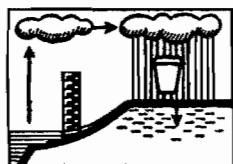


REPUBLIQUE DU NIGER
MINISTERE
DU DEVELOPPEMENT RURAL
SERVICE DU GENIE RURAL

LE GOULBI DE MARADI

Etude Hydrologique

Campagne 1977



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

MISSION DE L'ORSTOM AU NIGER

SCET INTERNATIONAL

M. HOEPPFNER

G. DELFIEU



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

EN TECHNIQUE OUTRE-MER

SCET -- INTERNATIONAL

MISSION AU NIGER

ETUDE HYDROLOGIQUE

DU

GOULBI DE MARADI

PAR

M. HOEFFNER

ET

G. DELFLEU

HYDROLOGUES DE L'ORSTOM

--:--:--

JUIN 1978

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	P	1
2	Cadre géographique	P	3
3	Equipement	P	4
	3.1 Hydrométrie		
	3.2 Pluviométrie		
4	Observations et mesures en 1977	P	10
	4.1 Pluies		
	4.2 Hauteurs d'eau		
	4.3 Mesures de débit		
	4.4 Mesures de transport solide en suspension		
5	Analyse et interprétation	P	18
	5.1 Les crues		
	5.2 Les modules		
	5.3 Les débits solides		
	5.4 Les pluies		
6	Conclusion	P	30

Chapitre 1

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

La SCET-International a confié à l'ORSTOM l'étude hydrologique du GOULBI de MARADI dans le cadre du projet d'aménagement de la vallée financé par la Banque Mondiale. Cette étude a pour objet :

- la détermination des débits liquides et des transports solides en suspension durant la saison des pluies de 1977.
 - à NIELLOUA et MADAROUNFA-PONT sur le GOULBI de MARADI.
 - à BARGAYA sur le GOULBI de GABI.
- l'estimation des crues de fréquence décennale et centenaire aux sites définis plus haut,
- l'analyse et l'interprétation des données obtenues précédemment.

A cet effet, M. HOEPPFNER, ingénieur hydrologue de l'ORSTOM, et G. DELFLEU, technicien hydrologue de l'ORSTOM, ont entrepris une première mission sur le GOULBI de MARADI du 8 au 12 Mars 1977 pour définir le programme de mesures sur le terrain.

G. DELFLEU a supervisé les opérations à partir de MARADI en effectuant de nombreuses tournées de contrôles et de mesures aux 3 stations de NIELLOUA, MADAROUNFA-PONT et BARGAYA.

P. GNAHOUIS, aide-technique hydrologue, a été affecté à NIELLOUA pendant cette saison des pluies.

M. HOEPPFNER a rédigé ce rapport avec l'aide de R. ABDALLAH pour la partie pluviométrique et R. GATHELIER pour l'analyse des transports solides. Le Bureau Central Hydrologique de l'ORSTOM a procédé au traitement mécanographique des données pour la réactualisation des débits moyens obtenus jusqu'en 1977 sur la vallée du GOULBI de MARADI.

Le principal intérêt de cette étude, comme nous le verrons plus loin, sera de préciser, de modifier ou de confirmer les courbes d'étalonnages des stations pour obtenir une meilleure détermination des données de fréquence rare, en particulier pour les débits maximums annuels.

Cette étude permet d'autre part d'évaluer l'importance des transports solides en suspension aux 3 stations de base.

Enfin, ce rapport nous permet surtout de faire le point sur les données hydroclimatologiques existantes dans cette région.

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

CHAPITRE 2

CADRE GEOGRAPHIQUE

Le GOULBI DE MARADI prend naissance à une altitude voisine de 650 m au NIGERIA, à 75 km environ dans l'ouest-nord-ouest de KANO.

A NIELLOUA, première station d'observation en territoire Nigérien, les sols des 3950 km² du bassin versant supérieur sont dérivés des roches éruptives et métamorphiques calco-alcalines de l'antécambrien. Le réseau hydrographique est orienté vers le nord-ouest; à la frontière la pente est d'environ 0,09 %.

Après NIELLOUA, le GOULBI abandonne le socle et construit son lit sur des terrains sédimentaires : grès bariolés du Continental Hamadien recouverts d'alluvions anciennes et caillouteuses et d'alluvions plus récentes argilo-sableuses. Le GOULBI prend une direction plus proche du nord alors que le réseau devient moins dense, qu'apparaissent les méandres (pente : 0,05 % au niveau du Pont de MADAROUNFA) et les zones de débordements. C'est juste en aval de MADAROUNFA, rive gauche, qu'il reçoit les apports de son principal affluent, drainant 720 km² environ, le GOULBI de GABI, par l'intermédiaire du lac naturel de MADAROUNFA (100 à 700 ha). Ce dernier s'est créé à l'ancien confluent des deux rivières, derrière les alluvions du bourrelet de berge du GOULBI de MARADI. Celui-ci est relié au lac par une dépression, le Canal de MADAROUNFA. Le GOULBI alimente le lac par ce canal en début d'hivernage, ainsi que par le large débordement au cours des plus fortes crues. En fin de saison des pluies, le canal écoule le trop plein du lac.

Après MARADI, le lit majeur boisé du GOULBI, large d'un km, se dirige vers l'ouest. La station de GUIDAN-ROUMDJI est située à 45 km en aval de MARADI, elle contrôle les écoulements d'un bassin versant dont la superficie est de 8740 km². A 80 km de MARADI, il pénètre de nouveau au NIGERIA, où ses eaux rejoignent celles de la RIMA-SOKOTO, affluent de rive gauche du NIGER.

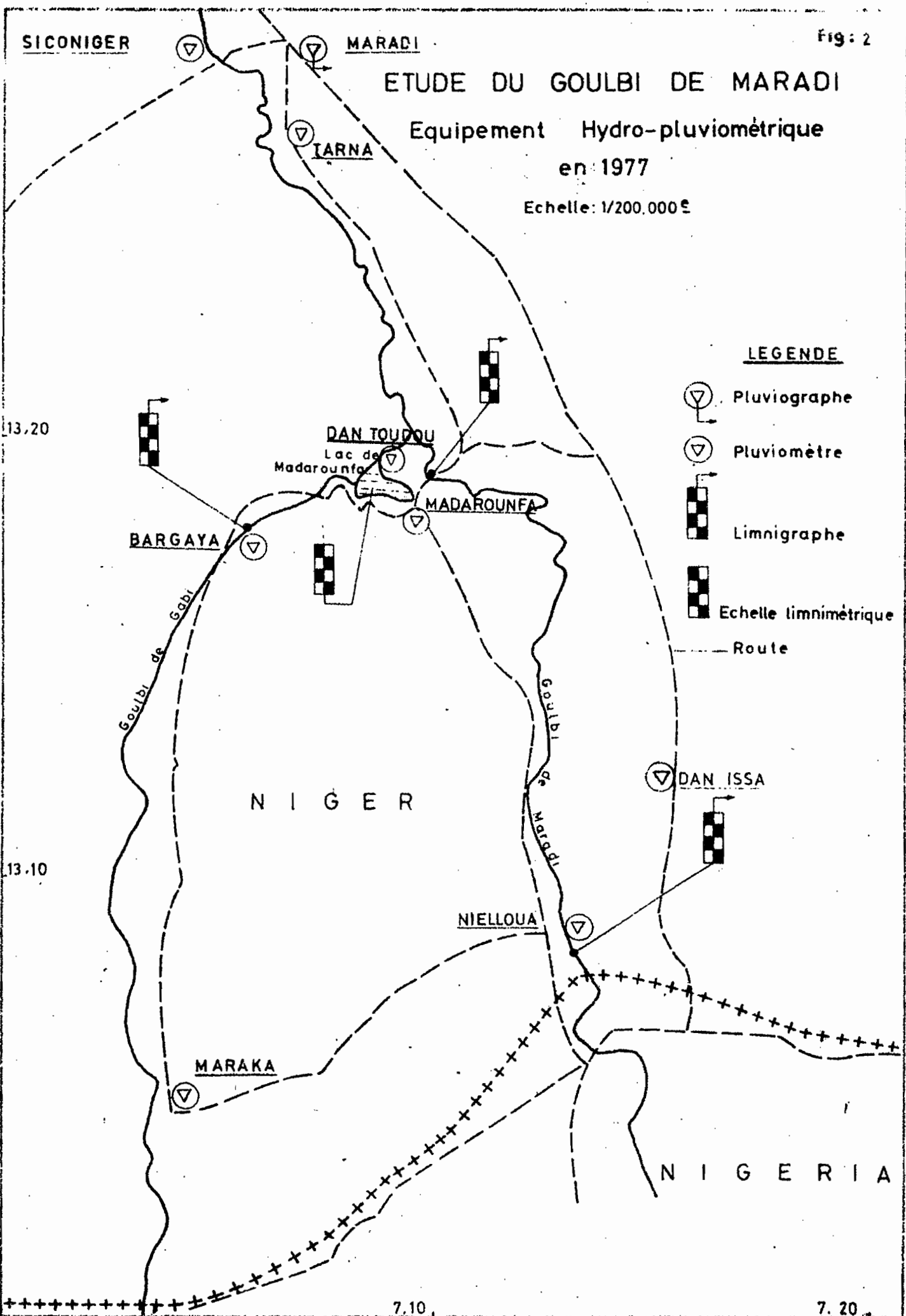
La région est soumise à l'alternance d'une saison sèche d'abord fraîche (novembre-février), puis chaude (mars-mai) et d'une saison humide (juin-octobre). Le bassin est limité au nord et au sud par les isohyètes 500 et 860 mm. L'écoulement a lieu de juin à octobre d'abord intermittent, puis généralement continu. Le régime du GOULBI de MARADI, dans la portion Nigérienne de son cours, est du type tropical à tendance sahélienne bien marquée.

■■■■■■■■■■





ETUDE DU GOULBI DE MARADI

Equipement Hydro-pluviométrique en 1977

Echelle: 1/200.000 E



LEGENDE

-  Pluviographe
-  Pluviometre
-  Limnigraphe
-  Echelle limnimetrique

Route

CHAPITRE 3

Equipement

3.1 Hydrométrie

La Subdivision d'Etude des Vallées Sèches du NIGER, puis l'ORSTOM pour le compte du Génie Rural depuis 1961, dans le cadre de l'exploitation du Réseau Hydrologique du NIGER, ont procédé à l'implantation, aux relevés et aux mesures aux stations hydrométriques suivantes (voir figures 1 et 2) :

- sur le GOULBI de MARADI
 - . à NIELLOUA
 - . à MADAROUNFA-PONT, à 26 km en aval de NIELLOUA
 - . à TARNA
 - . à GUIDAN-ROUNDJI
 - . à SOULOULOU
- sur le GOULBI de GABI
 - . à BARGAYA
- sur le lac de MADAROUNFA, à 6 km en aval de BARGAYA
- sur le canal de MADAROUNFA, entre le lac et le GOULBI de MARADI.

3.1.1 Station de NIELLOUA

3.1.1.1 Situation

- les coordonnées de cette station sont :

07° 13' E - 13° 09' N

- la superficie du bassin qu'elle contrôle serait de 3950 km², d'après la carte au 1.000.000^e de l'OACI (figure 1)
- altitude de la station : 378 m environ

La station de NIELLOUA se trouve à 1 km en aval de la frontière avec le NIGERIA.

3.1.1.2 Equipement

3.1.1.2.1 les éléments d'échelles sont composés :

- d'un élément gradué de 0 à 100 cm situé en rive droite, calé à la cote 378,30 m (nivellement SOGETEC)
- de 5 éléments gradués de 1 à 600 cm en rive gauche, jusqu'en juin 1972.

Le zéro de ces échelles est situé jusqu'à cette date à la cote 378,68 m, donc 38 cm plus haut que le zéro de l'échelle inférieure.

- de 6 éléments d'échelle de 0 à 600 cm en rive gauche à partir de juin 1972, dont le zéro est celui de l'élément de rive droite.

3.1.1.2.2

Un limnigraphe de marque OIT est installé en juin 1971, en rive droite.

C'est un appareil de type XX avec une réduction de 1/10 et une vitesse de défilement de 5mm/h.

3.1.1.2.3

Un transporteur aérien d'une portée de 120 m a été installé en juillet 1977 en travers de la station (voir figure 3)

Un treuil double NEYRPIC a été mis en place en rive gauche.

3.1.2 Station de MADAROUNFA-PONT

3.1.2.1 Situation

- les coordonnées de la station sont :

07° 10' E - 13° 19' N

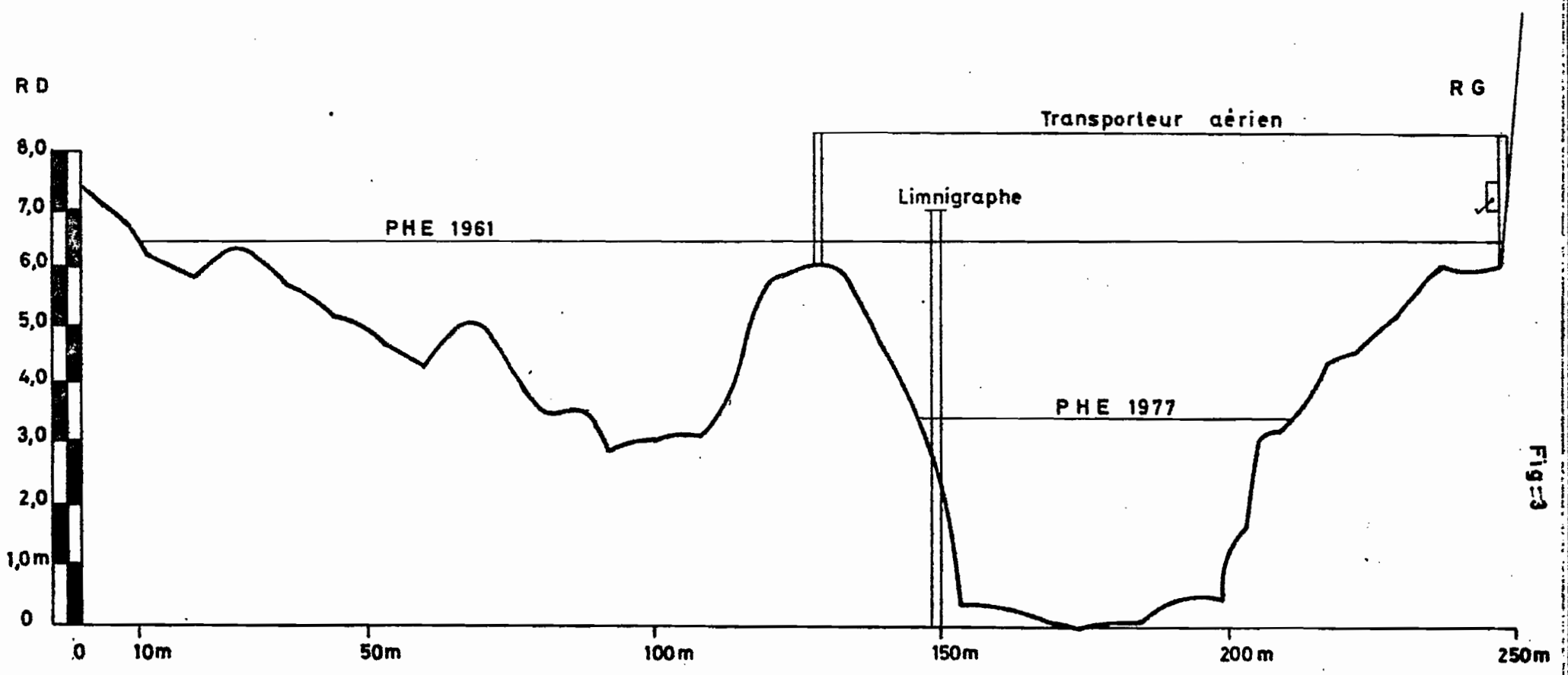
- La station est située à 26 km en aval de la station de NIELLOUA, au niveau du franchissement du Goulbi de MARADI par la route de MARADI à MADAROUNFA.
- la superficie du bassin contrôlé par cette station est de 4840 km²
- son altitude est de 355 m environ.

Office de la Recherche Scientifique et Technique
M
N

ETUDE DU GOULBI DE MARADI

Station de Nielloua

Profil en Travers



3.1.2.2 Equipement

3.1.2.2.1 Echelles

- La première échelle a été installée en mai 1956. Son zéro se trouvait à l'altitude 355,20 m.
- Une seconde échelle a été installée en 1965, à la suite de l'allongement du pont, avec la même altitude.
- Cette échelle a été descendue de 1 m en Juillet 1972, pour tenir compte du creusement du lit mineur.

Un nivellement effectué en Décembre 1972 par rapport à la borne SOGITEC n° 82 cotée 356,40 m, située près de l'échelle de débordement de rive gauche, place le zéro de l'échelle 1972 à 354,31 m au lieu de 354,20 m. Cette différence serait due à une variation de niveau de la borne ORSTOM.

- Le zéro de l'échelle de débordement de rive gauche, composée d'un élément de 0 à 1 m, est calé à l'altitude 356,11 m, mesure effectuée à partir de la borne SOGITEC n° 82. Cette échelle est située à 720 m du pont, vers MADAROUNFA.
- L'échelle de 0 à 1 m du débordement de rive droite est située à 750 m du pont, vers MARADI. Son zéro est à l'altitude 356,80 m.

3.1.2.2.2

Un limnigraphe OTT type X a fonctionné depuis le début de la saison des pluies de 1961, avec une réduction de 1/10^e et une vitesse de défilement de 1 ou 2 mm/h, sur une des piles du pont.

3.1.3. Station de TARNA

Cette station a été mise en place en mai 1962, au niveau de la station agricole de TARNA, à 18 km en aval de MADAROUNFA-PONT, en rive droite.

L'altitude de son zéro est de 341,70 m.

Fig: 4

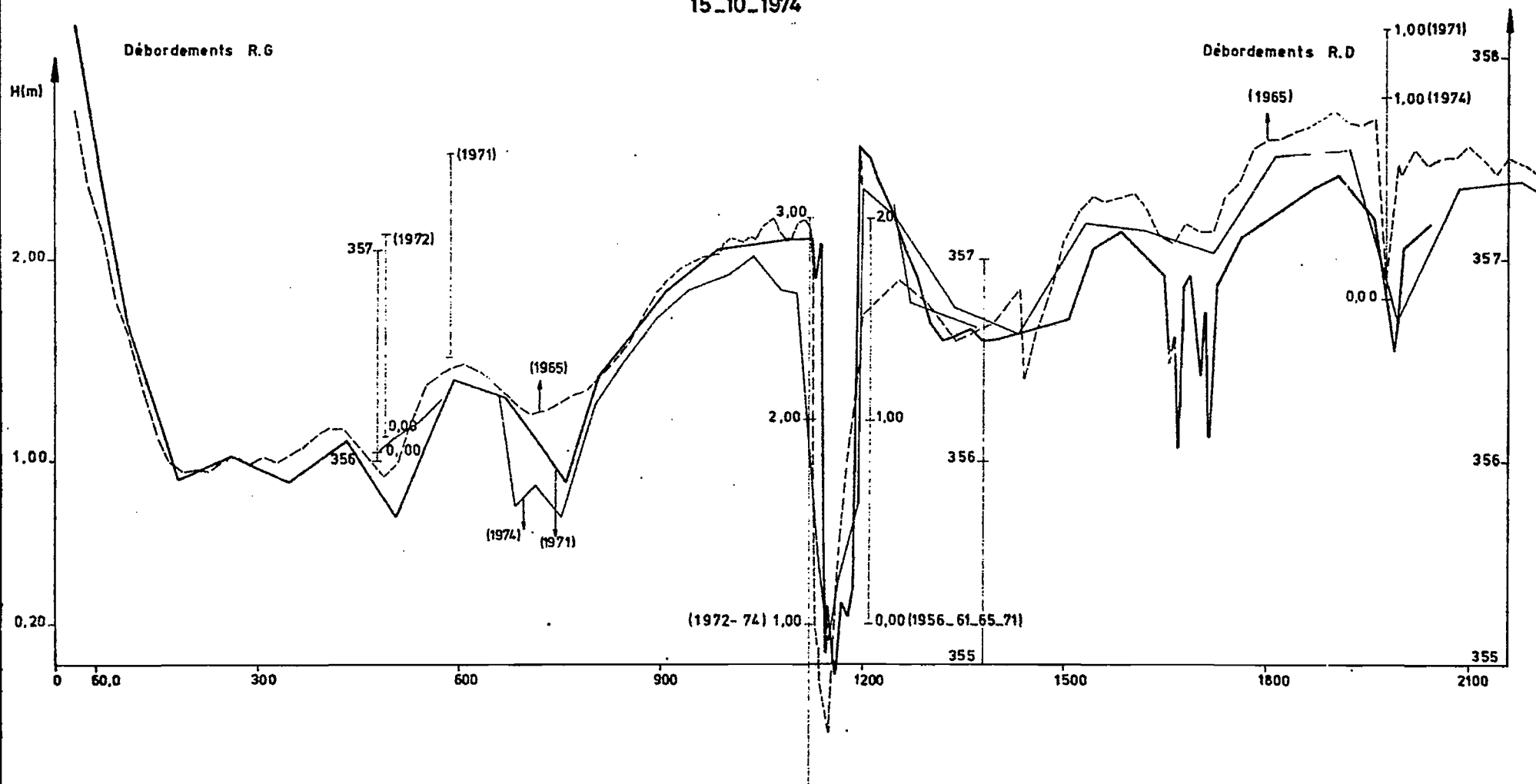
ETUDE DU GOULBI DE MARADI

PROFIL EN TRAVERS à MADAROUNFA-PONT

10_4_1965

15_10_1971

15_10_1974



3.1.4 Station de GUIDAN-ROUNDJI

3.1.4.1 Situation

Elle se trouve à 70 km en aval de MADAROUNFA-PONT.

Ses coordonnées sont :

06° 46' E - 13° 40' N

La superficie de son bassin versant est de 8740 km².

3.1.4.2 Equipement

4 éléments d'échelle de 0 à 4 m ont été installés en 1956, en rive droite.

Le zéro de cette échelle est à l'altitude 312,75 m.

3.1.5 Station de SOULOLOU

Cette station fut mise en place en mai 1962 et à 30 km en aval de GUIDAN-ROUNDJI, avant que le Goulbi ne rentre au NIGERIA.

Deux éléments d'échelle avaient été implantés dans le lit mineur, et un élément de 1 m en rive gauche, en 1963.

3.1.6 Station de BARGAYA

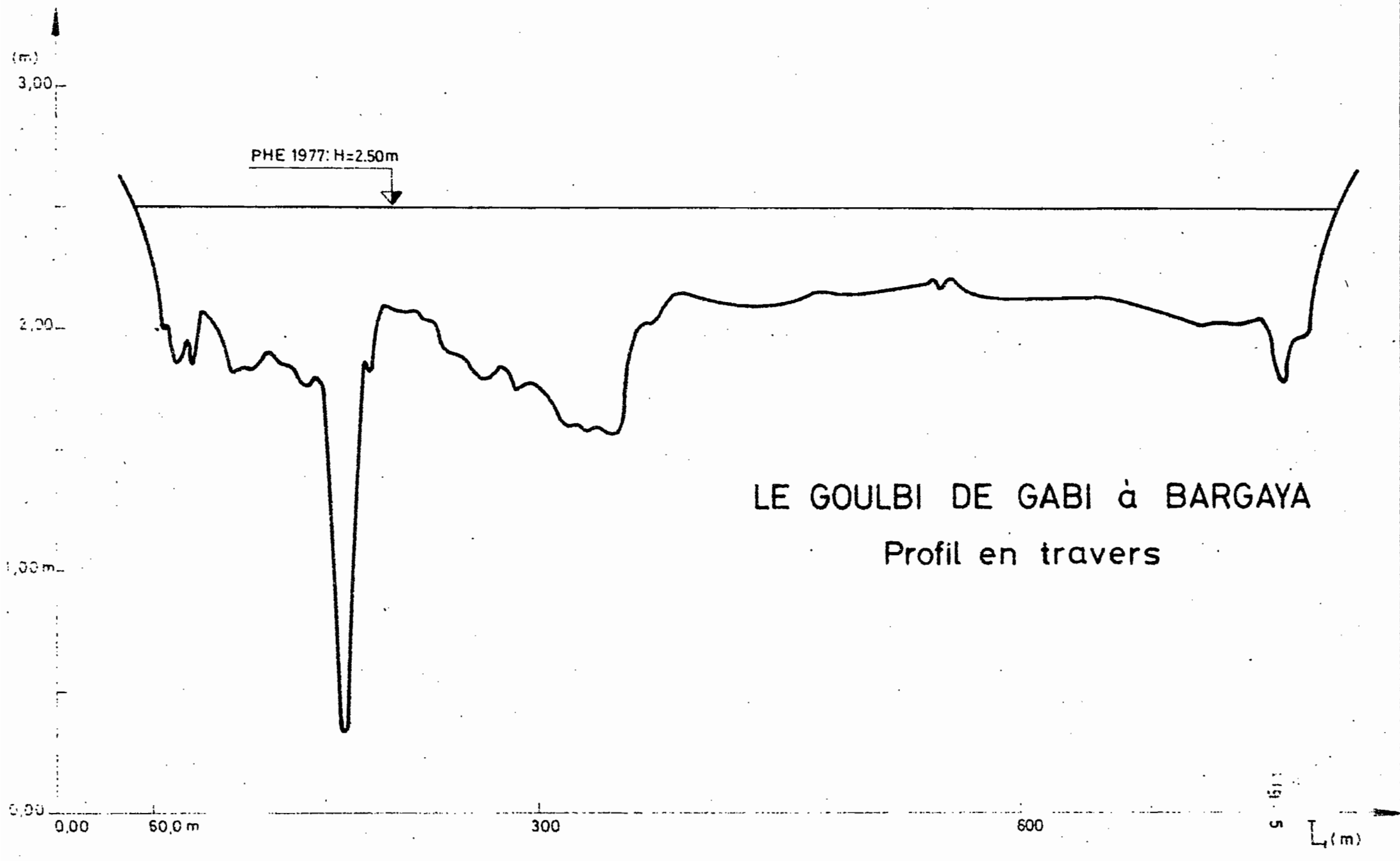
3.1.6.1 Situation

Cette station se trouve à 6 km en amont de l'embouchure du Goulbi de GABI dans le lac de MADAROUNFA.

Ses coordonnées sont :

07° 05' E - 13° 17' N

Le bassin versant qu'elle contrôle est de 720 km².



3.1.6.2 Equipement

La station est équipée :

- de 3 éléments d'échelle de 0 à 3 m, situés en rive gauche dans le lit mineur.

Le zéro de l'échelle est à l'altitude de 357,46 m.

- d'un limnigraphe OTT type X, de réduction 1/10°. Sa vitesse de déroulement est de 1 ou 2 mm/h.

3.1.7 Station de MADAROUNFA-LAC

3.1.7.1 Situation

Elle est située sur la berge du lac, à l'ouest de la piste qui va de MADAROUNFA à BARGAYA.

Ses coordonnées sont :

7° 09' E - 13° 18' N

3.1.7.2 Equipement

Le zéro des 5 éléments de 1 m, implantés en 1956, est calé à l'altitude 352,60 m, rattaché à celle du repère RN 14, coté 356,09 m.

Un limnigraphe OTT X a été installé près des échelles, pendant l'année 1972.

3.1.8 Station de MADAROUNFA - Canal (exutoire du lac).

Coordonnées : 07°09' E - 13° 20' N

Altitude : 354 m environ.

Le canal de MADAROUNFA relie le lac au GOULBI de MARADI.

Proche du village de DAN TOUDOU, la station est implantée au droit de la borne SOGETEC B14, à quelque 120 m du point I en direction du lac; ce point est défini comme jonction de la digue de fermeture de la réserve et de la digue de retenue du bassin d'amortissement (dossier SOGETHA - pièce B3 - 1).

L'altitude du zéro de l'échelle, mesurée par rapport à la borne SOGETEC B 14 cotée 355,90 m, est de 354,06 m.

3.2 Pluviométrie

3.2.1. La partie nigérienne du Goulbi de MARADI est équipée de :

3.2.1.1 - Huit postes pluviométriques en dehors de l'agglomération de MARADI.

Il s'agit de :

- MARAKA (7° 04'E - 13° 05' N)
- BARGAYA (7° 06'E - 13° 17' N)
- NIELLOUA (7° 13'E - 13° 09' N)
- DAN-ISSA (7° 15'E - 13° 12' N)
- MADAROUNFA-Village (7° 10'E - 13° 18' N)
- MADAROUNFA-Gendarmerie (7° 10'E - 13° 18' N)
- DAN TOUDOU (7° 09'E - 13° 20' N)
- GUIDAN-ROUNDJI (6° 46'E - 13° 40' N)

Les implantations de ces appareils sont données sur la figure n° 2.

3.2.1.2 Dans la région de MARADI, nous avons 4 postes principaux :

- celui de la Météorologie Nationale, à l'aérodrome, avec un pluviographe à cotation journalière (7° 05' E - 13° 28' N)
- celui de la SICONIGER
- celui de la station agronomique de TARNA
- celui de la gendarmerie

Tous ces appareils ont des bagues de réception de 400 cm²

3.2.2 Deux postes pluviométriques fonctionnent au NIGERIA :

- à KANO (8° 32' E - 12° 02' N)
- à KATSINA (7° 37' E - 13° 00' N)

CHAPITRE 4

OBSERVATIONS ET MESURES

4.1 Pluviométrie

Les périodes d'observation et les valeurs annuelles des pluies aux différents postes de la vallée sont données sur le tableau 1. Les pluies journalières relevées en 1977 à ces postes pluviométriques sont fournies dans les tableaux 2 à 6.

Nous pouvons remarquer, dès à présent, que les pluviométries annuelles de 1977 sont proches de la médiane, en particulier à MARADI où la hauteur totale cette année a été de 608 mm à l'aéroport pour une moyenne interannuelle de 594 mm.

De plus, les valeurs annuelles aux différents postes sont proches les unes des autres et se situent toutes entre 438,7 mm à DAN ISSA et 584,8 mm à MARAKA.

Quant aux pluies journalières, elles ont été exceptionnelles sur toute la région; les 18 et 22 Juillet, ainsi que le 2 Août et durant la période du 8 au 13 Août.

En effet,

pour le 18/7, nous avons :

- 98,2 mm à BARGAYA
- 76,4 mm à DAN TOUDOU
- 63,2 mm à MADAROUNFA-VILLE
- 110,0 mm à la SICONIGER
- 75,1 mm à MARADI-AERO

pour le 22/7 :

- 54,0 mm à NIELLOUA
- 94,4 mm à DAN TOUDOU
- 54,3 mm à MARAKA
- 68,8 mm à MARADI-AERO

pour le 2/8 :

- 105 mm à MADAROUNFA-Gendarmerie
- 124,8 mm à BARGAYA
- 103,9 mm à DAN TOUDOU
- 125,5 mm à MADAROUNFA-Ville
- 83,2 mm à MARAKA

Pour la période du 8 au 13/8 :

- 121,2 mm à GUIDA N-ROUNDJI
- 130,5 mm à DAN TOUDOU
- 116,2 mm à MADAROUNFA-Ville
- 143,00 mm à DAN ISSA

Les hauteurs de pluies journalières sont à rapprocher des valeurs obtenues à partir de l'analyse statistique des pluies de 24 h de MARADI. L'ajustement statistique à une loi de PEARSON III nous donne les hauteurs de fréquence donnée suivantes :

F	0,50	0,10	0,01
P (mm)	51,4	86,6	129,3

Mais ces hauteurs paraissent bien faibles pour une région dont la pluviométrie moyenne est de 600 mm environ.

De fait, l'historique du site de la station météorologique de MARADI est assez mouvementé pour que l'on soit conduit à majorer nettement la valeur décennale.

Les valeurs relevées durant les journées citées plus haut ont un caractère d'autant plus exceptionnel que les averses ont été relativement homogènes sur les superficies de plus de 1000 km².

4.2 Hauteurs d'eau

Les lectures aux échelles et les enregistrements des limnigraphes aux stations du Goulbi de MARADI ont été effectués durant les périodes suivantes :

Station	Période de lecture d'échelles	Période d'enregistrement	Nb. d'années complètes
NIELLOUA	1957-1959 et 1961-1977	1971-1977	18
MADAROUNFA-PONT	1956-1958-1960 et 1961-1977	1962-1977	20
MADAROUNFA-LAC	1956-1957 et 1961-1977	1972	20
MADAROUNFA-CANAL	1962-1974	1972-1974	13
BARGAYA	1962-1977	1962-1977	14
TARNA	1961-1963	-	2
GUIDAN-ROUNDJI	1956-1957-1958 et 1961-1977	-	20
SOULOLOU	1962-1963	-	2

Les observations des années 1959 et 1967 à NIELLOUA, 1960 à MADAROUNFA, 1967 et 1970 à BARGAYA ne sont pas complètes.

Nous remarquons que les données obtenues aux stations de TARNA et de SOULOLOU ne peuvent être très utiles.

Par contre, le nombre d'années disponibles aux stations de NIELLOUA (18), MADAROUNFA-PONT (20), MADAROUNFA-LAC (20), BARGAYA (14) et GUIDAN-ROUNDJI (20) nous permettent d'obtenir des renseignements intéressants sur l'évolution interannuelle des caractéristiques principales de l'écoulement.

4.3 Mesures de débit

4.3.1 NIELLOUA

147 jaugeages ont été effectués par l'ORSTOM de 1961 à 1977 (tableau 7).

Ces nombreuses mesures ont permis de constater la remarquable stabilité de la courbe d'étalonnage donnée sur la figure 6. Par contre, les vitesses importantes de l'écoulement à cette station ne permettent pas de les mesurer avec un moulinet monté sur une embarcation pneumatique, pour des cotes supérieures à 2,50 m.

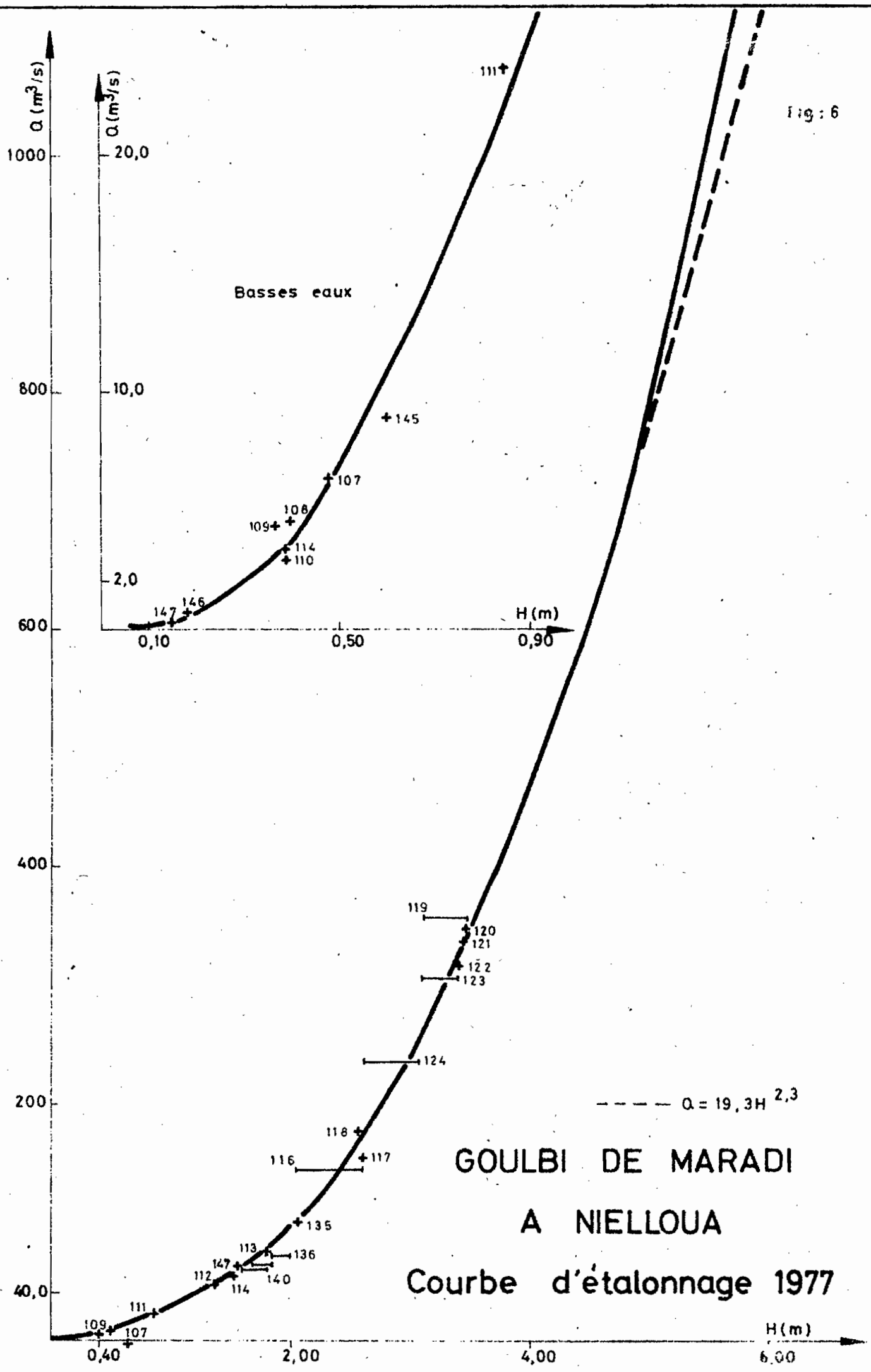
Quelques jaugeages effectués par la méthode de dilution, ainsi que des mesures de vitesse par la méthode des flotteurs n'avaient pas permis d'obtenir une traduction correcte des hauteurs de crue.

La présente étude, financée par la SCHEP International, nous a donné la possibilité de mettre en place, en 1977, un transporteur aérien, d'une portée de 120 m, équipé d'un treuil double qui nous a permis de mesurer précisément, en 1977, les débits écoulés pour des cotes inférieures ou égales à 3,50 m alors que la cote maximale a été cette année de 3,78 m.

Mais ces mesures, aussi précieuses soient-elles, ne nous permettent pas de traduire directement toutes les cotes maximales annuelles, en particulier celle de 1961 (6,76 m).

Nous avons extrapolé la courbe expérimentale obtenue jusqu'à 4,00 m en utilisant la formule algébrique $Q = 19,3 H^{2,3}$, dont elle est la représentation graphique.

Mais la section en travers obtenue sur la figure 3 nous montre que l'écoulement du Goulbi de MARADI s'effectue en 2 bras pour des cotes supérieures à 4,00 m (niveau du seuil amont pour le bras droit) alors que la courbe d'étalonnage et son extrapolation ne sont valables que pour le bras gauche, seul bras où des mesures de débit ont été effectuées.



Goulbi de Maradi
A Niellooua
Courbe d'étalonnage 1977

D'après la formule de MANNING-STRICKLER : $Q = K_s \frac{S^{5/3}}{P^{2/3}} i$ - 14 -

où

- S est la section mouillée
- P le périmètre mouillé
- i la pente hydraulique
- Ks le coefficient de rugosité de cours d'eau.

Les mesures de débit effectuées sur le bras gauche nous permettent de déterminer une valeur moyenne $K_s = 40$ pour ce bras.

La végétation dans le bras droit, qui ne coule qu'une fois tous les 3 ou 4 ans, y est assez développée, contrairement au bras gauche, (où le lit est particulièrement érodé), nous conduisent à adopter une valeur $K_s = 20$ pour celui-là.

Nous en déduisons la courbe d'étalonnage totale donnée sur la figure 6.

4.3.2 MADAROUNFA-PONT

De très nombreux jaugeages (225) ont été réalisés à cette station depuis 1961 (Tableau 8).

Ceux-ci n'ont pas été reportés en totalité sur la figure 7, afin de la rendre plus lisible.

Nous remarquons sur celle-ci que les courbes d'étalonnage ont été nombreuses et variées depuis les premiers jaugeages.

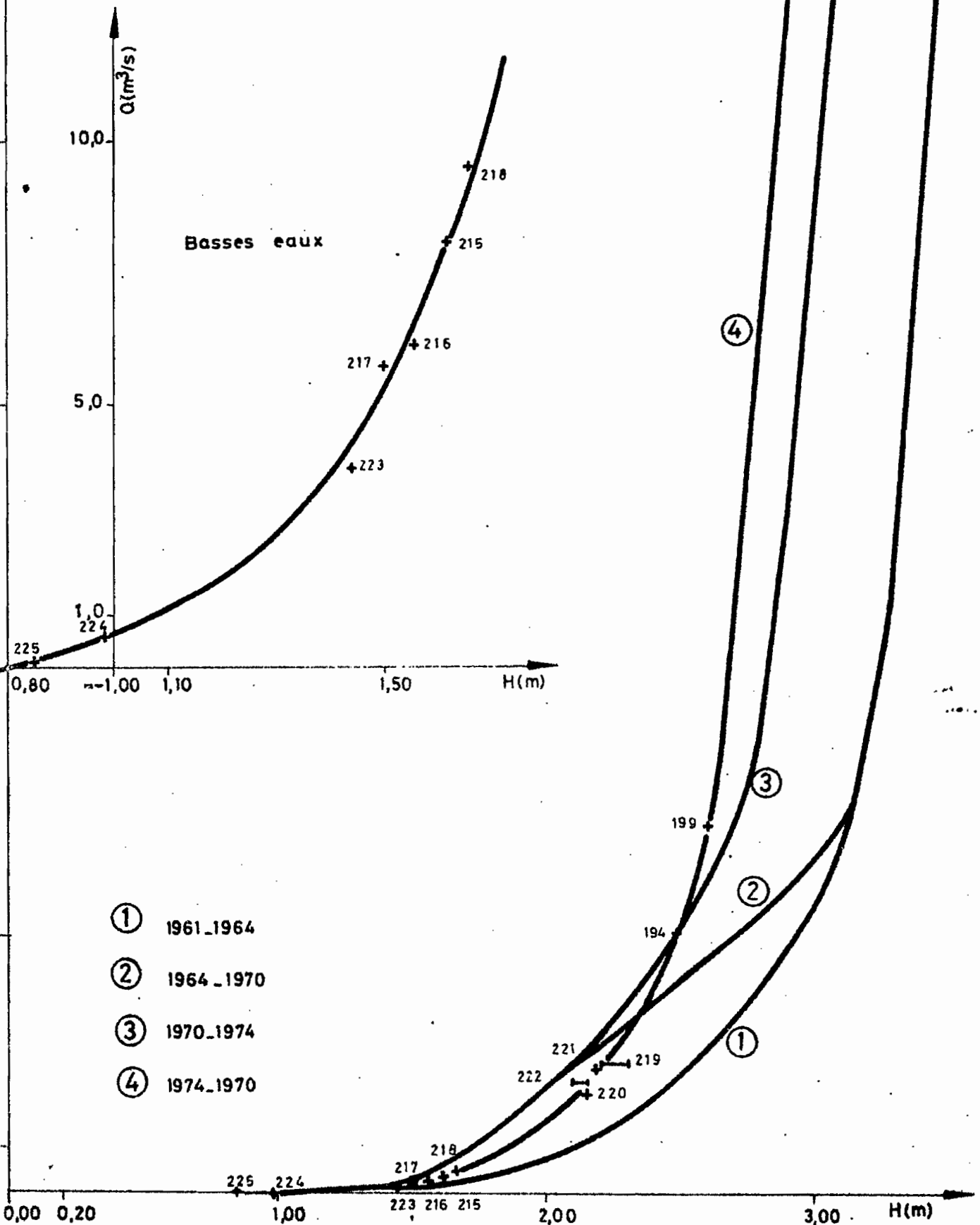
On remarque, en effet, que nous pouvons déterminer 4 étalonnages moyens pour les périodes suivantes :

- n° 1 de 1961 à 1964
- n° 2 de 1964 à 1970
- n° 3 de 1970 à 1974
- n° 4 de 1974 à 1977

LE GOULBI DE MARADI

à Madarounfa

Courbes d'étalonnage



Les changements d'étalonnage correspondent à des crues importantes.

L'évolution importante des profils en travers, exécutés en 1965, 1971 et 1974 confirme l'instabilité de cette station (figure 4). Il suffit de remarquer comme les rives du Goulbi peuvent être érodées pour confirmer cette caractéristique de la station.

La deuxième caractéristique essentielle de cette station est due aux débordements très importants du Goulbi pour des cotes à l'échelle supérieures à 2,00 m.

En effet, ceux-ci ont lieu en rive gauche comme en rive droite plusieurs fois par an.

Il va sans dire que ces écoulements ne peuvent être mesurés avec une grande précision dans la mesure où ils couvrent une largeur de plus d'un km.

Des mesures de vitesse ont été malgré tout effectuées sur ces débordements et nous permettent de tracer les courbes d'étalonnage pour toutes les hauteurs lues ou enregistrées. Mais on remarque que pour toutes les hauteurs élevées, les variations de débit sont très importantes pour de faibles écarts de hauteur (15 m³/s pour 1 cm, par exemple) et ne nous permettent pas d'obtenir une grande précision sur ces traductions de hauteur de crues.

4.3.3 BARGAYA

114 jaugeages ont été effectués à cette station depuis 1962 (figure 9 et tableau 9). Ceux-ci nous permettent de certifier la stabilité de son étalonnage.

La transformation des hauteurs en débits est très bien connue pour des cotes inférieures à 2 m.

Pour des hauteurs supérieures, nous avons (voir figure n°5) des débordements très importants en rive gauche comme en rive droite qui nous conduisent à des surfaces mouillées cinquante fois plus importantes.

Il se trouve, d'autre part, que la cote de 2,00 m est effectivement dépassée chaque année.

Les jaugeages exceptionnels réalisés, en 1973, 1974, 1975 et 1977 pour des cotes élevées nous permettent d'obtenir une bonne estimation des débits de crue, malgré l'incertitude due à la pente très forte de cette courbe pour les hautes eaux (figure 8).

4.3.4 GUIDAN-ROUNDJI

50 jaugeages ont été réalisés à cette station de 1965 à 1977 (Tableau 10 et figure 8).

Il semble que son étalonnage puisse être stable, et que la courbe obtenue à partir de ces 50 jaugeages peut être utilisée pour la période qui précède la première mesure de débit.

Nous remarquons seulement un faible détarage en 1976 pour des cotes inférieures à 1,20 m.

La cote la plus élevée pour laquelle un jaugeage a été réalisé est de 215 cm, alors que la hauteur maximale lue a été de 370 cm. L'extrapolation, donnée sur la figure 9, pour des cotes supérieures devrait être vérifiée par des jaugeages de hautes eaux.

4.4 Mesures de transport solide

Deux prélèvements ponctuels journaliers de 10 litres ont été effectués en moyenne sur chacune des 3 stations principales (150 à NIELLOUA, 208 à MADAROUNFA et 155 à BARGAYA).

Les prélèvements ont été traités à l'acide chlorhydrique pour favoriser la floculation des sédiments en suspension.

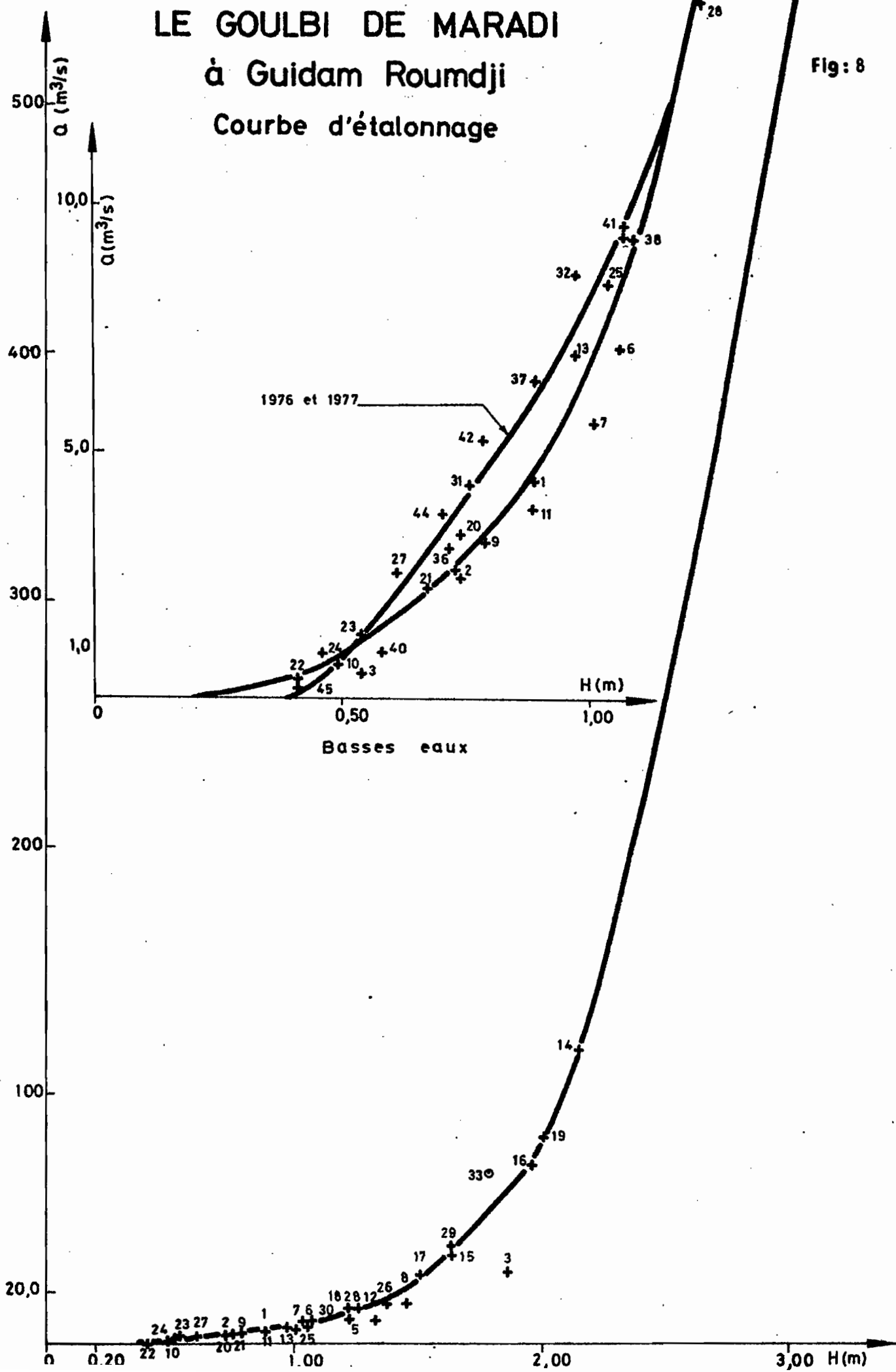
Après siphonage des 9 l supérieurs, le litre restant est passé sur un filtre, qui, passé à l'étuve pendant 48 h, nous donne par double pesée le poids de ces sédiments.

Ramené aux 10 l initiaux, ce poids nous donne la concentration du cours d'eau à l'instant du prélèvement.

Nous considérons, en effet, que les écoulements du Goulbi de MARADI comme ceux du Goulbi de GABI sont assez turbulents pour que l'on admette que la concentration du point où le prélèvement a été effectué est égale, à peu de choses près, à la concentration moyenne du cours d'eau au même instant.

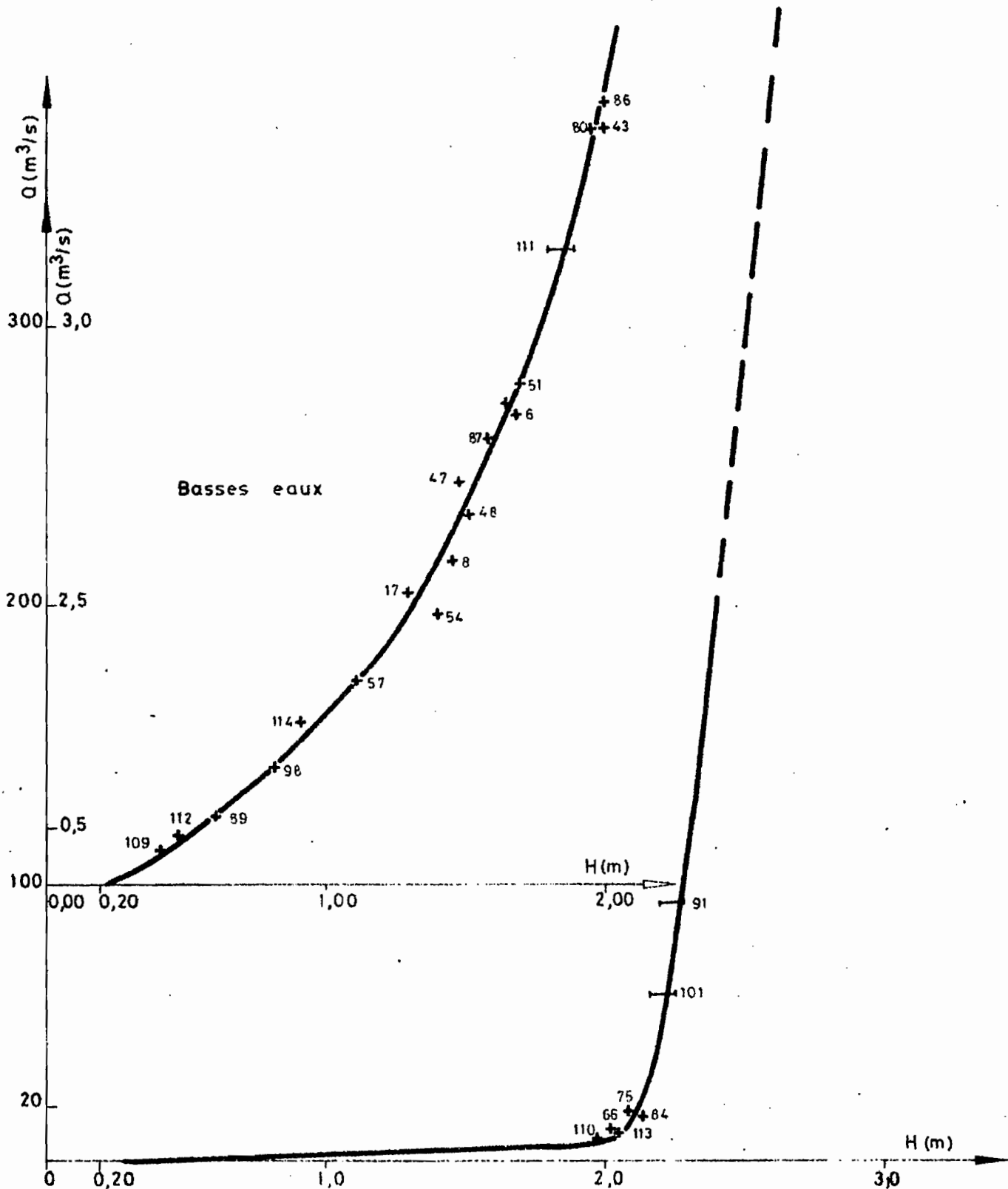
LE GOULBI DE MARADI à Guidam Roudji Courbe d'étalonnage

Fig: 8



LE GOULBI DE GABI à Bargaya

Courbe d'étalonnage 1977



Les mesures effectuées sur le GOBOUOL à DOLBEIL et le NIGER à KANDADJI ont montré que, pour des cours d'eau beaucoup plus calmes, la répartition des concentrations dans la section de travail était très homogène.

Mais il serait utile de confirmer cette hypothèse vraisemblable par des jaugeages complets de débit solide.

CHAPITRE 5

ANALYSE ET INTERPRETATION

5.1 Pluviométrie

Le poste pour lequel nous avons la plus longue période d'observation est celui de MARADI, avec 46 valeurs annuelles de 1932 à 1977.

Les paramètres de l'ajustement statistique de ces données à une loi de GAUSS sont les suivants :

- normale : 594,4 mm
- Ecart-type : 139,1 mm

Les paramètres d'ajustement suivants à une loi, de PEARSON III ont été déterminés par la méthode des moments :

- $\frac{1}{a} = 29,03$
- $k = 20,57$

Le test de χ^2 est satisfaisant pour ces deux ajustements.

Les probabilités au non-dépassement données par ces deux lois sont :

F	0,99	0,90	0,50	0,10	0,01
H (mm) PEARSON III	942	768	586	431	332
H (mm) GAUSS	918	773	594	416	271
Valeurs observées	980	736	610	367	288

Nous pouvons en conclure que la pluviométrie totale de 607,8 mm relevée en 1977 à MARADI est très proche de la normale.

Nous avons tenté, d'autre part, d'obtenir une homogénéisation des pluies annuelles sur la vallée du Goulbi de MARADI à partir des valeurs fournies dans le tableau 1.

Le tableau 11 nous donne les résultats de cet essai.

Ceux-ci nous permettent d'obtenir des moyennes interannuelles sur des périodes d'une vingtaine d'années fictives au minimum pour les stations de GUIDAN-ROUNDJI, NIELLOUA, MADAROUNFA et MARAKA.

Nous remarquons que si les pluviométries annuelles augmentent du Nord au Sud (522,1 mm à GUIDAN-ROUNDJI et 704,2 mm à MARAKA), elles semblent par contre étonnamment faibles sur NIELLOUA (568,2 mm).

L'essai de corrélation entre les pluies annuelles de MARADI et celles de KATSINA donne un coefficient de 0,33 qui ne nous donne pas la possibilité d'obtenir des informations correctes sur la pluviométrie moyenne tombée sur la partie nigériane du bassin, dont dépend la majeure partie, sinon la totalité de l'écoulement.

- d'une part par sa superficie (3630 km² sur 3950 km²) et sa pente plus forte

- d'autre part par les pluies plus importantes qui y sont recueillies (762 mm à KATSINA et 624 mm à MARADI entre 1932 et 1972)

Nous avons déjà observé que certaines pluies journalières ont été particulièrement exceptionnelles, sur la partie nigérienne du bassin, les 18/7, 22/7 et 2/8.

De plus, des pluies importantes sont tombées chaque jour, entre le 8 et le 13 Août, pour obtenir durant cette période de 6 jours un total de plus de 120 mm à la plupart des postes observés.

Cette séquence semble avoir eu des conséquences plus déterminantes sur l'écoulement que les pluies journalières élevées des 18/7, 22/7 et 2/8. En effet, les débits maximaux de 1977 ont été observés le 13 Août aux 3 stations principales.

5.2 Débits de crue

Les côtes et les débits maximaux annuels des 4 stations de :

- NIELLOUA
- MADAROUNFA-PONT
- BARGAYA
- GUIDATE-ROUMDJI

sont portés sur le tableau n° 12 avec leurs dates respectives.

Toutes les valeurs données pour la station de NIELLOUA correspondent aux côtes maximales lues par l'observateur.

En effet, ce n'est qu'à partir de 1971, avec l'installation du limni-
graphe, que nous avons la possibilité d'obtenir les hauteurs maximales
réelles.

Les données fournies pour la période allant de 1971 à 1977 corres-
pondent aussi aux côtes maximales lues par l'observateur pour obtenir
un échantillon homogène pour toute la période d'observation, avant et
après 1971.

Nous avons essayé d'établir une corrélation entre les débits maximaux
obtenus,

- à partir des hauteurs maximales lues d'une part
- à partir des hauteurs maximales enregistrées d'autre part
pour les dernières années.

Nous obtenons un coefficient de corrélation de 0,992 et une droite de
régression d'équation

$$y = 1,12 x$$

avec :

- y : débit maximum d'après l'enregistrement
- x : débit maximum d'après les lectures
(faites 3 fois par jour, à 6 h, 12 h et 18 h.)

En règle générale, les côtes maximales des enregistrements ont eu
lieu depuis 1961 entre 0h et 5h du matin.

Avec un coefficient de 0,992, nous pouvons considérer que les débits maximaux de NIELLOUA, fournis dans le tableau 12 et obtenus à partir des lectures d'échelle effectuées trois fois par jour, sont à multiplier par 1,12 pour obtenir les valeurs maximales réelles.

Par contre, les hauteurs maximales de MADAROUNFA et de BARGAYA sont obtenues à partir des enregistrements limnigraphiques.

Quant à celles de GUIDAN-ROUMDJI, les variations de niveau y sont assez lentes pour que l'on puisse considérer que les lectures effectuées deux fois par jour permettent d'obtenir les côtes maximales réelles.

Nous avons d'autre part essayé de corréler les débits maximaux de NIELLOUA avec ceux des autres stations.

Nous obtenons les résultats suivants, où :

- k est le nombre d'années communes
- r le coefficient de corrélation
- a et b les paramètres de la droite de régression
- $y = ax + b$
- n' le nombre d'années fictives

leur représentation graphique est donnée sur la figure 10

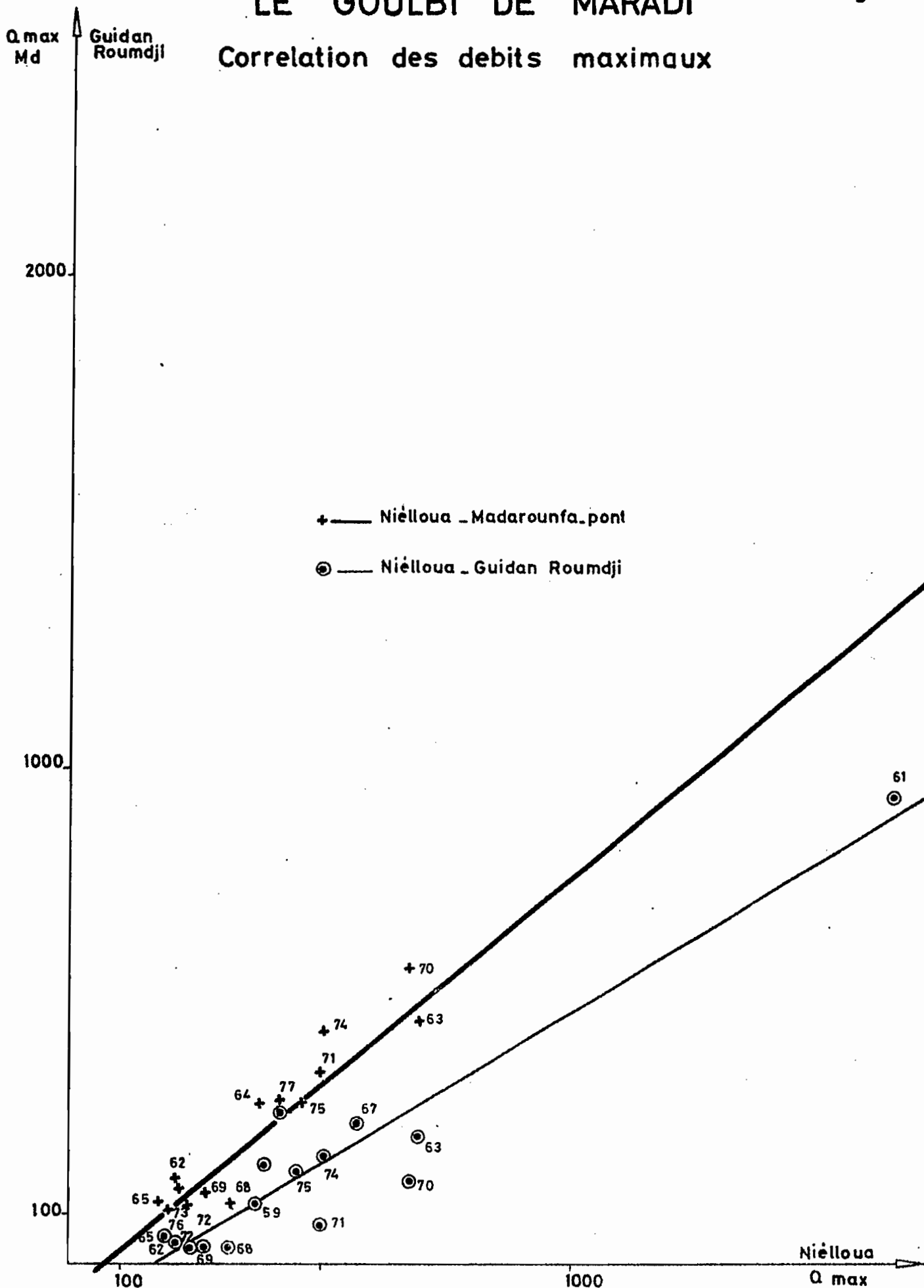
	k	r	a	b	E	n'
MADAROUNFA-PONT	15 (sans 1967)	0,950	0,880	- 50,0	0,850	18
GUIDAN-ROUMDJI	19	0,941	0,583	- 85,1	0,956	20
BARGAYA	16	0,636	0,317	13,5	0,928	17

Nous pouvons en déduire que les liaisons entre les débits maximaux de NIELLOUA d'une part, et de MADAROUNFA-PONT et GUIDAN-ROUMDJI d'autre part sont bonnes et nous permettent de donner des estimations pour les crues de 1958, 1959 et surtout de 1961 pour MADAROUNFA-PONT.

En effet, l'instabilité de cette station nous conduit à rejeter l'étalement obtenu à partir de l'année 1961 pour la période précédant 1961.

LE GOULBI DE MARADI

Correlation des debits maximaux



Quant à la corrélation entre NIELLOUA et GUIDAN-ROUMDJI, elle nous permet surtout de confirmer les valeurs de 1961, en particulier à NIELLOUA. Celle-ci correspond à la hauteur maximale de 6,60 m portée sur le profil en travers effectué par la SOGETEC à la station cette année-là.

Nous n'avons pas retrouvé à NIAMEY les documents originaux du lecteur de NIELLOUA pour 1961. Nous avons par contre un graphique où sont portées les variations de hauteurs de cette année à la station. On y relève une hauteur maximale de 6,38 m le 12 Août 1961.

Si cette hauteur a été relevée effectivement sur l'échelle de rive gauche, on obtient 6,76 m à l'échelle de rive droite prise comme référence pour toutes les données de NIELLOUA.

Nous avons finalement retenu 6,60 m, valeur moyenne entre 6,38 et 6,76 pour la crue de 1961.

Par contre la liaison entre les crues annuelles de NIELLOUA et celles de BARGAYA n'est pas très serrée et ne nous permet pas d'obtenir une valeur satisfaisante pour cette dernière station pour les années antérieures à 1962.

Nous remarquons que les valeurs obtenues en 1961 à NIELLOUA et à GUIDAN-ROUMDJI sont particulièrement fortes :

le débit maximum à NIELLOUA cette année-là (1650 m³/s) est bien supérieur à la deuxième valeur obtenue en 20 ans (696 m³/s en 1963), et celui de GUIDAN-ROUMDJI (948 m³/s) est 3 fois plus fort (292 m³/s en 1967).

Si, comme nous l'avons dit plus haut, il existe une incertitude sur la valeur exacte de la côte maximale de NIELLOUA en 1961, celle-ci se trouve quand même située dans l'intervalle 6,40 m - 6,80 m.

Et la valeur obtenue à GUIDAN-ROUMDJI (3,50 m) la confirme bien, comme le montre la représentation graphique de la corrélation linéaire entre les débits maximaux de ces deux stations donnée sur la figure 10.

Bien entendu, leurs étalonnages ne sont pas très sûrs pour ces cotes élevées, car les cotes maximales jaugées sont, respectivement, de 3,50 m et de 2,15 m.

Mais 1961 a été pratiquement la première année de gestion du réseau de l'est du NIGER et les cotes maximales obtenues dès cette année-là n'ont pu être relevées depuis, au grand désespoir des hydrologues.

Nous avons voulu ajuster les séries de débits maximaux à des lois statistiques, par traitement sur ordinateur.

Des ajustements aux lois de GAUSS, GUMBEL, GALTON, PEARSON III, GOODRICH et FRECHET ont été tentés avec les débits maximaux de NIELLOUA.

Les lois de GAUSS et GUMBEL donnent des valeurs négatives pour les fortes fréquences au dépassement. Par contre, celle de FRECHET fournit des valeurs visiblement trop élevées pour les fréquences rares.

Les lois de PEARSON III, de GALTON et de GOODRICH sembleraient mieux convenir.

Les représentations graphiques de ces lois sont données sur la figure 11 pour les débits maximaux de NIELLOUA.

Dans le tableau ci-dessous sont données les valeurs annuelles, décennales et centennales obtenues avec les 6 lois statistiques utilisées pour la station de NIELLOUA :

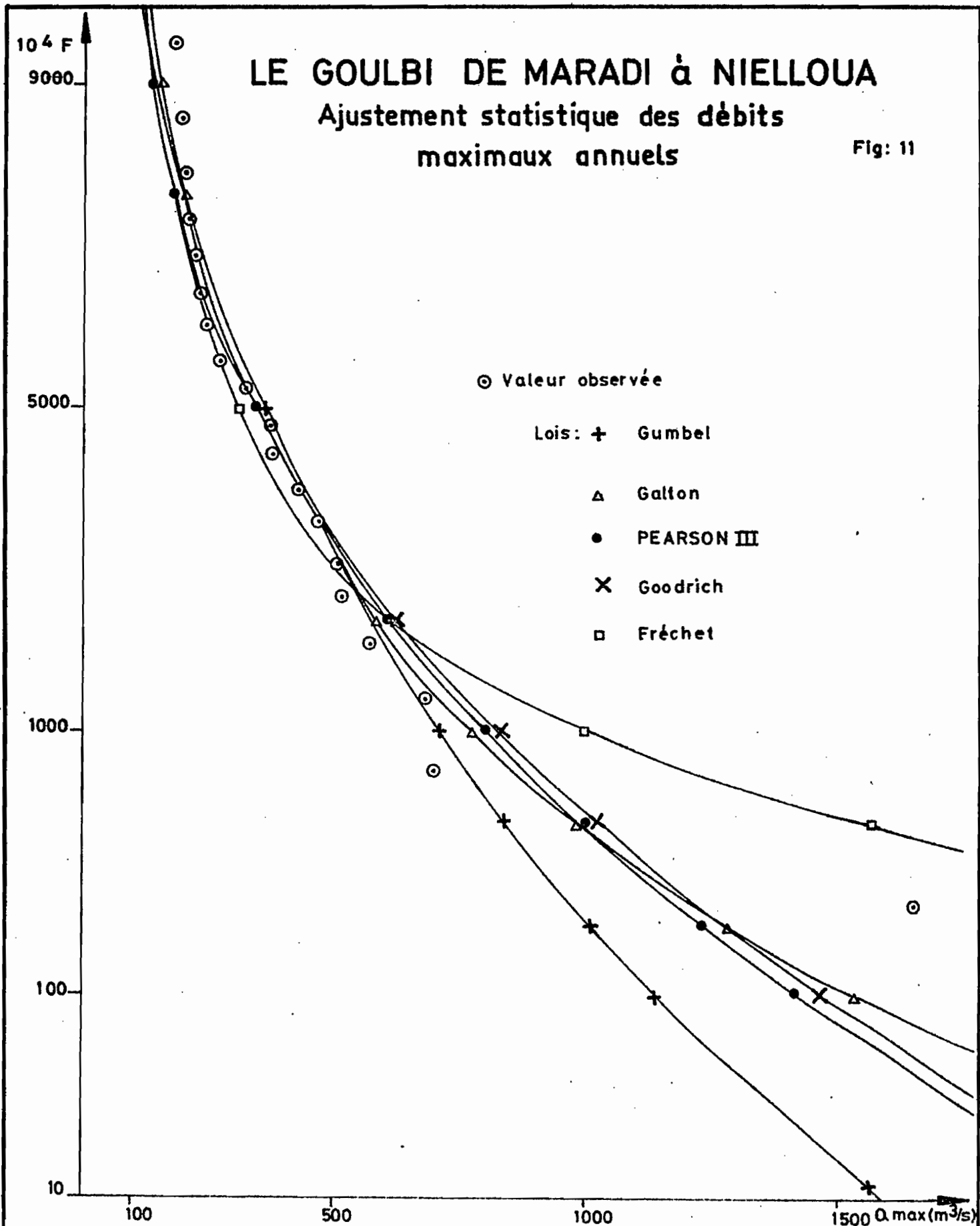
Fréquence	GAUSS	GUMBEL	GALTON	PEARSON III	GOODRICH	FRECHET
0,50	419	364	335	343	335	311
0,10	841	709	770	802	826	1000
0,01	1180	1140	1530	1410	1460	4300

LE GOULBI DE MARADI à NIELLOUA

Ajustement statistique des débits

maximaux annuels

Fig: 11



Quant aux valeurs obtenues avec la loi de PEARSON III pour les 4 stations, les voici présentées sur ce tableau :

Station	k	\bar{Q}	S_Q	C	$\frac{1}{a}$	gamma	0,50	0,10	0,01
NIELLOUA	20	419	289	0,690	240	1,45	343	803	1410
	19 (sans 1961)	355	179	0,506	94,2	3,62	324	595	903
MADAROUNFA	19	301	286	0,95	393	0,529	192	649	1430
	18 (sans 1961)	245	157	0,64	151	1,08	199	450	804
GUIDAN- ROUNDJI	20	160	208	1,30	318	0,428	77,1	404	1010
	19 (sans 1961)	119	97	0,82	83,5	1,36	92,3	247	454
BARGAYA	14	180	132	0,74	119	1,24	143	354	641
	13	152	186,5	0,57	49,3	3,09	136	268	422

Où :

- k est le nombre d'années utilisées

- \bar{Q} le débit moyen interannuel

- S_Q l'écart type

- C le coefficient de variation : $C = \frac{S_Q}{\bar{Q}}$

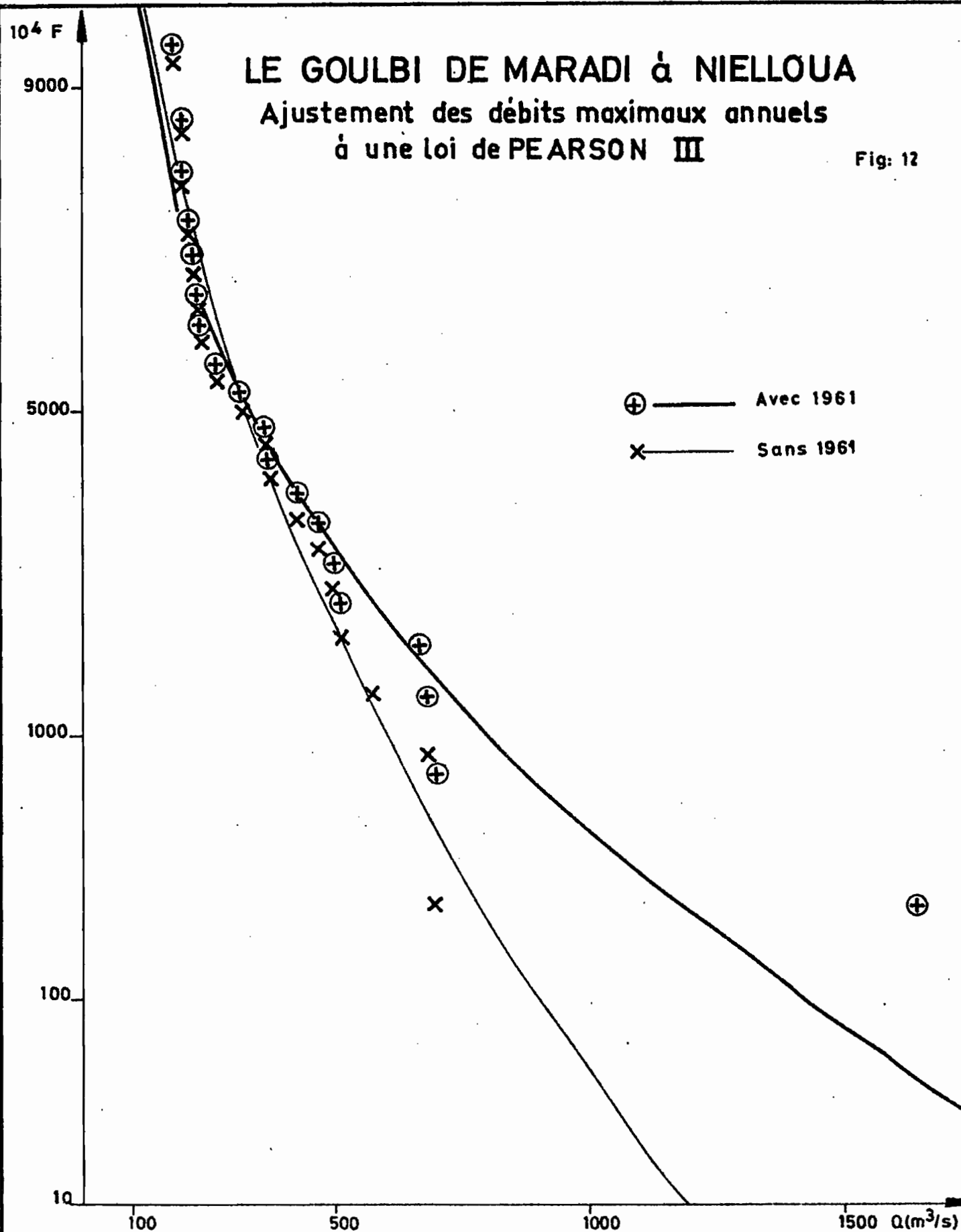
- $\frac{1}{a}$ et gamma les paramètres de la loi de PEARSON III

Les courbes d'ajustement correspondantes sont portées sur les figures 12, 13, 14 et 15.

LE GOULBI DE MARADI à NIELLOUA

Ajustement des débits maximaux annuels
à une loi de PEARSON III

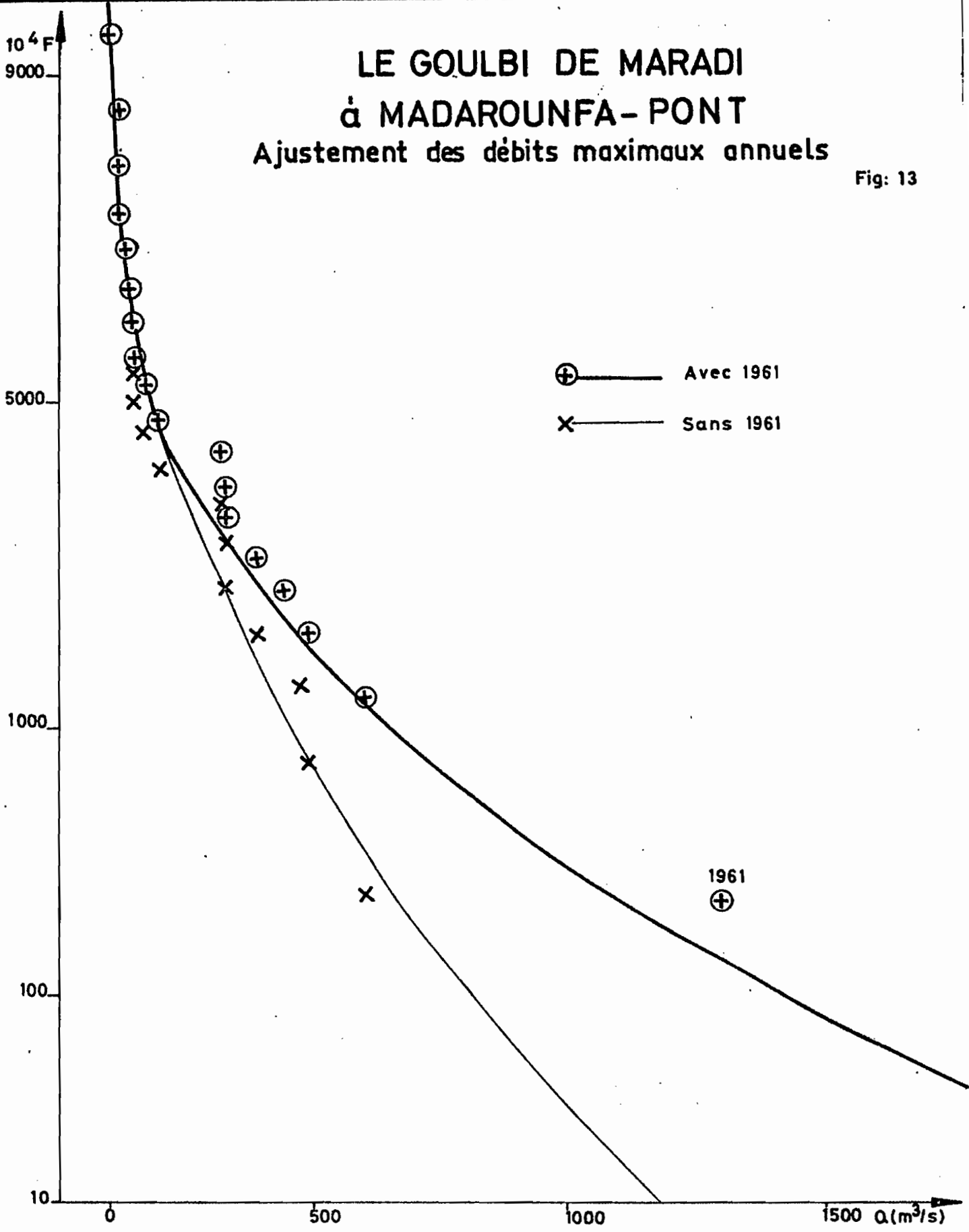
Fig: 12



LE GOULBI DE MARADI à MADAROUNFA-PONT

Ajustement des débits maximaux annuels

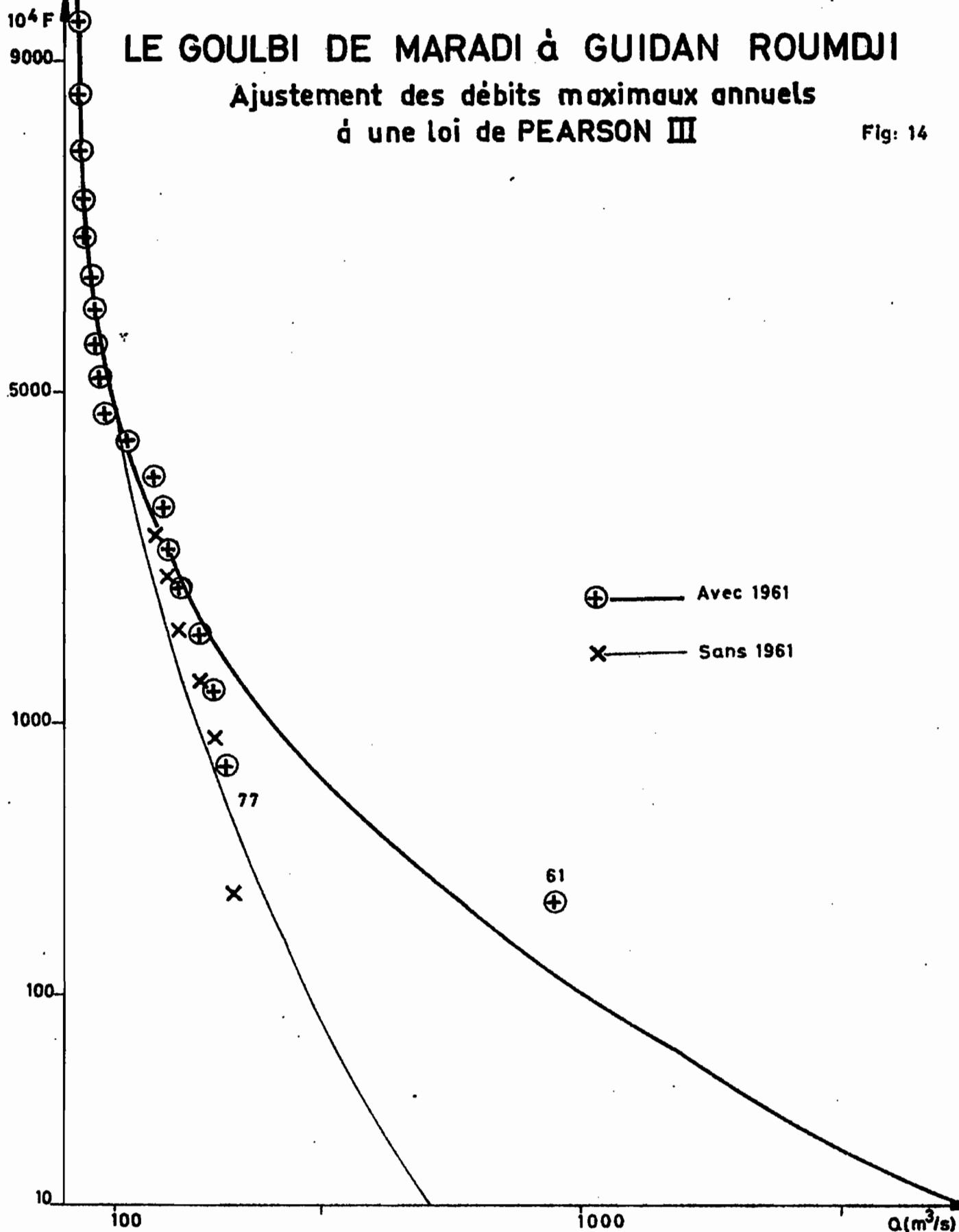
Fig: 13



LE GOULBI DE MARADI à GUIDAN ROUMDI

Ajustement des débits maximaux annuels
à une loi de PEARSON III

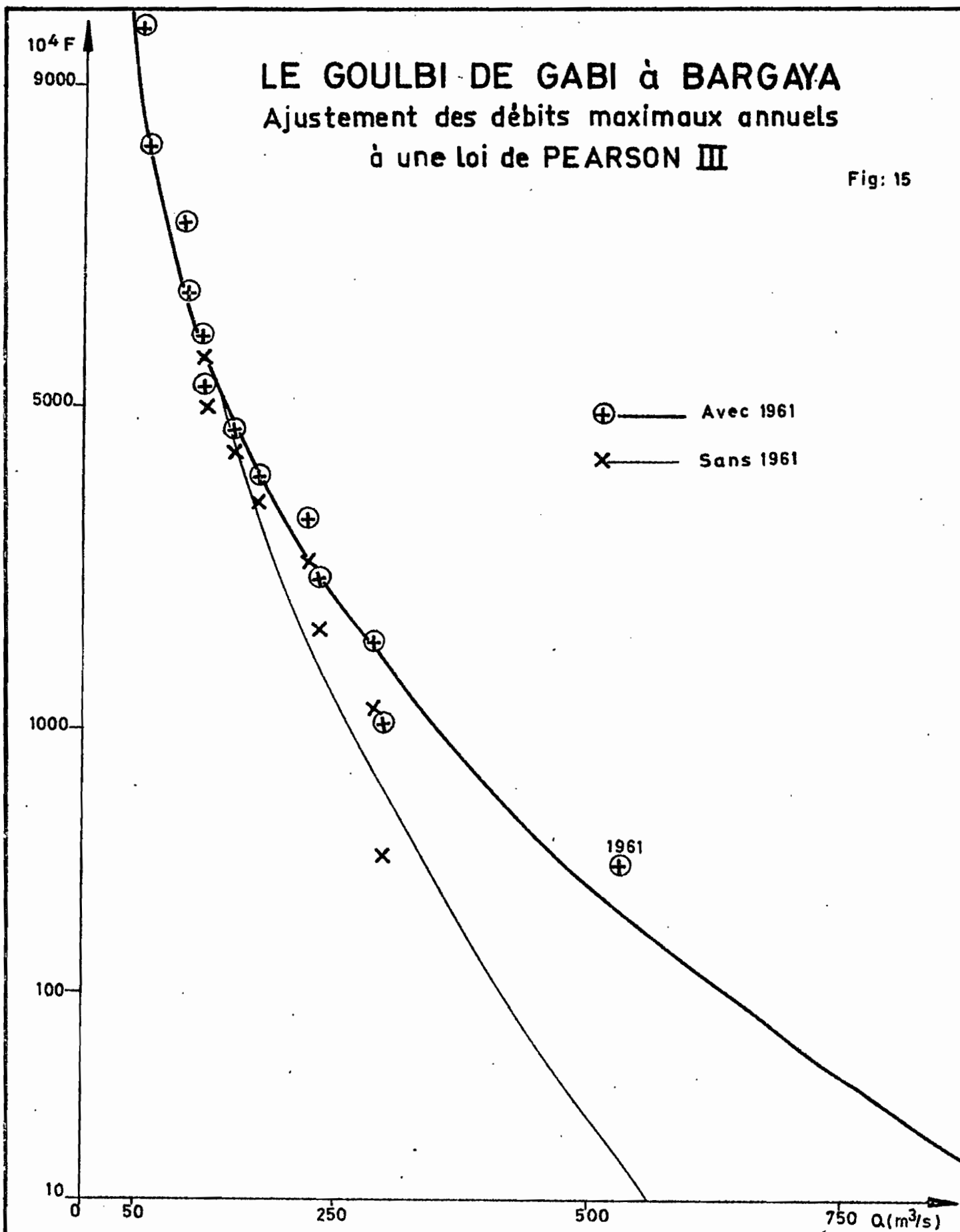
Fig: 14



LE GOULBI DE GABI à BARGAYA

Ajustement des débits maximaux annuels à une loi de PEARSON III

Fig: 15



On peut remarquer que les valeurs des débits maximaux de fréquence ~~ré~~ sont très différents, si l'on tient ou non compte de la donnée de 1961.

Si l'on prend en compte la valeur de 1961, on obtient pour celle-ci une période de retour proche de 100 ans pour NIELLOUA et GUIDAN-ROUMDJI.

5.3 Les modules

Nous avons porté sur les tableaux 12 à 20 les débits moyens mensuels et annuels obtenus à partir des hauteurs lues ou enregistrées et des courbes d'étalonnage données précédemment.

Nous obtenons ainsi :

- 18 modules pour NIELLOUA (1957 et 1958, 1961 à 1966 et 1968 à 1977)
- 20 pour MADAROUNFA (1956 à 1958, et 1961 à 1977)
- 20 pour GUIDAN-ROUMDJI (1956 à 1958 et 1961 à 1977)
- 14 pour BARGAYA (1962 à 1966, 1968 et 1969, 1971 à 1977)

correspondant aux périodes pour lesquelles nous avons des enregistrements et/ou des lectures d'échelle continus et sans lacune.

Ces modules diffèrent légèrement des valeurs fournies dans les annuaires déjà publiés lorsque l'hydraulicité de l'année n'a pas été trop importante. Par contre, ils sont plus importants pour l'année 1961, en particulier à GUIDAN-ROUMDJI.

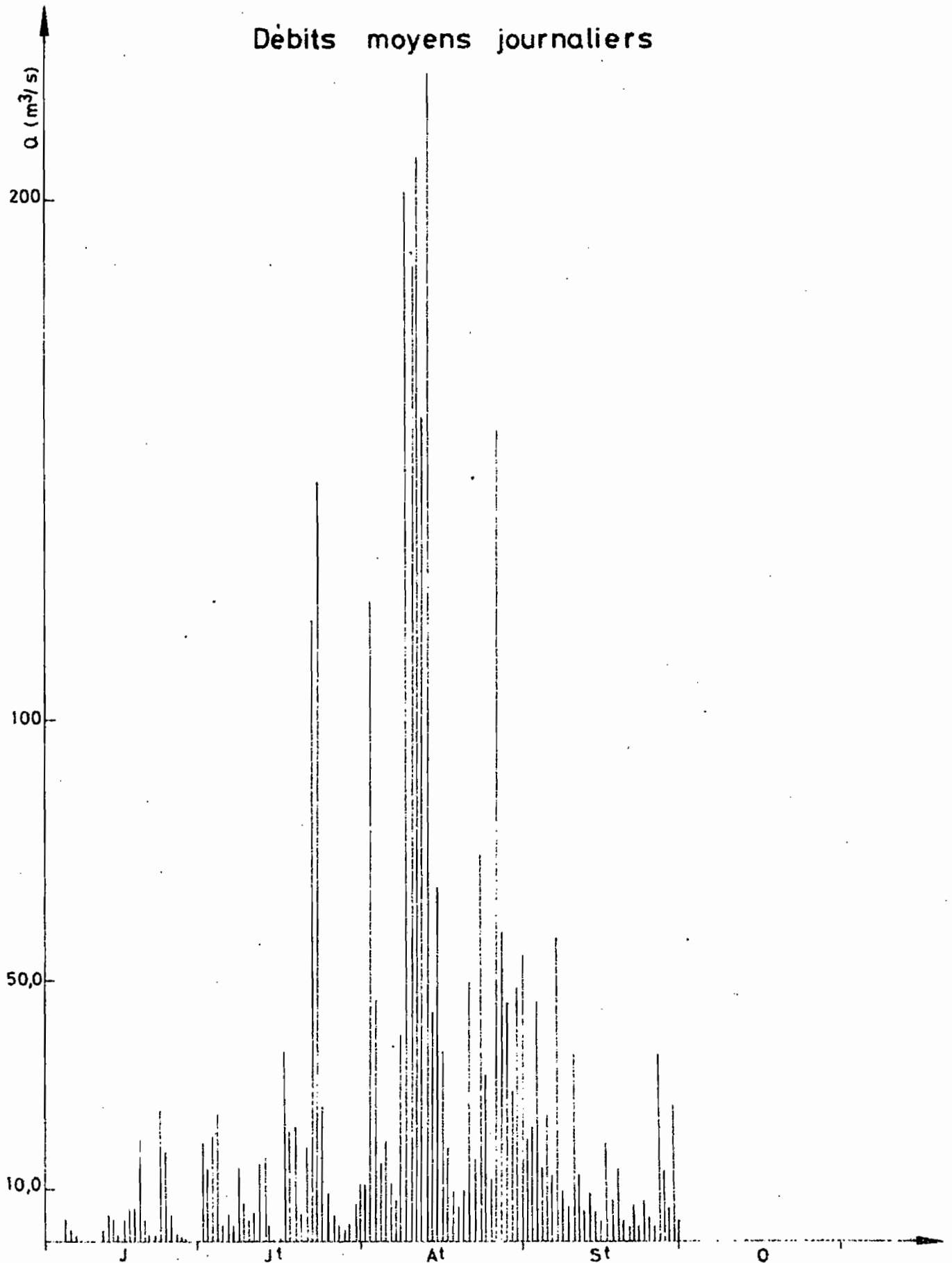
Nous avons tenté de corréliser les modules de MADAROUNFA, GUIDAN-ROUMDJI et BARGAYA avec ceux de NIELLOUA.

Les résultats obtenus sont les suivants :

	k	D	a	b
MADAROUNFA	18	0,901	0,76	1,26
GUIDAN-ROUMDJI	19	0,791	1,00	4,24
BARGAYA	14	0,903	0,21	- 0,42

ETUDE DU GOULBI DE MARADI à Nielloua 1977

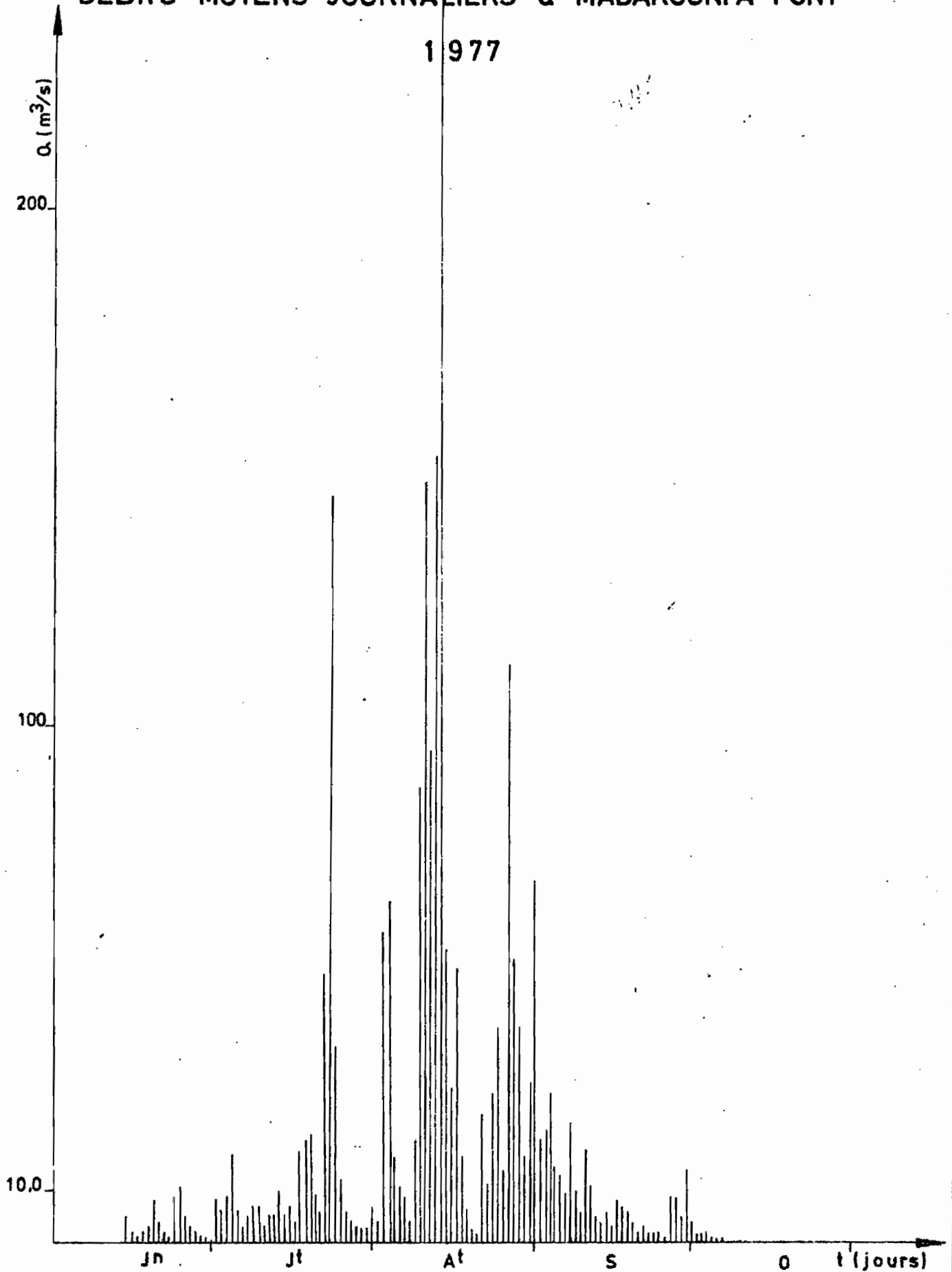
Débits moyens journaliers



ETUDE DU GOULBI DE MARADI

DEBITS MOYENS JOURNALIERS à MADAROUNFA-PONT

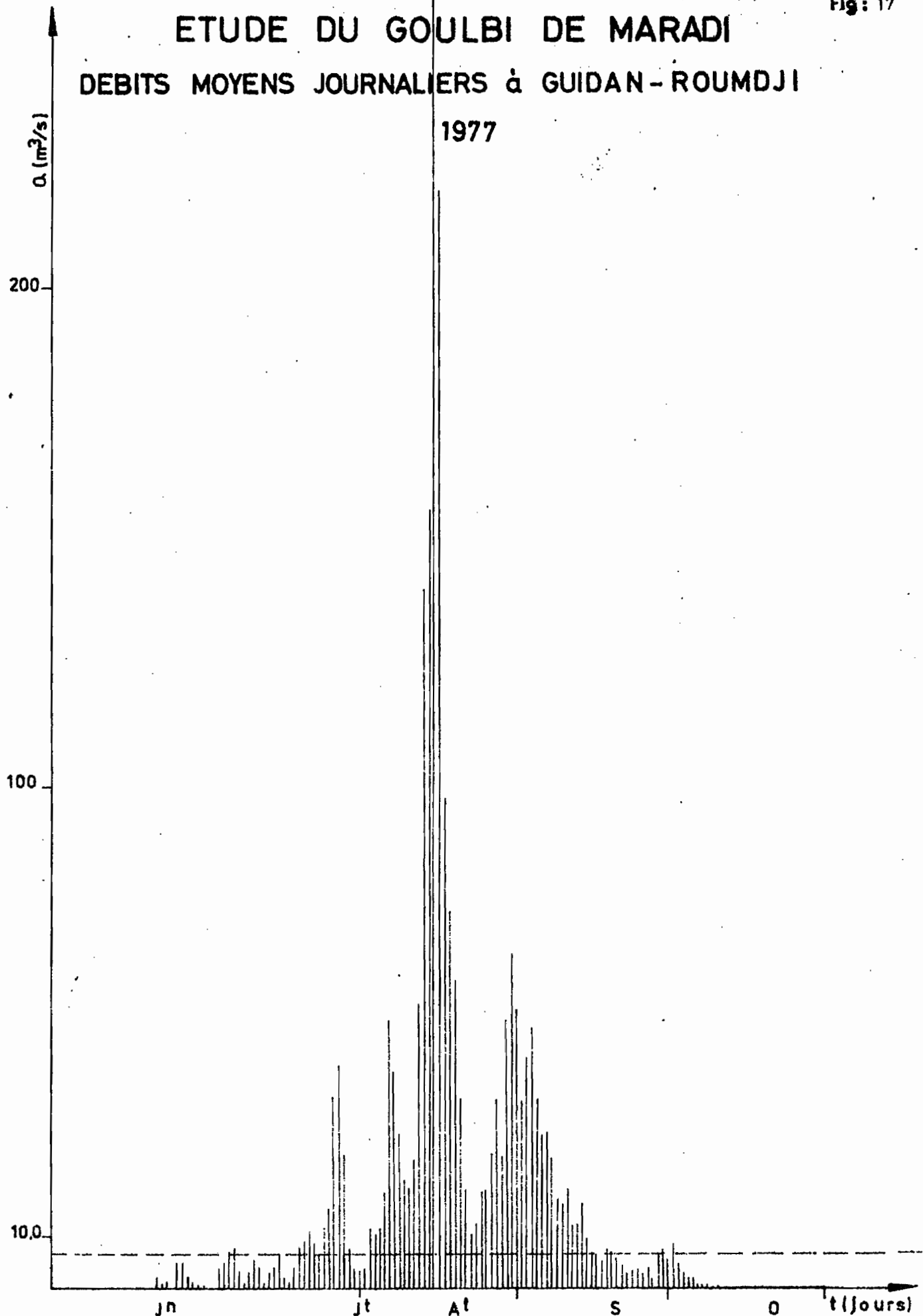
1977



ETUDE DU GOULBI DE MARADI

DEBITS MOYENS JOURNALIERS à GUIDAN-ROUMDJI

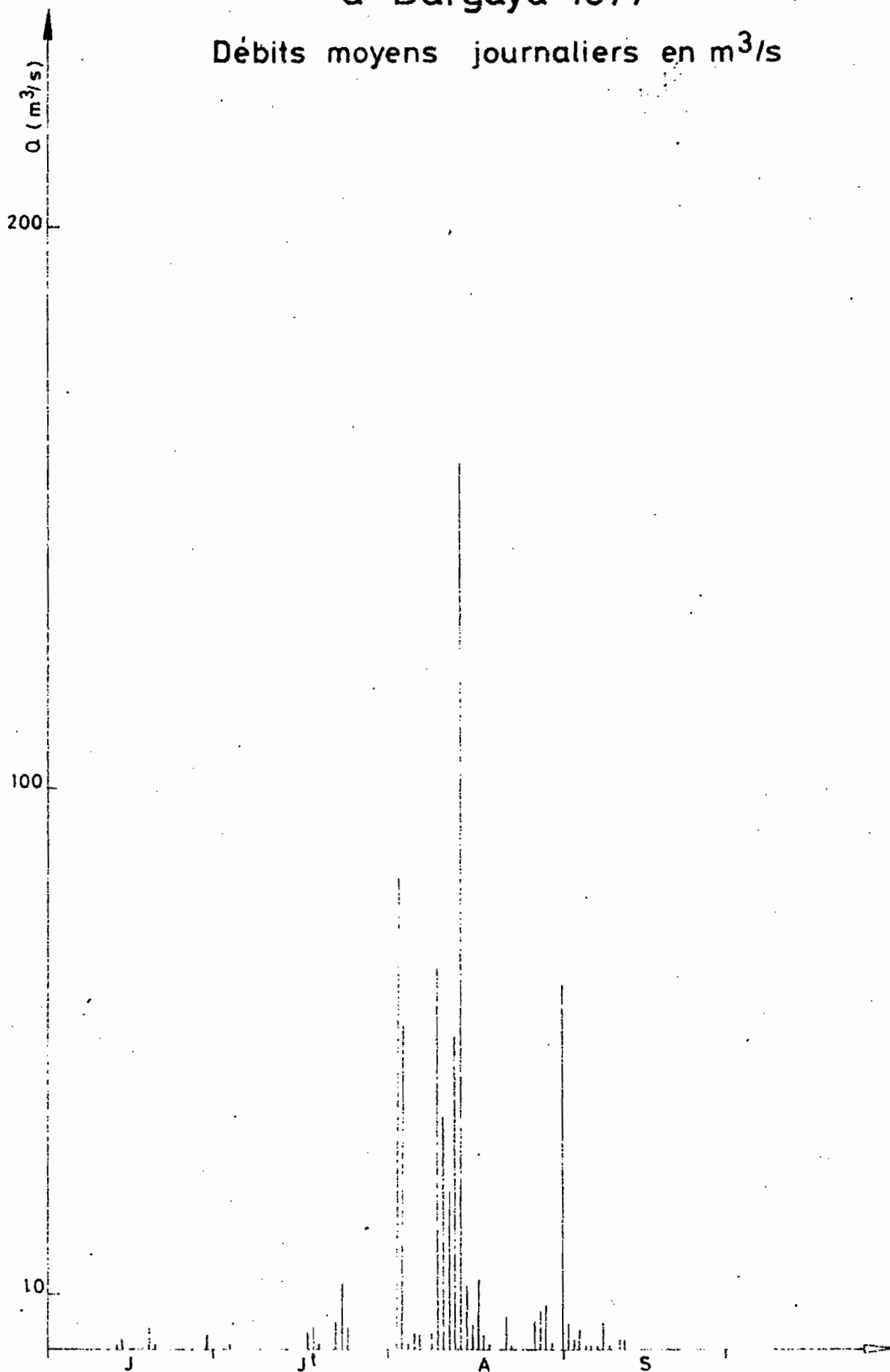
1977



LE GOULBI DE GABI

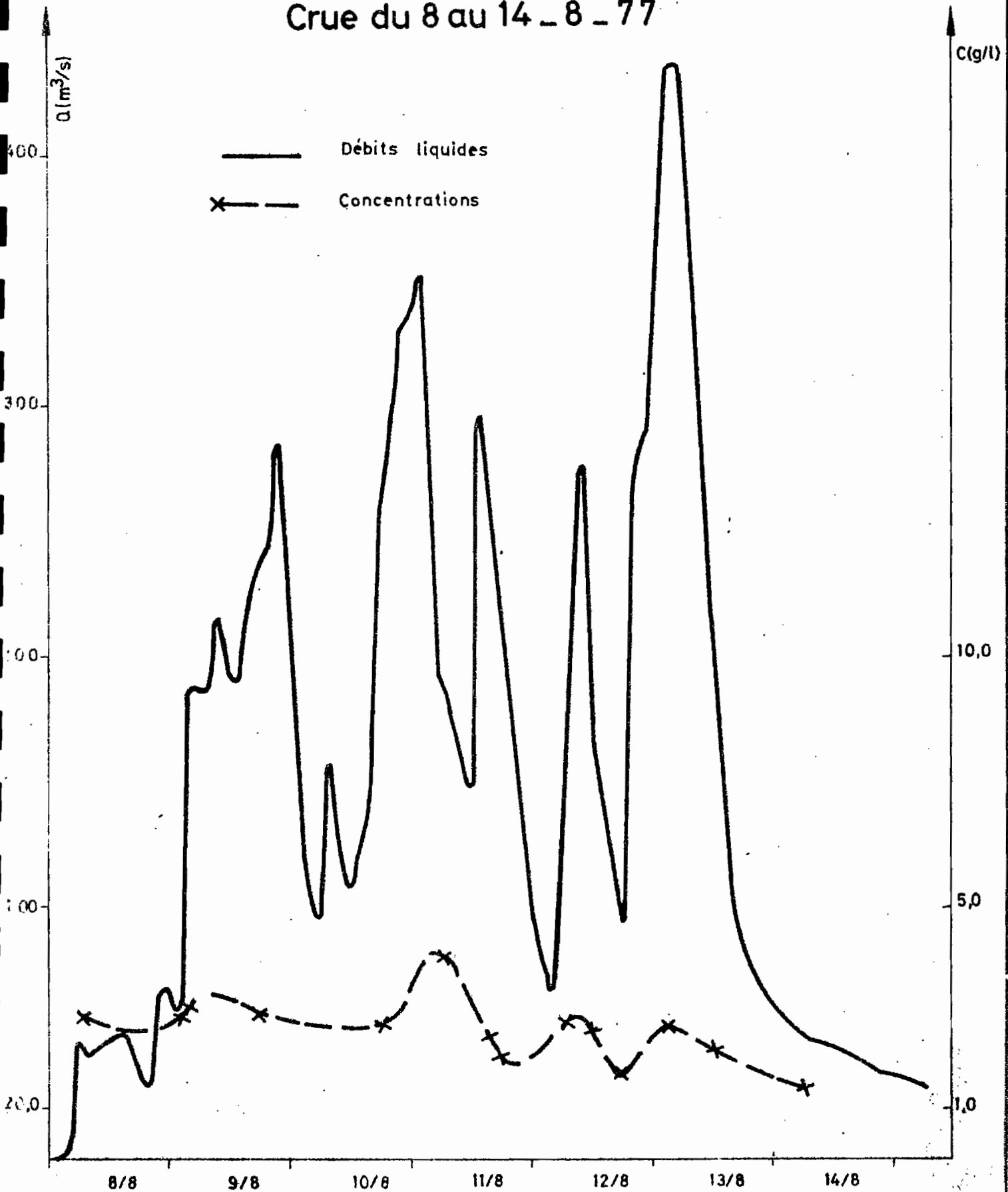
à Bargaya 1977

Débits moyens journaliers en m³/s

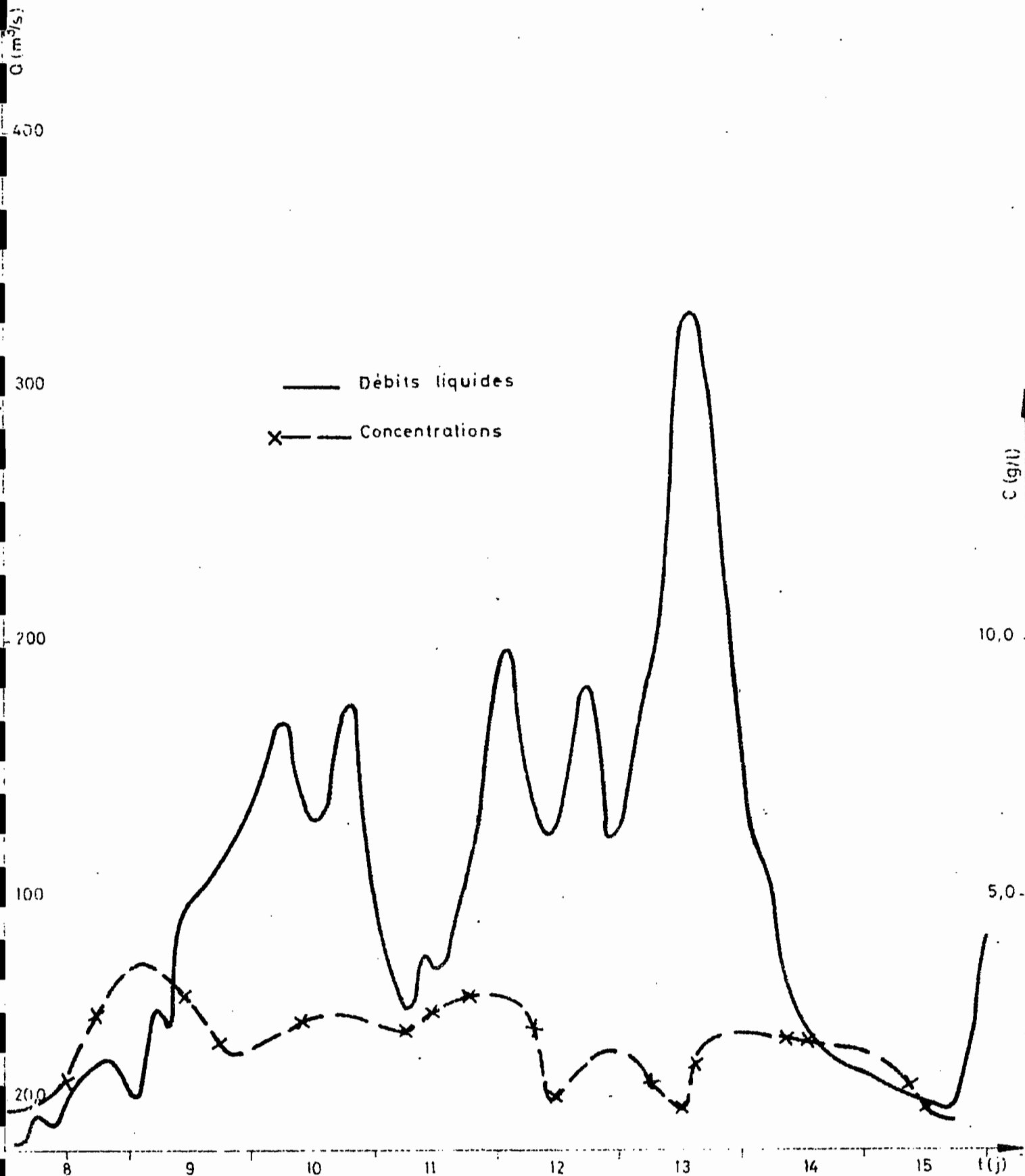


LE GOULBI DE MARADI à Nielloua

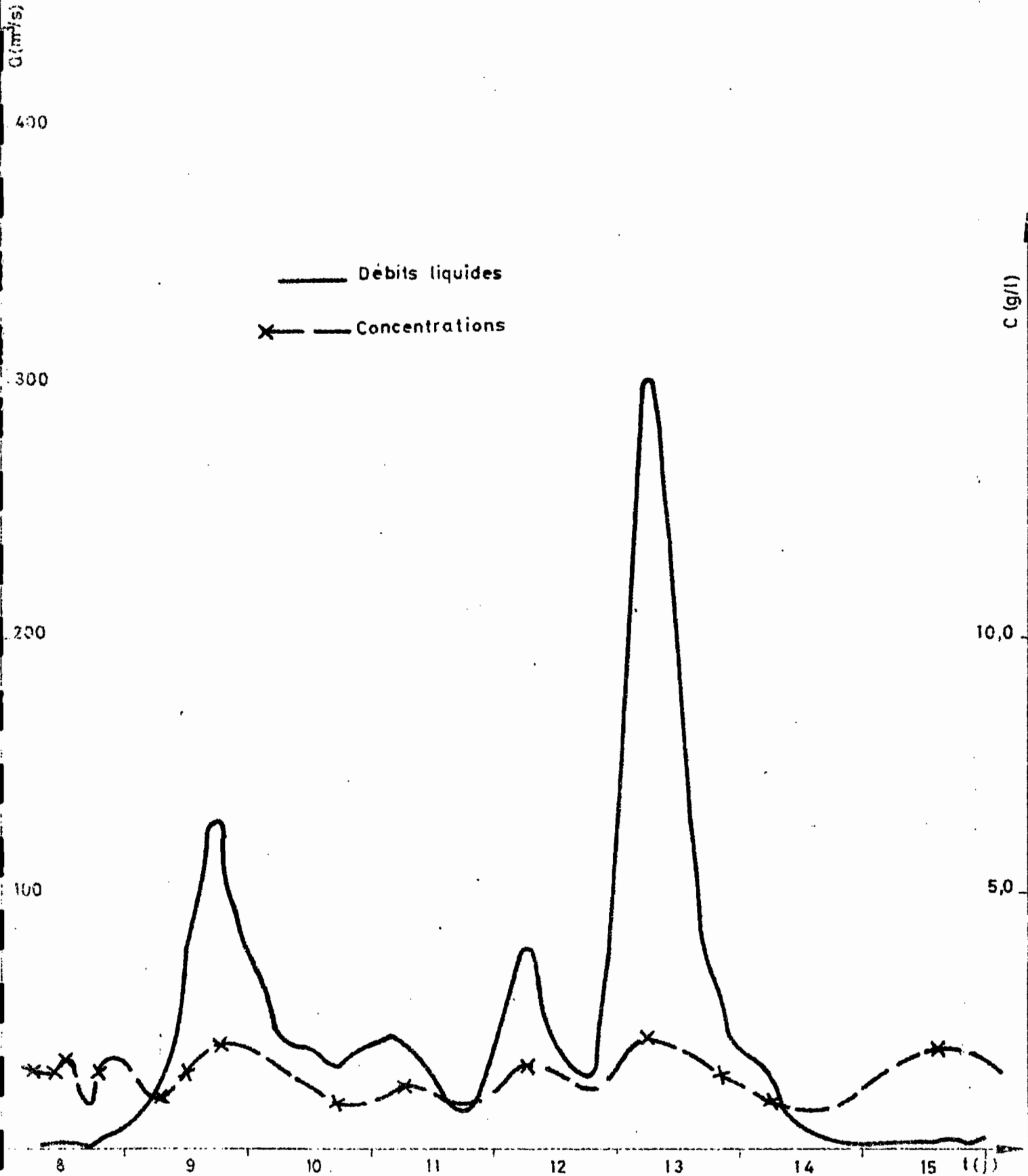
Crue du 8 au 14 - 8 - 77



LE GOULBI DE MARADI
à Madarounfa
Crue du 8 au 15_8_77



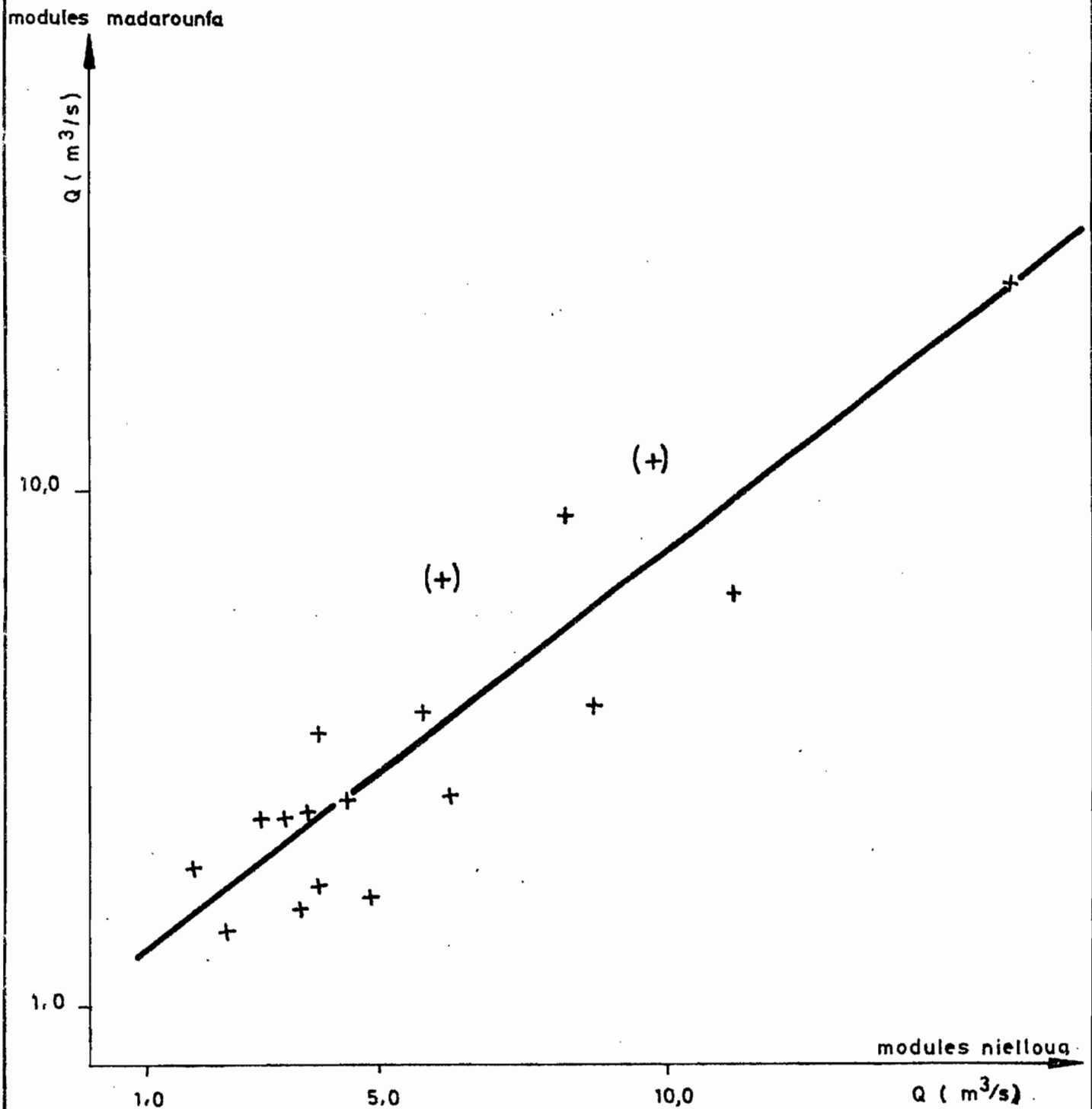
LE GOULBI DE GABI à Bargaya Crue du 8 au 15_8_77



LE GOULBI DE MARADI

Fig: 22

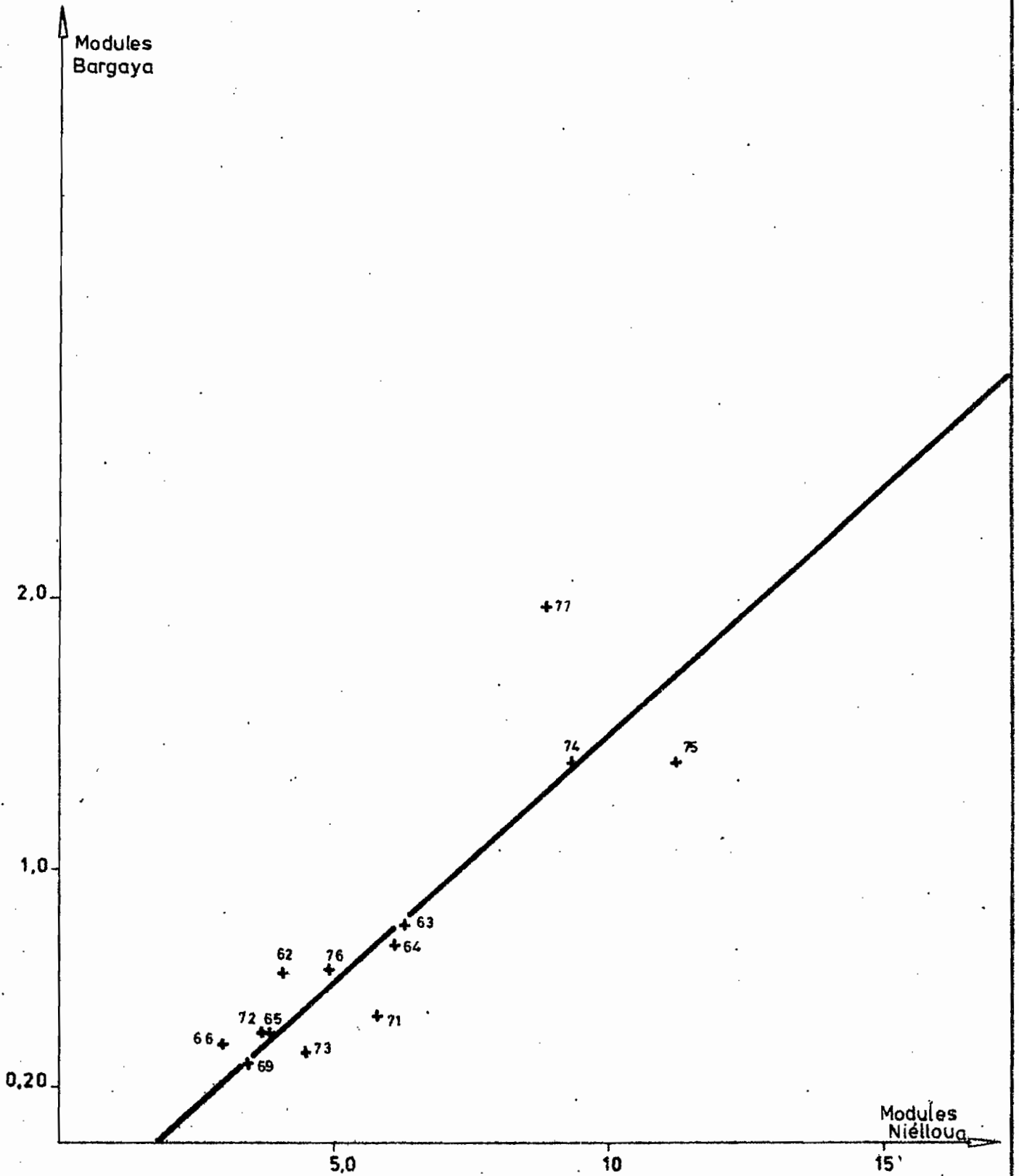
Correlation des modules de Nielloua et
de Madarounfa



LE GOULBI DE MARADI

Fig: 23

Correlation des modules de Niélloua et de Bargaya



Nous remarquons que la corrélation est plutôt satisfaisante avec MADAROUNFA et BARGAYA, (figures 22 et 23)

Nous pouvons ainsi augmenter les séries de modules à BARGAYA et obtenir les valeurs de 1957, 1958, 1961, 1967, 1968 et 1970.

Par contre, la corrélation entre ces modules et ceux de GULDAN-ROUMDJI est très peu satisfaisante.

Ces séries ont été ajustées à une loi de PEARSON III. Les résultats sont donnés dans le tableau ci-dessous :

- AJUSTEMENT MODULES GOULBI de MARADI à PEARSON III -

Station	K	\bar{M}	S M	C	$\frac{1}{a}$	gamma	0,99	0,90	0,50	0,10	0,01
NIELLOUA	18	6,05	3,68	0,608	3,24	1,36	1,78	2,40	5,03	11,0	19,1
	17	5,46	2,78	0,509	2,06	1,96	1,72	2,48	4,80	9,31	14,9
MADAROUNFA	20	6,05	3,00	0,496	3,18	1,93	2,09	2,85	5,40	10,0	15,8
	19	5,79	3,07	0,531	2,16	2,03	1,74	2,59	5,09	9,90	15,6
	16	5,70	2,65	0,464	1,53	3,02	1,78	2,80	5,21	9,26	14,0
GULDAN-ROUMDJI	20	7,37	8,43	1,15	1,9	0,478	1,68	1,76	4,16	17,2	40,3
	19	5,60	3,05	0,544	1,67	3,35	0,94	2,21	5,05	9,70	15,0
BARGAYA	20	0,838	0,691	0,824	0,632	1,31	0,032	0,145	0,640	1,79	3,35
	14	0,736	0,495	0,673	0,477	1,08	0,229	0,284	0,589	1,39	2,50

10⁴ F

9000

LE GOULBI DE MARADI à NIELLOUA

Ajustement statistique des modules
à une loi de PEARSON III

Fig: 24

5000

⊕ — Avec 1961

× — Sans 1961

1000

100

10

0

1,0

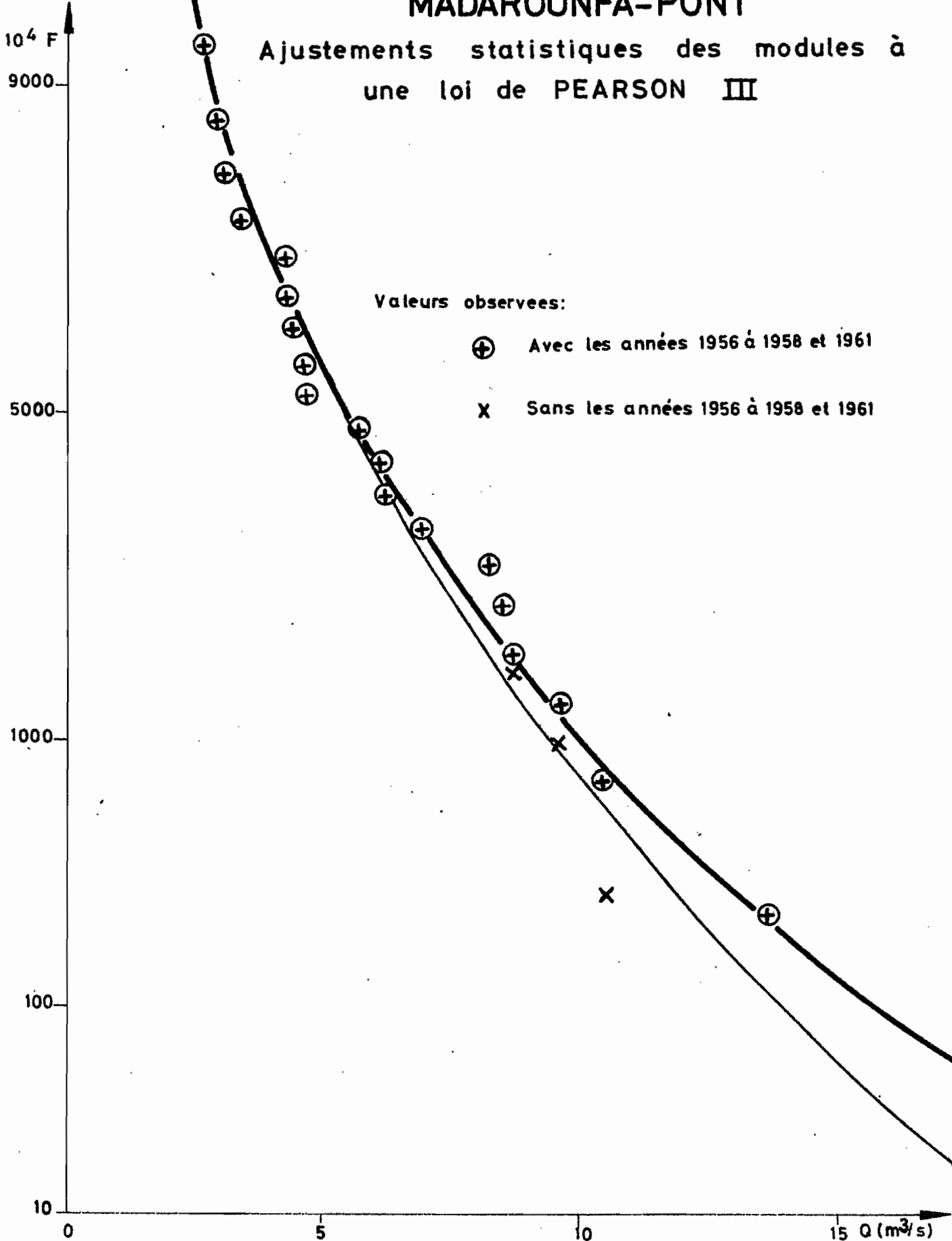
5,0

10,0

15,0 $Q(m^3/s)$

LE GOULBI DE MARADI à MADAROUNFA-PONT

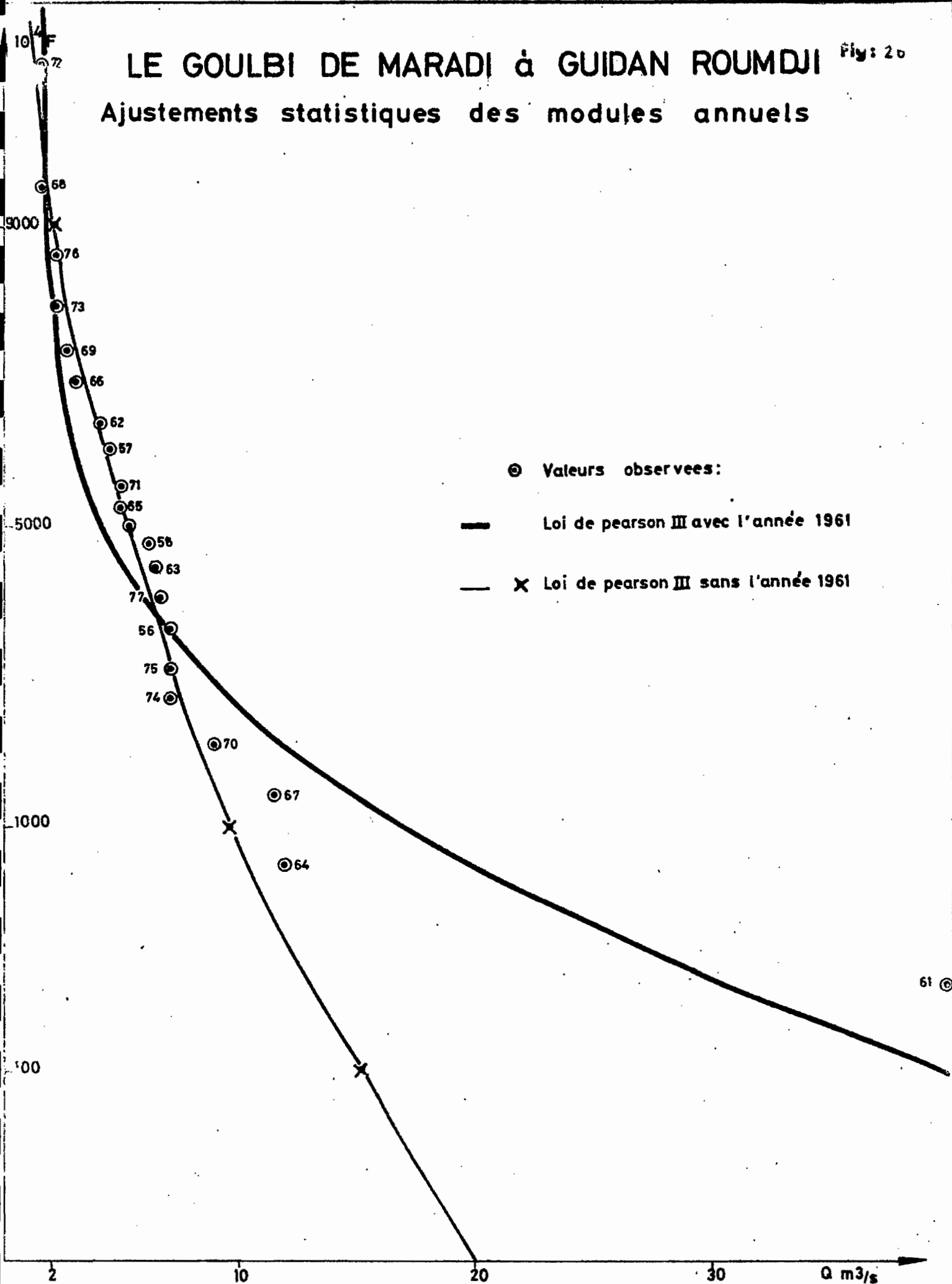
Ajustements statistiques des modules à
une loi de PEARSON III



LE GOULBI DE MARADI à GUIDAN ROUMDJI

Ajustements statistiques des modules annuels

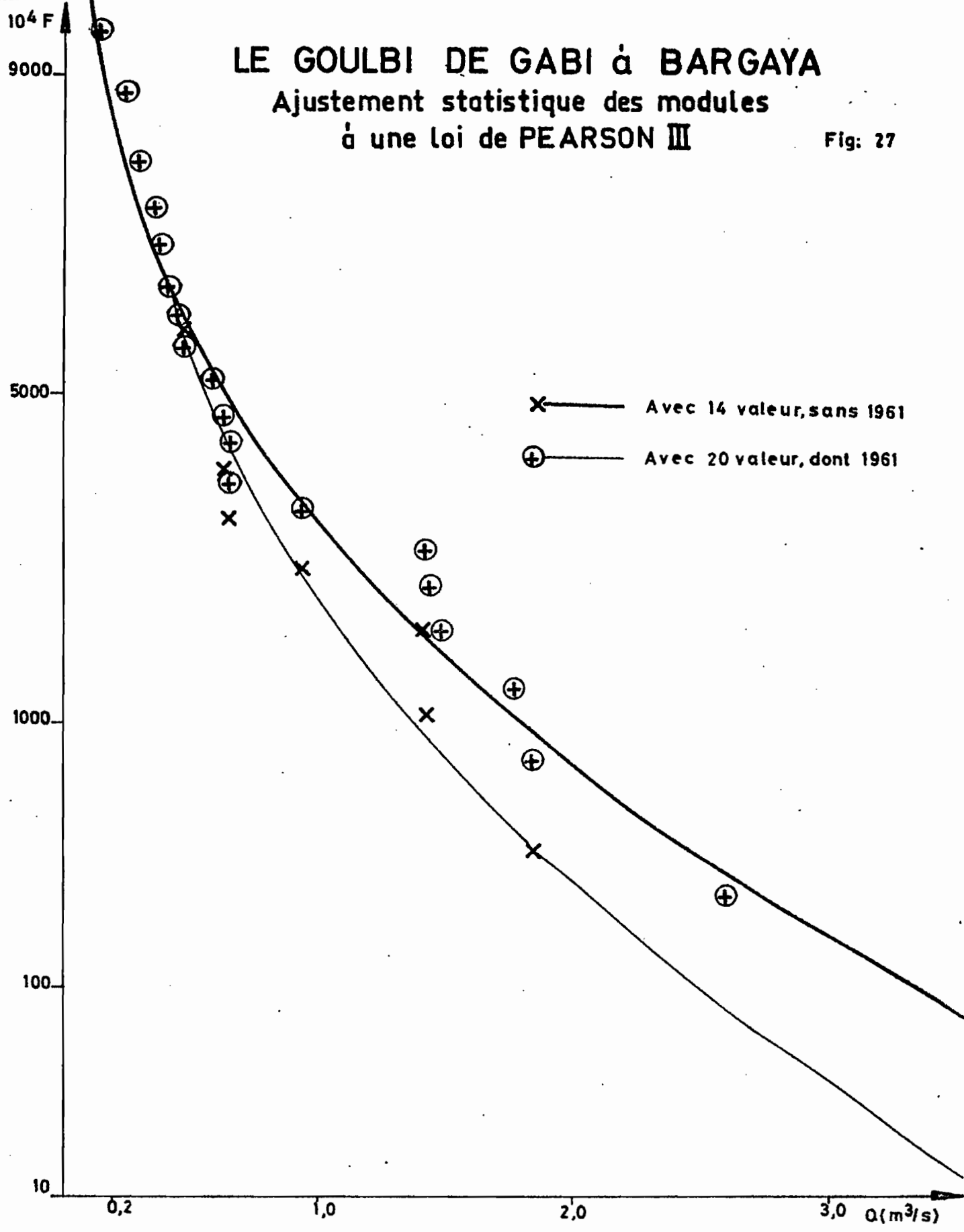
Fig: 2b



LE GOULBI DE GABI à BARGAYA

Ajustement statistique des modules à une loi de PEARSON III

Fig: 27



Pour les stations de NIELLOUA et GUIDAN-ROUMDJI, nous avons donné les caractéristiques des ajustements obtenus avec ou sans l'année 1961

Pour MADAROUNFA-PONT :

- un premier ajustement avec toutes les années complètes (20), y compris les années 1957 à 1961 pour lesquelles nous n'avons pas un étalonnage sûr à cette station.

- un deuxième ajustement avec toutes les années, sauf 1961.

- un troisième ajustement avec seulement les années 1962 à 1977 (16).

Pour BARGAYA :

- un premier ajustement avec toutes les années (20) comprenant :

- les périodes d'observations complètes effectivement réalisées (1962 à 1966, 1968 et 1969, 1971 à 1977).

- les estimations obtenues à partir de la corrélation des modules de cette station avec ceux de NIELLOUA.

- pour les années 1957, 1958 et 1961 où il n'y eut aucune observation à cette station.

- pour les années 1967 et 1970 où nous avons de grosses lacunes dans les observations et les enregistrements.

- un deuxième ajustement avec seulement les années où nous avons des observations complètes (1962 à 1977).

Les ajustements obtenus sont représentés sur les figures 24 à 27.

Les ajustements diffèrent très nettement si l'on tient ou non compte du module de 1961 pour la station de GUIDAN-ROUMDJI, où le module de fréquence 0,010 passe de 40,3 à 15 m³/s. De fait la valeur de 1961 (40,9 m³/s) est près de quatre fois plus forte que celle qui la suit (12,0 m³/s).

De même, si l'on utilise uniquement pour la station de BARGAYA les modules des 14 années pour lesquelles nous avons des relevés complets, nous obtenons des résultats différents de ceux que l'on obtient avec 20 valeurs, dont 6 valeurs calculées à partir de la corrélation avec NIELLOUA, en particulier pour 1961

Par contre, les ajustements des modules avec ou sans la donnée de 1961 sont relativement proches à NIELLOUA comme à MADAROUNFA.

On remarque d'autre part que les coefficients de variations sont très supérieurs à 0,50, en particulier pour GUIDAN-ROUMDJI lorsqu'on prend en compte l'année 1961.

Nous donnons d'autre part, ci-dessous, les modules en m^3/s , de fréquences annuelles, décennales et centenaires avec les 5 lois statistiques utilisées pour la station de NIELLOUA.

Fréquence	GAUSS	GUMBEL	GALTON	PEARSON III	GOODRICH
0,99	-	0,79	1,64	1,78	1,80
0,90	1,47	2,48	2,56	2,40	2,38
0,50	6,05	5,40	5,03	5,03	5,06
0,10	10,6	9,98	10,8	11,0	11,0
0,01	14,4	15,7	20,9	19,1	18,5

Nous remarquons que les valeurs de même fréquence sont très proches les unes des autres, en particulier pour les 3 dernières lois.

5.4 Transports solides

Concentrations

Les concentrations maximales (C_x) moyennes (C_m) et minimales (C_n) sont données pour les trois stations et pour chaque mois dans le tableau n° 21.

On peut remarquer que :

- les concentrations ponctuelles sont les plus élevées en début de saison des pluies (Juin et Juillet) lorsque la végétation de saison des pluies n'est pas encore bien développée.
- malgré tout les variations dans le temps sont relativement faibles et ne suivent pas fidèlement les variations de débit correspondantes (figures 19 à 21) comme, par exemple, sur des bassins plus réduits (IBOHAMANE, GALMI, TEGUELEGUEL).
- les valeurs des concentrations sont relativement faibles, comparativement aux bassins cités plus haut : elles sont toutes inférieures à 10 g/l.

- les valeurs obtenues à NIELLOUA et MADAROUNFA sont très proches d'une station à l'autre. Par contre, celles de BARGAYA sont plus faibles.

Poids solides transportés

En multipliant les concentrations moyennes mensuelles aux volumes écoulés aux 3 stations pour les mêmes périodes, on obtient les poids solides transportés en suspension suivants, en tonnes :

	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	ANNEE
NIELLOUA	29.200	172.000	404.000	57.500	663.000
MADAROUNFA	14.300	126.000	251.000	30.900	422.000
BARGAYA	1.230	4.070	71.000	4.120	80.400

CHAPITRE N° 6

C O N C L U S I O N

Les observations et mesures effectuées en 1977 ont permis de préciser les courbes d'étalonnage des stations de la vallée, en particulier pour celle de NIELLOUA.

Nous avons pu ainsi réactualiser toutes les données antérieures et obtenir des séries des maximums annuels et de modules.

Les corrélations relativement étroites qui lient ces variables d'une station à l'autre nous permettent de confirmer certaines valeurs exceptionnelles et d'étendre les séries à des périodes de 18 à 20 ans.

Les ajustements statistiques de ces valeurs à une loi de Pearson III nous donnent les débits maximums et les modules de fréquences données. Malheureusement, leur effectif réduit ainsi que leurs valeurs très dispersées ne nous permettent pas de garantir les chiffres avancés. Ceux-ci ne donnent que des ordres de grandeur.

En effet, les coefficients de variations (rapport de l'écart-type à la moyenne) sont tous supérieurs à 0,50, et certains sont supérieurs à 1.

Quant aux prélèvements effectués durant la campagne 1977, ils ont permis de déterminer les transports solides en suspension au droit des stations. Mais ces valeurs ne sont valables que pour l'année 1977, et ne donnent aucune indication sur le transport solide de charriage qui semble être non négligeable dans le Goulbi de MARADI.

Il suffit en effet de constater l'instabilité très nette de son lit et de ses berges en comparant entre elles les photographies aériennes prises dans cette région depuis 20 ans.

Une prospection annuelle de la topographie du fond du lac de MADAROUNFA par écho-sondeur, ainsi qu'une étude géomorphologique détaillée de la vallée nous permettraient de répondre à ces questions. Mais il nous paraît aussi utile de reconduire en 1978 les observations et mesures effectuées en 1977, en particulier pour une meilleure connaissance des étalonnages.

TABLEAU N° 1

Pluies annuelles sur le Goulbi de MARADI

!Années	! MARADI	! GUIDAM-ROUNDJI	! NIELLOUA	! DAN ISSA	! MADAROUNFA	! DAN TOUDOU	! BARGAYA	! MARAKA
! 1953	! 657,7	!	!	!	! 731,2	!	!	! !
! 4	! 610,4	!	!	!	! 736,5	!	!	! !
! 5	! 555,4	!	!	!	! 577,0	!	!	! !
! 6	! 722,9	!	!	!	! 542,8	!	!	! !
! 7	! 736,0	!	!	!	! 620,7	!	!	! !
! 8	! 625,2	!	!	!	! 689,4	!	!	! !
! 9	! 573,3	!	!	!	! ()	!	!	! 716,2
! 1960	! 616,0	!	!	!	! ()	!	!	! ()
! 1	! 697,1	! 643,7	! 696,5	!	! 666,4	!	!	! ()
! 2	! 642,6	! (409,9)	! 591,1	!	! (526,2)	!	!	! ()
! 3	! 566,5	! (258,7)	! 597,0	!	! (610,4)	!	!	! 695,4
! 4	! 729,7	! (440,0)	! 623,0	!	! (627,2)	!	!	! 799,3
! 5	! 630,5	! (519,1)	! 423,2	!	! (555,2)	!	!	! 681,4
! 6	! 631,7	! 448,2	! 634,0	!	! 521,9	!	!	! 702,8
! 7	! 595,1	! 670,7	! ()	!	! ()	!	!	! 719,0
! 8	! 362,3	! 407,6	! 452,1	!	! 461,6	!	!	! 537,3
! 9	! 640,6	! 534,1	! 615,7	!	! 462,2	!	!	! 809,1
! 1970	! 585,4	! 461,8	! 581,4	! 332,0	! 756,7	!	!	! 648,6
! 1	! 398,5	! 384,0	! 501,0	! 412,1	! 472,0	!	!	! 574,2
! 2	! 288,5	! 385,2	! 309,4	!	! ()	! 203,8	!	! 479,1
! 3	! 350,0	! 248,0	! 473,0	!	! 359,6	! 340,2	! 346,7	! 298,0
! 4	! 490,6	! 471,5	! 662,3	!	! 600,0	! 627,2	! 512,6	! 656,5
! 5	! 350,9	! 422,1	! 401,7	!	! 430,8	! ()	! 541,0	! 560,6
! 6	! 529,6	! 490,9	! 525,1	!	! 603,5	! 560,3	! 456,9	!
! 7	! 610,8	! 487,1	! 457,5	! 438,7	! 540,2	! 542,8	! 550,4	! 584,8

(): données manquantes
 (409): données incomplètes

T A B L E A U N° 2

ETUDE DU GOULBI DE MARADI
1977
Pluviométries journalières

S I C O N I G E R

M A R A D I - M E T E O

JOURS	Jn	Jt	A	S	O	M	Jn	Jt	A	S	O
1		10,4	56,9				1,2		56,9	0,5	
2			25,3					6,0	25,3	tr.	
3		3,7						8,9			
4										28,4	
5			3,8	23,4			6,1		3,8		
6	2,6							5,0	2,7	1,9	
7									22,8		
8			34,7				14,3		56,4		
9	12,2		31,0	17,6					1,0	16,9	
10			5,2						1,5		
11			2,6	1,7			tr.		4,2	8,1	
12							0,5	0,1	6,8		
13									0,2		
14			8,9								
15											
16			8,5						14,8		
17								75,1			
18		110,0					tr.				
19											
20								0,7			
21		15,2	0,6					17,2	1,1		
22				2,9			1,7	68,8	0,9	6,5	
23		50,0	2,5					0,1			
24									10,6		
25			7,1						11,0		
26			11,2						26,1		
27			15,8						5,5		
28				17,5		tr.					36,6
29						tr.					
30			13,8				27,8		23,8		
31			2,1								
	(14,9)	189,4	230,0	63,1	0	tr.	51,6	181,9	275,4	98,9	

ÉTUDE DU GOULBI DE MARADI
1977
Pluviométries journalières

GUIDAM ROUNDJI

MADAROUNFA Gendarmerie

JOURS	N	Jn	Jt	A	S	O	M	Jn	Jt	A	S	O
1										105,0		
2				63,0						17,0		
3			27,0	1,3	7,3				4,0		2,5	
4											4,0	
5					0,7		tr.					
6		19,0		2,5	10,0						2,2	
7				10,5						40,0		
8				17,0						10,0		
9		5,5		24,2						22,0	13,0	
10				13,0	5,0						0,6	1,1
11					34,0					7,8		0,4
12		2,9	3,8	7,0				8,0	1,0	7,0		
13				47,0								
14												
15				24,7								
16				1,8						tr.		
17		10,0	29,0						60,0			
18	2,5							0,5				
19								15,4				
20									0,5	19,0		
21			1,0						23,0	0,2		
22		15,0	5,9					tr.	45,0	0,5		
23			21,7	3,0						0,6		
24		5,5								tr.	7,0	
25				33,0						9,0		
26				4,0						6,0		
27				23,5						14,0		
28					11,0						4,0	
29	1,0											
30		10,1		12,0			10,0	8,0		8,8		
31				55,0								
	3,5	68,0	88,4	342,5	68,0	0	10,0	31,9	133,5	266,9	43,3	1,5

TABLEAU N° 4
 ETUDE DE GOULBI DE MARADI
 1977
 Pluviométries journalières

JOURS	B A R G A D J A						N I E L L O U A					
	M	Jn	Jt	A	S	O	M	Jn	Jt	A	S	O
1		0,3								5,9		
2				124,3				1,2	1,8	46,8	tr.	
3			4,2						7,3			
4					1,1							
5					2,5			21,7			20,0	
6		0,1										
7				0,2					8,5		7,2	
8				44,4						27,7		
9		1,7		36,8								
10				8,0	2,3	0,7				11,7	2,9	
11				1,3		0,2				4,6		0,9
12		10,0	0,5	7,6	0,6			8,5	4,0	26,9		
13				5,3							0,9	
14												
15				1,3						9,5		
16				1,7				5,2		13,0		
17			90,2						32,0			
18		6,5						2,6				
19												
20				19,4					1,0	7,5		
21			13,2									
22		0,7	12,2						54,0			
23			41,4	0,5						1,0		
24		9,4			1,9						3,2	
25				0,4						1,5		
26				20,7						15,6		
27		13,3		18,4						33,2		
28											22,3	
29	9,1	16,2			10,6		0,8					
30				12,3				5,3		6,3		
31												
	9,1	58,2	169,7	302,6	19,0	0,9	0,8	44,5	143,6	211,2	56,5	0,9

TABLEAU N° 5

MADAROUNFA - DAN-TOUDOU
Pluviométrie 1977

MADAROUNFA Ville
Pluviométrie 1977

JOURS	M	Jn	Jt	A	S	O	M	Jn	Jt	A	S	O
1												
2			4,3	103,9						125,2		
3			0,7		2,0				4,0		2,5	
4								0,8				
5					3,5						15,4	
6												
7												
8				53,3						45,3		
9				34,2						32,7		
10				17,0	12,5	0,7				14,0	14,0	1,0
11				2,5	1,4	0,6				2,7	1,6	0,5
12		7,9	0,5	13,0				6,8	0,4	13,9		
13				10,5						7,6		
14												
15												
16												
17									67,9			
18		5,0	76,4					1,4				
19												
20			1,5	25,7					1,0	27,0		
21			8,0						7,5			
22			94,4						63,2			
23												
24		0,2			8,7			0,6			9,4	
25				1,3						1,1		
26										12,8		
27				18,2						20,0		
28												
29	0,7				14,3		8,1				13,8	
30		8,4		11,5				5,0		13,0		
31												
	0,7	21,5	185,8	291,1	42,4	1,3	8,1	14,6	144,0	315,3	56,7	1,5

TABLEAU N° 6

ETUDE DU COULBI DE MARADI

1977

Pluviométries journalières

D A N - I S S A

M A R A K A

JRS	M	Jn	Jt	A	S	M	Jn	Jt	A	S	O
1		tr.		25,0					83,2	7,0	
2				24,0			0,9	8,0	0,5	3,5	
3			8,0	6,0				13,6			
4					15,0		6,3			6,0	
5		7,0				8,5	16,4				
6										5,5	
7				31,0				2,6	9,0		
8				35,0	tr.				21,0		
9				37,0	tr.				25,0		
10									18,7		4,3
11				19,0					2,0		
12		4,0	tr.	21,0			0,2	4,8	42,0		
13									7,5		
14											
15											
16		8,0		1,0			3,2				
17			35,0				5,2	26,0			
18						2,0	2,2	12,0	19,0		
19											
20			0,2	16,0							
21		3,0	39,0					10,0			
22			45,0	1,0			7,4	54,3	6,0		
23							3,0	0,1	6,0		
24					7,4	10,6					
25				16,0					2,6		
26		1,5		7,0					42,0		
27				3,8					29,4		
28					13,0	6,0	2,7				
29											
30	tr.	5,0		4,8			5,6		21,0	12,0	
31											
0		28,5	127,2	1247,6	135,4	26,8	153,1	131,4	1334,9	34,0	4,3

LE GOULBI DE MARADI A NIELLOUA

Liste des Jaugeages

N°	Date	H cm	Q m ³ /s	N°	Date	H cm	Q m ³ /s
1	1957	0,57	8,8	34	25-9	033	3,31
2	"	0,67	15,5	35	28-9	026	1,00
3	"	0,81	23,5	36	6-10	0,19	0,31
4	"	0,86	21,5	37	20-6-72	0,02	0,017
5	238 - 57	188 - 198	27,6	38	22-6	154 - 144	52,0
6	6-8-61	022	3,53	39	22-6	144 - 135	48,0
7	18-6-65	058	10,7	40	22-6	135 - 129	40,0
8	1 - 7	010	0,66	41	22-6	126 - 121	38,0
9	14 - 7	098 - 095	26,7	42	22-6	115 - 110	32,0
10	20 - 7	080 - 108	23,9	43	22-6	0,63 - 060	9,30
11	29 - 7	117 - 112	41,3	44	22-6	0,69 - 066	11,9
12	4 - 8	021	4,14	45	22-6	0,97 - 091	22,5
13	2 - 10	003	0,40	46	22-6	087 - 079	21,0
14	8-8-66	069	17,9	47	22-6	100 - 097	26,5
15	11-8	022	4,48	48	22-6-77	104 - 101	28,0
16	30-9	034	9,01	49	22-6	110 - 105	30,0
17	17-7-68	0315	5,36	50	22-6	156 - 151	58,0
18	23-7	055	12,7	51	24-6	045 - 046	4,25
19	29-7	064	16,7	52	29-6	153 - 149	5,40
20	5-8	144 - 137	59,3	53	4-7	028	1,45
21	5-8	133 - 128	49,2	54	5-7	050 - 049	5,70
22	16 - 8	032	5,60	55	6-7	045 - 044	2,78
23	29 - 8	037	7,52	56	10-7	0,28	0,995
24	28-7-69	095	28,4	57	11-7	022	0,455
25	7-8-70	078	11,4	58	29-7	310 - 305	310
26	25-8-	238	124, (1)	59	29-7	294 - 290	209
27	18-9	269	193, (2)	60	29-7	287 - 285	197
28	29-9	038	4,16	61	29-7	267 - 261	168
29	12-7-71	0,59	12,2	62	6-8	288 - 291	203
30	8-8	0,60	16,3	63	6-8	277 - 275	172
31	9-9	140	31,0	64	6-8	2,46 - 235	130
32	13-9	245	129	65	6-8	2,10 - 195	91,0
33	24-9	036	4,24	66	6-8	175 - 168	69,0

TABLÉAU N° 7 (suite et fin)

Le Goulbi de Maradi à Nielloua

Liste des jaugeages

N°	Date	H cm	Q m ³ /s	N°	Date	H cm	Q m ³ /s
67	9-8	225	118	101	12-8	0,66 - 064	10,02
68	9-8	191 - 185	86,0	102	27-8	0,275	0,38
69	24-8	065 - 062	12,9	103	15-9	053 - 052	10,64
70	26-8	032 - 031	3,40	104	2-10	028	0,70
71	28-8	030	2,40	105	11-10	025 ⁵	0,501
72	6-7-73	109 - 126	43,1	106	20-10	042	4,62
73	6-7	128 - 134	49,4	107	3-7-77	048	6,52
74	6-7	52 - 50	7,80	108	7-7	037	4,36
75	15-7	57 - 50	10,1	109	5-7	040	4,58
76	1-8	93 - 91	24,6	110	14-7	039	3,03
77	1-8	91 - 88	23,8	111	18-7	087 - 084	23,68
78	1-8	88 - 86	23,6	112	8-8	137 - 133	47,60
79	4-8	54 - 53	6,96	113	11-8	175 - 185	76,96
80	8-8	70 - 60	16,4	114	21 - 8	155 - 148	54,72
81	16-8	87 - 84	24,8	115	21-8	200 - 185	78,96
82	4-9	66 - 65	13,0	116	23-8	205 - 260	144,6
83	5-9	100 - 98	28,6	117	23-8	260	157,2
84	5-9	71 - 70	15,6	118	23-8	254	178,4
85	9-9	039	2,11	119	26-8	310 - 349	358,5
86	20-9	026	0,235	120	26-8	350 - 345	347,0
87	24-9	76 - 75	17,6	121	26-8	345 - 343	338,0
88	30-9	34	1,03	122	26-8	343 - 337	315,5
89	4-7-74	55 - 54	8,60	123	26-8	336 - 307	306,5
90	10-7	65 - 64	12,8	124	26-8	306 - 260	237,5
91	22-7	89 - 86	22,8	127	27-8	160 - 157	62,4
92	28 - 9	33 - 34	1,44	134	7-9	184 - 170	63,36
93	20-7-75	155 - 141	61,4	135	7-9	210 - 200	100,4
94	23-7	68 - 67	12,9	136	7-9	200 - 185	72,32
95	23-7-75	237 - 246	141	140	10-9	160 - 182	60,8
96	23-7	245 - 248	140	141	10-9	178 - 168	62,88
97	23-7	252 - 245	150	144	22-9	040	3,26
98	6-8	42 - 41	3,00	145	23-9	0,60-059	9,08
99	24-9	44	3,65	146	6-10	018	0,685
100	11-8-76	103	24,12	147	10-10	015	0,165

TABLEAU N° 8
LE GOULBI DE MARADI A MADAROUNFA-PONT
LISTE DES JAUGEAGES

N°	DATE	H cm	Q m ³ /s	N°	DATE	H cm	Q m ³ /s
	<u>1961</u>				<u>1962</u>		
01	29/7	29	0,41	51	10/7	65,5	4,40
02	31/7	16	0,15	52	17/7	41,5	0,94
03	4/8	70	6,6				
					<u>1963</u>		
04	5/8	86	10,2	53	16/7	76	8,20
05	7/8	57	2,4	54	17/8	69	5,82
06	4/9	170	65,4	55	19/8	119	28,2
07	5/9	177	79,0	56	21/8	128	34,6
08	7/9	148	41,2				
09	9/9	148	44,6				
					<u>1964</u>		
10	10/9	218	164	57	20/7	217	169
11	11/9	224	222	58	20/7	190	102
12	12/9	183	80,0	59	21/7	132	45,4
13	13/9	154	48,5	60	21/7	118	35,4
14	16/9	115	22,5	61	23/7	54	9,37
15	16/9	114	20,9	62	12/9	233	254
16	17/9	114	21,9	64	24/9	46	6,77
17	17/9	148	50,0	65	26/9	63	8,21
18	18/9	131	32,3	66	21/9	43	6,23
19	18/9	118	23,7	67	10/10	21	0,62
					<u>1965</u>		
20	19/9	104	17,2	68	2/7	006	0,58
21	19/9	100	15,2	69	3/7	000	0,42
22	20/9	92	13,4	70	6/7	066	14,2
23	20/9	89	11,6	71	6/7	053	10,3
24	21/9	98	16,6	72	6/7	065	16,1
25	21/9	120	24,7	73	7/7	032	4,70
26	22/9	135	40,1	74	15/7	067.065	12,4
27	23/9	104	167	75	30/7	105.102	45,2
28	24/9	103	15,3	76	31/7	075.073	20,3
29	24/9	98	13,3	77	2/8	095.092	39,5
30	25/9	99	13,4	78	2/8	091.089	35,3
31	25/9	90	10,1	79	4/8	043	5,23
32	26/9	88	10,9	80	6/8	029	2,64
33	26/9	93	11,5	81	26/8	178.167	94,5
34	28/9	73	6,7	82	26/8	166.159	93,6
35	28/9	71	5,8	83	26/8	156.150	78,7
					<u>1966</u>		
36	29/9	66	4,7	84	11/8	041	4,94
37	30/9	65	4,4	85	12/8	028	2,11
38	30/9	62	4,0	86	12/8	051	6,93
					<u>1968</u>		
39	1/10	62	4,2	87	10/7	046	7,14
40	1/10	60	3,9	88	15/7	058	11,2
41	2/10	58	3,3	89	13/8	015	0,621
42	3/10	57	2,9	90	19/8	035	3,56
					<u>1969</u>		
43	4/10	55	2,7	91	14/7	022	0,95
44	5/10	52	2,3	92	28/7	125	35,0
45	6/10	50	2,0	93	16/8	080	11,1
46	7/10	49	2,05				
47	8/10	48	1,72				
					<u>1970</u>		
48	9/10	47	1,54	94	7/8	093	23,3
49	11/10	44	1,22	95	1/9	185	113
50	14/10	41	11,00	96	19/9	190.195	144
				97	29/9	012	3,98

TABLEAU N° 8 (suite)

N°	DATE	H cm	Q m ³ /s	N°	DATE	H cm	Q m ³ /s
	<u>1971</u>						
98	5/2	088	31,6	145	7/7	124	6,28
99	5/8	086	32,9	146	7/7	126.124	6,26
100	6/8	203.193	15	147	11/7	135.133	12,9
101	6/8	192.182	74	148	11/7	130	10,0
102	7/8	103	53,8	149	12/7	110	3,64
103	6/9	074	27,6	150	14/7	200.195	51,0
104	15/9	071	21,3	151	14/7	195.190	46,7
105	23/9	044	9,7	152	14/7	180.176	31,3
106	24/9	017	3,71	153	14/7	176.173	30,0
107	25/9	012	2,98	154	19/7	160.161	26,6
108	28/9	033	1,50	155	21/7	110	2,15
109	6/10	012	0,20	156	22/7	260	
						260	0,275
						264	0,150
	<u>1972</u>						
110	22/6	175.168	27,4	157	22/7	266.270	
111	22/6	160	26,0			270.269	0,134
112	7/7	159.157	21,5			269	0,424
113	7/7	155.153	18,8	158	23/7	145.142	11,4
114	7/7	150.148	15,3	159	29/7	272	
115	8/7	140.139	12,3			272	0,112
116	8/7	135.134	8,0	160	29/7	269	
117	8/7	145.143	14,3			270	0,498
118	9/7	120	4,8	161	29/7	268.267	
119	9/7	115	3,20			268.267	0,290
120	9/7	110	2,60	162	30/7	176.175	20,7
121	11/7	088	0,482	163	31/7	190.185	35,9
122	12/7	235.220	71,0	164	31/7	185.188	33,0
123	12/7	220.215	57,0	165	4/8	155.153	10,0
124	12/7	209.205	46,8	166	11/8	163	12,3
125	12/7	205.200	44,2	167	12/8	217.223	49,9
126	12/7	200.197	39,0	168	12/8	223.225	63,0
127	12/7	188.184	32,5	169	12/8	225.220	51,1
128	12/7	184.181	30,0	170	12/8	260	0,182
129	12/7	178.175	25,4	171	13/8	200.195	30,5
130	12/7	170.167	21,4	172	14/8	172.170	16,3
131	14/7	100	1,0	173	15/8	247.250	0,160
132	14/7	095	0,660	174	16/8	216.212	
133	14/7	105	1,47	175	17/8	255	0,192
134	17/7	128	5,80	176	23/8	175.178	21,3
135	24/7	075	0,132	177	28/8	151.150	9,84
136	25/7	080	0,186	178	29/8	131.130	6,28
137	29/7	260	111	179	31/8	125	3,64
138	31/8	265	114	180	1/9	193.190	33,8
139	6/9	110	1,80	181	2/9	172.170	17,4
140	7/9	156.150	14,88	182	4/9	128	126
141	11/9	100	1,16	183	5/9	205.203	39,4
142	12/9	097	0,96	184	5/9	215.210	53,3
	<u>1973</u>						
143	6/7	160.163	36,3	185	5/9	210.206	47,4
144	6/7	163.164	36,8	186	9/9	125	2,48

TABLEAU N° 8 (suite et fin)

N°	DATE	H cm	Q m ³ /s	N°	DATE	H cm	Q m ³ /s
187	16/9	106.105	5,47				
					<u>1976</u>		
188	20/9	95	0,26	208	12/8	163	11,3
189	21/9	90	0,057	209	27/8	111	0,462
				210	14/9	139	5,41
				211	15/9	130	2,32
	<u>1974</u>						
190	21/7	245.243		212	2/10	112	0,453
191	22/7	213.209	42,72	213	15/10	142.141	4,86
192	22/7	193.193	30,48	214	20/10	117.118	0,89
193	22/7	184.183	18,08				
194	24/7	248	90,08		<u>1977</u>		
195	30/7	184.181	13,80	215	3/7	162	8,04
196	31/7	189.187	19,52	216	5/7	156	6,12
197	31/7	177	13,84	217	7/7	150	5,74
198	1/8	173.172	11,64	218	19/7	167.166	9,48
199	3/8	260	139,00	219	22/7	220.230	
199 bis	18/8	292.295	460	220	21/8	215	38,9
200	4/9	173	11,08	221	2/9	215.220	48,0
201	12/9	176		222	10/9	215.210	42,9
202	26/9	147.158	7,24	223	21/9	143.145	3,85
203	28/9	146	4,40	224	6/10	98	0,621
204	5/10	138.137	5,45	225	10/10	85	0,154
205	10/10	117	1,40				
	<u>1975</u>						
206	9/7	150.148	5,64				
207	20/7	168.167	12,3				

TABLEAU N° 9
LE GOULBI DE GABI A BARGAYA.
LISTE DES JAUGEAGES

N°	DATE	H cm	Q m ³ /s	N°	DATE	H cm	Q m ³ /s
	<u>1962</u>				<u>1972</u>		
1	11/7	062	0,370	44	23/8	135	2,48
2	17/7	044	0,095	45	23/8	138	2,52
3	9/8	054	0,260	46	23/8	141	2,57
4	11/8	0,33	0,027	47	23/8	148	3,56
5	18/8	107.113	1,59	48	23/8	152	3,30
6	4/9	169	4,18	49	23/8	165	4,30
7	5/9	128.122	1,96	50	23/8	158	3,74
8	6/9	143.147	2,87	51	23/8	170	4,50
9	7/9	130.124	2,17	52	23/8	177	4,80
10	8/9	079	0,86	53	1/9	152	2,80
11	21/9	090.098	1,26	54	1/9	140	2,39
				55	1/9	134	2,24
	<u>1963</u>						
12	15/7	073.072	0,590	56	1/9	118	1,87
13	21/7	216.210	15,5	57	1/9	111	1,75
14	22/7	185.180	4,98	58	2/9	54	0,33
15	22/7	156.150	3,10	59	2/9	51	0,31
16	23/7	083.080	0,775	60	2/9	50	0,30
	<u>1964</u>				<u>1973</u>		
17	28/6	129.130	2,60	61	13/7	70.85	1,14
	<u>1965</u>			62	13/7	90.95	2,04
18	19/6	108.101	1,45	63	13/7	100.105	2,22
19	14/7	068.067	0,450	64	13/7	105.110	2,31
20	4/8	048.047	0,287	65	13/7	110.115	2,32
21	18/8	115	1,65	66	19/7	205.200	12,24
22	25/8	039	0,166	67	20/7	125.120	1,93
23	30/8	050	0,392	68	20/7	120.115	2,00
24	1/9	087	1,15	69	20/7	115.113	1,84
25	7/9	167	3,73	70	22/7	222	23,7
26	8/9	098	1,39	71	23/7	192.187	5,85
27	10/9	182.184	5,03	72	23/7	185.183	5,29
28	11/9	174.170	3,76	73	23/7	180.177	5,26
	<u>1966</u>			74	27/7	50.49	0,415
29	11/8	042	0,134	75	29/7	210.207	17,8
30	22/9	056	0,421	76	30/7	133.130	3,11
	<u>1968</u>			77	30/7	130.128	3,17
31	28/7	207.205	7,19	78	30/7	127.125	2,70
32	7/8	049	0,260	79	30/7	125.121	2,28
33	19/8	039	0,099	80	1/8	195	6,84
	<u>1969</u>			81	1/8	192.190	5,90
34	14/7	088	0,98	82	2/8	72.73	0,93
35	28/7	053	0,67	83	12/8	204.203	7,03
36	16/8	048	0,46	84	13/8	215.213	16,5
37	2/9	069	1,00	85	14/8	85.84	1,26
	<u>1971</u>			86	15/8	200.202	7,12
38	12/7	050	0,40	87	16/8	157.158	4,03
39	11/8	147	3,42	88	16/8	158.159	4,24
40	24/8	093	1,52	89	11/9	61	0,583
	<u>1972</u>						
41	22/8	190	4,80		<u>1974</u>		
42	22/8	198	6,11	90	04/7	78.77	1,16
43	22/8	200	6,83	91	12/7	227.220	92,8

TABLEAU N° 9 (suite et fin)

N°	DATE	H cm	Q m ³ /s
92	13/7	143.139	3,03
93	14/8	128.148	2,36
94	14/8	145.165	2,64
95	15/8	150.148	3,84
96	29/8	85.96	1,36
97	18/9	165	4,22
98	20/9	83.82	1,05
	<u>1975</u>		
99	23/7/75	37	0,206
100	30/7	54.52	0,595
101	31/7	226.216	59,3
102	26/8	195.196	5,96
	<u>1976</u>		
103	11/8/76	78	1,08
104	12/8	55	0,595
105	15/9	34	0,036
106	15/10	42.41	0,27
107	15/10	41	0,26
108	20/10	69.70	0,87
	<u>1977</u>		
109	15/7	42	0,308
110	18/7	200.198	8,71
111	18/7	190.180	5,68
112	19/7	49.48	0,431
113	22/7	205	10,9
114	29/8	92.90	1,42

TABLEAU N° 10
LE GOULBI DE MARADI A GUIDAN-ROUMDJI
LISTE DES JAUGEAGES

N°	DATE	H cm	Q m ³ /s	N°	DATE	H cm	Q m ³ /s
	<u>1965</u>				<u>1972</u>		
1	10/7	088	4,40	23	13/6	054	1,300
2	26/7	073	2,59	24	13/7	046	0,895
3	2/9	187	28,9	25	31/7	104	8,33
	<u>1966</u>			26	28/8	138	15,500
4	23/7	054	0,51	27	13/8	061	2,485
5	29/7	123	9,43		<u>1973</u>		
6	9/8	106	7,03	28	10/08	123.125	14,2
	<u>1968</u>			29	17/08	165	38,5
7	20/7	101	5,50	30	25/08	107	9,26
8	29/7	145	16,4	31	01/09	076	4,30
9	21/8	079	3,14	32	26/09	097	8,54
10	11/9	049	0,74		<u>1974</u>		
	<u>1969</u>			33	05/08	180	69,2
11	14/7	088	3,8	34	29/09	116	9,96
12	28/7	133	9,2		<u>1975</u>		
13	17/8	097	6,9		Néant		
	<u>1970</u>				<u>1976</u>		
14	6/8	215	118	35	13/08	132.133	16,4
15	12/8	164	36,2	36	24/08	71.72	2,0
16	2/9	196	72,1	37	31/08	88.90	6,4
17	16/9	151	26,9	38	01/09	109	9,2
	<u>1971</u>			39	16/09	142	18,8
18	7/8	123	13,5	40	21/09	58	0,9
19	16/8	201	83,2	41	23/09	106.108	9,5
20	27/9	074	3,37	42	28/09	77.81	5,2
21	29/9	067	2,17	43	07/10	53	0,55
22	04/10	041	0,36	44	17/10	71.70	3,7
				45	21/10	41	0,20

TABLEAU n° 11

Le Goulbi de MARADI

Homogénéisation des pluies annuelles

Station principale: MARADI	MARADI / GUIDAM	MARADI / NIELLOUA	MARADI / KADAROUNFA	MARADI / MARAKA				
46 années d'observation	ROUNDJI							
Moy.= 594,4 mm								
Ecart-type= 139,1								
Nb. d'années d'observations communes	13	16	16	14				
Coefficients de corrélation	0,76	0,71	0,64	0,85				
Moyennes	502,4	465,8	531,6	534,0	550,1	577,0	511,2	634,1
Ecart-types	136,7	110,2	140,0	107,9	133,6	119,9	137,6	135,5
Moyennes après homogénéisation	522,1	568,2	596,3	704,2				
Ecart-types et extension	111,3	107,6	121,9	136,6				
Gain (nb. années flottives)	21	23	21	28				

TABLEAU N° 12
 ETUDE DU GOULBI DE MARADI
 CRUES MAXIMALES ANNUELLES

NIELLOUA			MADAROUNFA			GUIDAN-ROUMDJI			BARGAYA			
Date	H cm	Q m ³ /s	Date	H cm	Q m ³ /s	Date	H cm	Q m ³ /s	Date	H cm	Q m ³ /s	
			lue	cor.								
			27/7/56	199	299	((103))	11/8/56	190	64,0			
1957		81,0	9/8/57	192	292	((93))	1/9/57	185	58,5			
1958		230										
1959		372					23/8/59	216	120			
12/8/61	((660))	((1650))	12/8/61	255	355	((1300))	26/8/61	350	948			((536))
26/6/62	283	206	26/7/62	220	320	170	10/9/62	170	42	18/9/62	218	38,6
22/8/63	472	696	23/8/63	250	350	490	29/8/63	250	256	23/8/63	243	224
9/8/64	363	376	10/8/64	239	339	330	5/9/64	237	198	30/8/64	221	((50,8))
21/6/65	266	178	26/8/65	195	295	120	9/9/65	192	67,2	12/8/65	215	((30,5))
2/9/66	((276))	196	4/9/66	204	304	130	15/9/66	165	37,5	14/7/66	224	((71,5))
24/8/67	433	569	25/8/67	225	322	203	1/9/67	257	292	14/7/67	231	120
5/7/68	338	320	5/7/68	195	295	120	29/7/68	147	23,9	23/7/68	223	64,4
30/8/69	313	266	31/8/69	206	306	136	8/9/69	151	26,7	23/7/69	231	120
30/7/70	468	682	30/7/70	217	317	600	22/8/70	230	170	1/8/70	235	152
4/8/71	409	502	6/8/71	203	303	390	16/8/71	201	82,2	28/6/71	238	176
31/8/72	299	238	31/8/72	265	265	123	13/8/72	150	26,0	29/7/72	228	98,4
22/7/73	289	218	29/7/73	273	273	145	21/8/73	176	48,6	22/7/73	222	57,6
18/8/74	413	513	18/8/74	295	295	467	21/8/74	242	220	18/8/74	244	235
25/7/75	398	465	26/7/75	280	280	320	3/9/75	234	186	27/8/75	249	289
15/6/76	282	<u>204</u>	15/7/76	262	<u>252</u>	<u>150</u>	20/7/76	153	28,1	16/8/76	229	105
13/8/77	382	425	14/8/77	281	281	327	15/8/77	260	306	13/8/77	250	300

TABLEAU n° 13
 LE GOULBI DE MARADI À NIELLOUA- 1977
 Débits moyens journaliers
 en M³/s

JOURS	JUIN	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.
1		18,7	10,6	20,0	1,41
2		14,0	11,6	31,7	5,15
3		20,0	45,7	46,3	1,18
4	0,00	25,0	15,3	14,1	0,97
5	2,17	3,05	18,7	24,7	0,76
6	1,81	5,07	11,1	13,4	0,56
7	0,08	3,32	8,40	58,4	0,48
8	0,00	14,1	40,2	10,4	0,40
9		6,72	193	6,90	0,24
10		4,21	182	35,7	0,38
11	0,00	5,89	232	12,1	0,32
12	1,25	14,7	184	5,77	0,27
13	2,76	16,4	212	6,90	0,22
14	2,55	3,09	43,8	6,24	0,13
15	0,24	0,24	72,5	4,47	0,027
16	1,79	0,00	41,8	20,0	0,00
17	5,67	29,6	17,6	8,19	
18	6,38	21,0	10,5	14,0	
19	20,4	22,0	7,00	4,29	
20	4,38	4,80	10,0	3,48	
21	1,29	11,4	50,4	6,72	
22	0,40	119	16,3	3,31	
23	25,4	138	73,8	7,88	
24	17,4	26,2	32,1	5,59	
25	3,97	9,17	11,8	2,96	
26	0,94	4,84	156	27,0	
27	0,50	2,77	60,0	11,6	
28	0,03	2,35	45,7	5,44	
29	0,00	3,49	29,4	23,0	
30	0,00	7,46	48,6	3,94	
31		10,9	54,6		

3,31 18,3 65,5 14,8 0,403

Module = 8,63 m³/s H max = 3,78 m le 13/8/77
 Q max = 414 m³/s

T A B L E A U n° 14

Le GOULBI de MARADI à MADAROUNFA - PONT

Débits moyens journaliers en 1977

JOURS	Jn	Jt	AOÛT	Sept.	Oct.
1		8,11	4,00	19,6	2,11
2		5,62	60,2	22,4	2,01
3		9,06	65,4	28,9	1,84
4		17,4	16,0	14,6	1,18
5		6,07	10,6	13,4	0,96
6		3,29	8,61	10,2	0,56
7		5,23	4,46	23,2	0,31
8		6,62	19,9	9,82	0,52
9		7,28	87,7	6,33	0,18
10		3,47	147	18,1	0,17
11		5,02	94,5	11,2	0,11
12		5,42	152	5,17	0,09
13	0,00	9,63	240	4,05	0,09
14	5,23	5,37	57,4	5,89	0,00
15	1,55	6,75	29,7	2,74	
16	0,82	4,11	53,2	7,81	
17	2,31	16,9	16,6	7,3	
18	2,81	20,4	6,78	6,01	
19	8,38	21,0	3,31	3,89	
20	3,77	9,36	2,31	1,97	
21	1,92	5,77	25,1	-2,64	
22	1,48	51,7	11,9	2,08	
23	8,56	145	29,4	2,46	
24	10,7	38,5	41,6	2,38	
25	4,67	11,8	13,6	1,41	
26	3,02	6,29	11?	8,69	
27	1,82	4,22	55,3	9,35	
28	1,33	3,12	41,8	4,97	
29	0,53	2,85	16,6	14,1	
30	0,30	2,65	30,9	4,52	
31		7,13	69,7		
	1,97	14,7	49,3	9,17	0,330

Module : $6,37 \text{ m}^3/\text{s}$

H max = 2,81 m le 13/8/77

Q max = $(320 \text{ m}^3/\text{s})$

TABLEAU n° 15

LE GOULBI DE MARADI A GUIDAM-ROUNDJI- 1977

Débits moyens journaliers
en m³/s

Date	JUIN	JUIL.	AOÛT	SEPT.	OCT.
1		0,00	3,58	37,5	8,82
2		0,00	11,8	46,4	5,27
3		4,00	11,2	51,9	2,72
4		4,89	12,0	37,5	2,33
5		7,20	18,6	30,9	1,94
6		7,95	54,1	30,9	1,19
7		3,11	43,1	26,7	0,91
8		1,08	30,9	18,2	0,72
9		3,30	21,8	16,6	0,32
10		5,65	19,7	20,4	0,08
11		4,00	26,0	12,6	0,00
12		1,24	57,4	12,9	
13		3,30	140	17,0	
14		4,42	166	9,60	
15		6,60	258	7,35	
16		2,13	220	6,75	
17		1,08	97,6	5,08	
18		3,72	75,2	7,95	
19		8,28	61,8	7,65	
20	0,00	9,00	37,5	7,20	
21	1,55	10,9	19,7	4,89	
22	1,24	8,73	10,6	3,44	
23	0,64	7,20	13,2	3,58	
24	0,00	11,8	19,7	4,42	
25	4,89	15,8	20,4	3,11	
26	5,08	38,4	26,7	4,42	
27	1,94	45,3	37,5	1,55	
28	0,97	27,4	26,7	6,75	
29	0,48	8,10	54,1	7,95	
30	0,00	3,86	67,2	5,84	
31		3,44	56,3		
MOY.	0,56	8,45	55,4	15,2	0,78

Module= 6,79 m³/s

H max= 2,50m le 15/8/77

Q max= 258 m³/s

TABLEAU n° 16
LE GOULBI DE GABI A BARGAYA-1977

Débits moyens journaliers
en m³/s

JOURS	JUIN	JHIL.	AOÛT	SEPT.	OCT.
1		0,00	0,00	4,67	0,05
2		0,01	83,7	1,93	
3		0,74	57,9	2,85	
4		0,28	1,23	0,94	
5		0,02	3,35	0,57	
6		0,00	2,90	0,99	
7		0,00	0,25	5,47	
8		0,09	2,71	0,90	
9		0,05	67,6	0,40	
10		0,00	41,9	2,18	
11		0,00	29,1	2,12	
12		0,00	58,1	0,26	
13	1,16	0,02	156	0,06	
14	1,46	0,01	12,2		
15	0,29	0,00	4,92		
16		0,00	13,0		
17		2,88	2,47		
18	0,177	3,80	6,84		
19	3,72	0,51	0,19		
20	0,73	0,17	0,16		
21	0,03	0,00	6,14		
22	0,00	4,80	0,87		
23	0,00	11,8	0,135		
24	0,00	4,18	0,05		
25	0,00	0,18	0,02		
26	0,00	0,00	5,38		
27	0,00	0,00	6,54		
28	0,00	0,00	7,95		
29	2,44	0,00	1,05	0,58	
30	0,14	0,00	0,23	0,34	
31		0,00	65,3		
! Q moy	0,338	0,95	20,4	1,59	0,001

Module= 1,97 m³/s

He max= 2,50 m le 13/8/77

Qe max= 300 m³/s

TABLEAU N° 17
LE GOULBI DE MARADI A NIELLOUA
DEBITS MOYENS MENSUELS ET MODULES
EN M3/S

Année	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Module
1956	-	-	-	-	-	-	-
1957	0,60	0,00	1,88	13,9	5,22	0,16	1,76
1958	0,00	0,03	7,25	38,1	2,49	0,00	3,99
1959	-	-	-	(36,0)	-	-	-
1960	-	-	-	-	-	-	-
1961	0,00	1,44	11,2	118	61,6	1,03	16,1
1962	0,00	5,71	14,3	13,6	15,7	0,06	4,11
1963	0,00	6,28	19,4	46,4	2,80	0,33	6,27
1964	0,00	0,00	13,1	34,0	26,7	0,00	6,15
1965	0,00	4,91	5,18	25,8	9,82	0,03	3,81
1966	0,00	0,34	7,43	7,77	19,7	0,18	2,95
1968	0,05	2,78	17,7	7,61	0,60	0,00	2,39
1969	0,00	6,30	11,8	14,8	6,79	1,56	3,44
1970	0,00	0,19	29,4	45,6	41,6	1,05	9,82
1971	0,13	0,47	13,9	43,8	11,1	0,31	5,81
1972	2,09	6,24	12,3	18,9	4,41	0,19	3,68
1973	0,00	0,51	20,4	22,9	9,35	0,28	4,45
1974	0,00	0,57	25,6	68,3	15,7	1,58	9,31
1975	4,94	3,84	39,5	51,7	32,9	0,87	11,2
1976	0,57	9,88	16,6	14,3	14,0	3,77	4,93
1977	0,00	3,33	17,2	69,2	14,9	0,49	8,76
Moyenne	0,42	2,93	15,8	31,4	16,4	0,660	6,95

TABLEAU N° 18
LE GOULBI DE MARADI A MADARQUINFA-PONT
DEBITS MOYENS MENSUELS ET MODULES EN M3/S

Année	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Module
1956	0,00	0,00	16,6	43,4	23,4	0,05	0,00	6,95
1957	0,65	0,00	2,88	22,4	13,0	1,88	0,00	3,40
1958	0,00	0,00	6,24	54,3	8,22	0,09	0,00	5,74
1961	0,00	2,76	9,61	91,2	62,0	1,10	0,00	13,9
1962	0,00	0,48	11,3	11,4	13,7	0,24	0,00	3,09
1963	0,00	1,68	10,4	39,9	4,25	0,41	0,00	4,72
1964	0,00	0,411	15,6	48,9	35,0	0,003	0,00	8,50
1965	0,00	0,00	6,49	32,1	14,1	0,08	0,00	4,40
1966	0,00	0,09	7,01	13,6	29,4	1,26	0,00	4,28
1967	0,00	9,99	20,0	45,2	29,5	0,59	0,00	8,77
1968	0,00	1,91	14,5	10,0	2,31	0,00	0,00	2,39
1969	0,00	10,2	13,3	17,4	8,74	2,12	0,00	4,31
1970	0,00	0,0	19,2	72,0	26,7	0,00	0,00	10,5
1971	0,00	0,33	13,8	43,2	16,1	0,00	0,00	6,12
1972	1,75	3,63	7,96	15,8	3,57	0,00	0,00	2,73
1973	0,00	0,09	17,4	26,3	11,2	0,30	0,00	4,61
1974	0,00	0,16	26,3	73,3	14,2	1,29	0,00	9,60
1975	3,59	2,80	29,4	36,4	26,1	0,51	0,00	8,23
1976	0,00	5,52	10,1	7,76	8,47	2,45	0,16	2,87
1977	0,00	1,85	14,6	49,0	9,05	0,31	0,00	6,23
Moyenne	0,30	2,09	13,3	37,7	18,0	0,63	0,01	6,06

TABLEAU N° 19

LE GOULBI DE MARADI A GUIDAN-ROUMDJI

DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS, EN M3/S

ANNEE	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	MODULE
1956		0,00	6,36	46,1	30,9	1,50	0,00	7,07
1957	0,28	0,03	2,15	22,9	25,2	4,52	0,00	4,59
58	0,00	0,00	2,90	51,3	19,3	1,05	0,00	6,21
59	-	-	-	-	-	-	-	-
60	0,00	0,34	13,8	41,2	-	-	-	-
61	0,00	0,46	5,52	30,7	17,5	2,66	0,00	40,9
62	0,00	0,00	2,55	19,7	26,7	1,18	0,00	4,18
63	0,00	0,88	9,36	38,9	24,8	3,57	0,00	6,46
64	0,00	0,00	10,6	54,5	77,6	1,79	0,00	12,0
65	0,00	1,59	4,75	26,9	29,9	0,16	0,00	5,27
66	0,00	0,01	2,37	9,03	21,4	5,13	0,00	3,16
67	0,00	0,93	14,2	45,2	75,8	2,70	0,00	11,6
68	0,10	0,34	9,44	8,39	2,18	0,00	0,00	1,70
69	0,00	1,64	8,88	10,6	10,1	2,50	0,00	2,81
70	0,00	0,00	3,81	50,4	52,7	1,70	0,00	9,05
71	0,00	0,00	5,41	40,5	15,4	0,26	0,00	5,13
72	0,07	1,33	3,02	11,4	4,33	0,00	0,00	1,68
73	0,00	0,00	4,92	17,9	4,72	0,08	0,00	2,30
74	0,00	0,11	11,4	55,4	16,7	1,15	0,00	7,15
75	0,98	1,11	15,9	23,9	43,1	0,19	0,00	7,10
76	0,00	2,07	6,54	8,79	7,88	1,69	0,160	2,27
77	0,00	0,560	8,45	55,4	15,2	0,78	0,00	6,79
Moyenne	0,075	0,582	7,29	47,6	35,7	1,72	0,008	7,76

TABLEAU N° 20.
LE GOULBI DE GABI A. BARGAYA.
DEBITTS MOYENS MENSUELS ET MODULES EN M3/S

Année	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Module
1962	0,00	0,05	2,61	1,41	3,16	0,00	0,605
1963	0,00	0,35	1,90	7,46	1,16	0,36	0,94
1964	0,00	0,00	0,63	5,92	1,26	0,00	0,65
1965	0,00	0,27	0,31	2,67	1,36	0,00	0,38
1966	0,00	0,00	2,54	0,54	2,59	0,00	0,47
1968	0,00	0,10	2,05	0,53	0,17	0,00	0,24
1969	0,00	0,52	1,58	0,83	0,45	0,05	0,29
1971	0,00	0,12	0,56	6,40	0,05	0,00	0,59
1972	0,00	0,25	2,48	2,02	0,21	0,00	0,41
1973	0,00	0,00	1,60	2,47	0,18	0,00	0,35
1974	0,00	0,09	2,06	13,5	1,65	0,00	1,44
1975	0,14	0,05	3,54	7,42	5,95	0,00	1,42
1976	0,00	1,01	1,90	2,80	1,34	0,54	0,63
1977	0,00	0,31	0,95	20,2	0,73	0,00	1,85
Moyenne	0,01	0,23	1,76	5,30	1,45	0,07	0,75

T A B L E A U N° 21
 ETUDE DU GOULBI DE MARADI 1977
 CONCENTRATIONS MOYENNES, en g/l

	JUN			JUILLET			AOÛT			SEPTEMBRE			OCTOBRE			ANNEE		
	Cx	Cm	Cn	Cx	Cm	Cn	Cx	Cm	Cn	Cx	Cm	Cn	Cx	Cm	Cn	Cx	Cm	Cn
Nielloua	16,3	13,4	10,71	19,3	13,5	10,90	14,2	12,3	10,51	13,1	11,5	10,16	10,51	10,51	10,51	19,3	12,4	0,16
Nb. de prélèvements	8			33			66			43			1			151		
Madarunfa	19,2	15,5	12,2	17,5	13,2	10,41	15,9	11,9	10,34	16,3	11,3	10,15	10,33	10,24	10,13	19,2	12,2	0,13
Nb. de prélèvements	13			51			73			68			3			208		
Bargaya	12,5	11,4	10,8	15,1	11,6	10,50	15,3	11,3	10,15	16,1	11,0	10,25	10,31	10,31	10,31	16,1	11,4	0,15
Nb. de prélèvements	12			54			66			23			1			156		

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE SUR L'HYDROLOGIE DU GOULBI DE MARADI

- Observations et mesures hydrologiques dans les "Vallées Sèches"
(Années 1961 à 1965) -
- Annales hydrologiques du Niger
(Années 1965 à 1971)
- Annales hydrologiques du réseau Est - Nigérien
(Années 1972 à 1975)
- Chaperon (P) - 1971 - Note hydrologique sur le Goulbi de Maradi
et le lac de Madarounfa -
O R S T O M PARIS
- Carré (P.) et Robin (J.) - 1973 - Le Goulbi de Maradi et le
lac de Madarounfa - Données hydrologiques de base - O.R.S.T.O.M. PARIS.