77,1	84	70	77	77,8
25	86	84	70	79,5	86	65	65	72,8
26	81	67	61	70,0	92	60	66	74,2
27	85	71	90	83,3	92	61	61	72,6
28	89	71	76	79,6	93	78	66	79,1
29	92	70	85	83,8				
30	92	39	92	78,7				
31	85	61	71	73,7				
M	90,0%	68,1%	73,7%	78,5%	90,9%	73,1%	75,8%	80,8%

Station Météorologique de MAHABO - Humidité de l'Air en % (suite)

J.	M A R S 1969				A V R I L 1969			
	7 h	12 h	17 h	Moyenne	7 h	12 h	17 h	Moyenne
1	92	62	74	77,7	94	73	95	89,1
2	87	66	100	86,6	85	79	76	80,1
3	93	72	71	79,5	92	66	72	78,0
4	93	64	86	83,1	92	85	63	79,3
5	93	85	65	80,5	90	78	77	82,1
6	92	79	64	78,2	92	73	64	76,7
7	84	59	72	73,2	89	77	91	86,7
8	84	62	74	74,7	92	80	72	81,5
9	93	77	64	78,1	96	64	69	77,8
10	90	75	64	76,5	91	78	66	78,3
11	87	68	71	76,2	93	85	65	80,5
12	93	74	65	77,7	90	83	69	80,3
13	93	66	77	80,2	86	86	81	84,1
14	92	75	67	78,3	91	78	78	82,8
15	92	76	86	85,7	86	73	70	76,7
16	93	72	76	81,3	97	42	77	75,7
17	93	61	62	73,3	95	50	60	70,6
18	98	72	64	78,7	88	40	48	61,0
19	86	72	51	69,3	92	55	69	74,1
20	85	73	72	77,1	93	51	65	72,0
21	98	60	79	81,3	100	51	57	71,6
22	95	59	70	76,6	94	40	51	64,3
23	90	78	85	85,1	87	50	62	68,3
24	92	65	70	77,0	90	50	63	69,8
25	85	84	92	87,3	98	50	64	73,2
26	83	70	69	74,5	90	45	66	69,7
27	92	72	65	76,8	95	60	74	78,3
28	92	58	64	73,0	92	44	51	64,6
29	97	46	76	76,3	97	50	54	69,1
30	90	52	54	67,0	93	47	59	68,7
31	93	81	84	86,6				
M	91,0%	68,9%	72,0%	78,3%	92,0%	62,8%	67,6%	75,5%

STATION METEOROLOGIQUE D'ANKILIZATO

Humidité de l'Air en %

mesurée avec le Psychromètre à Ventilation

J.	JANVIER 1969				FEVRIER 1969			
	7 h	12 h	17 h	Moyenne	7 h	12 h	17 h	Moyenne
1					89	94	66	81,6
2					95	63	61	74,2
3					84	61	64	70,7
4					93	72	84	84,3
5					97	89	89	92,0
6					92	83	84	86,7
7					88	78	84	84,0
8					90	80	93	88,6
9					95	80	95	91,2
10					95	75	82	85,1
11					93	97	89	92,5
12					96	69	95	88,8
13					92	66	95	86,6
14					86	74	74	78,5
15					93	67	71	78,2
16					98	63	69	78,3
17					87	69	65	74,2
18					86	76	82	82,0
19					92	70	77	80,8
20					92	75	63	76,8
21					93	67	60	74,1
22					90	61	68	74,5
23					90	85	66	79,7
24					97	73	82	85,3
25					98	69	65	78,3
26		Pose			88	70	73	77,9
27	92	66	81	81,3	94	69	70	78,7
28	97	75	62	78,3	94	86	81	87,1
29	93	65	72	78,1				
30	93	66	71	78,0				
31	93	59	50	68,3				
M	93,6%	66,2%	67,2%	76,8%	92,0%	74,3%	76,7%	81,8%

Station Météorologique d'ANKILIZATO - Humidité de l'Air en % (suite)

J.	M A R S 1969				A V R I L 1969			
	7 h	12 h	17 h	Moyenne	7 h	12 h	17 h	Moyenne
1	92	67	78	80,5	91	61	74	77,1
2	87	70	83	81,2	93	62	69	76,2
3	94	71	85	84,8	95	61	71	77,5
4	92	73	96	71,0	90	61	67	74,1
5	93	90	88	90,3	90	70	80	81,2
6	92	95	73	85,6	91	62	69	75,5
7	90	65	63	73,6	95	72	63	77,2
8	88	65	66	74,0	96	71	82	84,5
9	95	67	72	79,3	94	66	60	74,2
10	87	88	75	82,7	93	67	77	80,5
11	92	70	61	74,8	98	65	70	79,2
12	95	64	71	78,2	93	66	67	76,5
13	95	81	78	85,1	95	66	63	75,7
14	95	65	74	79,6	91	62	64	73,6
15	87	60	71	74,2	93	61	69	76,0
16	94	69	68	78,0	91	60	46	66,3
17	94	72	71	79,8	92	85	48	73,7
18	93	88	67	82,0	93	55	53	68,5
19	89	57	66	72,3	96	55	72	76,7
20	90	74	60	74,7	93	62	65	74,7
21	97	67	83	84,2	96	77	79	84,8
22	96	78	98	92,2	94	70	73	80,1
23	97	71	79	83,7	92	70	58	73,7
24	86	80	66	77,0	93	78	83	85,5
25	94	60	67	75,3	93	91	94	92,8
26	86	64	69	74,1	93	63	78	79,8
27	88	62	61	71,3	96	67	66	77,5
28	89	69	66	75,3	94	65	55	72,1
29	89	59	71	74,7	94	67	63	75,6
30	88	64	58	70,7	96	53	62	72,5
31	98	55	75	78,6				
M	91,7%	70,3%	72,9%	78,7%	93,5%	66,4%	68,0%	77,1%

STATION METEOROLOGIQUE D'ANDROVAKELY

Humidité de l'Air sous abri en %

(Enregistrement)

J.	Janvier 1969			Février 1969			Mars 1969			Avril 1969		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1				60	95	77,5	67	95	81,0	62	95	78,5
2				67	95	81,0	66	95	80,5	63	95	79,0
3				66	96	81,0	66	95	80,5	60	95	77,5
4				62	95	78,5	70	95	82,5	53	95	74,0
5				80	95	87,5	67	95	81,0	65	95	80,0
6				72	95	83,5	60	95	77,5	56	96	76,0
7				80	94	87,0	60	94	77,0	50	95	72,5
8				72	94	83,0	58	94	76,0	66	95	80,5
9				67	95	81,0	57	95	76,0	58	95	76,5
10				72	95	83,5	58	95	76,5	62	95	78,5
11				75	94	84,5	60	95	77,5	66	95	80,5
12				70	94	82,0	60	95	77,5	60	95	77,5
13				70	95	82,5	58	95	76,5	55	95	75,0
14				75	95	85,0	60	95	77,5	50	95	72,5
15				75	93	84,0	58	95	76,5	55	95	75,0
16				63	93	78,0	53	96	74,5	57	96	76,5
17				57	95	76,0	64	96	80,0	56	95	75,5
18				77	95	86,0	62	98	80,0	49	96	72,5
19		Pose		73	95	84,0	58	96	77,0	50	95	72,5
20	62	100	81,0	63	93	78,0	55	96	75,5	63	95	79,0
21	55	96	75,5	57	93	75,0	60	95	77,5	62	95	78,5
22	67	96	81,5	67	92	79,5	70	95	82,5	50	95	72,5
23	61	95	78,0	56	93	74,5	63	100	81,5	50	97	73,5
24	65	95	80,0	62	95	78,5	63	96	79,5	55	96	75,5
25	70	94	82,0	60	96	78,0	52	97	74,5	67	97	82,0
26	50	95	72,5	60	95	77,5	51	98	74,5	60	97	78,5
27	62	96	79,0	60	94	77,0	55	95	75,0	55	96	75,5
28	65	95	80,0	60	93	76,5	53	95	74,0	50	97	73,5
29	65	94	79,5				58	95	76,5	49	96	72,5
30	65	95	80,0				55	96	75,5	66	95	80,5
31	65	95	80,0				66	96	81,0			
M	62,7	95,5	79,1	67,1	94,4	80,7	60,1	95,6	77,8	57,3	95,5	76,4
	I = Mini II = Maxi III = $\frac{\text{Mini} + \text{Maxi}}{2}$											

STATION METEOROLOGIQUE DE MAHABO

Humidité de l'Air sous abri en %

(Enregistrement)

J.	Janvier 1969			Février 1969			Mars 1969			Avril 1969		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1				57	100	78,5	70	99	84,5	55	95	75,0
2				65	99	82,0	72	98	85,0	52	96	74,0
3				65	99	82,0	66	99	82,5	52	96	74,0
4				70	100	85,0	72	99	85,5	50	97	73,5
5				82	98	90,0	67	100	83,5	65	97	81,0
6				81	96	88,5	68	100	84,0	45	99	72,0
7				80	98	89,0	60	97	78,5	50	90	70,0
8		Pose		74	99	86,5	58	97	77,5	69	98	83,5
9	60	100	80,0	72	98	85,0	55	99	77,0	45	98	71,5
10	68	98	83,0	72	98	85,0	61	100	80,5	50	98	74,0
11	78	97	87,5	75	96	85,5	57	95	76,0	55	98	76,5
12	66	100	83,0	70	96	83,0	60	86	73,0	57	99	78,0
13	68	99	83,5	70	95	82,5	60	96	78,0	50	99	74,5
14	60	98	79,0	77	96	86,5	58	99	78,5	51	100	75,5
15	70	99	84,5	72	96	84,0	56	99	77,5	42	100	71,0
16	64	97	80,5	55	100	77,5	46	99	72,5	35	100	67,5
17	60	99	72,5	65	100	82,5	58	100	79,0	42	100	71,0
18	66	98	82,0	74	99	86,5	58	100	79,0	40	100	70,0
19	64	97	80,5	75	96	85,5	50	100	75,0	45	100	72,5
20	58	100	79,0	62	100	81,0	55	98	76,5	45	100	72,5
21	57	99	78,0	54	98	76,0	58	100	79,0	46	100	73,0
22	66	100	83,0	62	98	76,0	67	99	83,0	41	100	70,5
23	60	99	79,5	61	100	80,5	65	100	82,5	46	100	73,0
24	64	97	80,5	62	100	81,0	50	100	75,0	47	100	73,5
25	70	96	83,0	60	99	79,5	49	95	72,0	56	100	78,0
26	56	100	78,0	62	98	80,0	53	100	76,5	50	100	75,0
27	66	100	83,0	65	97	81,0	45	100	72,5	53	100	76,5
28	60	97	78,5	68	99	83,5	48	100	74,0	45	100	72,5
29	66	97	81,5				48	99	73,5	46	100	73,0
30	68	96	82,0				52	100	76,0	48	100	74,0
31	64	100	82,0				53	98	75,5			

M	64,3	98,4	81,3	68,1	98,1	83,1	57,9	98,4	78,2	49,1	98,7	73,9
---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

I = Mini
 II = Maxi
 III = Mini+Maxi

STATION METEOROLOGIQUE D'ANKILIZATO

Humidité de l'Air sous abri en %

(Enregistrement)

J.	Janvier 1969			Février 1969			Mars 1969			Avril 1969		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1				50	96	73,0	56	97	76,5	50	96	73,0
2				47	96	71,5	62	97	79,5	52	96	74,0
3				50	100	75,0	55	96	75,5	54	96	75,0
4				64	96	80,0	62	95	78,5	49	97	73,0
5				74	93	83,5	59	95	77,0	61	98	72,5
6				77	91	84,0	50	95	72,5	46	98	72,0
7				68	95	81,5	56	95	75,5	47	98	72,5
8				59	92	75,5	54	95	74,5	63	94	78,5
9				63	94	78,5	49	96	72,5	46	95	70,5
10				66	94	80,0	53	95	74,0	44	95	69,5
11				69	93	81,0	50	98	74,0	53	95	74,0
12				61	93	77,0	54	96	75,0	51	96	73,5
13				65	95	80,0	55	97	76,0	53	96	74,5
14				60	96	78,0	58	98	78,0	50	96	73,0
15				60	96	78,0	52	100	76,0	42	96	69,0
16				48	96	72,0	48	100	74,0	36	99	67,5
17				53	95	74,0	47	97	72,0	43	97	70,0
18				65	95	80,0	56	98	77,0	38	98	68,0
19				60	96	78,0	47	98	72,5	45	98	71,5
20				60	95	77,5	51	96	73,5	45	98	71,5
21				47	97	72,0	56	96	76,0	44	96	70,0
22				53	97	75,0	60	96	78,0	42	96	69,0
23				54	100	77,0	56	96	76,0	47	96	71,5
24				51	96	73,5	52	97	74,5	42	95	68,5
25				55	95	75,0	45	96	70,5	50	96	73,0
26		Pose		58	95	76,5	48	95	71,5	50	95	72,5
27	59	100	79,5	52	95	73,5	44	95	69,5	52	95	73,5
28	59	94	76,5	55	96	75,5	48	95	71,5	43	97	70,0
29	55	95	75,0				49	95	72,0	45	98	70,2
30	54	92	73,0				45	96	70,5	50	96	73,0
31	46	96	71,0				48	95	71,5			
M	54,6	95,4	75,0	58,7	95,3	77,0	52,4	96,3	74,4	47,8	96,4	72,0
	<p>I = Mini II = Maxi III = $\frac{\text{Mini} + \text{Maxi}}{2}$</p>											

VARIATION DE L'EVAPORATION SUR "BAC COLORADO"

en mm/jours

Jours	ANDROVAKELY		M A H A B O				A N K I L I Z A T O			
	Mars	Avril	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Janv.	Fév.	Mars	Avril
1	7,44	5,68		4,16	3,60	6,17		7,56	4,38	4,99
2	7,92	5,40			4,07	6,00			6,56	5,78
3		4,16		4,16	6,00	6,60		6,60	5,29	4,64
4	5,80	4,52			6,40	4,80		8,12	5,35	5,49
5		3,48		4,21	5,83	3,89			3,97	5,30
6		4,04			6,48	4,20		2,62	4,73	4,48
7	6,60	3,32		4,36	3,49	6,00		2,29	5,93	3,24
8	7,36	5,08		2,99	4,48	3,60		2,40	5,34	6,31
9	4,52	2,72		3,00	6,73	5,81		4,10	4,42	3,37
10	6,40	5,76		4,06	4,20			5,07	6,41	8,38
11	4,96	6,68			5,68	6,20		2,52	5,15	4,60
12	4,48	6,36		4,60	6,06				6,00	5,25
13	5,76	5,36			6,00	6,00		6,62	4,93	5,02
14	6,52	6,28			2,42	6,40			5,43	5,14
15	7,36	6,48		4,20	5,40	7,80		3,43	5,57	4,77
16	7,08	6,80		2,68	6,97	7,20		5,51	5,00	6,42
17	7,44	5,92		5,28	6,00	5,93		5,27	5,85	5,31
18	5,88	5,28		5,17	5,92	6,00		5,88	4,98	5,24
19		5,24		4,22	6,00			5,02	5,92	5,91
20	5,44	6,40		4,20	7,80	3,00		4,78	6,14	4,81
21	6,40	6,28		4,56	6,00	5,40		6,39	5,18	5,29
22	6,88	6,52		4,60	6,60	6,20		7,42	4,92	4,62
23	5,44	5,88		6,66	4,80	4,80		4,41	4,12	3,74
24	5,72	6,32		4,20	3,60	5,40		7,79	4,27	4,46
25	4,48	6,40		4,80	7,48	4,92		7,66	4,32	3,78
26	6,48	5,72	Pose	7,09	5,80	4,20		5,75	4,97	5,24
27	5,60	5,80	5,88	7,22	2,40	6,00	Pose	6,68	4,46	4,38
28	5,40	5,08	4,22	3,60	4,73	6,60		5,60	4,34	4,25
29	4,56	6,00	4,42		7,80	4,20	5,83		4,46	4,88
30	4,20	6,24	2,14		8,40	6,00	6,62		4,46	4,62
31	4,48						7,00		4,58	
T	160,6	164,6		100,0	167,1	149,3		129,5	157,4	149,7
M	5,9	5,5		4,5	5,6	5,5		5,4	5,1	5,0

STATION METEOROLOGIQUE D'ANDROVAKELY

Temps d'insolation journalière

en heure

Jours	Janvier 1969			Février 1969			Mars 1969			Avril 1969		
	Matin	Soir	Total	Matin	Soir	Total	Matin	Soir	Total	Matin	Soir	Total
1				5,8	4,8	10,6	4,8	4,4	9,2	5,3	4,8	10,1
2				5,8	5,3	11,1	1,8	5,5	7,3	5,4	4,8	9,2
3				5,0	5,0	10,0	5,8	5,2	11,0	3,7	4,8	8,5
4				3,4	4,8	8,2	4,3	4,6	8,9	4,3	3,7	8,0
5				1,8	0	1,8	4,7	2,8	7,5	0	2,1	2,1
6				5,4	2,2	7,6	4,8	4,8	9,6	0	2,3	2,3
7				0,3	0	0,3	4,8	4,9	9,7	2,5	3,6	6,1
8				5,3	2,1	7,4	5,2	5,0	10,2	0,2	1,0	1,2
9				1,9	3,3	5,2	4,8	5,3	10,1	4,4	4,8	9,2
10				5,6	2,2	7,8	5,3	4,8	10,1	5,0	5,0	10,0
11				3,8	3,7	7,5	5,6	4,6	10,2	5,0	4,5	9,5
12				3,3	2,8	6,1	5,5	4,9	10,4	5,2	4,6	9,8
13				3,0	4,8	7,8	5,0	4,9	9,9	4,5	4,7	9,2
14				1,8	0,5	2,3	5,4	5,0	10,4	5,1	4,5	9,6
15				4,3	3,5	7,8	5,4	4,0	9,4	5,1	4,5	9,6
16				4,8	5,2	10,0	5,0	4,5	9,5	5,0	4,5	9,5
17				4,4	5,0	9,4	5,3	4,4	9,7	5,0	3,7	8,7
18				3,3	0,5	3,8	5,0	5,2	10,2	4,9	4,5	9,4
19				5,0	3,1	8,1	5,3	3,8	9,1	4,8	4,8	9,6
20	5,5	4,8	10,3	4,8	5,0	9,8	5,3	4,7	10,0	4,8	4,6	9,4
21	5,3	5,3	10,6	4,7	5,0	9,7	5,3	3,7	9,0	5,0	4,5	9,5
22	5,3	5,1	10,4	5,8	5,3	11,1	4,8	3,8	8,6	4,0	4,1	8,1
23	5,5	5,3	10,8	5,7	4,6	10,3	5,3	4,4	9,7	4,8	3,4	8,2
24	3,7	5,3	9,0	3,8	5,0	8,8	4,5	5,0	9,5	4,8	4,4	9,2
25	2,0	0	2,0	4,9	5,0	9,9	4,0	3,7	7,7	4,7	4,5	9,2
26	5,6	3,7	9,3	5,0	5,0	10,0	5,3	4,8	10,1	4,9	4,5	9,4
27	5,4	4,9	10,3	5,5	5,2	10,7	5,3	4,8	10,1	4,9	4,5	9,4
28	2,8	1,8	4,6	5,8	4,8	10,6	4,5	4,8	9,3	4,9	4,3	9,2
29	4,0	4,0	8,0				4,8	4,8	9,6	5,0	4,5	9,5
30	0,8	4,5	5,3				4,4	3,8	8,2	5,0	4,2	9,2
31	5,5	5,9	11,4				4,7	4,7	9,4			
T	51,4	50,6	102,0	120,0	103,7	223,7	152,0	141,6	293,6	127,2	124,7	251,9
M	4,3	4,2	8,5	4,3	3,7	8,0	4,9	4,6	9,5	4,2	4,2	8,4

STATION METEOROLOGIQUE DE MAHABO

Temps d'insolation journalière
en heure

J.	Janvier 1969			Février 1969			Mars 1969			Avril 1969		
	Matin	Soir	Total	Matin	Soir	Total	Matin	Soir	Total	Matin	Soir	Total
1				6,3	5,7	12,0	5,1	4,9	10,0	4,8	4,8	9,6
2				6,6	6,0	12,6	2,4	4,9	7,3	4,8	5,0	9,8
3				3,5	4,3	7,8	4,7	4,8	9,5	3,5	4,8	8,3
4				6,3	5,2	11,5	5,3	4,8	10,1	4,8	4,4	9,2
5				4,9	2,3	7,2	3,3	4,8	8,1	0	0,9	0,9
6				0,7	1,8	2,5	5,4	5,0	10,4	0,5	2,7	3,2
7				0,7	0,4	1,1	5,5	4,8	10,3	3,8	4,9	8,7
8				0,6	2,8	3,4	5,8	5,1	10,9	0,5	0,7	1,2
9				3,4	2,5	5,9	5,3	5,3	10,6	5,3	5,2	10,5
10				3,9	2,6	6,5	4,8	4,9	9,7	5,2	5,0	10,2
11				4,4	3,5	7,9	5,7	5,0	10,7	5,3	4,3	9,6
12				1,8	4,3	6,1	5,5	5,3	10,8	5,5	4,8	10,3
13		! Pose !		0,9	2,5	3,4	4,9	4,8	9,7	3,0	4,2	7,2
14	4,9	5,2	10,1	0,5	1,8	2,3	5,3	5,0	10,3	3,0	5,0	8,0
15	0,5	2,8	3,3	0,6	4,3	4,9	5,2	4,7	9,9	3,3	4,9	8,2
16	5,3	2,7	8,0	5,3	5,0	10,3	5,4	4,4	9,8	5,0	4,8	9,8
17	5,4	5,1	10,5	5,0	5,5	10,5	5,4	4,1	9,5	5,0	3,2	8,2
18	6,2	5,6	11,8	4,8	2,2	7,0	5,3	5,3	10,6	5,0	4,9	9,9
19	4,6	3,0	7,6	5,3	3,0	8,3	5,4	5,0	10,4	4,5	4,5	9,0
20	3,7	2,1	5,8	6,0	5,0	11,0	5,3	4,8	10,1	5,0	4,8	9,8
21	5,4	5,3	10,7	5,6	5,4	11,0	5,4	4,5	9,9	5,0	2,8	7,8
22	6,1	5,1	11,2	4,2	5,4	9,6	4,3	4,7	9,0	4,8	3,2	8,0
23	3,7	3,0	6,7	5,8	5,3	11,1	3,0	3,4	6,4	3,7	4,0	7,7
24	3,8	4,5	8,3	3,0	5,8	8,8	5,3	5,2	10,5	4,3	4,3	8,6
25	3,8	0	3,8	5,3	5,3	10,6	5,2	5,0	10,2	4,3	4,7	9,0
26	5,8	3,8	9,6	5,5	5,3	10,8	4,7	4,8	9,5	5,0	4,8	9,8
27	5,8	4,7	10,5	5,0	5,3	10,3	5,3	5,0	10,3	5,0	5,0	10,0
28	4,2	5,6	9,8	4,3	4,3	8,6	5,3	4,8	10,1	5,0	4,9	9,9
29	2,3	3,7	6,0				5,2	5,0	10,2	5,0	5,0	10,0
30	0,6	5,2	5,8				5,3	5,0	10,3	5,0	4,9	9,9
31	5,8	5,3	11,1				5,2	4,5	9,7			
T	77,9	72,7	150,6	110,2	112,8	223,0	155,2	149,6	304,8	124,9	127,4	252,3
M	4,3	4,0	8,3	3,9	4,0	8,0	5,0	4,8	9,8	4,2	4,2	8,4

STATION METEOROLOGIQUE D'ANKILIZATO

Temps d'insolation journalière
en heure

J.	Janvier 1969			Février 1969			Mars 1969			Avril 1969		
	Matin	Soir	Total	Matin	Soir	Total	Matin	Soir	Total	Matin	Soir	Total
1				4,5	6,1	10,6	4,8	5,3	10,1	3,4	5,0	8,4
2				6,8	6,0	12,8	4,3	5,5	9,8	4,3	5,3	9,6
3				6,0	5,9	11,9	3,3	5,3	8,6	3,0	5,2	8,2
4				2,7	2,8	5,5	3,2	5,3	8,5	4,5	4,8	9,3
5				2,1	2,5	4,6	3,0	5,0	8,0	1,7	5,3	7,0
6				0	1,9	1,9	5,4	5,0	10,4	0,8	4,2	5,0
7				1,6	1,3	2,9	5,7	5,5	11,2	4,7	4,4	9,1
8				1,9	3,3	5,2	5,8	5,3	11,1	1,6	2,8	4,4
9				2,5	5,7	8,2	5,0	5,7	10,7	5,4	5,3	10,7
10				3,4	1,7	5,1	4,7	5,5	10,2	3,6	5,3	8,9
11				0,8	2,0	2,8	5,7	5,0	10,7	5,3	4,8	10,1
12				3,8	4,0	7,8	5,7	5,5	11,2	5,3	4,9	10,2
13				3,1	3,5	6,6	5,2	5,5	10,7	5,3	4,8	10,1
14				1,3	4,4	5,7	5,3	5,3	10,6	5,3	5,5	10,8
15				5,1	5,7	10,8	4,5	5,5	10,0	5,3	5,4	10,7
16				5,8	4,2	10,0	5,3	4,0	9,3	5,3	5,3	10,6
17				5,3	5,7	11,0	5,5	4,4	9,9	5,3	5,0	10,3
18				2,7	4,3	7,0	4,8	5,3	10,1	5,3	5,4	10,7
19				4,8	5,4	10,2	5,4	5,7	11,1	4,8	5,2	10,0
20				5,8	5,5	11,3	5,5	5,6	11,1	5,0	5,3	10,3
21				5,9	5,3	11,2	3,3	5,0	8,3	5,0	5,3	10,3
22				4,5	5,0	9,5	3,6	3,8	7,4	4,4	3,2	7,6
23				5,3	5,8	11,1	4,0	4,6	8,6	3,3	5,7	9,0
24				3,4	5,3	8,7	5,5	5,3	10,8	2,2	4,5	6,7
25				5,8	5,4	11,2	5,3	5,0	10,3	1,9	4,5	6,4
26				5,3	5,8	11,1	4,7	4,3	9,0	4,9	5,3	10,2
27				5,8	5,5	11,3	5,4	5,3	10,7	5,2	5,0	10,2
28				3,9	4,3	8,2	5,3	5,2	10,5	5,2	4,8	10,0
29	4,8	Pose 4,5	9,3				5,3	5,3	10,6	5,2	4,8	10,0
30	4,8	5,7	10,5				5,3	5,3	10,6	5,2	4,8	10,0
31	6,0	6,3	12,3				4,8	4,8	9,6			
T	15,6	16,5	32,1	109,9	124,3	234,2	150,6	159,1	309,7	127,7	146,9	274,6
M	5,2	5,5	10,7	3,9	4,4	8,3	4,8	5,1	9,9	4,3	4,9	9,2

STATION METEOROLOGIQUE D'ANDROVAKELY
 VITESSES ET DIRECTIONS DES VENTS AUX SOLS

J.	JANVIER 1969						FEVRIER 1969					
	7 h		12 h		17 h		7 h		12 h		17 h	
	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.
1							0	0	0	0	3	265
2							0	0	0	0	0	0
3							0	0	0	0	3	300
4							2	60	0	0	7	255
5							0	0	2	285	6	275
6							0	0	2	260	4	45
7							2	40	1	24	3	15
8							2	320	3	345	0	0
9							0	0	0	0	1	35
10							2	250	3	315	2	300
11							0	0	0	0	2	355
12							0	0	0	0	2	285
13							0	0	0	0	2	50
14							0	0	0	0	2	45
15							2	330	3	10	0	0
16							2	15	0	0	3	295
17							0	0	0	0	2	310
18							0	0	3	50	0	0
19			Pose				0	0	0	0	2	315
20			3	285	4	280	0	0	0	0	3	255
21	0	0	3	285	4	283	0	0	0	0	2	285
22	0	0	2	287	3	290	0	0	3	295	2	310
23	0	0	0	0	4	235	0	0	2	245	2	295
24	0	0	3	285	4	287	0	0	2	250	1	270
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Réparation	
26	0	0	3	283	1	290						
27	3	60	2	335	4	275						
28	0	0	0	0	3	270						
29	0	0	3	290	0	0						
30	0	0	4	283	0	0						
31	0	0	0	0	3	275						
M	0,27		1,92		2,50		0,48		0,96		2,25	

STATION METEOROLOGIQUE D'ANDROVAKELY
 VITESSES ET DIRECTIONS DES VENTS AUX SOLS (Suite)

J.	M A R S 1969						A V R I L 1969					
	7 h		12 h		17 h		7 h		12 h		17 h	
	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.
1							0	0	1	260	2	265
2							0	0	2	260	3	260
3							0	0	2	265	2	260
4							2	260	1	260	2	260
5							0	0	1	130	0	0
6							0	0	2	260	2	260
7							0	0	2	146	3	235
8							0	0	0	0	2	235
9							1	240	3	240	3	255
10							0	0	2	255	2	260
11							0	0	3	310	4	295
12							0	0	2	295	2	290
13							0	0	2	315	3	300
14							0	0	2	290	3	285
15							0	0	3	280	2	290
16							0	0	2	285	3	285
17							1	290	2	270	2	280
18			Pose				1	65	2	310	2	305
19	0	0	2	85	2	355	1	310	0	0	2	305
20	1	340	2	325	2	215	0	0	2	310	2	300
21	1	245	2	255	3	310	0	0	3	300	3	300
22	2	225	1	345	2	355	0	0	2	300	1	295
23	2	185	1	230	2	245	0	0	3	300	2	300
24	0	0	3	270	3	260	0	0	2	300	2	320
25	1	180	3	300	1	290	0	0	2	300	2	280
26	0	0	3	125	2	265	0	0	1	285	3	315
27	0	0	2	265	2	275	0	0	2	300	2	305
28	0	0	2	270	3	265	0	0	0	0	3	310
29	0	0	2	265	3	265	2	300	2	305	2	305
30	1	265	3	260	4	265	0	0	2	310	2	300
31	2	265	1	270	3	270						
M	0,77		2,08		2,46		0,27		1,83		2,27	

STATION METEOROLOGIQUE DE MAHABO
VITESSES ET DIRECTIONS DES VENTS AUX SOL

J.	JANVIER 1969						FEVRIER 1969					
	7 h		12 h		17 h		7 h		12 h		17 h	
	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.
1							0	0	0	0	6	315
2							0	0	2	45	3	265
3							0	0	0	0	4	285
4							2	355	2	260	3	265
5							4	350	5	355	3	285
6							0	0	4	20	4	355
7							0	0	5	5	4	310
8							0	0	3	315	2	315
9							0	0	0	0	2	5
10							0	0	3	265	2	275
11							3	25	0	0	2	5
12							0	0	2	230	0	0
13			Pose				2	45	2	355	3	345
14	0	0	3	45	0	0	3	25	4	355	0	0
15	0	0	4	335	0	0	2	20	3	315	0	0
16	0	0	2	215	3	255	0	0	2	285	2	245
17	2	125	4	45	5	235	0	0	2	330	3	285
18	0	0	3	235	4	145	1	355	4	305	3	280
19	2	35	2	5	0	0	3	5	3	225	2	300
20	3	120	0	0	2	230	0	0	3	220	3	295
21	0	0	3	40	3	245	0	0	2	145	5	230
22	0	0	2	230	5	265	0	0	0	0	2	255
23	2	160	0	0	2	245	0	0	4	355	3	245
24	0	0	3	355	2	315	0	0	2	35	0	0
25	4	45	0	0	2	205	0	0	0	0	3	235
26	0	0	0	0	4	25	0	0	2	135	4	275
27	0	0	0	0	3	305	3	60	2	210	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20	3	295
29	0	0	3	20	0	0						
30	0	0	2	235	0	0						
31	0	0	0		0	0						
M	0,72		1,72		1,94		0,82		2,25		2,53	

STATION METEOROLOGIQUE DE MAHABO
 VITESSES ET DIRECTIONS DES VENTS AUX SOL (Suite)

J.	M A R S 1969						A V R I L 1969					
	7 h		12 h		17 h		7 h		12 h		17 h	
	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.
1	0	0	3	355	3	225	0	0	2	350	3	240
2	0	0	2	285	0	0	3	305	0	0	3	260
3	2	30	3	30	3	265	0	0	3	5	2	265
4	0	0	3	320	3	120	0	0	2	45	4	285
5	0	0	2	235	2	245	2	115	0	0	0	0
6	0	0	2	355	0	0	0	0	2	10	2	245
7	0	0	2	145	3	265	0	0	0	0	3	275
8	0	0	3	350	2	355	0	0	2	315	2	205
9	0	0	2	30	4	265	0	0	0	0	4	235
10	0	0	2	45	2	255	0	0	3	5	4	260
11	0	0	3	225	0	0	0	0	2	310	3	255
12	0	0	2	120	0	0	0	0	0	0	3	250
13	0	0	0	0	3	225	0	0	2	40	0	0
14	0	0	2	5	3	275	0	0	3	85	2	235
15	0	0	2	350	2	250	0	0	2	135	3	280
16	0	0	3	35	0	0	0	0	3	155	0	0
17	0	0	2	20	0	0	0	0	2	45	3	45
18	2	355	0	0	4	280	0	0	3	85	2	285
19	2	95	0	0	0	0	0	0	3	190	2	270
20	2	50	0	0	3	235	0	0	2	280	2	280
21	0	0	2	295	3	280	0	0	0	0	2	255
22	0	0	2	245	2	235	0	0	2	335	2	280
23	3	45	0	0	0	0	0	0	0	0	2	265
24	0	0	3	250	2	325	0	0	3	45	0	0
25	2	95	3	345	0	0	0	0	2	330	0	0
26	0	0	2	295	2	270	0	0	3	250	3	265
27	0	0	2	245	5	265	0	0	3	290	0	0
28	0	0	3	340	4	235	0	0	3	5	4	280
29	0	0	2	10	4	245	0	0	3	40	2	275
30	0	0	2	290	0	0	0	0	0	0	3	295
31	0	0	0	0	3	305						
M	0,42		1,90		2,00		0,16		1,83		2,17	

STATION METEOROLOGIQUE D'ANKILIZATO
 VITESSES ET DIRECTIONS DES VENTS AUX SOL

J.	JANVIER 1969						FEVRIER 1969					
	7 h		12 h		17 h		7 h		12 h		17 h	
	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.
1							0	0	0	0	5	325
2							0	0	0	0	3	340
3							0	0	0	0	1	255
4							0	0	0	0	6	255
5							0	0	6	325	4	345
6							0	0	5	330	3	25
7							0	0	3	35	0	0
8							0	0	3	345	0	0
9							3	45	3	85	1	285
10							0	0	2	355	4	290
11							0	0	0	0	0	0
12							0	0	3	300	3	295
13							0	0	7	25	0	0
14							0	0	3	10	0	0
15							0	0	3	15	0	0
16							0	0	0	0	2	270
17							0	0	1	65	2	290
18							0	0	3	285	4	25
19							0	0	3	310	4	310
20							0	0	0	0	4	255
21							0	0	0	0	0	0
22							0	0	0	0	0	0
23							0	0	4	325	5	245
24							0	0	0	0	0	0
25							0	0	3	20	2	265
26							0	0	0	0	2	285
27			Pose				0	0	0	0	4	250
28			3	195	3	285	0	0	0	0	2	305
29	0	0	2	235	2	250						
30	0	0	0	0	5	250						
31	0	0	2	125	2	245						
M	0		1,75		3,00		0,11		1,86		2,18	

STATION METEOROLOGIQUE D'ANKILIZATO
 VITESSES ET DIRECTIONS DES VENTS AUX SOL (Suite)

J.	M A R S 1969						A V R I L 1969					
	7 h		12 h		17 h		7 h		12 h		17 h	
	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.	Vm/s	Dir.
1	0	0	4	255	3	270	0	0	4	265	0	0
2	0	0	2	225	4	265	0	0	2	85	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	310	3	285
4	0	0	2	240	4	235	0	0	2	295	2	265
5	0	0	0	0	1	305	0	0	2	255	2	260
6	0	0	0	0	3	250	0	0	1	305	0	0
7	0	0	3	215	4	265	0	0	1	50	3	265
8	0	0	0	0	2	265	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	2	260	0	0	0	0	0	0
10	0	0	2	110	0	0	0	0	3	230	2	300
11	0	0	1	160	0	0	1	210	0	0	4	260
12	0	0	0	0	2	250	0	0	2	45	4	290
13	0	0	3	285	3	290	0	0	4	235	1	270
14	0	0	0	0	3	280	0	0	1	345	2	255
15	0	0	2	65	3	245	0	0	0	0	3	250
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	3	295	0	0
18	0	0	3	255	3	325	2	50	0	0	0	0
19	0	0	3	65	2	315	0	0	2	10	0	0
20	0	0	3	210	2	270	0	0	3	310	4	290
21	2	5	0	0	3	285	0	0	2	325	3	320
22	0	0	3	35	1	290	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	1	315	0	0	1	45	4	295
24	0	0	0	0	4	275	0	0	2	75	1	235
25	0	0	4	295	1	290	2	125	1	20	1	335
26	0	0	0	0	2	290	0	0	1	300	0	0
27	0	0	2	255	2	275	0	0	0	0	1	260
28	0	0	1	280	2	280	0	0	1	315	1	280
29	0	0	2	60	1	240	0	0	3	235	1	235
30	0	0	3	45	0	0	0	0	2	215	1	260
31	0	0	3	5	3	320						
M	0,06		1,48		1,97		0,17		1,47		1,43	

A N N E X E N ° I I

H Y D R O L O G I E

D A B A R A

Débits moyens journaliers m³/s

1967 - 1968

Jours	Décembre 67	Janvier 68	Février 68	Mars 68
1	29,3	138	238	29,3
2	48,7	59,2	77,5	483
3	174	46,0	218	585
4	87,7	38,8	720	70,4
5	58,7	37,0	372	137
6	41,8	228	415	70,0
7	35,1	343	460	45,4
8	34,4	303	324	30,8
9	31,4	107	583	26,7
10	36,2	61,7	511	37,0
11	31,9	46,0	299	80,6
12	29,6	44,2	603	75,0
13	31,5	37,0	-	35,6
14	28,2	51,4	688	27,5
15	32,2	46,0	419	23,6
16	99,6	34,8	200	22,8
17	44,8	39,4	101	22,0
18	103	33,0	349	21,2
19	153	162	1160	19,6
20	52,6	235	394	18,8
21	37,0	77,8	131	17,2
22	32,6	49,6	360	16,8
23	30,8	35,5	43,6	16,4
24	30,4	136	44,7	15,2
25	31,5	169	45,5	17,2
26	30,4	171	41,7	17,6
27	28,2	67,5	31,8	29,2
28	27,1	229	30,4	33,7
29	34,0	304	30,2	24,4
30	439	315		22,0
31	211	93,4		18,8
Q moyen.	68,2	121	318	67,4

D A B A R A

Débits moyens journaliers m³/s
1966 - 1967

Jours	Décembre 66	Janvier 67	Février 67	Mars 67
1	11,3	172	14,7	31,1
2	11,0	337	111	158
3	11,0	213	89,3	66,6
4	10,5	123	30,8	55,7
5	10,5	60,4	26,5	754
6	10,0	26,5	17,0	175
7	13,3	324	14,0	55,0
8	11,0	38,9	17,6	30,4
9	21,4	19,1	15,7	33,0
10	14,8	14,7	15,7	33,0
11	14,0	45,8	14,1	436
12	13,0	84,9	12,3	57,7
13	12,0	99,0	11,0	33,3
14	11,0	157	11,2	1060
15	29,5	191	19,1	737
16	104	97,5	28,0	1000
17	17,5	31,1	65,7	48,3
18	16,0	359	35,8	43,1
19	14,0	292	105	28,2
20	11,0	333	58,4	31,8
21	10,0	51,4	164	75,8
22	10,0	181	67,3	50,7
23	10,0	430	46,0	221
24	122	80,0	31,5	278
25	162	125	129	140
26	353	132	50,3	118
27	534	375	41,2	522
28	49,4	57,2	32,6	345
29	21,7	33,3		873
30	192	18,0		826
31	297	15,5		539
Q moyen.	68,6	146	45,5	286

D A B A R A
Débits moyens journaliers m³/s
1965 - 1966

Jours	Décembre 65	Janvier 66	Février 66	Mars 66
1	18,9	56,7	79,5	30,7
2	13,7	497	33,3	23,7
3	14,8	131	302	40,3
4	46,4	103	155	30,0
5	105	35,5	346	21,6
6	66,8	27,1	860	25,0
7	31,5	27,7	51,9	31,0
8	36,5	22,8	22,2	22,3
9	46,6	23,1	17,1	52,3
10	38,5	35,2	34,5	27,0
11	38,7	27,1	22,5	25,3
12	68,6	31,2	17,7	19,0
13	160	28,6	16,7	17,7
14	254	72,4	185	16,3
15	219	121	21,5	20,0
16	123	51,4	15,5	21,0
17	96,4	48,7	25,5	17,6
18	69,3	70,3	45,4	17,3
19	349	40,0	60,0	16,3
20	458	27,8	137	15,7
21	94,0	25,2	182	14,7
22	46,7	170	898	15,3
23	31,9	112	20,0	16,7
24	142	73,8	12,2	14,7
25	262	52,7	10,7	16,0
26	128	40,6	13,3	14,0
27	47,2	37,5	37,3	13,0
28	41,3	34,9	20,6	13,0
29	25,3	45,8		20,6
30	44,7	31,5		21,3
31	57,6	162		415
Q moyen.	102	73,0	130	34,3

D A B A R A

Débits moyens journaliers m³/s

1964 - 1965

Jours	Décembre 64	Janvier 65	Février 65	Mars 65
1	20	40,4	74,2	541
2	19	342	65,8	97,3
3	18	274	61,1	65,0
4	17	249	63,5	78,7
5	16	128	49,6	57,3
6	16	248	126	252
7	15	214	101	278
8	15	107	52,0	105
9	14	121	35,5	170
10	14	736	105	63,3
11	29,7	1070	181	160
12	76,7	185	132	89,3
13	177	197	82,0	53,9
14	80,4	85,1	57,5	50,8
15	46,0	236	49,6	66,7
16	50,9	151	248	57,6
17	118	320	125	91,2
18	167	194	73,4	234
19	191	560	44,9	132
20	115	68,5	118	87,4
21	253	196	114	66,7
22	195	131	236	54,7
23	77,0	146	185	48,4
24	54,1	397	89,4	34,3
25	51,4	486	51,3	32,6
26	30,5	687	42,3	31,9
27	66,0	290	53,9	31,9
28	50,8	156	127	34,8
29	40,6	104		50,8
30	31,5	71,7		36,8
31	28,8	125		33,3
Q moyen.	67,5	268	98,0	103

D A B A R A

Débits moyens journaliers m3/s

1963 - 1964

Jours	Décembre 63	Janvier 64	Février 64	Mars 64
1	26,0	50,8	88,2	33,3
2	27,4	51,0	140	438
3	24,2	146	212	529
4	24,9	102	165	75,0
5	193	(35,0)	230	653
6	266	(30,0)	202	106
7	226	(25,0)	234	24,2
8	111	(20,0)	508	60,8
9	53,2	93,3	365	43,0
10	35,5	25,0	480	471
11	34,4	860	137	115
12	80,7	1030	210	44,8
13	50,8	510	346	43,0
14	72,5	94,6	131	48,3
15	345	44,2	202	202
16	204	39,0	136	85,0
17	133	30,0	59,2	52,0
18	478	25,5	294	40,6
19	301	24,4	582	35,9
20	230	17,5	137	32,6
21	388	18,6	70,0	32,6
22	381	33,0	62,4	33,7
23	248	19,1	246	31,5
24	113	16,4	59,0	29,3
25	133	24,6	30,0	28,2
26	78,3	168	37,6	28,2
27	334	326	91,3	50,2
28	442	77,0	76,7	38,8
29	101	59,1	43,0	33,3
30	26,0	63,0		31,5
31	35,4	154		29,3
Q moyen.	168	136	192	113

D A B A R A
Débits moyens journaliers m³/s
1960 - 1961

Jours	Décembre 60	Janvier 61	Février 61	Mars 61
1	22	404	22	34
2	25	165	22	402
3	24	110	20	129
4	25	80	20	36
5	372	82	20	22
6	95	140	19	17
7	44	225	19	15
8	37	480	101	16
9	32	330	51	15
10	31	270	29	18
11	28	180	218	320
12	24	100	192	177
13	26	175	197	49
14	285	310	144	29
15	90	83	173	21
16	105	34	122	18
17	84	340	84	389
18	210	130	370	95
19	190	420	150	196
20	150	503	70	114
21	125	150	25	32
22	51	280	41	21
23	72	150	29	25
24	51	25	25	350
25	547	15	106	200
26	280	15	94	90
27	410	45	80	37
28	130	26	79	26
29	90	74		160
30	108	170		35
31	130	30		24
Q moyen.	125	196	91	96

Remarque : détarage probable de la station

D A B A R A
Débits moyens journaliers m3/s
1959 - 1960

Jours	Décembre 59	Janvier 60	Février 60	Mars 60
1	22,3	69,0	58,1	50,8
2	20,6	133	38,6	17,2
3	39,4	136	51,2	58,7
4	29,6	49,8	570	90,0
5	24,1	32,2	807	37,0
6	23,3	49,6	242	29,3
7	22,8	282	270	60,0
8	23,0	140	213	38,6
9	22,5	137	325	33,7
10	20,1	247	213	100
11	82,3	41,4	269	90,6
12	586	18,1	213	46,0
13	80,9	37,0	144	37,0
14	35,7	21,0	39,6	31,5
15	117	48,0	118	27,1
16	59,6	130	42,9	128
17	32,5	224	37,0	102
18	27,4	64,3	31,8	162
19	22,8	366	37,8	98,5
20	151	43,3	18,7	74,3
21	109	28,1	133	46,0
22	47,2	18,9	108	55,0
23	29,1	23,3	65,7	53,2
24	638	11,0	345	67,5
25	29,7	69,4	127	83,7
26	87,7	20,5	166	117
27	66,7	21,1	57,5	98,0
28	55,5	14,9	121	60,3
29	86,6	410	53,7	40,6
30	67,4	311		33,7
31	50,2	46,2		34,8
Q moyen.	87,4	105	170	64,6

D A B A R A
Débits moyens journaliers m³/s
1958 - 1959

Jours	Décembre 58	Janvier 59	Février 59	Mars 59
1	48,3	25,6	17,2	33,0
2	40,6	24,8	15,6	163
3	65,8	22,3	14,8	129
4	53,2	18,8	15,2	125
5	56,1	18,5	16,0	62,8
6	319	30,0	15,2	52,8
7	370	240	16,0	36,2
8	112	223	33,0	24,2
9	463	363	20,1	20,1
10	339	157	17,1	73,7
11	301	200	20,0	64,0
12	106	257	142	33,1
13	80,0	107	62,5	23,0
14	72,4	74,4	30,8	19,3
15	193	208	19,6	17,8
16	425	62,2	18,0	16,4
17	192	32,2	27,4	16,0
18	99,0	25,2	18,8	16,0
19	80,5	22,0	17,6	16,0
20	520	19,6	17,6	16,5
21	132	17,6	17,6	27,1
22	59,2	16,8	27,1	17,6
23	55,0	16,4	93,0	16,8
24	697	15,6	50,2	16,0
25	247	15,6	398	17,5
26	93,6	93,1	93,3	17,6
27	74,1	389	740	17,6
28	83,7	101	74,7	16,8
29	74,8	49,6		16,4
30	60,3	23,3		16,4
31	34,6	17,7		16,0
Q moyen.	179	93,1	73,2	37,2

D A B A R A
Débits moyens journaliers m³/s
1956 - 1957

Jours	Décembre 56	Janvier 57	Février 57	Mars 57
1	51,4	64,0	289	40,4
2	49,6	162	443	230
3	49,6	200	75,1	54,2
4	49,6	237	1170	69,1
5	337	177	63,6	235
6	223	86,8	42,3	137
7	86,5	178	65,5	73,9
8	55,5	96,4	47,7	44,9
9	41,2	157	29	36,3
10	35,5	186	83,7	128
11	34,1	106	108	253
12	35,2	102	110	136
13	33,0	298	46,4	84,0
14	30,4	473	38,0	1470
15	29,3	212	113	206
16	29,3	68,2	85,0	39,8
17	28,2	46,8	43,1	30,0
18	26,0	39,6	31,4	30,4
19	27,9	36,4	31,0	31,6
20	244	33,8	52,5	30,2
21	114	151	36,4	47,3
22	317	118	54,5	35,4
23	172	49,3	175	26,8
24	58,8	37,2	163	31,3
25	56,6	31,2	64,9	29,8
26	44,0	30,0	54,2	27,5
27	182	35,4	47,2	29,0
28	182	29,6	38,4	28,4
29	70,9	27,8		35,6
30	141	27,4		29,8
31	53,7	137		42,8
Q moyen.	93,2	117	132	120

D A B A R A

Débits moyens journaliers m3/s

1952 - 1953

Jours	Décembre 52	Janvier 53	Février 53	Mars 53
1	66,6	15,4	139	34,5
2	133	61,9	39,7	180
3	64,3	15,3	39,3	35,3
4	26,0	12,8	48,2	22,0
5	17,6	49,0	93,0	42,3
6	16,4	24,3	231	171
7	15,2	27,6	73,2	137
8	14,0	21,7	163	202
9	13,7	93,7	70,3	183
10	164	20,8	67,4	402
11	55,7	12,5	92,9	28,7
12	90,2	147	185	68,6
13	28,9	535	40,1	26,0
14	18,0	289	307	18,8
15	13,7	182	37,1	19,0
16	13,1	710	21,0	33,6
17	179	377	501	224
18	427	44,2	48,2	82,4
19	105	21,2	21,2	22,0
20	41,8	48,8	18,8	16,2
21	458	256	22,0	16,0
22	62,5	41,4	20,4	113
23	15,2	17,2	25,7	56,6
24	11,9	12,8	80,3	20,7
25	11,6	11,6	25,6	15,3
26	11,3	171	39,0	16,4
27	11,0	93,5	90,2	93,3
28	11,0	23,1	179	33,5
29	13,1	351		25,1
30	11,3	303		41,5
31	15,4	26,4		23,3
Q moyen.	68,9	129	97,1	77,5

D A B A R A
Débits moyens journaliers m³/s
1951 - 1952

Jours	Décembre 51	Janvier 52	Février 52	Mars 52
1	-	170	81,0	133
2	-	118	104	25,9
3	-	35,6	35,4	22,2
4	-	32,8	23,4	23,1
5	-	29,9	23,1	22,5
6	-	28,0	31,0	166
7	-	2210	98,8	34,4
8	-	572	26,1	14,8
9	-	27,7	28,0	152
10	-	24,0	23,1	120
11	-	51,7	23,4	37,0
12	-	23,1	23,4	24,2
13	-	22,5	123	225
14	-	22,2	461	60,3
15	-	21,9	32,6	29,3
16	-	106	24,0	437
17	-	24,4	23,7	161
18	-	32,1	24,0	86,2
19	-	25,2	132	38,8
20	-	39,6	138	31,5
21	-	26,4	32,0	52,3
22	-	68,9	27,6	26,0
23	-	50,2	27,2	17,2
24	-	32,3	26,8	14,8
25	-	166	26,4	13,4
26	-	384	26,0	168
27	-	31,5	120	29,7
28	-	27,2	347	32,1
29	-	22,2	29,2	30,9
30	-	36,3		22,8
31	-	82,1		136
Q moyen.	-	141	67,6	76,0