

RÉPUBLIQUE du TCHAD
Présidence du Gouvernement
Ministère des Travaux Publics

Données de base Hydrologiques
pour des projets de Ponts

CAMPAGNE 1962

B. BILLON

E. BOULIN

N. RANC

O. R. S. T. O. M.
CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES
SECTION HYDROLOGIE
Avenue du Général TILHO
FORT-LAMY

Avril 1963

63-1

REPUBLIQUE DU TCHAD

PRESIDENCE DU GOUVERNEMENT

MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS

DONNEES DE BASES HYDROLOGIQUES POUR
DES PROJETS DE PONTS

CAMPAGNE 1962

B. BILLON

E. BOULIN

N. RANC

JUILLET 1963

O M M A I R E

- <u>INTRODUCTION</u>	page :	2
- I ^o <u>P A R T I E</u>		
MELMELE à DELLEP		6
BAM BAM à TIALO ZOUDOU		13
RIGUIL MAHMARA à ALOUGOUL		14
BAHR ABOURDA		14
OUADI MOURMO à CELDILE		15
BAHR ERGUIG		18
CHARI à MAINAPA		25
- 2 ^o <u>P A R T I E</u>		
BATHA à OUM-HADJER		28
BATHA à AM-SOUNTA		41
OUADI NABAWA PRES d'OUM-HADJER		46
RIGUIL TAL AROUP		55
ROUTE OUM-HADJER - OUADI NABAWA		57
BAHR SARA à MANDA		59
CHARI à FORT-ARCHAMBAULT		70
CHARI à HELLIBONGO		82
BAHR KO à BALIMBA		90

ETUDES HYDROLOGIQUES POUR DES PROJETS DE PONTS

Une première convention d'études était passée en 1960 entre le Service des Travaux Publics et l'ORSTOM en vue de fournir les premiers éléments hydrologiques nécessaires à la réalisation d'ouvrages d'art sur un certain nombre de cours d'eau. Les résultats obtenus ont été assez variables selon les rivières étudiées mais d'une façon générale la pluviométrie faible et même très déficitaire en Août 1960 dans la région de Mongo n'a pas toujours permis de faire des mesures intéressantes. Nous n'avons pas pu effectuer de mesures de débit à DELEP (pas d'écoulement au cours de notre tournée) et la crue insignifiante du Batha à Oum-Hadjer ne méritait pas le déplacement : la cote maximale était de 1,18 m alors que des jaugeages avaient été effectués en 1958 jusqu'à la cote 1,70 m.

Cependant sur certains emplacements :

Bam Bam	à	Tialo Zoudou
Bahr Sara	à	N'Gabou
		Doba Kemrimbé
		Manda
Chari	à	Maïnapa

des résultats précis (crues décennales ou centenaire, ou observations de très fortes crues) ont pu être établis parce que l'ORSTOM y poursuivait des observations et mesures qui duraient parfois depuis près de 10 ans.

Dans les autres cas les études ne portant généralement que sur 1 an, aucune extrapolation n'était possible.

En 1961, la Convention d'études n'était pas renouvelée mais à la suite de la très forte pluviométrie observée cette année là, les crues ont été dans bien des cas, elles aussi très fortes.

.../...

A la demande du Service des Travaux Publics, nous avons effectué les tournées suivantes :

- Bahr Sara à Manda
- Déversement du Chari au dessus de la route Fort-Lamy - Bongor
- Prendre les cotes des plus hautes eaux des cours d'eau du Guéra étudiés en 1960

Bahr Sara à Manda

Une tournée a été effectuée du 24 au 27 Octobre 1961 au cours de laquelle nous avons mesuré le débit du Bahr Sara pour la cote 5,88 m à Manda. Les résultats obtenus ont fait l'objet d'une note :

"Evaluation de la crue centenaire du Bahr Sara à Manda" publiée en Novembre 1961.

Déversements du Chari au dessus de la route Fort-Lamy - Bongor

A la suite de la très forte crue du Chari, la route Fort-Lamy - Guelendeng sur digue a été submergée sur des dizaines de kilomètres. Il n'était pas question de jauger la totalité des déversements qui auraient nécessité un nombre élevé d'opérateurs répartis le long de la route. Ces mesures sont en effet longues et pénibles : à titre indicatif notons par exemple qu'il faut 10 heures de travail continu pour jauger les déversements par dessus la digue de Manda pour une longueur de déversement de 2,5 km avec des brèches ne dépassant pas une profondeur de 0,70 m.

Si ces brèches sont plus importantes, comme dans le cas de la route de Bongor, l'exécution des mesures devient encore plus délicate et plus longue.

.../...

Au cours de la tournée effectuée du 10 au 13 Novembre des mesures de débit ont été réalisées en différents points entre MAILAO et le pont de la LOUMIA. Une note "Déversements du Chari entre KOUNDOUL et le pont de la LOUMIA" a été publiée en Décembre 1961.

Cotes des plus hautes eaux d'un certain nombre de cours d'eau -

Deux tournées ont été faites en 1961 et 1962 immédiatement après la saison des pluies de façon à repérer les plus hautes eaux observées ces années-là, résultats qui sont du plus haut intérêt étant donnée notamment la hauteur généralement exceptionnelle des crues observées en 1961. Dans la plus plupart des cas les laisses des crues étaient nets et ont été d'ailleurs confirmés par enquête auprès des riverains. Nous avons laissé de côté les observations qui nous semblaient peu sûres (Bahr-Abourda).

Bien que ces études ne fassent pas partie du programme de travail 1962, nous avons jugé bon d'analyser les résultats obtenus en 1961 et 1962 à des emplacements qui avaient fait l'objet d'études en 1960. Ce sont :

- le Melmélé à DELEP
- le Bam Bam à Tialo Zoudou
- le Riguil Marmara à Adougoul
- le Bahr Abourda
- l'Ouadi Mourmo à Chedide
- le Bahr Erguig
- le Chari à Mainapa

Dans une seconde partie nous nous sommes attachés à étudier les emplacements prévus pour la campagne 1962.

I^o  A R T I E

MELMÉLÉ à DELEP

Crue 1961

Nous n'avons malheureusement pas pu avoir les relevés de l'année 1961 qui a été très forte sur le Melmélé. Les lectures ont bien été effectuées par le lecteur habituel mais celui-ci les égarées. D'après les renseignements pris auprès des habitants du village la cote du Melmélé aurait atteint 9,35 m par rapport à la borne hydro ce qui à l'échelle correspond à

$$H = 2,47 \text{ m}$$

La précision de cette cote doit être de l'ordre de 10 cm. Au cours de la tournée 1962, le lecteur que nous avons pu joindre, a confirmé que l'élément d'échelle 1 m à 2 m avait été submergé assez largement.

Nous avons vu (Rapport Ponts - Campagne 1960) que si la seule pluviométrie de Mongo n'explique pas toutes les crues du Melmélé, elle permet assez souvent une interprétation qualitative des faits. Nous essaierons de voir ce qui, dans la pluviométrie de Mongo en 1961 peut expliquer la force de cette crue.

La pluviométrie annuelle est élevée puisque l'on trouve

963,8 mm en 1961

contre

1.167 mm en 1954
914 mm en 1958
862 mm en 1957 etc...

Sans être exceptionnel le chiffre se situe nettement au dessus de la moyenne de 798 mm pour la période 1949 - 1960.

.../...

Le mois d'Août a été également très pluvieux puisqu'il se classe de cette façon :

I954	511 mm
<u>I96I</u>	<u>445 mm</u>
I956	444 mm
I958	390 mm

En examinant maintenant les plus fortes pluies tombées par groupe de 4 jours, nous trouvons :

206 mm	du 23 au 25-8-I956
I9I mm	du 23 au 26-8-I954
I49 mm	du 28 au 3I-7-I959
<u>I26 mm</u>	<u>du II au I4-8-I96I</u>

L'efficacité de ces averses est fonction du degré de saturation des sols que nous chiffrerons par la pluie tombée dans les IO jours précédents. Il est tombé :

I96I	I32 mm,	dans les IO jours précédant l'averse		
I954	90 mm	"	"	"
I959	8I mm	"	"	"
I956	60 mm	"	"	"

Le groupe d'averses de I96I bénéficie donc de conditions de saturation de sols bien meilleures que les autres. D'autre part l'averse la plus forte du groupe (72 mm en I96I) tombe immédiatement après 2 averses de 20 et I8 mm tombées la veille et l'avant-veille alors qu'en I959 par exemple l'averse la plus forte du groupe (84 mm) tombe après 4 jours sans pluie.

.../...

En conclusion, et à la suite des diverses remarques précédentes, on peut estimer que la crue de 1961 est une crue forte nettement au-dessus de la moyenne, mais sans être exceptionnelle. Elle a dû probablement être approchée ou dépassée par les crues de 1956 et 1954. Aussi la crue de fréquence décennale doit-elle avoir une hauteur maximale légèrement supérieure à 2,50 m, peut-être 2,70 - 2,80.

Aucun jaugeage n'ayant été effectué à DELEP il n'est pas possible de connaître le débit correspondant.

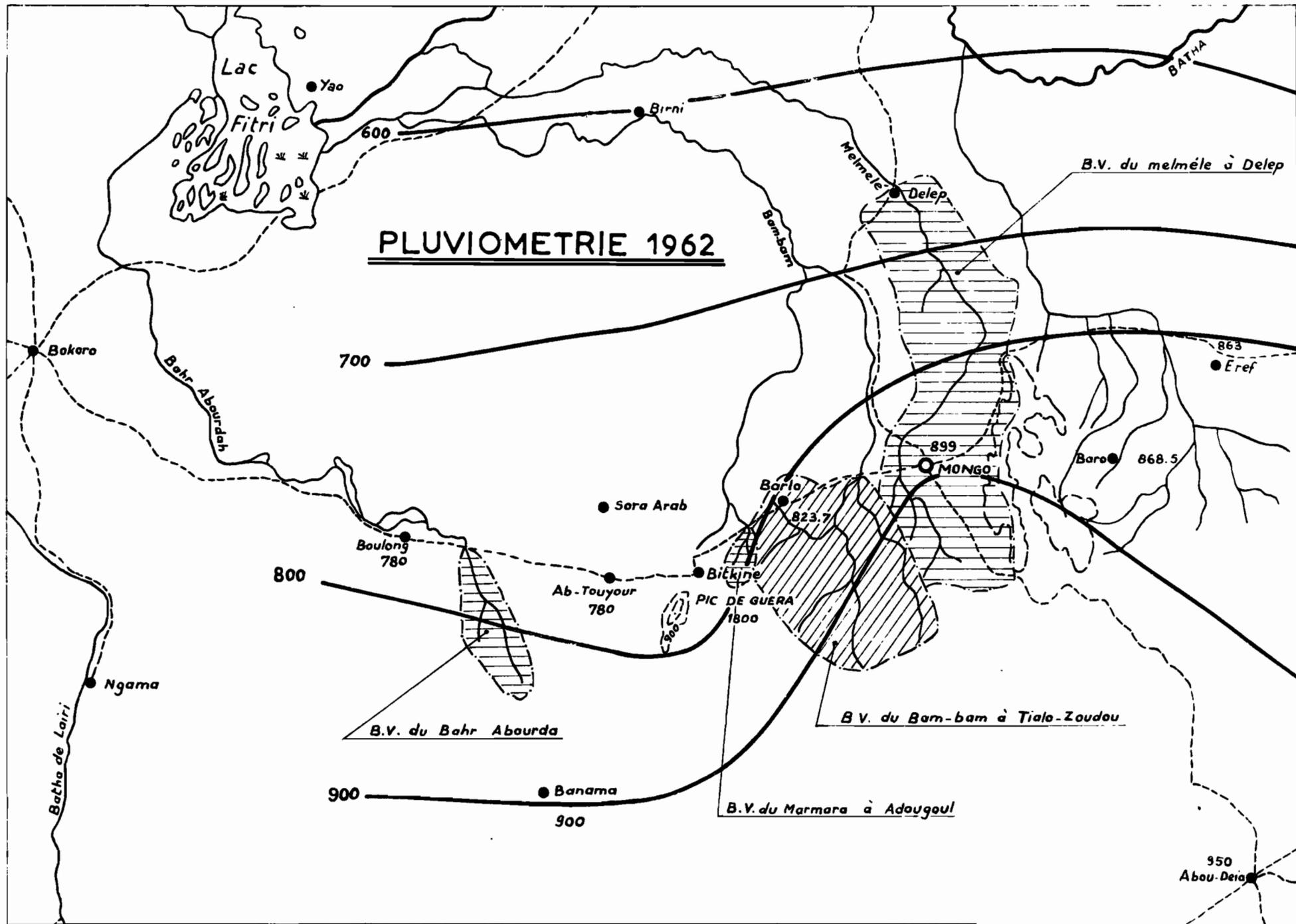
Crue 1962

La pluviométrie de MONGO en 1962 présente bien des similitudes avec celle de 1961, tant en hauteur annuelle : 963,8 mm en 1961 et 898,7 mm en 1962 - qu'en répartition mensuelle.:

MOIS	A	M	J	J	A	S	O
1961	15.7	28.0	170.0	163.8	445.3	141.0	
1962	18.8	18.2	92.5	179.3	434.0	126.1	29.5

Pluviométrie annuelle donc nettement au-dessus de la moyenne ainsi que les hauteurs de pluies tombées au mois d'août. En groupant les averses tombées en 4 jours comme précédemment nous obtenons 124 mm du 21 au 24 Juillet, donc similitude encore très prononcée avec l'année 1961. Mais les conditions de saturation des sols au moment de ces averses sont extrêmement différentes entre les 2 années puisque, pendant les 10 jours précédents, il est tombé :

132 mm en 1961
4 mm en 1962



Il est tombé 9 mm pendant les 20 jours précédents le groupe d'averses de 1962. Il faut donc s'attendre pour ces pluies à un coefficient de ruissellement nettement plus défavorable que celui de 1961.

Les crues du Melmélé à DELEP en 1962 sont représentées sur le graphique n° 7191 page suivante.

Le maximum n'a pas dépassé 1,58 m ce qui s'explique, nous l'avons vu, par l'état de sécheresse accusé qui précédait le plus fort groupe d'averses. Par contre le Melmélé s'est maintenu à un niveau élevé beaucoup plus longtemps que les autres années. C'est ainsi que la cote 1,40 m a été dépassée pendant :

10 jours en 1959
4 jours en 1960
24 jours en 1962

L'examen de la pluviométrie de Mongo explique donc bien l'allure de la crue du Melmélé qui se caractérise par

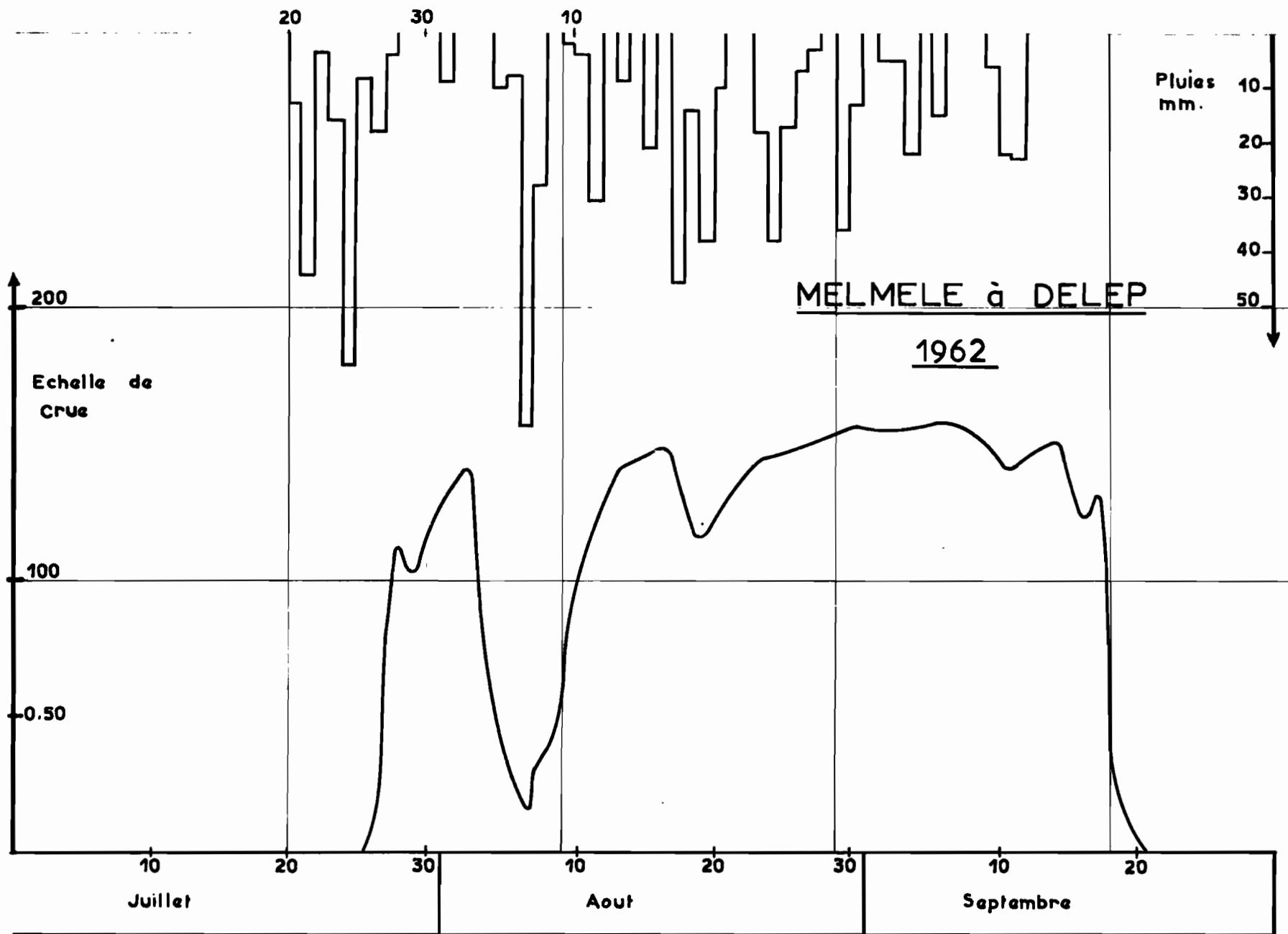
- un volume écoulé important dû à une forte pluviométrie (il n'y a pas eu d'interruption dans l'écoulement).
- absence de pointes de crues élevées due aux mauvaises situations des fortes averses survenant après des périodes de sécheresse assez prolongées.

Une première série de pluies intéressantes du 20 au 26-7 provoque la première pointe de crue du 26-7 au 3-8. Nous retrouvons donc les résultats de 1960 : une crue met 6 à 7 jours pour parcourir MONGO-DELEP.

Une petite période de sécheresse du 26-7 au 3-8 fait redescendre le Melmélé. La forte pluie du 6-8 est trop isolée pour avoir beaucoup d'effet, elle fait cependant remonter le Melmélé jusqu'à la cote 1,40 m. Ensuite une série d'averses de 20 à 40 mm régulièrement espacées maintiendront le niveau entre 1,40 et 1,50 m.

-oOo-

.../...



CRT 7191

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 7-3-63

DES: L. TRENOU

VISA:

TUBE N°

M

DELEP : Récapitulation des cotes maximales observées à

I959	I,70 m
I960	I,46 m
I96I	2,47 m
I962	I,58 m

-o0o-

.../...

BAM BAM à TIALO ZOULOU

Il n'y a pas eu de relevés d'échelle effectués en 1961. Seul le maximum a pu être repéré d'après des traces assez visibles à :

$$H = 2,55 \text{ m}$$

En 1962, des lectures extrêmement fragmentaires ont été faites au cours de la saison. Les crues du Bam Bam sont courtes et violentes et une ou deux lectures par jour ne suffisent ni à reconstituer les crues ni à estimer leurs maxima.

Cependant les quelques points de lectures que nous possédons montrent que les crues fortes ont été assez fréquentes puisqu'on relève :

2 crues de cote supérieure à 1,60 m	en 1959
1 crue	" " " en 1960
6 crues	" " " en 1962

Le maximum de 1962 n'a pas laissé de traces visibles et n'a pu être retrouvé. L'absence de pluviomètres représentatifs sur le bassin (Dadouar est trop excentré) ne permet pas d'estimer ce qu'il a pu être. La cote la plus élevée qui ait été lue est 1,84 m mais il est certain que le maximum a été supérieur à cette cote et même supérieur à 2 m.

Les hauteurs maximales depuis 1958 sont :

1958	3,68 m
1959	2,10 m
1960	1,78 m
1961	2,55 m
1962	supérieure à 2 m.

RIGUIL MARMARA à ADOUGOUL

La cote maximale a été en 1961 de 1,60 m par rapport à l'échelle située à 50 m en amont de la route. Ce niveau représente une crue extrêmement forte étant donnée la largeur de la section à cette cote. En amont de la route le lit qui, en 1960, était très bien marqué sur plusieurs centaines de mètres, est maintenant comblé par des apports solides représentant plusieurs milliers de m³. L'ensemble est nivelé au niveau de la plaine d'inondation au dessus de laquelle les crues s'étaient largement et l'échelle est ensablée jusqu'à la cote 0,80 m.

Etant donné l'importance des débits solides il sera indispensable pour réaliser un itinéraire permanent de prévoir un tracé plus en amont (au moins 500 m de l'emplacement actuel) qui évitera cette plaine basse qui a tendance à se combler de plus en plus.

BAHR ABOURDA

Il n'y a pas eu d'observations du Bahr Abourda au cours des années 1961 et 1962. Seules les PHE 1961 ont pu être repérées avec précision, immédiatement après la saison des pluies 1961.

Par rapport à la borne hydro placée en rive droite elles se situent à

$$\underline{H = 9,85 \text{ m}}$$

A cette cote la route est largement submergée en rive gauche mais sous une faible hauteur d'eau tandis qu'en rive droite la marge de sécurité est très faible.

D'après ce qui se passe pour d'autres stations et d'après la pluviométrie observée en 1961 il ne semble pas que l'on puisse attribuer à cette crue une fréquence inférieure à 1/10. En première estimation et compte tenu du peu de données que nous possédons, nous prendrons cette cote comme limite.

.../...

Le débit correspondant serait, par extrapolation de la courbe d'étalonnage, de 80 m³/s.

Les cotes maximales ont été les suivantes :

I959	45 m ³ /s	8,73 m
I960	28 m ³ /s	8,10 m
I961	80 m ³ /s	9,85 m
I962		PHE incertaines.

-oOo-

OUADI MOURMO à CHEDIDE

Cet emplacement est situé à 50 km à l'Ouest de Mangalmé à l'intersection de l'Ouadi Mourmo et de la route Mangalmé - Mongo.

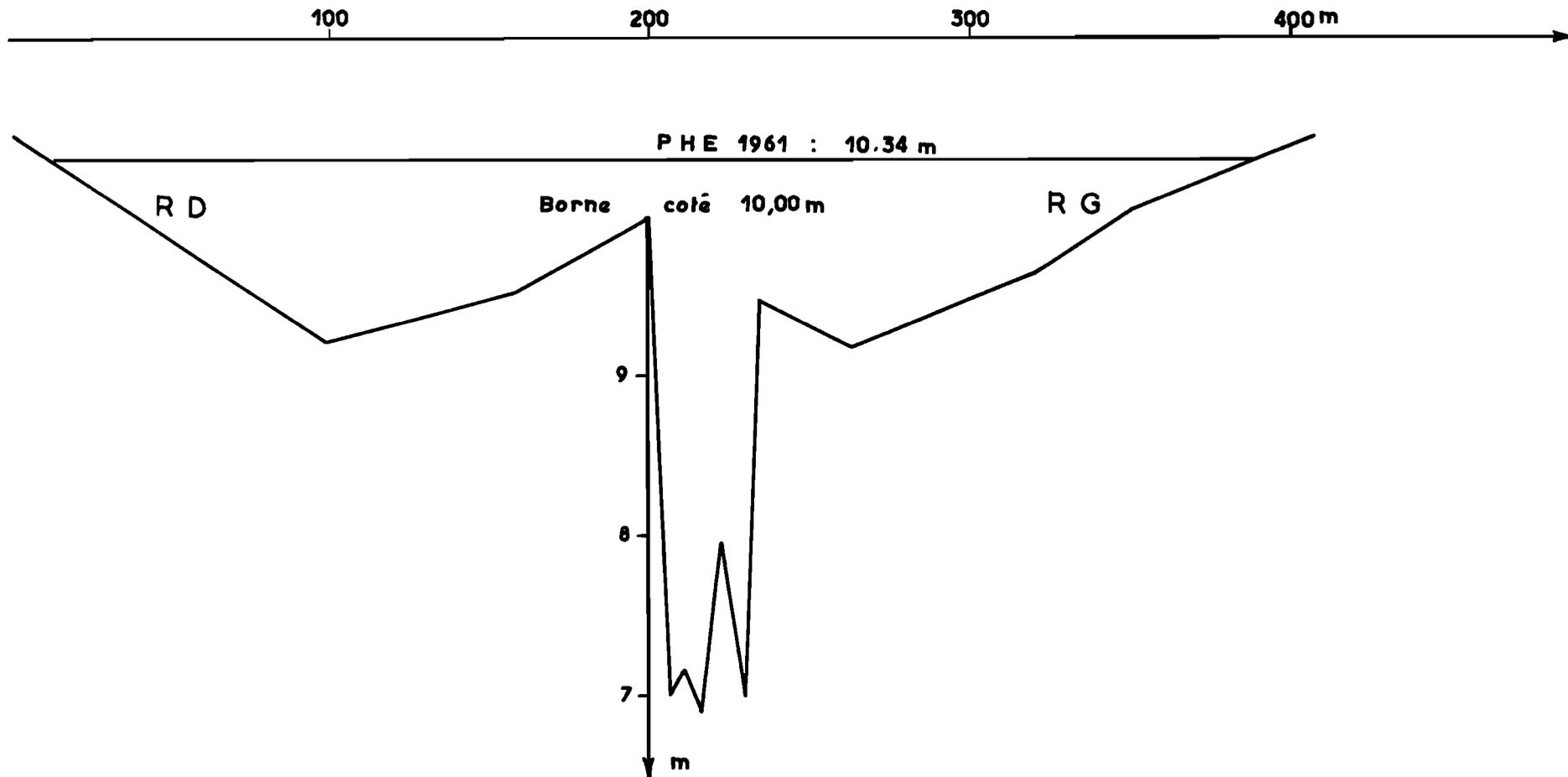
En 1960, le Service des Travaux Publics avait exprimé l'intention d'entreprendre en 1961 à cet emplacement des études analogues à celles effectuées en 1960, sur le . Melmélé, Bahr Abourda ... Après la saison des pluies 1960 nous avons posé une borne sur la rive droite, relevé le profil en travers et nivelé les PHE 1962 - graphique n° 7192 - page suivante.

Bien que cet Ouadi n'ait pas fait l'objet de Convention nous avons poursuivi les mesures des PHE à la suite des crues de 1961 et 1962.

.../...

Ouadi MOURMO à CHEDIDE

Profil en travers



CRT 7192

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 7-3-63

DES: L. TRENQU

VISA:

TUBE N°

H

Les plus hautes eaux ont pu être repérées avec précision :

I960	9,42 m
I96I	IO,34 m
I962	IO,II m

En se référant à la pluviométrie de Mongo et aux crues repérées d'autres cours d'eau du Guéra, la cote maximale obtenue en I96I pourrait correspondre peut-être à celle d'une crue de fréquence décennale.

-oOo-

BAHR ERGUIG

L'étude effectuée en 1960 était localisée à Maïna situé à 70 km de Miltou. Une échelle a été posée en 1962 à ce village, abandonné depuis peu par ses habitants qui se sont repliés sur Boungoulti. Le Bahr Erguig était déjà haut et les repères placés en 1960 étaient noyés.

Le 23-9-62 H = 4,50 m
Les PHE 1961 ont été nivelées à la cote approximative de

6,10 m

Les mesures de débit à Maïna n'ont porté en 1960 que sur des débits insignifiants : 3 et 6 m³/s. La section ne se prête pas à des mesures en hautes eaux en raison de sa longueur excessive et son encombrement par la végétation sur certaines portions.

CAMPAGNE 1962 -

Devant l'impossibilité d'effectuer des mesures de débit à Maïna une mesure a été réalisée en 1960 à Bilé où la section de jaugeage était plus favorable pour un débit de 207 m³/s.

Une échelle était installée en 1962 à Bilé et une seconde à Miltou où nous avons pu trouver un lecteur. L'échelle de Miltou est très intéressante car elle est située en face des déversements du Chari dans le Bahr Erguig qu'elle contrôle donc parfaitement.

Nous avons bénéficié en 1962 d'une forte crue du Chari qui nous a permis d'effectuer un jaugeage à une cote moyenne et un jaugeage de hautes eaux.

.../...

Le premier jaugeage s'est déroulé dans des conditions assez difficiles à Bilé où nous avons obtenu 470 m³/s pour une cote de 6,15 m à l'échelle le 24-9-62.

Le 2-II-62 le Chari était presque à son maximum, la décrue n'était amorcée que depuis quelques jours et il a été possible de passer directement en pinasse du Chari dans le Bahr Erguig que nous avons pu descendre en bateau sans aucune difficulté. Une bonne section de jaugeage près de Kérébo nous a permis de mesurer un débit de 960 m³/s pour des cotes de 7,06 m à Bilé et 6,16 m à Miltou.

Par rapport à l'échelle de Miltou nous avons donc:

: H m	: 5,22	: 5,60	: 6,16	:
: Q m ³ /s	: 207	: 470	: 960	:

La courbe d'étalonnage est représentée sur le graphique n° 7193.

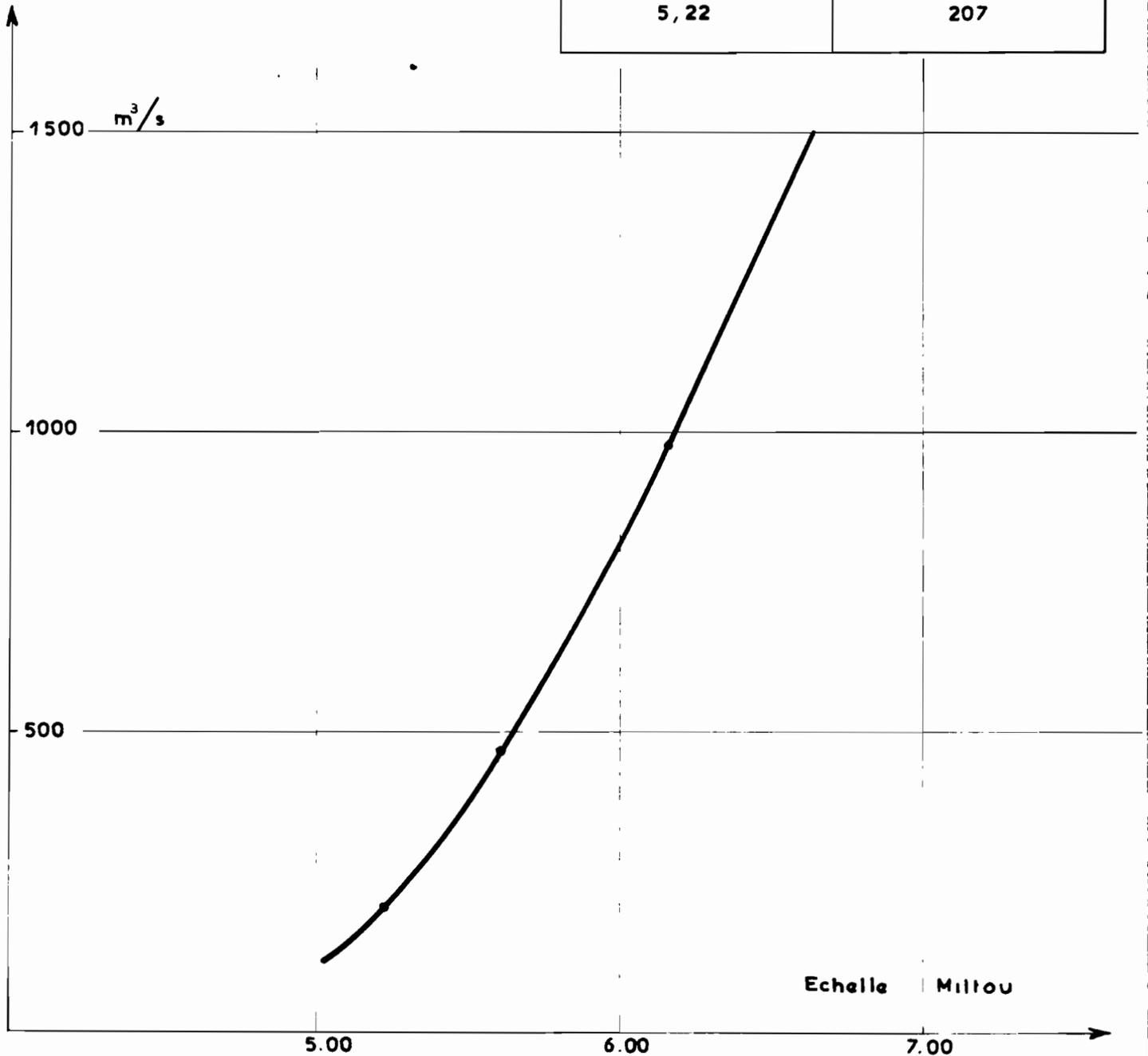
Nous manquons d'éléments pour déterminer l'origine de la courbe, le début des déversements. Celui-ci se situe vraisemblablement vers la cote 4,50 m.

Les débits déversés augmentent très rapidement avec la cote à Miltou ce qui est dû à la très grande longueur du seuil. Nous avons en effet constaté que, en hautes eaux, le Chari débordait sur plus de 10 km dans une zone bien définie sur la carte au 200.000^e IGN.

.../...

Bahr Erguig

H	Miltou	m	Q	m ³ /s
	6,16			960
	5,60			470
	5,22			207



CRT 7193

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 7-3-63

DES: L TRENOU

VISA

TUBE N°

H

Crue 1961

L'échelle de Miltou n'était pas encore mise en place mais au cours de la tournée 1962 nous avons pu niveler la cote des plus hautes eaux 1961 d'après les renseignements fournis par les habitants du village. Celle-ci s'élèverait à

6,60 m

cote qui peut être considérée comme sûre, à quelques centimètres près, l'erreur ne devant pas être supérieure à 5 cm. En effet nous avons obtenu en 1962 le niveau des PHE à 6,29 m ce qui donne

$$\text{PHE } 61 - \text{PHE } 62 = \underline{0,31 \text{ m}}$$

Or à Bousso, les différences des cotes maximales obtenues en 1961 et 1962 sont :

$$6,08 - 5,68 = \underline{0,40 \text{ m}}$$

et à Bilé en cote approximative pour 1961

$$7,40 - 7,12 = \underline{0,28 \text{ m}}$$

Les résultats sont assez concordants.

L'extrapolation de la courbe d'étalonnage donne alors pour 1961 un débit maximal déversé de

1460 m³/s

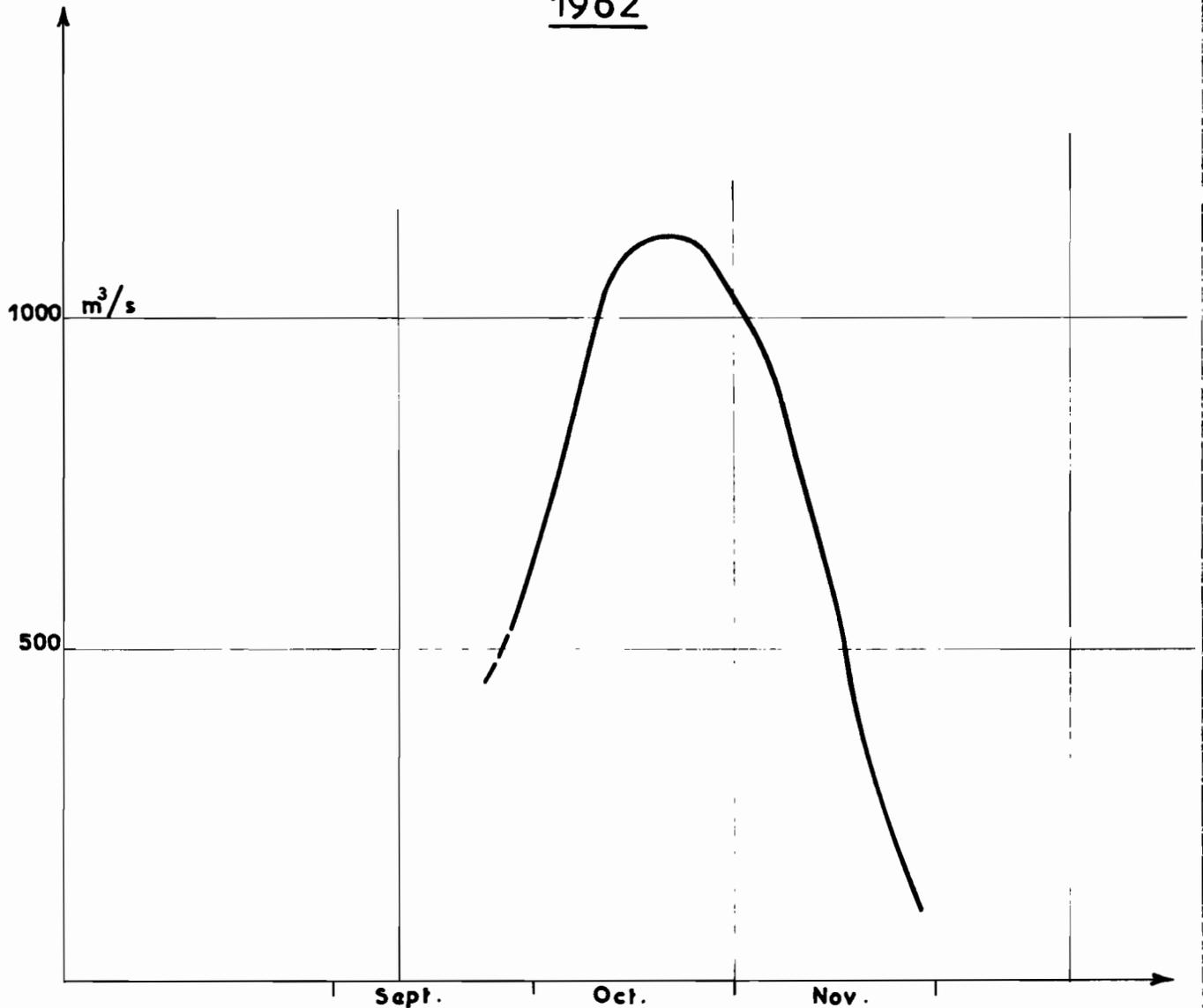
Crue 1962

Elle se situe pour le Chari parmi les plus fortes crues connues puisque à Fort-Lamy, pour les 30 dernières années elle vient en 3^e position derrière les crues de 1961 et 1955.

La courbe de crue du Chari à Miltou est donnée page suivante - graphique n° 7194.

.../...

Bahr Erguig à MILTOU
1962



CRT 7194

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°	LE: 7-3-63	DES: L TRENOU	VISA:	TUBE N°	H
--------	------------	---------------	-------	---------	---

La courbe d'étalonnage permet alors d'établir la courbe des débits du Chari déversés dans le Bahr Erguig à Miltou.

La cote maximale à Miltou est

6,29 m

et le débit maximal déversé de

1120 m³/s

Le début de la crue n'est pas connu mais le volume déversé se situe à une valeur approximative de

5 Milliards de M³

-000-

Alimentation du Bahr Erguig et déversements en direction du Batha de Laïri

Les reconnaissances effectuées au cours de la campagne 1962 ont confirmé les conclusions auxquelles nous arrivions en 1960. L'alimentation du Bahr Erguig se fait essentiellement par les déversements du Chari en face de Miltou. Le Telabo a pu être remonté en pinasse sur plusieurs kilomètres sans y déceler le moindre courant.

Malgré la cote élevée du Bahr Erguig il n'y a pas eu en 1962 de déversements du Bahr Erguig vers le Batha de Laïri. Les prospections dans la région de Bilabou et Kérébo ont montré que, au plus fort de la crue du Bahr Erguig ce "défluent" avait très peu d'eau (30 à 40 cm) et qu'il n'y avait aucun courant.

.../...

Par contre dans la région de Gorja - Djoumboul il est possible de passer, en très forte crue, du Bahr Erguig au Chari (cote à Miltou supérieure à 6,20 m). Les hauteurs d'eau sont faibles (10 à 20 cm) et les courants inexistantes.

-oOo-

.

.../...

CHARI à MAINAPA

Les repères rive gauche ont été emportés à la suite de la crue 1961 qui a érodé la berge sur une vingtaine de mètres. L'érosion s'était amorcée en 1960 et après la crue qui n'était pourtant pas très forte les berges avaient reculé de plusieurs mètres.

Le graphique n° 7195 montre l'évolution du lit entre 1960 et 1962. Les changements sont très importants puisque le chenal qui se trouvait en rive droite en 1960 s'est déplacé maintenant vers la rive gauche ce qui explique l'érosion intense subie par cette rive au cours des crues.

Le repère situé en rive droite est à la cote 331,25 m. Le 2-II-1962 un jaugeage a été effectué à la cote 326,65 m et le débit mesuré 2460 m³/s. La cote à Bousso était ce jour là de 4,60 m. Le point se trouve sur la courbe d'étalonnage établie auparavant.

Les plus hautes eaux des crues 1961 et 1962 ont pu être repérées avec précision :

Cote maximale 1961 : 328,05 m
Cote maximale 1962 : 327,60 m

La cote de la crue centenaire avait été fixée (Rapport Ponts 1960) à 328,15 m. Compte tenu de la crue 1961 il apparaît que cette cote est légèrement sous-estimée et qu'elle devrait s'établir 0,15 m plus haut soit à

328,30 m

correspondant à un débit de

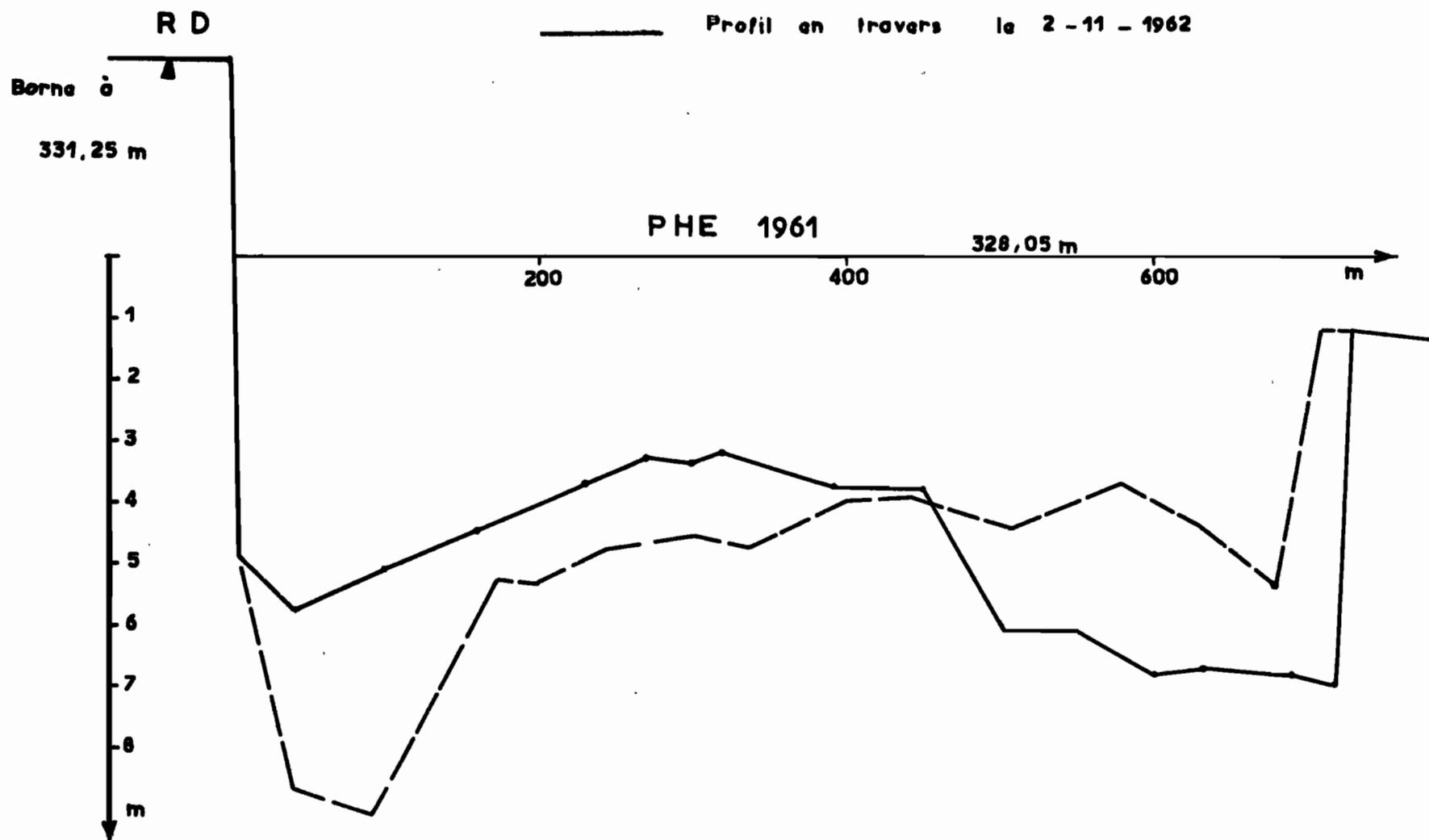
4900 m³/s

.../...

CHARI à MAINAPA

--- Profil en travers le 7 - 9 - 1960

— Profil en travers le 2 - 11 - 1962



CRT 7195

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 7-3-63

DES: L. TRENOU

VISA:

TUBE N°

H

2º  A R T I E



BATHA à OUM-HADJER

Les caractéristiques générales du Batha ont été exposées dans le rapport Batha - Guéra - Ouaddaï de MM. Tixier et Bouchardeau et dans le rapport Ponts 1960. Nous n'y reviendrons pas. Nous ne traiterons que des résultats obtenus en 1961 et 1962.

Crue 1961

L'année 1961 s'est caractérisée par des pluies en général très abondantes qui ont même atteint en certains points des hauteurs tout à fait exceptionnelles : c'est ainsi qu'à Biltine nous avons enregistré 801 mm alors que la hauteur annuelle moyenne des 11 années précédentes était de 300 mm.

La pluviométrie du bassin du Batha est caractérisée par les relevés obtenus aux 7 postes ONM suivants pour lesquels nous comparerons la pluviométrie 1961 à la pluviométrie moyenne des années 1955 à 1960.

: Postes	: Moy. 1955-1960 :	1961	:
: Guéréda	: 445	: 800	:
: Abéché	: 468	: 540	:
: Adré	: 646	: 623	:
: Am-Guéréda	: 503	: 803	:
: Goz-Béïda	: 719	: 722	:
: Am-Dam	: 601	: 823	:
: Oum-Hadjer	: 428	: 705	:
: Moyenne	: 544	: 716	:
:	:	:	:

.../...

La pluviométrie moyenne de 1961 est de 716 mm soit 1,3 fois plus forte que la moyenne 1955 - 1960 qui est de 544mm

La comparaison des "périodes actives" Juillet - Août est encore plus significative :

Postes	Moy. 1955-1960	1961
Guéréda	338	750
Abéché	337	454
Adré	461	510
Am-Guéréda	354	655
Goz-Béïda	403	557
Am-Dam	402	655
Oum-Hadjer	293	573
Moyenne	370	594

Le rapport entre l'année 1961 et la moyenne est cette fois-ci de 1,6. Il n'est donc pas surprenant que la crue de 1961 ait un caractère assez exceptionnel. Elle est représentée sur le graphique n° 7196.

La cote maximale a été de

$$\underline{H_m = 3,48 \text{ m}}$$

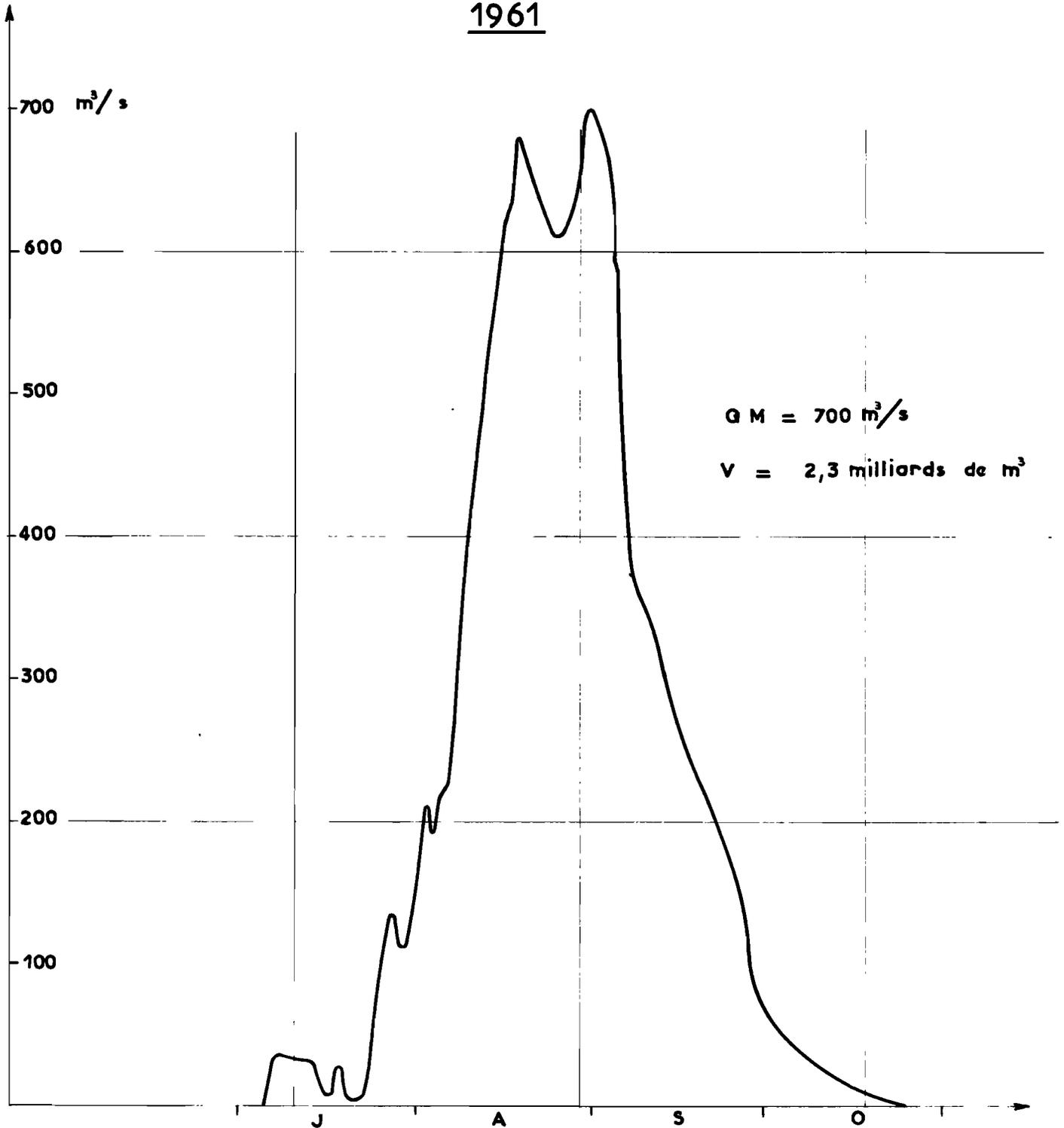
ce qui correspond à un débit approximatif de

$$\underline{Q_m = 700 \text{ m}^3/\text{s}}$$

.../...

BATHA à OUM HADJER

1961



CRT 7196

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1° | LE: 7-3-63 | DES: L. TRENOU | VISA: | TUBE N° | H

Ce débit est approximatif, en effet les jaugeages en hautes eaux effectués en 1958 et 1962 ont été limités à $H = 2,20$ m, $Q = 250$ m³/s en raison de la faiblesse relative de la crue ces années-là. L'extrapolation jusqu'à 700 m³/s est donc un peu aléatoire. Le volume de la crue est de

$$V = 2,3 \text{ Milliards de m}^3$$

A tout point de vue la crue 1961 est très nettement supérieure à celles enregistrées depuis 1955 y compris celle de 1959 qui était déjà considérée comme une forte crue. Nous verrons par la suite quelle fréquence on peut essayer de lui attribuer.

Crue 1962

La pluviométrie s'établit de la façon suivante :

Postes ONM	Moyenne : 1955 - 1960 :	1962	Période active	
			: 1955 - 1960 :	1962 :
Guéréda	445	520	338	461
Abéché	468	505	337	344
Adré	646	653	461	469
Am-Guéréda	503		354	
Goz-Béïda	719	799	403	468
Am-Dam	601	550	402	354
Oum-Hadjer	428	482	293	307

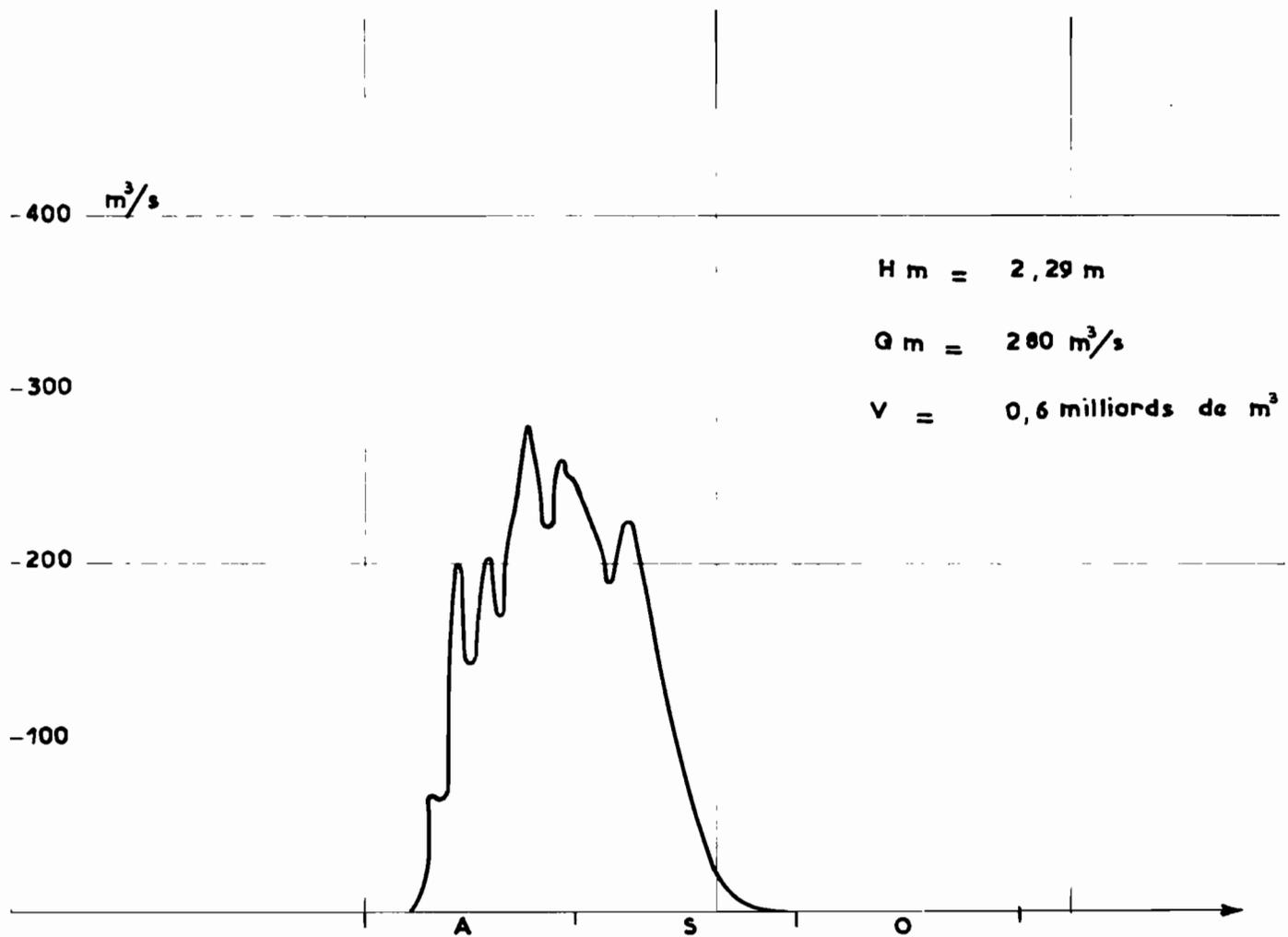
Si on excepte le poste de Guéréda à la limite extrême du bassin, la pluviométrie de la période active Juillet-Août 1962 se situe très près de la pluviométrie moyenne active de la période 1955 - 1960. Et la crue 1962 est elle-même moyenne, très conforme à la pluviométrie - graphique n° 7197.

.../...

BATHA à OUM HADJER

1962

A



CRT 7197

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1° LE: 7-3-63 DES: L TRENOU VISA TUBE N° H

La cote maximale a été de

$$\underline{H_m = 2,29 \text{ m}}$$

ce qui correspond à un débit maximal de

$$\underline{Q_m = 280 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Le volume écoulé en 1962 est

$$\underline{V = 0,6 \text{ Milliard de m}^3}$$

La crue se présente sous sa forme habituelle, c'est à-dire crue unique en Août-Septembre avec une succession de petites pointes d'une durée de 4 à 5 jours chacune.

Jaugeages et courbes d'étalonnage

Le Batha a été étalonné en 1958 jusqu'à la cote 1,70 m. En 1960 nous avons envisagé d'effectuer une nouvelle campagne de mesures de façon à étalonner le Batha au dessus de la cote 1,70 m et limiter au maximum les extrapolations. Malheureusement la crue 1960 du Batha n'a pas dépasser 1,18 m à Oum-Hadjer.

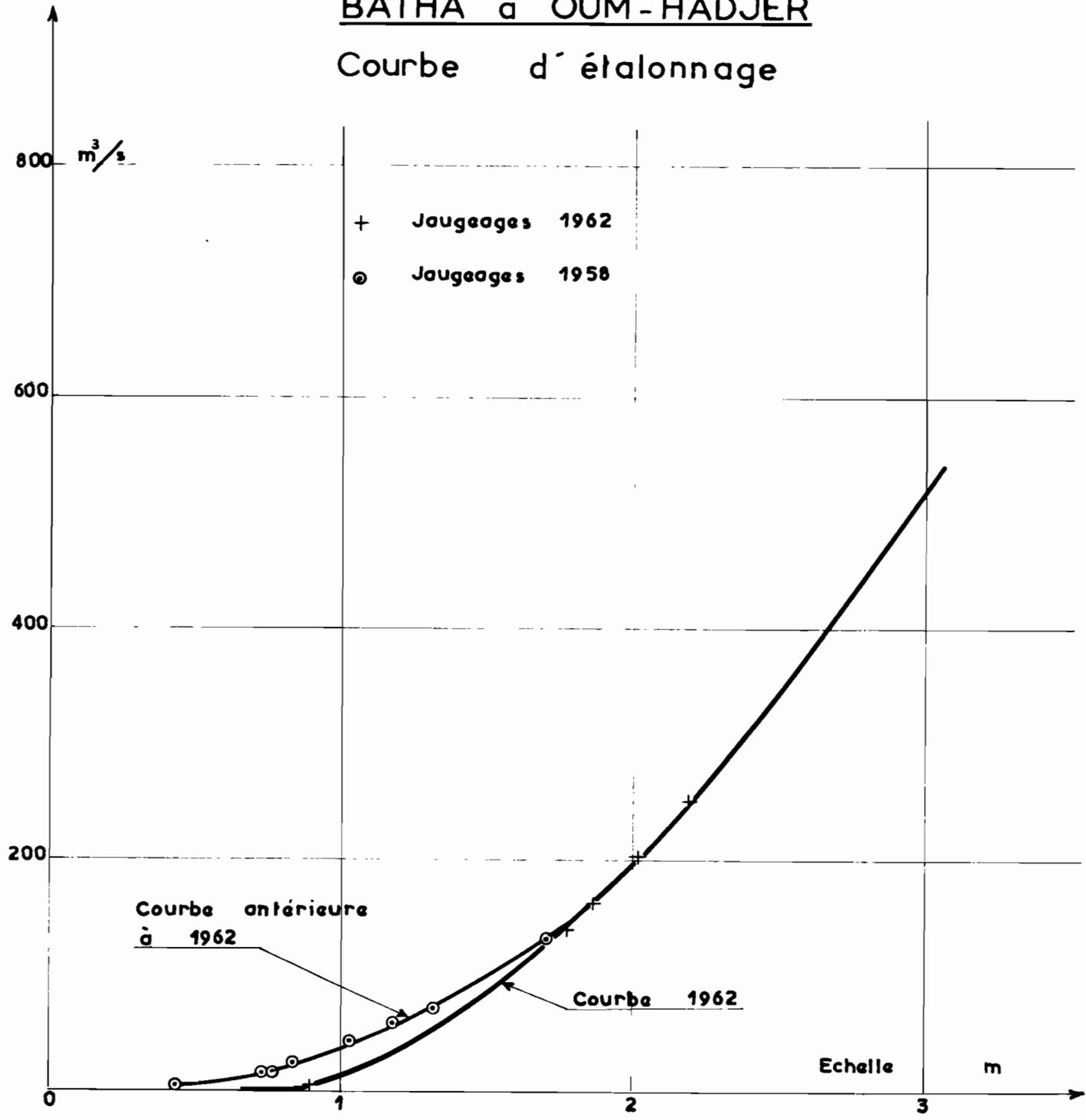
En 1961 la très forte crue emportait le radier et un nouveau était reconstruit au même emplacement mais à une cote plus élevée. Il convenait donc en 1962 de déterminer l'influence du nouveau radier sur la courbe d'étalonnage.

Le graphique n° 7198 montre la courbe antérieure à 1962 et celle valable à partir de 1962 jusqu'à une nouvelle destruction du radier. Il semble cependant que celui-ci, réalisé avec de gros blocs de roches, soit à même de résister à de fortes crues. La crue 1962 ne l'a pas endommagé.

.../...

BATHA à OUM-HADJER

Courbe d'étalonnage



CRT 7198

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°	LE: 7-3-63	DES: L. TRENOU	VISA:	TUBE N°	H
--------	------------	----------------	-------	---------	---

L'écoulement commence à la cote 0,70 m contre 0,40m précédemment. Les courbes d'étalonnage se rejoignent vers la cote 1,80 m mais les jaugeages effectués jusqu'à la cote 2,20m montrent que la courbe s'élève un peu plus que ne le laissait prévoir l'extrapolation de la première courbe d'étalonnage. La crue n'a pas été assez forte pour que nous puissions faire des mesures à des cotes plus élevées et les extrapolations, notamment pour la crue 1961, restent imprécises.

L'examen des courbes montre également que l'influence du radier ne se fait sentir que jusqu'à une certaine cote seulement. Ceci s'explique par la position du radier qui se trouve construit au fond d'une longue dépression du lit. En basses eaux c'est ce radier qui sert de section de contrôle alors qu'en hautes eaux celui-ci est largement submergé et c'est l'extrémité aval de la dépression qui fait fonction de section de contrôle.

Les jaugeages suivants ont été effectués :

Dates	H m	Q m ³ /s	V.moy.m/s	V.max.
6-8-62	0,89	2,42		0,31
15-8-62	1,78	141	0,58	0,91
16-8-62	1,86	162	0,62	0,97
17-8-62	2,01	202	0,76	1,16
27-8-62	2,19	250	0,87	1,48

Crues exceptionnelles

Depuis 1955 nous avons enregistré à OUM-HADJER les crues maximales suivantes :

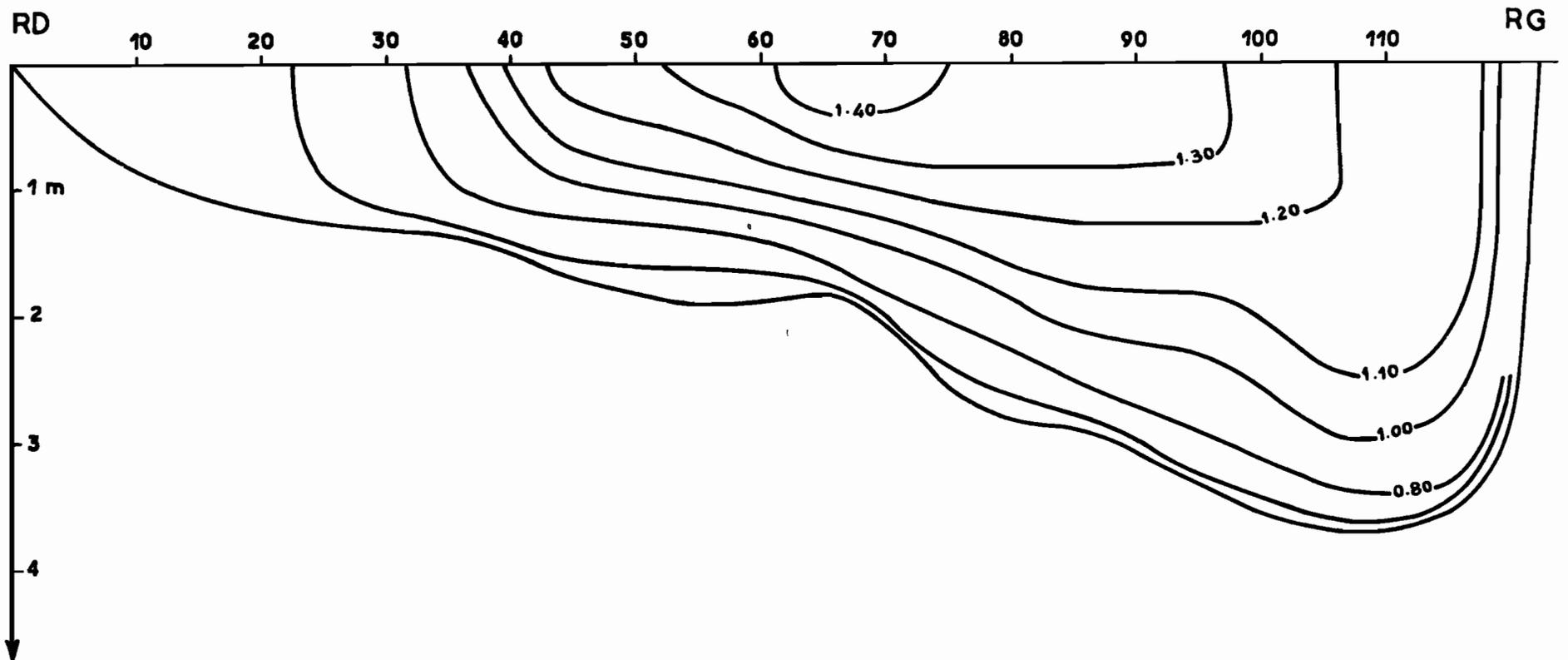
.../...

BATHA à OUM HADJER

Jaugeage du 27-8-62

H = 2,20 m

Q = 250 m³/s



CRT 7199

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED:

1°

LE: 7-3-63

DES: L. TRENOU

VISA:

TUBE N°

H

Année	Cote max.	Débit max.
1955	2,52	352
1956	2,15	237
1957	2,00	197
1958	1,85	162
1959	3,15	573
1960	1,18	57
1961	3,48	700
1962	2,29	277

L'examen de ce tableau montre que la majorité des crues sont situées entre 150 et 350 m³/s, et comme le nombre de crues est relativement petit, les deux très fortes crues de 1959 et 1961 vont gonfler artificiellement la valeur de la crue moyenne pour la période 1955 - 1962. Cette valeur moyenne s'établit à 320 m³/s

Lorsqu'une petite série de chiffres comporte une ou deux valeurs trop excentrées, on obtient une valeur plus intéressante que la valeur moyenne dans les applications en considérant la valeur médiane. Dans le cas du Batha à Oum-Hadjer cette valeur médiane correspond à 260 m³/s.

Comme valeur de la crue moyenne, nous prendrons pour notre part le chiffre intermédiaire de

280 m³/s

.../...

Ce débit correspond d'ailleurs au maximum de la crue 1962 dont la pluviométrie, nous l'avons vu, correspond très sensiblement à la pluviométrie moyenne.

Dans le rapport Ponts 1960 nous avons estimé que la crue 1959 correspondait à une crue décennale. En admettant une loi logarithmique pour les périodes de retour, graphique n° 7200 nous trouvons alors pour la crue de 1961 une période de retour de 25 ans qui, compte tenu de la force de la crue cette année-là, nous semble convenable.

L'extrapolation de la droite donne alors pour la crue centenaire un débit maximal de

$$\underline{900 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Sur la courbe d'étalonnage telle que nous l'avons extrapolée la cote correspondante serait :

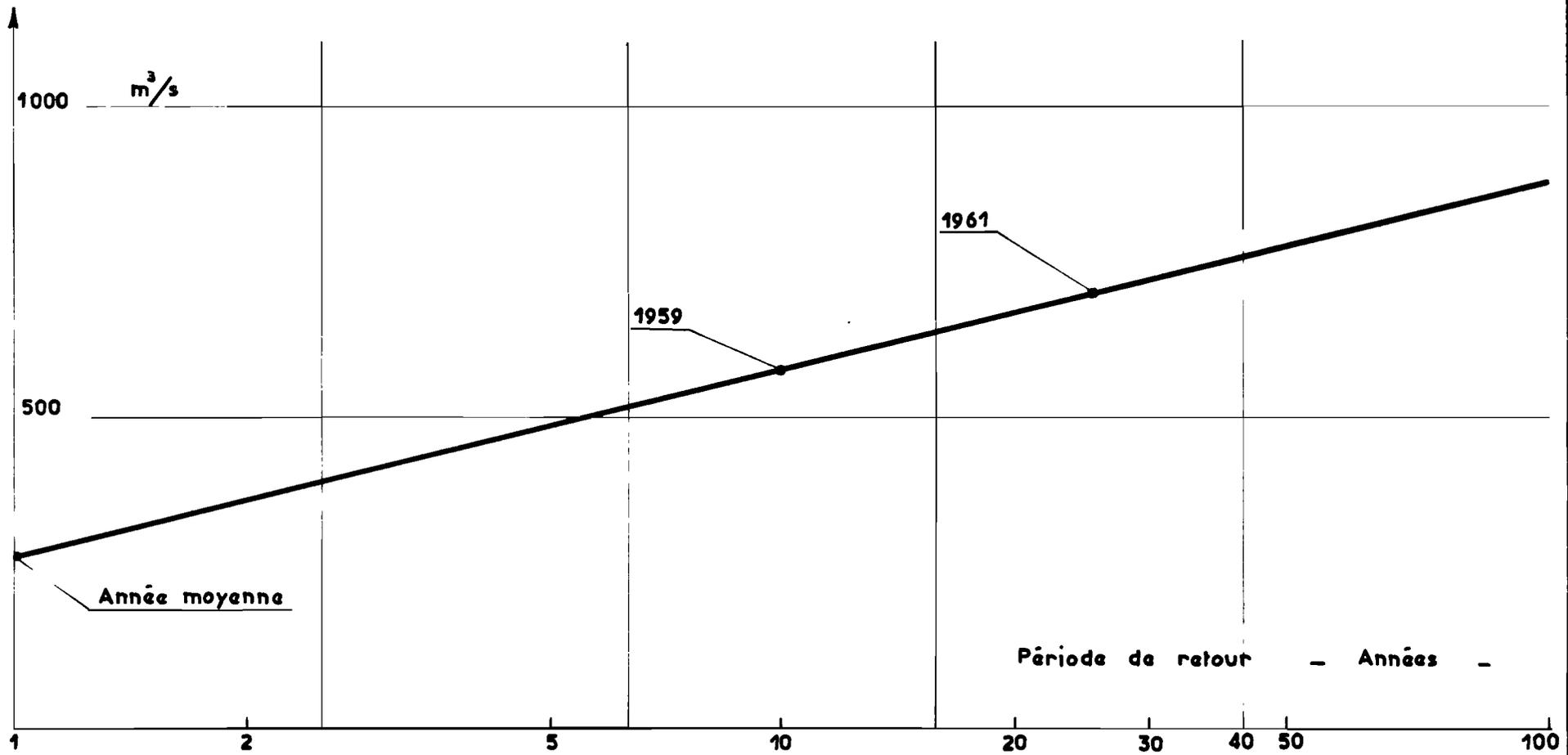
$$\underline{H = 3,95 \text{ m}}$$

La valeur du débit de la crue centenaire n'est pas très précise puisque nous sommes obligés d'extrapoler assez loin la courbe d'étalonnage, par contre, même si celle-ci devait être modifiée pour les cotes élevées, la cote de la crue centenaire ne changerait guère.

Admettons par exemple que le débit maximal de la crue de 1961 soit de 850 m³/s (au lieu de 700). Avec la modification de la courbe d'étalonnage, la crue moyenne du Batha passerait à 300 m³/s et la crue 1959 à 670 m³/s. La crue 1961 conserverait à peu près la même fréquence (27 ans au lieu de 25) et le débit de la crue centenaire passerait à 1.060 m³/s. Mais sur la nouvelle courbe d'étalonnage ce débit correspondrait à une cote de 3,85 m, valeur très voisine de celle trouvée précédemment.

.../...

BATHA à OUM HADJER



CRT 7200

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 7-3-63

DES: L. TRENOU

VISA:

TUBE N°

H

Sur un fleuve à régime tropical le rapport entre le débit de la crue centenaire et le maximum annuel est un chiffre assez petit. Il est de 1,5 pour le Chari à Fort-Lamy. Par contre sur une rivière à régime sahélien ces chiffres sont plus forts, c'est ainsi que pour le Batha nous trouvons 3,2 à 3,6 selon l'extrapolation de la courbe d'étalonnage. Cette différence est due à l'extrême irrégularité des crues du Batha.

En 30 années d'observations le rapport entre la crue la plus forte et la plus faible est de 2,5 pour le Chari. En 8 années d'observations sur le Batha, ce rapport s'élève à 14.

-oOo-

Nous résumerons les conclusions auxquelles nous sommes actuellement parvenus pour le Batha à Oum-Hadjer :

1962 - Crue moyenne

H = 2,30 m
Q = 280 m³/s

1959 - Crue décennale

H = 3,15 m
Q = 580 m³/s

1961 - Période de retour 25 ans

H = 3,48 m
Q = 700 m³/s

- Crue centenaire

H = 3,95 m
Q = 900 m³/s

Rappelons que le débit de la crue centenaire demanderait à être confirmé par des mesures en très hautes eaux.

-oOo-

.../...

BATHA à AM SOUNTA

L'emplacement d'Am Sounta se trouve situé à 60 km environ en amont d'Oum-Hadjer. Entre ces deux localités le principal affluent du Batha est la Bitéa dont le bassin versant est de 10.000 km². Quelques autres affluents ont un bassin global de 2.000 km². Le bassin versant du Batha à Am-Sounta est de 21.000 km² contre 33.000 km² pour le Batha à Oum-Hadjer.

La réduction de surface du bassin est importante mais elle est due essentiellement à la Bitéa qui, nous l'avons vu, n'apporte au Batha que de très faibles débits. Par contre nous avons pu constater au cours de l'itinéraire Oum-Hadjer - Am-Sounta effectué à pied du 18-8 au 27-8 que les affluents de rive gauche : Ouadi Rhamfousa, Ouadi Tawil, Abouk, etc... qui traversent la piste étaient tous en crue et débitaient de façon assez importante.

L'emplacement prévu pour la traversée du Batha se trouve à 5 km en amont d'Am-Sounta à la traversée de la piste chamelière Abéché - Am-Dam. Le lit présente une largeur de 200 mètres environ avec un encaissement important : 5 à 6 mètres.

Débits :

3 mesures de débits ont été effectuées, mais à des cotes très voisines les unes des autres, en effet le Batha est resté stable pendant plusieurs jours et il n'a pas été possible d'effectuer des jaugeages à des cotes suffisamment espacées même pour amorcer le tracé de la courbe d'étalonnage.

Les mesures ont été les suivantes :

Date	Hm	Q m ³ /s
22-8-62	3,29	190
23-8-62	3,31	200
24-8-62	3,31	206

.../...

Le débit moyen du Batha a été, pendant ces 3 jours, sensiblement constant et égal à 200 m³/s.

Compte tenu de la propagation de la crue qui parcourt environ 15 à 20 km par jour, les relevés correspondants d'Oum-Hadjer se situent entre le 26 et le 30 Août. La crue y est également très stable puisque on note :

: Date	: 26-8	: 27-8	: 28-8	: 29-8	: 30-8	: 31-8	:
: H	: 2.08	: 2.19	: 2.22	: 2.19	: 2.19	: 2.18	:

La cote moyenne est de 2,20 m et le débit qui lui correspond de 250 m³/s.

Le débit du Batha à Am-Sounta pour cette période est égal au 4/5 du débit du Batha à Oum-Hadjer. La différence des débits provient des apports de la Bitéa, une dizaine de M³ peut-être, et des affluents de la rive gauche : environ 40 m³/s.

Notons que si le bassin de la Bitéa avait un coefficient de ruissellement équivalent à celui du Batha à Am-Sounta c'est un débit de 100 m³/s que nous devrions avoir au lieu de 10 m³/s. D'autre part les 40 m³/s fournis par les affluents de rive gauche restent modestes et sont susceptibles d'être largement dépassés. En effet ces affluents drainent une superficie de l'ordre de 2.000 km² alors que l'Ouadi Nabawa qui leur est contigu avec un bassin de 400 km² seulement a eu un débit maximal de 30 m³/s en 1962 et 60 m³/s en 1961.

Crues exceptionnelles

L'absence de courbe d'étalonnage et d'observations suivies à Am-Sounta ne permet pas de déterminer avec précision les débits et cotes maximales atteintes au cours des plus fortes crues. Les différences de débit entre Am-Sounta et Oum-Hadjer sont trop fortes pour que les résultats obtenus à cette dernière station puissent être transposés à la première. Il y a des écarts de débit entre ces 2 stations mais nous ne savons pas encore comment varient ces écarts.

Le calcul peut nous permettre de donner les caractéristiques des fortes crues ; ces résultats ne devront pas être considérés comme définitifs mais seulement de simples approximations étant entendu que les observations et mesures complémentaires, débits notamment, seront nécessaires pour préciser ces premiers chiffres.

Le débit d'une rivière à une station donnée varie avec la puissance 1,5 du rayon hydraulique de la section considérée. Le jaugeage du 24-8-62 a donné pour $H = 3,31$ m un débit de $206 \text{ m}^3/\text{s}$, le rayon hydraulique étant de $2,00$ mètres.

La cote maximale de la crue 1961 a pu être repérée avec précision et s'élève à $5,04$ m. Il lui correspond un rayon hydraulique de $3,73$ mètres. Le débit maximal de la crue 1961 étant Q , il est soumis à la relation :

$$Q \times (2,00)^{1,5} = 206 \times (3,74)^{1,5}$$

ce qui donne : $Q = 550 \text{ m}^3/\text{s}$

Ce calcul ne fournissant qu'une valeur approchée, nous admettons :

$$\underline{Q = 600 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Le débit maximal étant de $700 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1961 à Oum-Hadjer, le débit du Batha à Am-Sounta se trouve être égal à un peu plus des $4/5$ du débit du Batha à Oum-Hadjer.

L'Ouadi Nabawa a débité $60 \text{ m}^3/\text{s}$ au maximum de la crue 1961. Si les affluents rive gauche ont des coefficients de ruissellement et de pente analogues ils ont pu produire ensemble $300 \text{ m}^3/\text{s}$. Cependant leurs maxima n'ont pas eu lieu tous en même temps et tous ne sont pas venus grossir le Batha précisément au moment où il était à son maximum. Il semble que pour ces cours d'eau on puisse envisager un apport de 100 à $150 \text{ m}^3/\text{s}$ ce qui conduit pour le Batha à Am-Sounta à un débit de 550 à $600 \text{ m}^3/\text{s}$.

.../...

Donc, que ce soit par le calcul ou par d'autres considérations, nous arrivons, pour la crue 1961, à une augmentation de débit de 100 à 150 m³/s entre les 2 stations. En prenant 100 m³/s pour la crue centenaire, celle-ci, pour AM-Sounta, se monte à 800 m³/s. La cote correspondante est donnée par la relation :

$$600 \times (R_I)^{1,5} = 800 (3,73)^{1,5}$$

ce qui conduit à un rayon hydraulique de 4,55 mètres et une cote de crue centenaire de 5,90 m

En résumé : les caractéristiques des crues exceptionnelles sont les suivantes :

Crue 1961: H = 5,04 m valeur exacte
Q = 600 m³/s valeur approchée

Crue centenaire

H = 5,90 m valeur approchée
Q = 800 m³/s "-"

-oOo-

.../...

OUADI NABAWA A LA TRAVERSEE DE LA ROUTE OUM-HADJER - MANGALME

L'Ouadi Nabawa est un affluent de rive gauche du Batha. Son bassin versant est de 800 km² et il se jette dans le Batha à 25 km environ en aval d'Oum-Hadjer. Il est formé de la réunion de 3 Ouadis principaux : Ab Ougoria, Am Al Abo, Am Dourdour qui se rejoignent quelques kilomètres en amont de la route Mangalmé - Oum-Hadjer.

A cet emplacement, le bassin versant a une superficie de 400 km² et sa forme est sensiblement circulaire ce qui favorise la concentration de débits relativement élevés. L'Ouadi Nabawa se partage en plusieurs bras et s'étale sur 1500 mètres en traversant la route.

Le graphique n° 7202 montre la répartition des courants. Le bras principal est situé au Sud, c'est lui, ainsi que nous le verrons, qui assure la majeure partie de l'évacuation des débits. Une partie des eaux emprunte la route vers Oum - Hadjer et se déverse lentement en aval entre les repères 32 et 33. En continuant vers Oum-Hadjer on rencontre à nouveau entre les repères 28 et 29 un courant très faible qui suit la route pour se jeter dans le bras secondaire. Le débit de ce deuxième bras est petit.

Jaugeages et courbes d'étalonnage

Une échelle de crue de 2 éléments a été posée en rive gauche du bras principal.

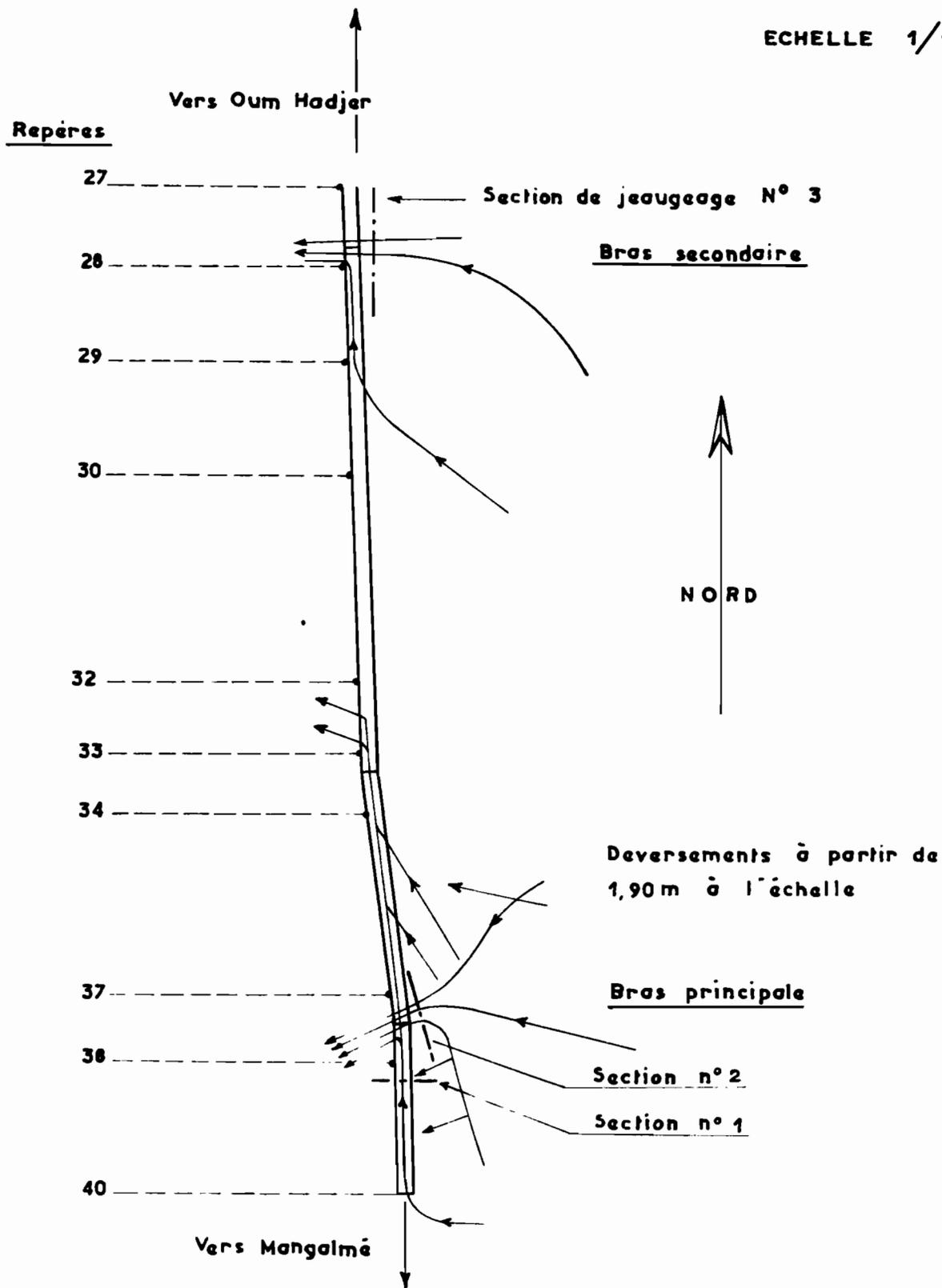
La diversité des courants et leur obliquité nous ont amené à scinder les mesures de débit en 3 sections de jaugeages représentées sur le graphique n° 7202.

.../...

OUADI NABAWA

Tracé des courants

ECHELLE 1/10.000



CRT 7202

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED 1°

LE 3-4-63

DES: L. TRENOU

VISA:

TUBE N

H

Les mesures suivantes ont été effectuées :

Bras principal

Date	Hm	Q m ³ /s
10-8-62	1,37	7,2
11-8-62	0,19	0,5
12-8-62	1,42	7,9
12-8-62	1,63	11,8
12-8-62	1,82	19,0

Bras secondaire

Date	Hm	Q m ³ /s
9-8	1,70	0,6
12-8	1,46	0,4

La courbe d'étalonnage pour le débit total de l'Ouadi Nabawa est tracée à l'aide des données suivantes :

Hm	0,19	1,37	1,42	1,63	1,82
Q M ³ /s	0,56	7,5	8,3	12,3	19,7

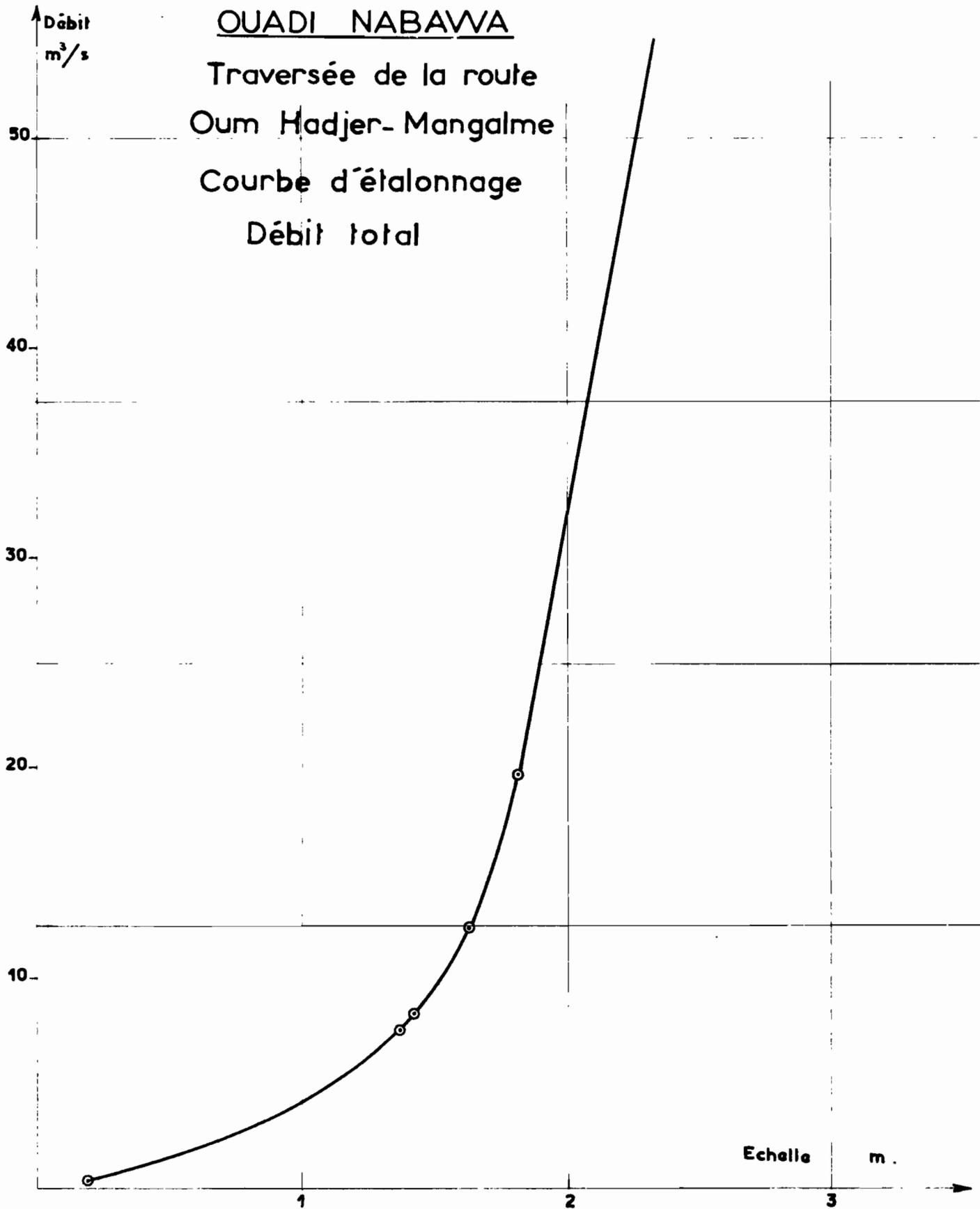
Les courbes d'étalonnage du bras principal, bras secondaire et de l'ensemble sont représentées sur les graphiques n° 7203 à n° 7205.

.../...

OUADI NABAWA

Traversée de la route
Oum Hadjer- Mangalme

Courbe d'étalonnage
Débit total



CRT 7203

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1° LE: 26-3-63 DES: L. TRENOU VISA: TUBE N° H

A m^3/s

OUADI NABAWA

Traverseé de la route Oum Hadjer-Mangalmé

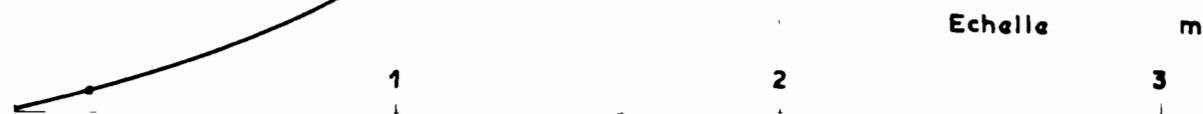
Courbe d'étalonnage - Bras principal

-40 -

-30 -

-20 -

-10 -



CRT 7204

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED

1°

LE 26-3-63

DES L TRENOU

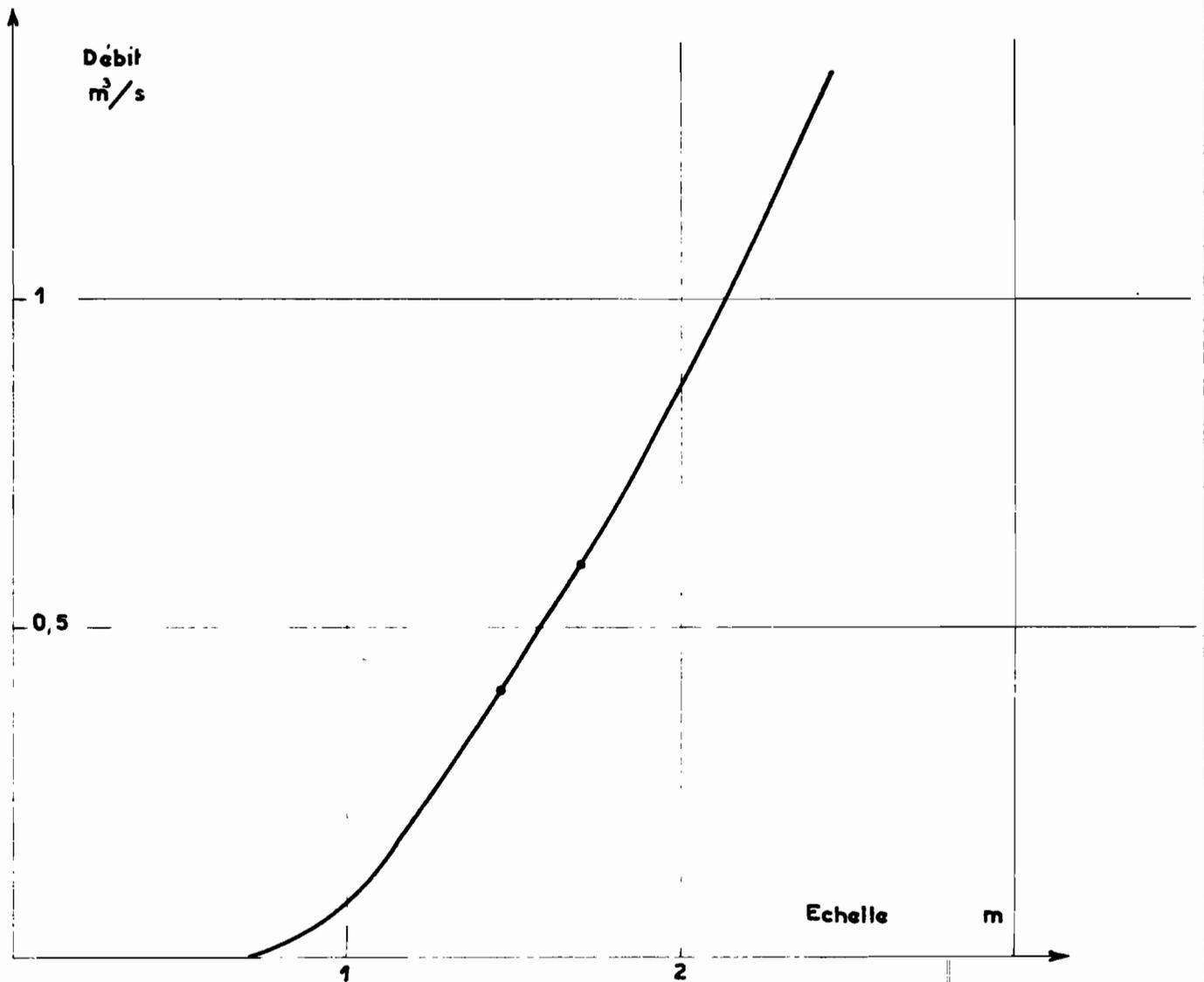
VISA

TUBE N

H

OUADI NABAWA

Traversée de la route Oum Hadjer-Mangalmé
Courbe d'étalonnage du bras secondaire



CRT 7205

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1° LE: 26-3-63 DES: L. TRENOU VISA: TUBE N° H

Crues

Les renseignements que nous possédons sur les crues de l'Ouadi Nabawa sont peu nombreux. Aucune étude n'a été faite avant 1962 et la seule donnée recueillie concerne le niveau des plus hautes eaux de 1961 qui a pu être repéré avec précision. Cette cote est extrêmement intéressante car, nous l'avons vu au cours de l'étude du Batha à Oum-Hadjer, l'année 1961 a été très pluvieuse. On relève en effet à Oum-Hadjer :

: Année :	1951	: 1952 :	1953	: 1954 :	1955	: 1956 :
: P mm :	(420)	:	541	:	511	: 605 :
						371 :

: Année :	1957	: 1958 :	1959	: 1960 :	1961	:
: P mm :	523	:	421	:	311	: 336 :
						705 :

L'année 1961 est donc la plus abondante de ces 10 dernières années, d'autre part les pluies se sont trouvées très concentrées en Juillet - Août (573 mm) ce qui favorise le ruissellement.

Les plus fortes pluies de la période 1951-1961 sont réparties de cette façon :

: Année :	P	: P	: <u>Pluie tombée</u>	:
:	en 1 jour:	en 2 jour:	10j.avant:	1m.avant :
: 1961 :	93,5	: 117,4	: 52	: 297 :
: 1960 :	74,8	: 100,6	: 21	: 76 :
: 1957 :	89,4	: 104,4	: 23	: 56 :
: 1953 :	96,0	: 96,0	: 73	: 160 :

.../...

Les pluies de 1961 sont donc les plus fortes de la période considérée et elles se situent dans de bonnes conditions de saturations des sols. Cependant le pluviomètre d'Oum-Hadjer est situé trop à l'extérieur du bassin de L'Ouadi Nabawa pour pouvoir attribuer le maximum de crue à telle ou telle pluie.

Le niveau des plus hautes eaux 1961 a été de

2,41 m

ce qui correspond à un débit donné par l'extrapolation de la courbe d'étalonnage de :

60 m³/s

En 1962 les seules observations correspondent au passage de l'Hydrologue européen chargé des mesures. Deux crues ont été observées du 9 au 13-8-1962 et représentées sur le graphique n° 7206. Une tournée effectuée après la saison des pluies nous a montré que les plus hautes eaux n'avaient pas dépassé la cote 1,96 m qui est celle de la crue du 12-8-62. La crue maximale de 1962 est donc caractérisée par une cote de

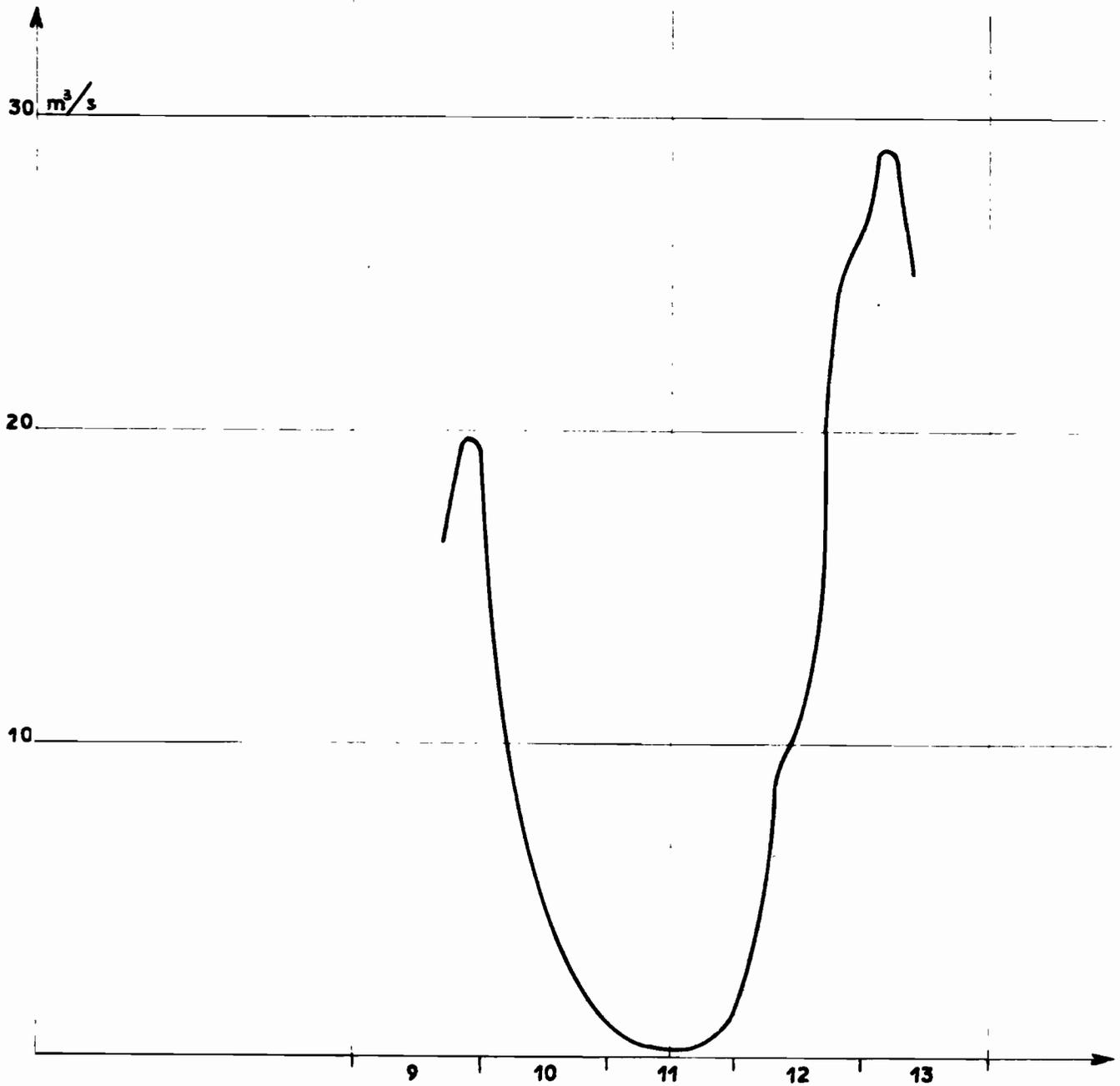
1,96 m

et un débit de : 29 m³/s

La crue du 9-8 (20 m³/s) a été provoquée par une averse pour laquelle on a relevé 5,3 mm à Oum-Hadjer. Celle du 13-8 par une averse qui a donné 34,2 mm au même poste. Par contre les 3 et 4 Août il est tombé 27,8 mm et 63,5 mm à Oum-Hadjer sans qu'il y ait écoulement de l'Ouadi Nabawa. La station d'Oum-Hadjer se trouve donc trop loin du bassin pour que nous puissions relier les crues de l'Ouadi aux pluies relevées à ce poste et de ce fait il n'est pas possible d'apprécier la fréquence de la crue 1961. Etant donnée la très forte pluviométrie de cette année-là, il est vraisemblable cependant que cette crue a une période de retour assez longue (peut-être 10 ans).

.../...

Ouadi NABAWA
Crues du 9 au 13-8-1962



CRT 7206

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1° | LE 26-3-63 | DES: L. TRENOU | VISA: | TUBE N° | H

En résumé nous avons les résultats suivants :

I96I	2,4I m	60 m ³ /s
I962	I,96 m	29 m ³ /s

RIGUIL TAL AROUP

Le Riguil Tal Aroup traverse la route Mangalmé - Oum-Hadjer à IO km de cette dernière localité. Son bassin versant a une superficie d'une quarantaine de km² sans relief appréciable.

Le Riguil ne traverse pas la route franchement mais, du moins en crue moyenne emprunte la piste sur 5 à 600 mètres entre les repères I2 et I5 - graphique n° 7207.

Deux jaugeages ont donné

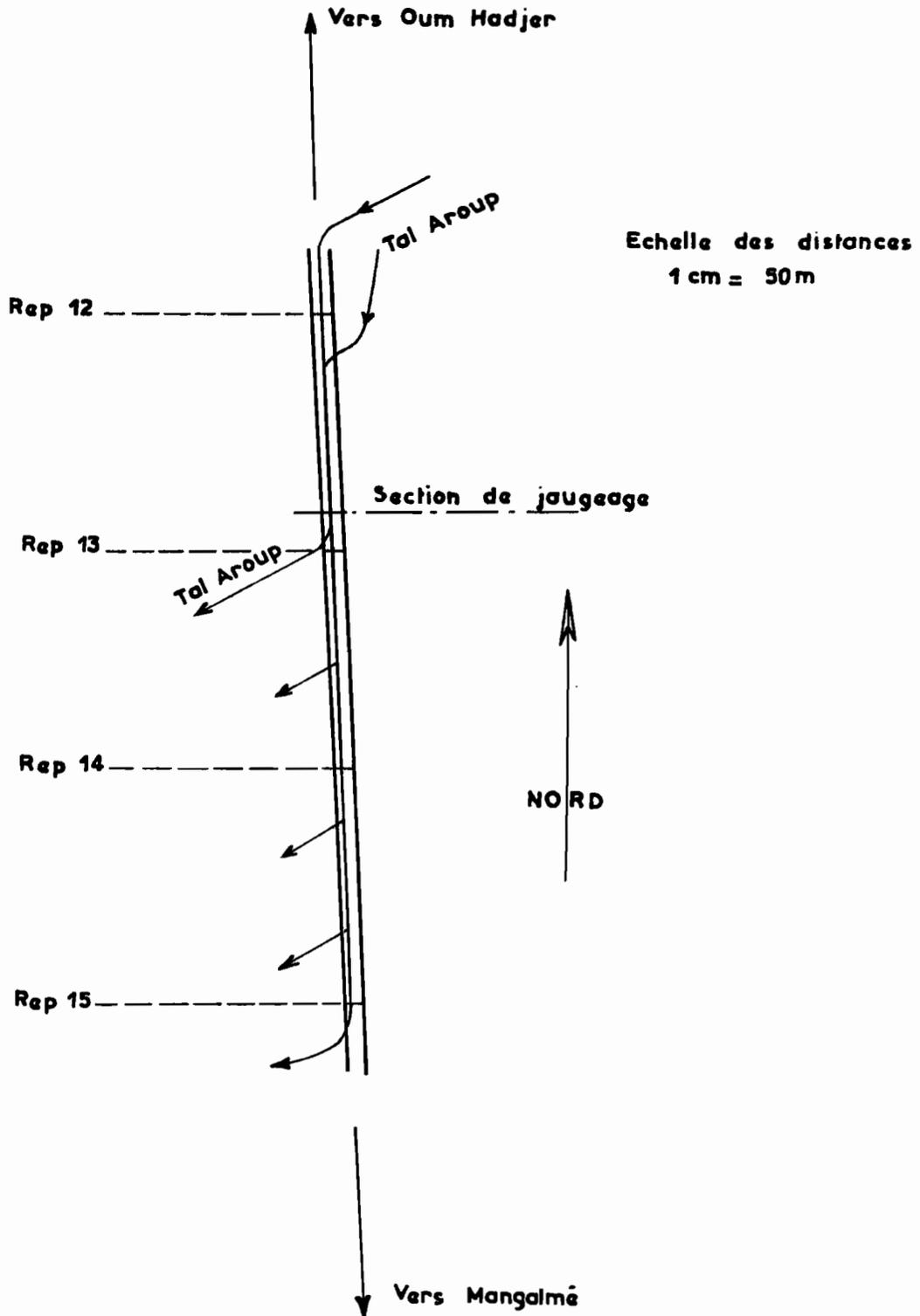
le	9-8-62	Q = 0,2 m ³ /s
	I2-8-62	Q = 0,8 m ³ /s

-oOo-

.../...

RIGUIL TAL-ARROUP

Tracé des courants



CRT 7207

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED 1° LE: 26 3-63 DES: L TRENOU VISA: TUBE N H

ROUTE d'OUUM-HADJER A L'OUADI NABAWA

Une quarantaine d'arbres ont été numérotés à la peinture entre Oum-Hadjer et l'Ouadi Nabawa. Le repère 40 étant pris comme origine des distances, le 13-8-62 les hauteurs d'eau suivantes ont été mesurées sur la piste, avec une cote à l'échelle du Nabawa de

1,90 m

<u>Repère</u>	<u>Km</u>	<u>Profondeur d'eau en mètres</u>
40	0	0
38	0,22	0

Echelle du NABAWA

37	0,33	
36	0,43	0,68
35	0,53	0,72
34	0,64	0,51

1^o bras Ouadi NABAWA

		1,43
33	0,73	0,78
32	0,86	0,20
	0,90	0,00
31	1,02	0
30	1,19	0
29	1,37	0,04
28	1,54	0,38

.../...

2^e bras du NABAWA

		0,60
27	I,68	0,10
26 à I5	I,83 à 3,72	0,02 à 0,05
I4	3,90	0,10
I3	4,07	0,58

Tal-Aroup

		0,85
I2	4,25	0,32
II	4,40	0,00
	7	Dépression sans courant de I km de longueur avec profondeur d'eau de 0 à 0,20 m.
9	9,34	0
8	9,65	0,05
7	9,73	0,15
6	9,90	0,17
5	10,11	0,24
4	10,27	0
3	11,10	0
2	11,23	0,25
I	11,38	0
	14,5	Oum-Hadjer

Le I3-8-62 il n'y avait entre les repères I et II que des dépressions remplies d'eau sans courant visible. Entre les repères I5 et 26, il y avait, par place, un léger courant en travers de la piste.

.../...

BAHR SARA à MANDA

Le Bahr Sara a déjà été étudié dans le rapport Ponts 1960 et dans la note qui a suivi la campagne 1961 : Évaluation de la crue centenaire du Bahr Sara.

Les deux jaugeages effectués en 1960 et 1961 avaient permis d'étalonner la courbe de tarage jusqu'à 5,88 m ce qui limitait les extrapolations à moins de 0,70 m à l'échelle pour l'évaluation de la crue centenaire.

Campagne 1962

En 1962 quatre jaugeages ont été effectués qui ont mis en évidence l'influence de la cote du Chari sur la courbe d'étalonnage du Bahr Sara à Manda. Cette station se trouve en effet à une dizaine de kilomètres du confluent dont le niveau dépend à la fois des débits du Bahr Sara et du Chari. Pour une même cote à Manda si le Chari débite 1.000 ou 1.500 m³/s le niveau d'eau au confluent sera plus élevé dans le second cas et la pente du Bahr Sara moins forte et par conséquent, les débits moins forts à Manda.

Les jaugeages suivants ont été effectués :

: Date	: Cote	: Chenal	: Digue	: Ponceaux	: I ^o	: 2 ^o	: 3 ^o	: TOTAL
: 30-9-62	: 553	: 2304	:	:	:	:	:	:
: 1-10-62	: 558	: (2320)	: 134	: 67	: 52	: 32	: 67-(85)	: 2672
: 9-10-62	: 577	: (2300)	: 275	: 61	: 49	: 34	: (85)	: 2804
: 20-10-62	: 557	: 2120	: 163	: 60	: 42	: 27	: (60)	: 2472
: 30-10-62	: 525	: 1810	: 22	: 54	: 37	: 19	: 41	: 1983
: 25-10-61	: 588	: 2280	: 220	: 41	: 36	: 25	: 91	: 2690

.../...

Pour les ponceaux et buses nous avons obtenu :

Date	Cote	Ponceaux					Buses			
		I	2	3	4	5	I	2	3	4
1-10	558	7,5	10,0	8,5	8,0	16,0	2,5	5,0	5,0	4,0
9-10	577	6,0	8,0	8,0	7,0	16,0	2,5	4,5	4,5	4,5
20-10	557	5,0	9,5	9,0	8,5	14,5	2,0	4,0	4,0	4,0
30-10	525	6,0	9,0	8,5	6,5	13,0	1,5	3,5	3,0	3,0

Tous ces débits sont exprimés en m³/s.

Les courbes d'étalonnage du débit total et du débit du chenal sont représentées sur les graphiques n° 7208 et n° 7209.

La dispersion des points de jaugeages est assez forte puisque pour H = 5,60 m par exemple le débit total varie de 2.420 m³/s à 2.730 m³/s. Cette incohérence des résultats n'est qu'apparente et l'examen des pentes du Bahr Sara à Manda explique la position de chaque point de jaugeage par rapport aux courbes enveloppes extrêmes.

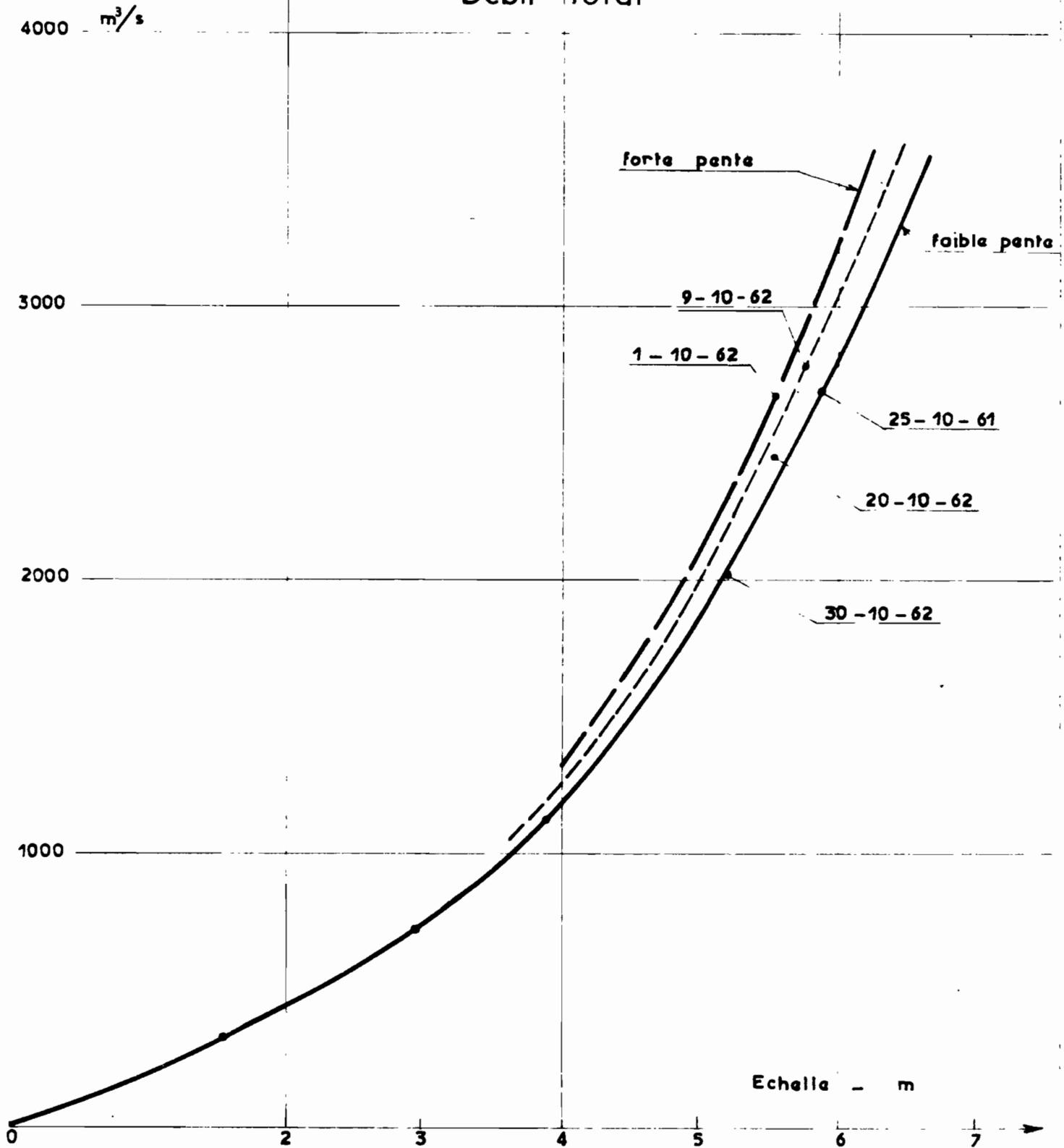
Voici les cotes des échelles de Héllibongo et Fort-Archambault au moment des jaugeages à Manda :

Date	H M MANDA	H H HELLIBONGO	H A F.ARCHAMBAULT	HM - HH	HM - HA
7-10-60	4,64		3,94		+ 0,70
25-10-61	5,88		6,18		- 0,30
1-10-62	5,58	5,50	4,64	+ 0,08	+ 0,94
9-10-62	5,77	5,93	5,36	- 0,16	+ 0,41

.../...

Bahr Sara à MANDA

Débit total

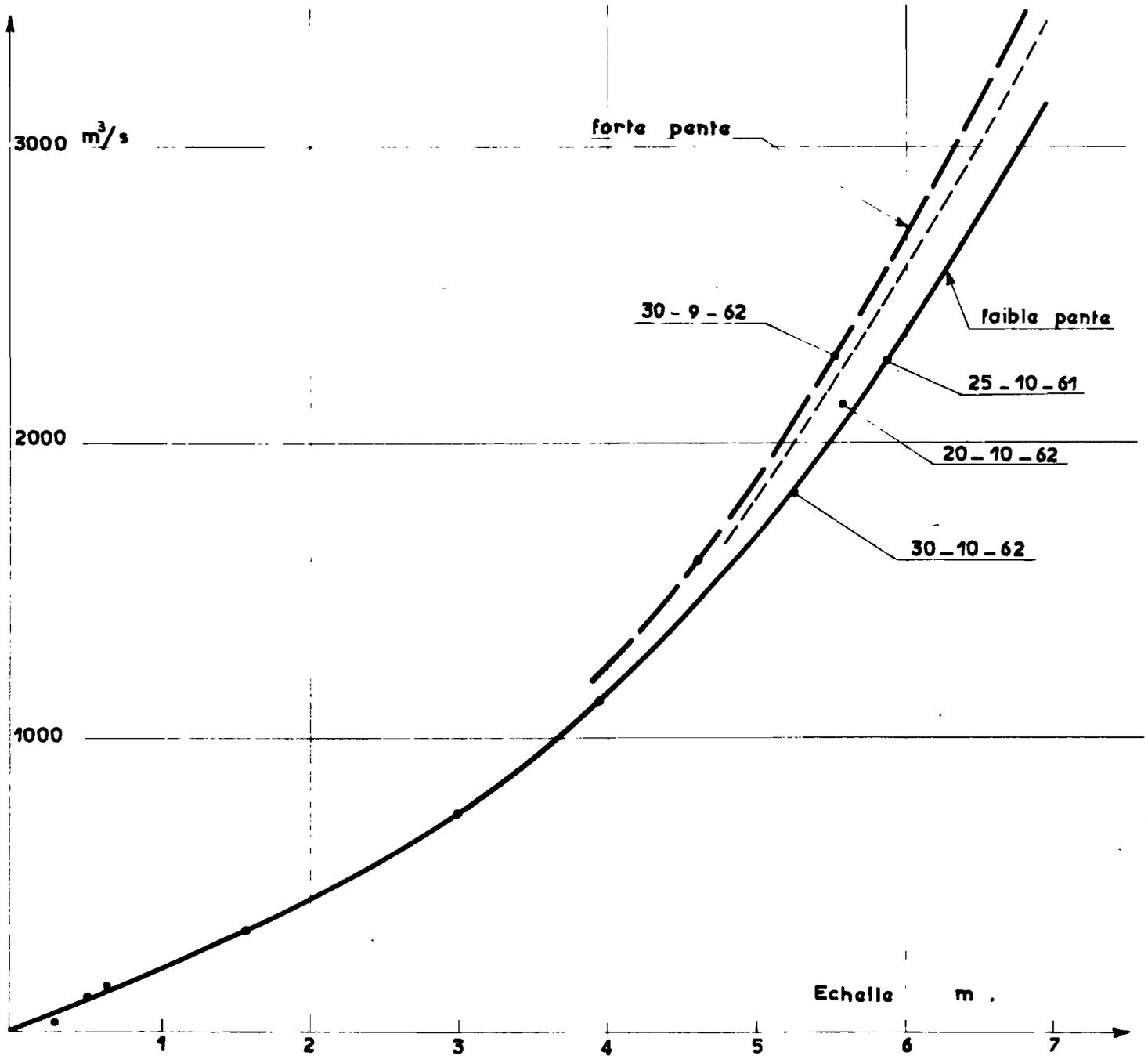


CRT 7208

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1° | LE: 7-3-63 | DES: L. TRENQU | VISA: | TUBE N° | H

Bahr Sara Manda Chenal seul



CRT 7209

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1 ^o	LE 7-3-63	DES: L. TRENOU VISA.	TUBE N ^o	H
--------------------	-----------	----------------------	---------------------	---

Date	H M MANDA	H H HELLIBONGO	H A F. ARCHAMBAULT	HM - HH	HM - HA
20-10-62	5,57	6,00	5,68	- 0,43	- 0,11
30-10-62	5,25	5,95	5,66	- 0,70	- 0,41

La cote à l'échelle de Hellibongo représente sensiblement le niveau du confluent Chari-Bahr Sara, donc en faisant les différences (H Manda - H Hellibongo) nous aurons, non pas la pente réelle du Bahr Sara puisque les cotes des zéros ne sont pas connues, mais les variations de la pente du Bahr Sara. Celle-ci sera d'autant plus forte que la différence HM - HH sera plus élevée et inversement.

Jaugeage du 1-10-62

Nous avons $HM - HH = + 0,08$ m, chiffre le plus fort des 4 jaugeages, donc celui qui donne la plus forte pente et nous retrouvons effectivement ce point de jaugeage sur la courbe enveloppe des débits forts - graphique n° 7208 et : n° 7209

Jaugeage du 30-10-62

Nous avons $HM - HH = - 0,70$ m; c'est le chiffre le plus faible que nous retrouvons sur la courbe enveloppe des débits faibles.

Jaugeage du 9-10-62

$HM - HH = - 0,16$ m. Sans être la plus forte, la pente est tout de même assez forte et nous retrouvons effectivement le point de jaugeage entre les 2 courbes enveloppes mais assez près de la courbe enveloppe des débits forts.

.../...

Jaugeage du 20-10-62

$HM - HH = - 0,43$ m. La pente est donc faible et le point de jaugeage se trouve bien placé entre les courbes enveloppes, très près de celle des débits faibles.

L'échelle d'Hellibongo a été posée en 1962, on ne peut donc calculer $HM-HH$ pour les jaugeages de 1960 et 1961. En prenant la différence des hauteurs entre Manda et Fort-Archambault ($Hh - HA$) on retrouve la même progression que pour ($HM - HH$) mais l'amplitude est un peu plus grande.

Jaugeage du 7-10-60

$HM - HA = + 0,70$; c'est une valeur forte qui doit correspondre pour Manda à un débit également fort. Or en plaçant ce point sur le graphique n°7209 il se trouve sur la courbe enveloppe des débits forts.

Jaugeage du 25-10-61

$HM - HA = - 0,30$; c'est une valeur très faible et le point se situe encore près de la courbe enveloppe des débits faibles.

En conclusion, tous ces jaugeages de hautes eaux qui à première vue, semblaient dispersés de façon assez anarchique, se présentent en fait comme ayant des résultats parfaitement logiques.

Les jaugeages du 1-10-62 et du 20-10-62 sont très éloquentes à ce sujet. Pour la même cote à Manda les vitesses maximales observées sous le 1^{er} Pont sont :

le 1-10-62 : 2,92 - 2,58 - 2,58 - 2,77 m/s

le 20-10-62 : 2,31 - 2,31 - 2,19 - 2,26 m/s

.../...

Dans le I^o cas nous avons une différence de cote entre l'amont et l'aval de 0,31 m. Dans le second cas elle est de

0,24 m

Nous retrouvons des caractéristiques identiques pour les autres ouvrages, ce qui confirme bien que le I^o-IO-62 la pente du Bahr Sara était beaucoup plus forte que le 20-IO-62 pour la même cote.

Courbes d'étalonnage

Pour une même cote à MANDA, les débits peuvent donc varier dans des proportions assez fortes selon la pente du Bahr Sara. Les 2 courbes d'étalonnage qui sont tracées sur les graphiques enveloppent les points de jaugeages que nous avons effectués jusqu'à présent.

Pour des cotes plus basses, de l'ordre de 3 à 4 m. à MANDA, il est possible de rencontrer des (HM - HA) bien supérieurs à ceux que nous avons envisagés mais si nous prenons les cotes supérieures à 5 m. à MANDA, les seules qui nous intéressent du point de vue débit maximal, les écarts sont sensiblement du même ordre que ceux que nous avons envisagés :

Année	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962
HM-HA	+ 0,27	+ 0,77	+ 0,33	+ 0,51	+ 1,31	- 0,11	+ 0,48	+ 0,09	+ 0,57

La moyenne de ces valeurs est de 0,47, donc la courbe moyenne d'étalonnage des maxima de crue se situe entre les deux courbes enveloppes des graphiques n^o 7208 et n^o 7209. Elle passe pratiquement par le point de jaugeage du 9-IO-62.

On serait tenté, en examinant maintenant ces 3 courbes d'étalonnage, de penser qu'il s'agit en fait d'une unique courbe d'étalonnage, la courbe de forte pente correspondant à la crue du Bahr Sara et la courbe de faible pente à sa décrue. Si cette interprétation se révèle exacte dans certains cas, notamment pour les jaugeages effectués en 1962, on ne peut cependant la généraliser à toutes les crues.

En effet, la pente du Bahr Sara dépend de la vitesse de montée de sa crue mais également de la vitesse de montée de la crue du Chari qui sont deux variables tout à fait indépendantes. Si la crue du Chari est rapide alors que celle du Bahr Sara est lente, il faudra utiliser la courbe inférieure de faible pente qui ne peut plus alors être considérée comme la courbe de décrue.

Crue centenaire

La complexité du tarage de la station de Manda nous est apparue seulement en 1962 parce que les jaugeages effectués auparavant, y compris ceux qui se trouvent entre 3 et 4 m, se sont tous déroulés au moment de la décrue du Bahr Sara et sont convenablement situés sans écarts importants, sur la courbe de tarage que nous avons donné en 1961. Nous allons voir, dans quelle mesure, les résultats de 1962 vont modifier ceux auxquels nous étions parvenus en 1961.

Il convient d'abord de réévaluer les débits maximaux antérieurs à 1961 et pour cela nous prendrons la courbe moyenne entre les courbes de faible et forte pentes. Il n'est pas possible en effet de situer chaque débit maximal de crue sur la courbe d'étalonnage adéquate car il faudrait pour cela disposer de beaucoup plus de jaugeages de hautes eaux répartis sur toute la gamme des pentes possibles ce qui n'est pas le cas. Le procédé que nous adoptons n'entraîne que de petites erreurs qui se compenseront en grande partie puisque nous cherchons la moyenne des débits maximaux.

La moyenne établie de cette façon est de

2.050 m³/s

.../...

Nous avons adapté en 1960 le coefficient $K = 1,7$ pour le rapport de la crue centenaire à la crue moyenne pour le Bahr Sara à Manda. Mais l'étude du Chari à Fort-Archambault (chapitre suivant) nous amène à modifier légèrement notre point de vue. En effet les régimes des deux fleuves présentant beaucoup d'analogies, et les coefficients K pour les deux stations doivent être sensiblement les mêmes. Or, pour Fort-Archambault, en disposant d'un nombre plus élevé d'années d'observations que pour Manda (18 contre 12), le coefficient K s'élève à 2.

Le coefficient 1,7 adopté pour Manda se révèle donc trop faible et, compte tenu de la valeur de K à Fort-Archambault, nous prendrons pour Manda la valeur de 1,9.

La crue centenaire s'établit donc à

3.810 m³/s

Les cotes correspondantes à l'échelle sont :

6,42 m en forte pente

6,64 m en pente moyenne

Ces cotes ne sont valables que pour l'état actuel des digues, ouvrages et chenal. Toute modification sans contrepartie entraînera de nouvelles valeurs de ces cotes.

Si on veut conserver la cote de 6,54 m admise en 1960 nous obtenons :

Forte pente - Débit du chenal	3.200 m ³ /s
Débit à évacuer par les ouvrages	600 m ³ /s
Pente moyenne: Débit du chenal	3.060 m ³ /s
Débit à évacuer par les ouvrages	750 m ³ /s
	.../...

Nous n'envisageons pas le cas de la pente faible. En effet la situation la plus critique qui puisse survenir sur le Bahr Sara est qu'une crue centenaire se produise en même temps qu'une crue centenaire du Chari et que les débits maximaux arrivent en même temps au confluent.

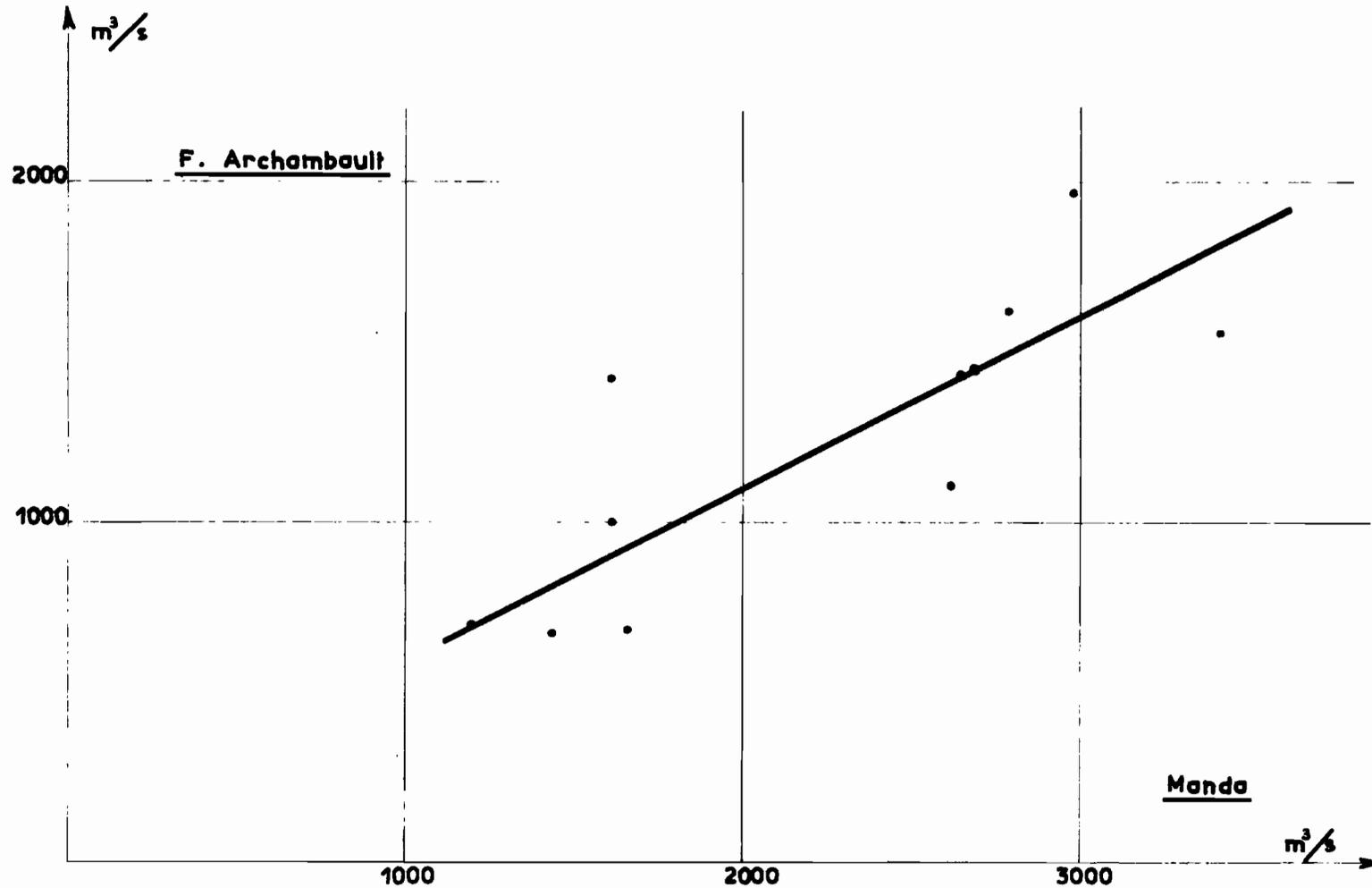
Or, la corrélation entre les crues du Chari et celle du Bahr Sara est assez lâche et à une crue centenaire du Bahr Sara il correspondra une crue certainement forte du Chari mais qui pourra très bien ne pas être centenaire - graphique n° 7210. D'autre part les crues du Chari se produisent toujours après celle du Bahr Sara. Compte tenu de la propagation de la crue entre Fort-Archambault et le confluent, la crue du Chari arrive 5 à 10 jours après celle du Bahr Sara et pour le cas le plus défavorable (HM - HA) se situe vers +0,20 m ce qui amène le maximum très au dessus de la courbe de faible pente.

Conclusions :

La campagne 1962 sur le Bahr Sara nous a amené à une révision de l'évaluation de la crue centenaire dont le débit est porté à 3.800 m³/s. Cependant cette augmentation de débit est compensé par une pente plus élevée, ce qui, en définitive, ne modifie que très peu la cote de 6,54 m admise précédemment.

Les meilleurs emplacements des ouvrages de la plaine d'inondation se situent au Pont de Guéré (3^e Pont) qui pourrait avoir en crue centenaire un débit de l'ordre de 8 m³/s par mètre de longueur et au premier Pont où le débit pourrait être de 10 à 12 m³/s par mètre de longueur. Ceci à condition que les travées soient suffisamment longues et que les formes des culées et piles favorisent l'entonnoisement; c'est ainsi que le débit actuel du premier Pont pourrait être augmenté de 30 % uniquement par un meilleur profil des piles et culées.

Correlation Chari - Bahr Sara



CRT 7210

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 7-3-63

DES: L. TRENOU

VISA:

TUBE N°

H

CHARI à FORT-ARCHAMBAULT

Il est formé de deux affluents principaux qui se rejoignent à 70 km en amont de Fort-Archambault : l'AOUK et le GRIBINGUI.

L'Aouk a un bassin versant extrêmement important : près de 120.000 km² mais dès la sortie des têtes de bassins, ses principaux constituants : l'OUANDJA, le Bahr OULOU, l'AOUK lui-même se perdent dans de grandes plaines d'inondation où les eaux progressent très lentement. La majeure partie des apports des crues s'infiltré ou s'évapore dans ces immenses zones qui couvrent plusieurs dizaines de milliers de km².

Le Gribingui fournit l'essentiel des crues du Chari. Les zones d'inondation sont réduites et la pluviométrie est plus importante que sur le bassin de l'Aouk puisqu'il reçoit 1.300 mm environ contre 800 à 1.000 mm pour l'Aouk.

Le bassin versant du Chari à Fort-Archambault a une superficie de 190.000 km². Il est représenté sur le graphique n° 72II ainsi que le réseau hydrographique et la pluviométrie moyenne. Celle-ci varie de 700 mm au Nord du bassin à plus de 1.300 mm dans le Sud.

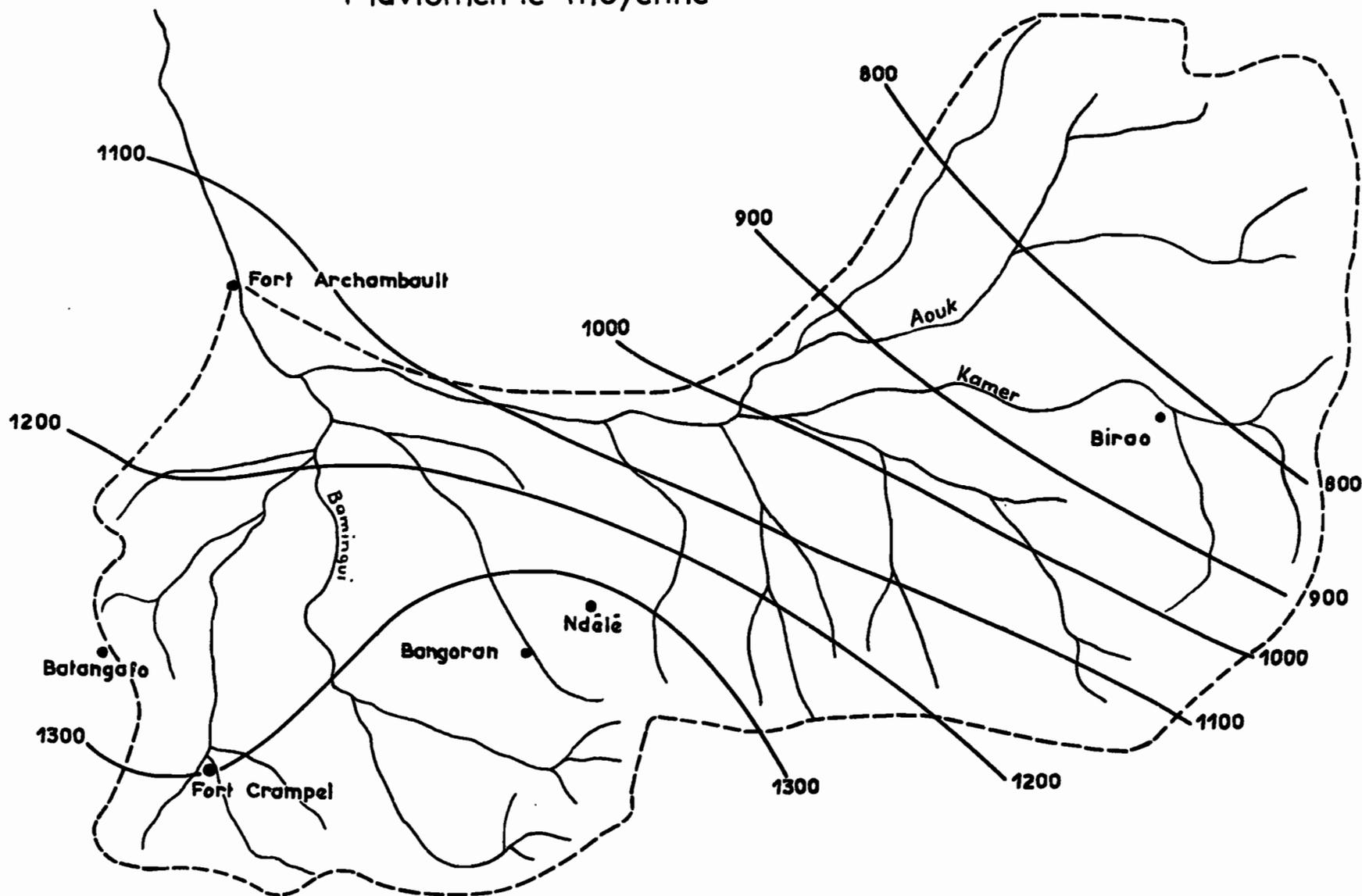
Hydrologie

Les parties du bassin du Chari où la pluviométrie est inférieure à 800 mm n'ont aucune influence sur le régime des crues à Fort-Archambault puisqu'elles disparaissent intégralement en progressant dans les plaines inondées de l'Aouk. Le régime du Chari est donc du type tropical caractérisé par une pluviométrie de 800 à 1.300 mm.

.../...

Chari à Fort Archambault

Pluviométrie moyenne



CRT 7211

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1^o

LE: 7-3-63

DES: L. TRENOU

VISA:

TUBE N^o

H

La crue est unique. La montée des eaux commence au cours du mois de Juillet et se poursuit généralement très régulièrement jusqu'au maximum de la crue qui a lieu dans le courant du mois d'Octobre ou exceptionnellement dans les tous premiers jours de Novembre. Sur 17 crues observées, 12 ont leur maximum entre le 15 et le 25 Octobre. La décrue est ensuite régulière jusqu'en Février où les niveaux se stabilisent jusqu'au mois de Juillet.

Les débits de crue varient de 500 à 2.000 m³/s, ce qui correspond à des débits spécifiques très faibles de :

2,5 à 10 l/s/km²

Les étiages, comme pour le Chari à Fort-Lamy (rapport : Etude de la navigation entre Fort-Lamy et Bol - 1962), sont fonction du maximum de la crue précédente - graphique n° 7212. Le débit minimal variera de 15 m³/s à 65 m³/s selon que la crue précédant l'étiage aura été très faible ou très forte.

Courbe d'étalonnage

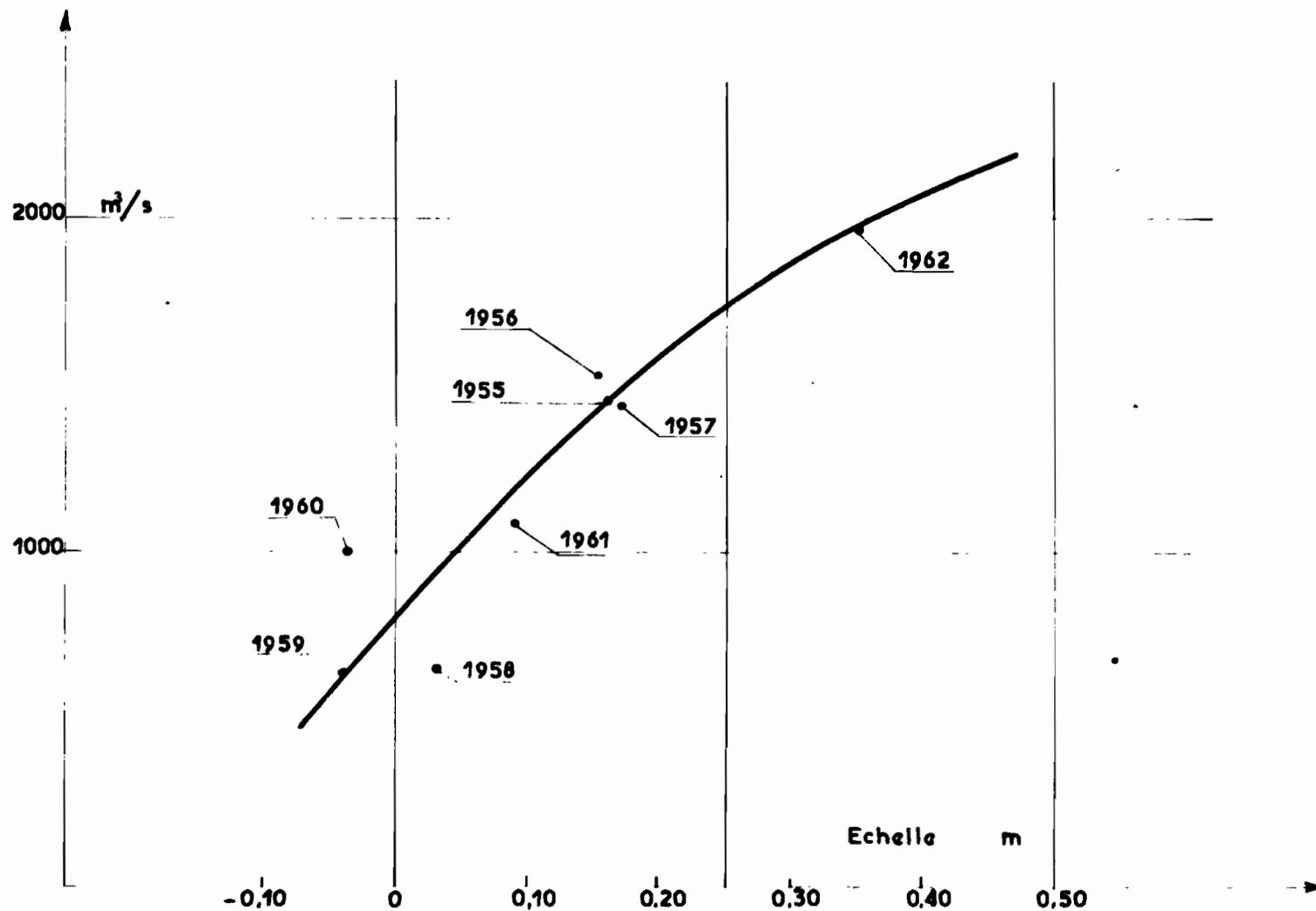
L'échelle actuelle de Fort-Archambault, installée en 1951 par l'ORSTOM a été étalonnée depuis la cote 0,03 m jusqu'à 5,66 m par 16 jaugeages.

Les jaugeages effectués au dessus de la cote 3,00 m sont les suivants :

Date	27-10-51	9-9-55	5-II-52	3I-10-55:
H m	3,65	3,78	4,85	5,38
Q m ³ /s	620	630	1.100	1405

.../...

Etiages du Chari à Fort Archambault en fonction du débit maximal de la crue précédente



CRT 7212

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 7 3 - 63

DES: L. TRENOU

VISA:

TUBE N°

H

Au cours de la saison 1962 nous avons complété l'étalonnage de la courbe par les mesures suivantes :

: Date	: 5-10-62	: 11-10-62	: 16-10-62	:
: H m	: 5,22	: 5,53	: 5,66	:
: Q m ³ /s	: 1.370	: 1.510	: 1.640	:

Ces derniers points de jaugeage se placent bien sur l'ancienne courbe de tarage qui n'a donc pas subi de modifications depuis 1955 - graphique n° 7213.

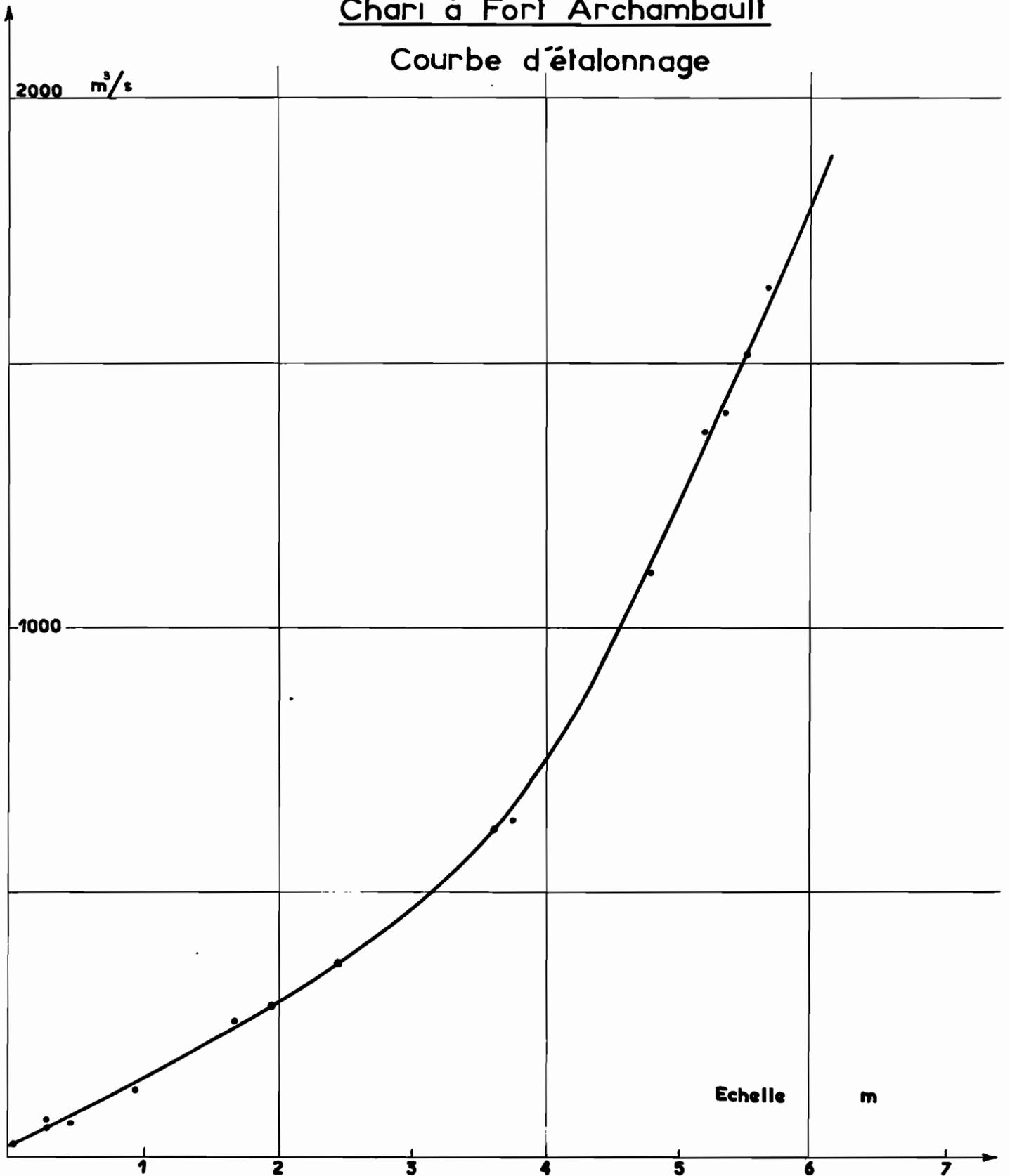
Crues maximales

Partant de cette courbe, les maxima annuels enregistrés à Fort-Archambault sont les suivants :

: Dates	: Hauteurs	: Débits F.Archambault	: Débits Fort-Lamy	:
: 7-10-1938	: 5,53	: 1.498	: 4.257	:
: 16-10-1939	: 4,74	: 1.060	: 3.566	:
: 1-II-1940	: 3,09	: 480	: 2.263	:
: 20-10-1943	: 4,15	: 790	: 3.654	:
: 1946	: 6,02	: 1.800	: 4.533	:
: 15-10-1950	: 5,64	: 1.564	: 4.400	:
: 8-II-1951	: 3,85	: 680	:	:
: 5-II-1952	: 4,85	: 1.115	: 3.566	:
: 18-10-1953	: 5,40	: 1.420	: 3.830	:

Chari à Fort Archambault

Courbe d'étalonnage



CRT 7213

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1° LE: 26-3-63 DES: L. TRENOU VISA: TUBE N° H

Dates	Hauteurs	Débits :F.Archambault:	Débits Fort-Lamy
25-10-1954	5,44	1.444	4.480
20-10-1955	5,63	1.558	4.700
25-10-1956	5,43	1.438	4.460
24-10-1957	3,71	628	2.709
18-10-1958	3,70	625	2.828
27-10-1959	4,63	1.000	3.820
6-10-1960	4,89	1.100	4.090
15-10-1961	6,28	1.960	4.980
22-10-1962	5,70	1.610	

Pour ces 18 années d'observations, la crue moyenne du Chari à Fort-Archambault s'établit à

1.210 m³/s

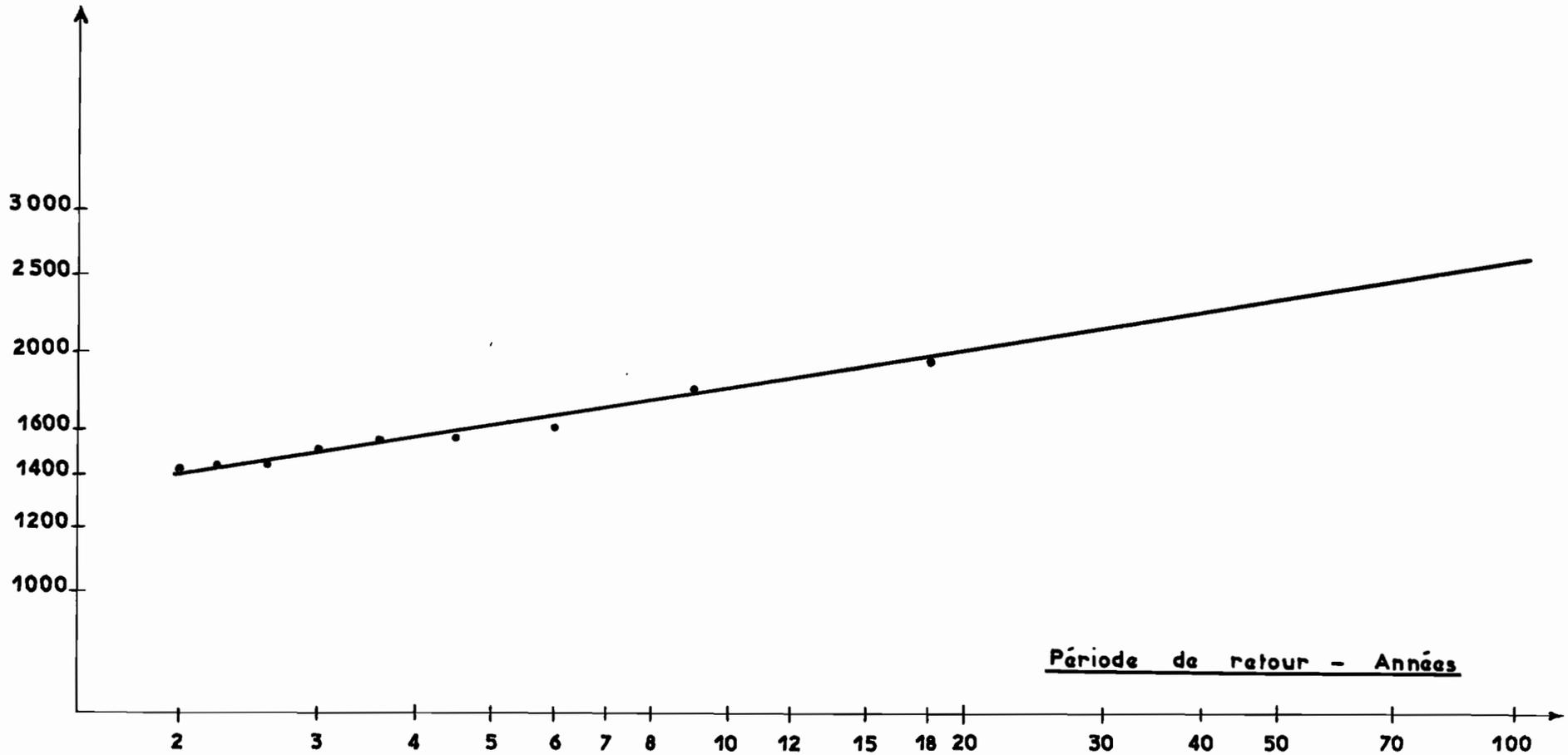
Le rapport entre la crue centenaire et la crue moyenne avait été choisi égal à 1,7 pour le Bahr Sara à Manda en 1960. En adoptant le même coefficient pour le Chari à Fort-Archambault la crue centenaire s'établit alors à 2.100 m³/s

Par contre en représentant sur un graphique log - log les périodes de retour des débits du Chari - graphique n° 7272 nous constatons que les points sont très bien alignés et que l'extrapolation de la droite donne un débit de crue centenaire de 2.600 m³/s

.../...

Débit en m³/s

CHARI à FORT-ARCHAMBAULT



CRT 7272

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED:

1°

LE: 11-6-63

DES: L. TRENOU

VISA:

TUBE N°

H

Ce chiffre est peut être un peu fort et nous adopterons pour la crue centenaire la valeur intermédiaire de

2.400 m³/s

ce qui d'après la courbe d'étalonnage conduit à une cote de

6,90 m

Le graphique n° 7215 représente le jaugeage que nous avons effectué à la cote 5,66 m. Nous y trouvons le profil en travers et la répartition des vitesses dans le chenal et la plaine d'inondation.

La section de jaugeage est située au droit de la piscine à 300 ou 400 mètres en amont de l'échelle de crue. Le niveau des eaux étant très haut, nous avons pu effectuer tout le jaugeage en pinasse, les distances étant prises au cercle hydrographique. Les courants étaient obliques sur une grande partie de la plaine d'inondation ; nous avons donc pour chaque verticale mesuré à la boussole (universelle Topochaix) les angles que faisaient le courant et la section. L'erreur commise était de l'ordre de 2 à 3 grades. Les courants les plus obliques se trouvent situés entre 1.000 et 1.400 mètres à partir de la rive gauche.

Le chenal au droit de la piscine présente une largeur de 130 mètres. Il est donc plus étroit qu'à la section située en face de l'échelle de crue où il atteint près de 170 mètres.

Les caractéristiques des 2 sections sont assez différentes et nous avons pour le chenal :

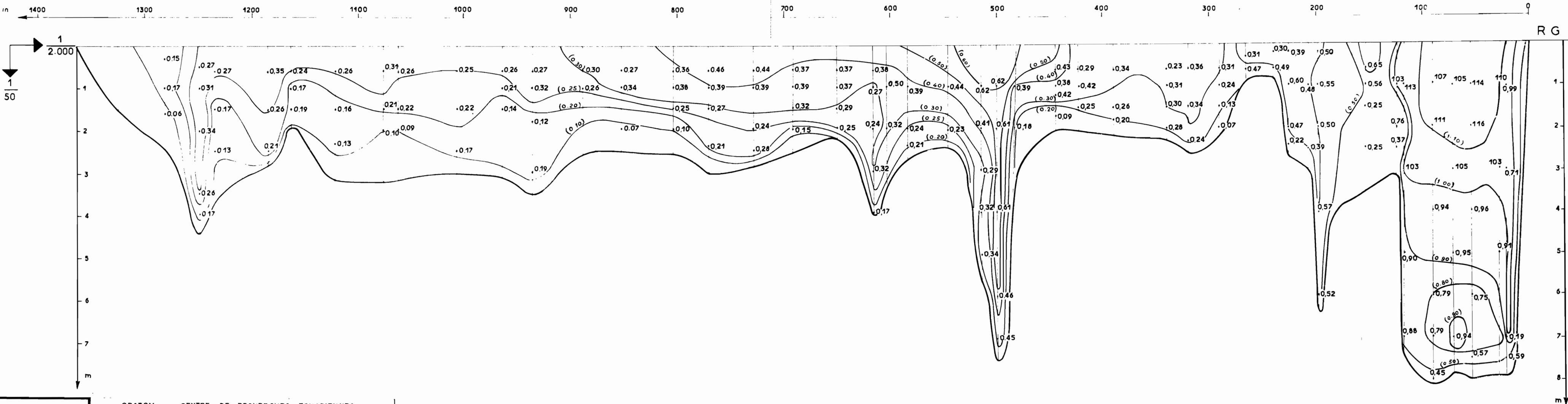
.../...

le 16-10-62

Jaugeage du CHARI à Fort-Archambault

H = 5,66 m
Q = 1640 m³/s

Section Piscine



Section échelle de crue :

Pour H	=	5,38 m le 31-10-55
Débit	=	1.197 M ³ /s
Largeur	=	165 m
Profondeur maximale	=	9,35 m
Profondeur moyenne	=	6,74 m
Vitesse maximale	=	1,49 m/s
Vitesse moyenne	=	1,44 m/s

Section Piscine :

H	=	5,66 m le 16-10-62
Débit	=	935 M ³ /s
Largeur	=	130 m
Profondeur maximale	=	8,15 m
Profondeur moyenne	=	6,55 m
Vitesse maximale	=	1,16 m/s
Vitesse moyenne	=	1,01 m/s

Malgré une cote supérieure le chenal au droit de la piscine débite beaucoup moins qu'en face de l'échelle de crue. Ceci tient à une section plus faible mais également à des vitesses très inférieures. L'augmentation de débit entre les 2 sections du chenal est due au chenal secondaire situé à 200 m de la rive gauche et qui rejoint le chenal principal avant l'échelle de crue.

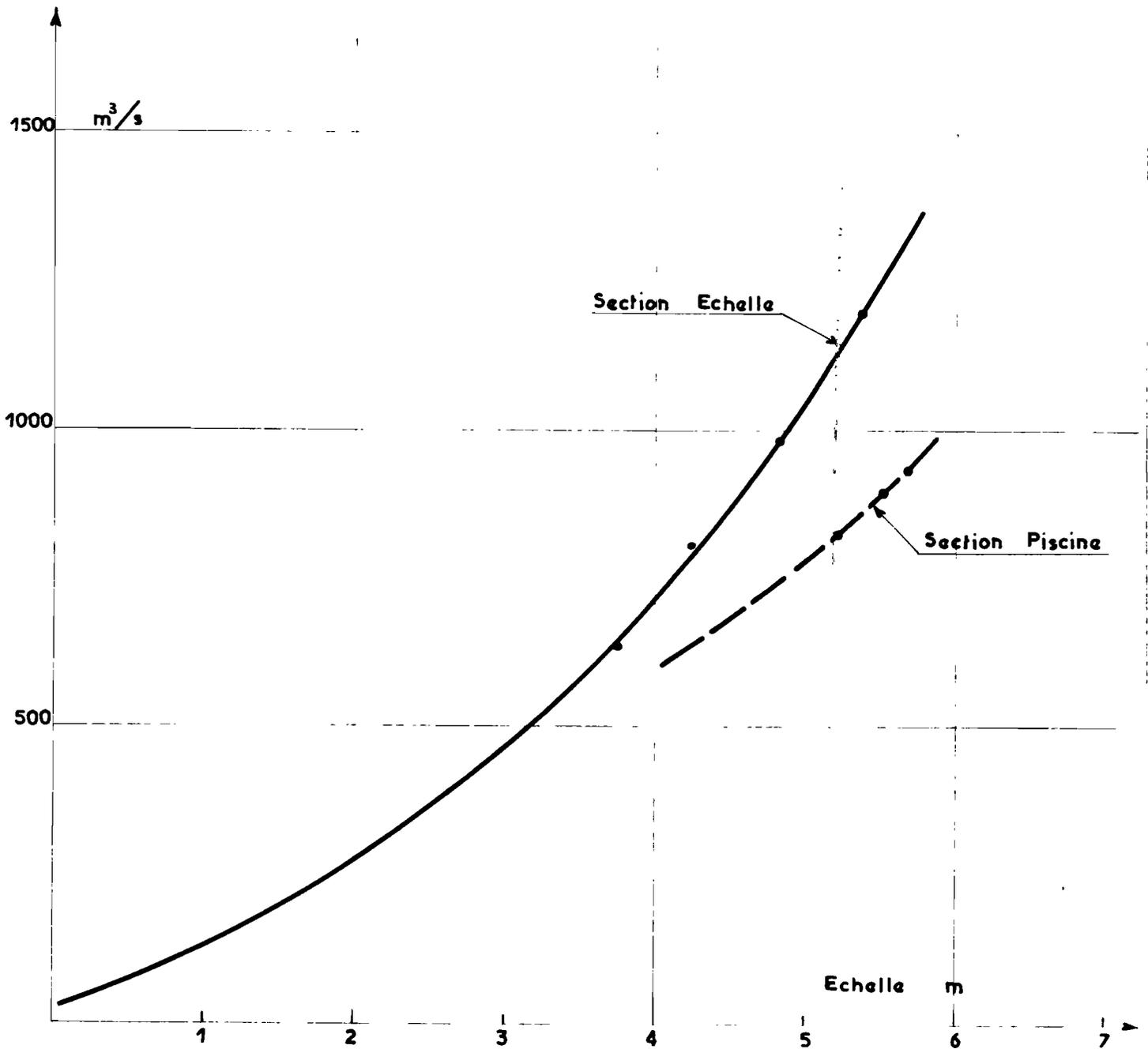
Le graphique n° 7216 montre les courbes d'étalonnage du chenal aux sections Echelle T.P. et Piscine.

Si le chenal de la section Piscine débite moins, nous avons par contre, pour cette même section, un débit important dans la plaine d'inondation : plus de 700 m³/s à la cote 5,66 m. Des ouvrages seront donc indispensables si on veut éviter une surélévation très importante du plan d'eau.

.../...

Chari à Fort Archambault

Débit du chenal seul



CRT 7216

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1° | LE: 7 3 63 | DES: L TRENQU | VISA | TUBE N° | H

Dans l'état actuel des chenaux et zones d'inondation, nous aurons pour la crue centenaire :

Section échelle T.P.	Chenal	1.900 m ³ /s
	Plaine	500 m ³ /s
Section Piscine	Chenal	1.300 m ³ /s
	Plaine	1.100 m ³ /s

Si la section au droit de la piscine est plus favorable que l'autre pour la construction d'un ouvrage sur le chenal principal, par contre elle conduit à prévoir des débits d'ouvrages secondaires plus importants dans la plaine d'inondation.

-oOo-

.../...

CHARI à HELLIBONGO

Hellibongo est situé à 15 km en aval de Fort-Archambault. Entre ces 2 stations le Chari reçoit un affluent important, le Bahr Kéïta dont le bassin versant est de l'ordre de 20.000 km². Les limites de ce bassin sont assez imprécises du fait de la présence de grandes zones inondées communes à plusieurs rivières. Il n'est d'ailleurs pas exclus que des déversements se produisent du Bahr Azoum vers le Bahr Kéïta.

La section de KYABE a été suivie depuis 1954, malheureusement avec des lacunes importantes. Les hauteurs maximales enregistrées ont été les suivantes :

1955	5,59 m
1957	2,28 m
1960	4,82 m
1961	6,27 m
1962	6,56 m

Les jaugeages suivants ont été effectués :

: H m	: 0,82	: 1,84	: 2,25	: 3,89	:
:-----:	-----:	-----:	-----:	-----:	-----:
: Q m ³ /s	: 0,7	: 1,7	: 13	: 119	:

Les difficultés d'accès n'avaient pas permis jusqu'à présent de mesurer le débit du Bahr Kéïta pour des cotes élevées. Nous avons profité de la forte crue du Bahr Kéïta en 1962 pour le remonter en pinasse jusqu'à KYABE et effectuer un jaugeage au maximum de la crue, ce qui a donné :

$$\underline{H = 6,56 \text{ m}}$$
$$\underline{Q = 430 \text{ m}^3/\text{s}}$$

.../...

La courbe d'étalonnage est représentée sur le graphique n°7217.

Les débits maximaux sont :

:Années :	1955	:1957	: 1960	: 1961	: 1962	:
:-----:	-----:	-----:	-----:	-----:	-----:	:
:Débits :	315	: 14	: 223	: 395	: 430	:

Entre KYABE et le confluent, le Bahr Kéïta reçoit le Bahr Mia dont les débits sont peu importants : le lit est étroit et les vitesses faibles. La plaine d'inondation est très large mais les vitesses y sont très petites. Les débits ne doivent pas dépasser quelques dizaines de m³/s.

Les autres affluents (Nébé etc...) ont un débit nul. Au cours de nos prospections nous avons même constaté que le remplissage des lits de ces rivières se faisait, au moins en aval, par les eaux du Bahr Kéïta en crue qui remontaient ces affluents.

Dans l'ensemble, nous admettons que les apports du Bahr Mia compensent les pertes (évaporation et infiltration) entre KYABE et le confluent et que les débits au confluent sont ceux enregistrés à KYABE. L'onde de crue se propage sur le Chari à une vitesse de 20 km par jour. Compte tenu des vitesses beaucoup plus faibles du Bahr Kéïta et de l'obstruction de son lit par la végétation arbustive, la vitesse de propagation de l'onde de crue doit être de 4 à 5 km par jour et le parcours KYABE - Confluent doit se faire en une vingtaine de jours.

Les plaines d'inondation en amont de KYABE sont très importantes aussi le maximum de la crue du Bahr Kéïta est-il très étalé : en 1962 la cote est restée pendant 26 jours comprise entre 6,50 m et 6,56 m.

Les débits du Chari à Hellibongo s'obtiennent en additionnant ceux du Bahr Kéïta et ceux du Chari à Ft-Archambault.

.../...

Bahr Keita à KYABE

A
m³/s

- 400

H

Q

0.62

0.7

1.64

1.7

2.25

12.8

3.89

11.9

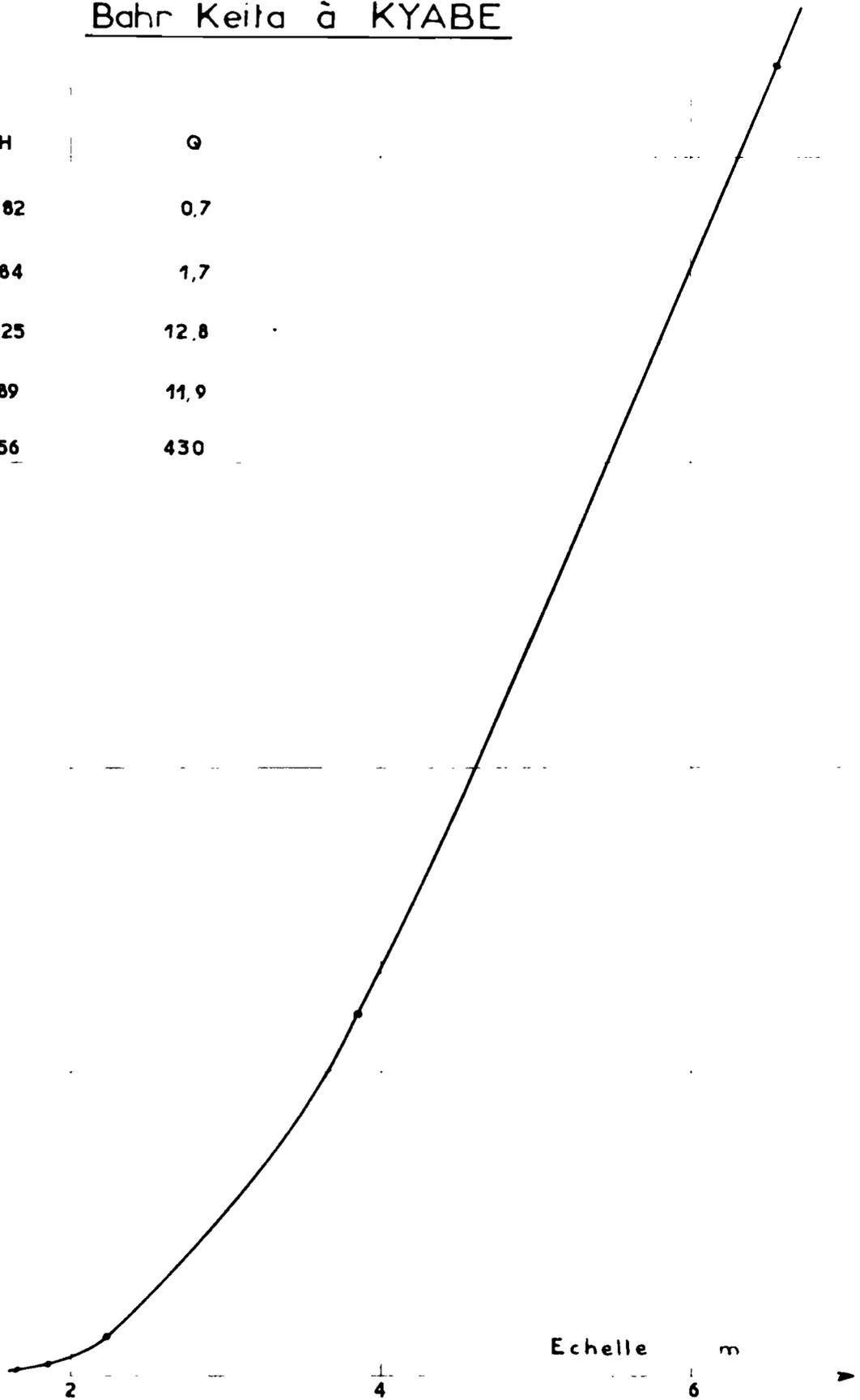
- 400

6.56

430

- 200

- 100



Echelle m

CRT 7217

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1° | LE 26 3 63 | DES L. TRENOU | VISA: | TUBE N° | H

Crue 1961

$$\begin{aligned} \text{PHE} &= \underline{6,75 \text{ m}} \\ \text{Q} &= \text{I960} + 400 = \underline{2.360 \text{ m}^3/\text{s}} \end{aligned}$$

Crue 1962

$$\begin{aligned} \text{PHE} &= \underline{6,04 \text{ m}} \\ \text{Q} &= \text{I630} + 430 = \underline{2.060 \text{ m}^3/\text{s}} \end{aligned}$$

Jaugeages et courbe d'étalonnage

2 jaugeages ont été effectués en 1962 à Hellibongo :

$$\begin{aligned} \text{le } 3\text{-IO-62} : & \quad \text{H} = \underline{5,55 \text{ m}} \quad \text{Q} = \underline{1.520 \text{ m}^3/\text{s}} \\ \text{le } 12\text{-IO-62} : & \quad \text{H} = \underline{5,98 \text{ m}} \quad \text{Q} = \underline{1.880 \text{ m}^3/\text{s}} \end{aligned}$$

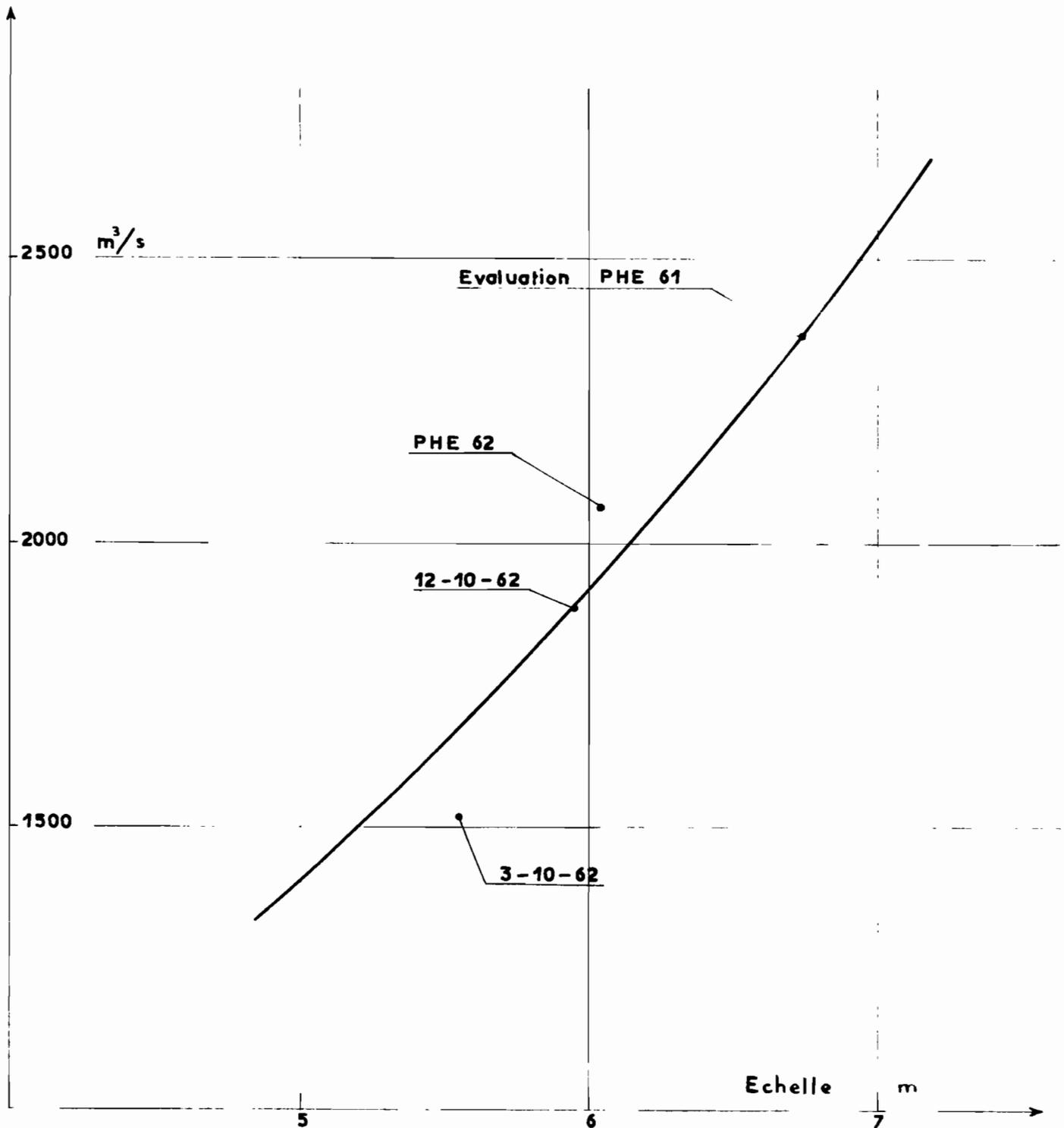
Le graphique n° 72I9 représente le jaugeage du 12-10-62. Le graphique n° 72I8 représente les points de jaugeage, les maxima des crues de 1961 et 1962 et une courbe moyenne d'étalonnage. Nous constatons que, comme pour Manda, les points sont assez dispersés et ceci pour la même raison que pour la station de Manda mais avec une situation encore plus défavorable : Hellibongo se trouve en effet très près du confluent Chari-Bahr Sara et pour une même cote à cette station les débits pourront varier assez sensiblement selon la cote du Bahr Sara. Pour ce genre de station il n'existe pas une seule courbe d'étalonnage mais tout un faisceau de courbes correspondant à chaque pente possible du Chari.

Les 3 points repérés de 1962 ont des positions relatives très logiques si on compare les cotes correspondantes de Manda et Hellibongo :

Date	3-IO-62	12-IO-62	Max. 62
Cote Hellibongo	5,55	5,98	6,04
Cote Manda	5,57	5,72	5,55

.../...

Chari à Hellibongo



CRT 7218

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED. 1° | LE 26-3-63 | DES L TRENOU | VISA: | TUBE N | H

Entre le 3-I0 et le I2-I0, le Chari est monté plus vite que le Bahr Sara, donc la pente du Chari est plus forte le I2-I0 que le 3-I0. De même pour les PHE 62 le Chari continue de monter alors que le Bahr Sara baisse, donc la pente du Chari aux PHE 62 est plus forte que le I2-I0 et la position des points par rapport à la courbe d'étalonnage moyenne est logique.

Crues exceptionnelles

Le débit de la crue centenaire à Hellibongo est facilement accessible. Nous avons vu que le débit de crue centenaire à Fort-Archambault est de 2.400 m³/s. A Kyabé nous avons enregistré de fortes crues, notamment celle de 1962 qui passe pour être une des plus fortes connues d'après les personnes interrogées. Nous prendrons pour Kyabé un débit de 500 m³/s, ce qui donne pour Hellibongo le débit de la crue centenaire :

$$Q = 2.900 \text{ m}^3/\text{s}$$

La cote de la crue est plus difficile à obtenir. Nous avons vu en effet qu'il existe plusieurs courbes d'étalonnage possibles suivant la pente du Chari. En choisissant la courbe moyenne - graphique n° 72I8, la cote correspondante à 2.900 m³/s est alors de 7,40 m mais elle passerait à une cote voisine de 8,00 m dans le cas de pente faible.

Cette cote correspond à l'état actuel du chenal et de la plaine inondée. La répartition des débits serait approximativement la suivante :

<u>Crue centenaire</u> :	Chenal	2.300 m ³ /s
	Plaine inondée	600 m ³ /s

Si une digue est construite en travers de la zone d'inondation, la surélévation du plan d'eau sera fonction du degré d'obstruction de la plaine.

.../...

Vitesses

Le graphique n° 72I9 donne la répartition des vitesses dans la section. Au cours de la crue centenaire, les vitesses seront fonction de la pente du Chari.

<u>Vitesse maximale</u>	- Pente faible	1,60 m/s
	Pente forte	1,90 m/s
<u>Vitesse moyenne</u>	- Pente faible	1,10 m/s
	Pente forte	1,35 m/s

-oOo-

Comparaison des emplacements de Fort-Archambault et Hellibongo

Les caractéristiques du chenal principal sont dans ces 2 cas :

<u>Station</u>	<u>Fort-Archambault</u>	<u>Hellibongo</u>
<u>Emplacement :</u>	<u>Piscine:</u>	<u>Bac :</u>
Hauteur échelle	5,66 m	5,98 m
Débit	935 m ³ /s	1.520 m ³ /s
Largeur	130 m	270 m
Profondeur max.	8,15 m	8,95 m
Profondeur moy.	6,55 m	5,90 m
Vitesse max.	1,16 m/s	1,35 m/s
Vitesse moy.	1,01 m/s	0,94 m/s
Débit plaine inondée	705 m ³ /s	360 m ³ /s

A Fort-Archambault le chenal se présente donc avec des caractéristiques beaucoup plus favorables qu'à Hellibongo puisqu'il y a une largeur de 130 m contre 270 m.

En contrepartie, les ouvrages de la plaine d'inondation seront plus importants puisqu'il faudra évacuer en crue centenaire 900 m³/s contre 500 à Hellibongo. Mais surtout la traversée du Chari devra être complétée par la traversée du Bahr Kéïta dont le chenal principal présente une largeur de 250 mètres avec des fonds de 4 à 6 mètres, ce qui enlève pratiquement tout intérêt à la construction d'un ouvrage à Fort-Archambault .

-oOo-

.../...

BAHR KÔ à BALIMBA

Le Bahr Kô a un bassin versant dont la superficie est de 7850 km², situé au Sud de Fort-Archambault sur une largeur de 160 km entre l'Ouham et les Sido.

L'affluent principal est le Moula qui draine environ la moitié Ouest du bassin qui en est la partie la plus active. Les 2 autres affluents importants, BOUROU et BORO, drainent des zones qui, d'après les documents IGN, présentent de nombreuses dépressions et plaines d'inondation. Le Bahr Kô rejoint le Bahr Sara à son confluent avec le Chari.

Crues

Une échelle a été installée par l'ORSTOM en 1951, lue jusqu'en 1958 et abandonnée depuis. Une nouvelle échelle a été posée en 1962 près du pont de BALIMBA en amont immédiat de l'ouvrage.

La crue du Bahr Kô est unique, la montée des eaux se fait lentement et régulièrement jusqu'au maximum de la crue qui a lieu en général entre le 15 et le 30 Octobre. La décrue est également très régulière. Cette régularité est évidemment due à l'importance des plaines d'inondation qui absorbent toutes les aspérités de l'onde de crue amont.

L'ancienne échelle a été étalonnée par 4 jaugeages:

le	3-2	1953	H = 0,27 m	Q = 3,7 m ³ /s
	22-5	1951	H = 0,08 m	Q = 2,6 m ³ /s
	4-I2	1955	H = 1,15 m	Q = 46 m ³ /s
	I2-II	1955	H = 2,51 m	Q = 126 m ³ /s

Ces jaugeages permettent de tracer la courbe d'étalonnage - graphique n° 7220.

↑
m³/s

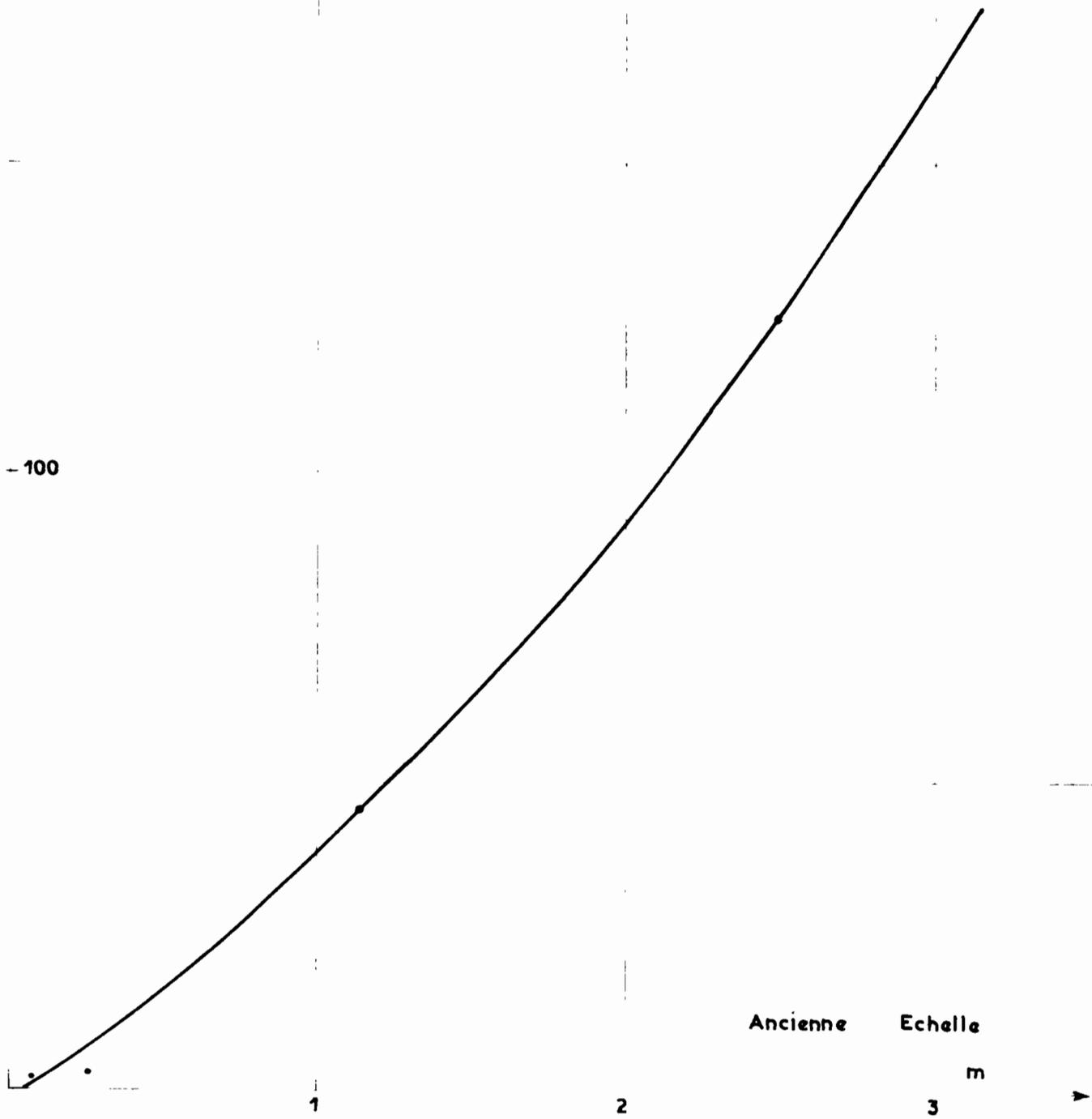
Bahr K O

Courbe de tarage

Ancienne Echelle

200

- 100



Ancienne Echelle

m

CRT 7220

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED	1°	LE 26-3-65	DES L TRENOU	VISA:	TUBE N°	H
----	----	------------	--------------	-------	---------	---

Les crues maximales de 1951 à 1958 sont alors les suivantes :

:Années et Dates:	H m	: Q m ³ /s	:
: 30- 9-1951	: 1,45	: 61	:
: 28-10-1952	: 2,05	: 96	:
: 16-10-1953	: 3,10	: 170	:
: 10-10-1954	: 2,15	: 103	:
: 26-10-1955	: 3,03	: 164	:
: 1956	:	:	:
: 28-10-1958	: 2,25	: 109	:

Les plus hautes eaux 1961 et 1962 ont pu être repérées par rapport à la nouvelle échelle. La correspondance entre la nouvelle et l'ancienne échelle ne peut pas être établie en raison de la disparition de l'ancienne échelle.

Un seul jaugeage a été effectué à BALIMBA le 8-10-1962 et a donné pour H = 4,06 m
chenal principal Q = 123 m³/s
ouvrages annexes Q = 16 m³/s

Il n'est pas possible avec ce seul jaugeage de tracer la courbe de tarage de la nouvelle échelle et de donner les débits des plus hautes eaux de 1961 et 1962. Comme pour le Batha à Am-Sounta nous en donnerons une évaluation par le calcul étant bien entendu que ces chiffres devront être précisés par des mesures de débit effectuées en hautes eaux.

.../...

Le rayon hydraulique du chenal principal est 2,75 m
Les cotes maximales de 1961 et 1962 sont respectivement de 5,05 m et 4,50 m ce qui conduit à des rayons hydrauliques de 4,15 m et 3,45 m. Nous pouvons alors évaluer par le calcul les débits de crue donnés par la relation :

$$Q_1 \times R_1^{1,5} = Q_2 \times R_2^{1,5}$$

Pour 1961 nous obtenons :

$$Q \times (2,75)^{1,5} = 123 \times (4,15)^{1,5}$$

soit $Q = \underline{226 \text{ m}^3/\text{s}}$

Pour 1962 :

$$Q \times (2,75)^{1,5} = 123 \times (3,45)^{1,5}$$

soit $Q = \underline{172 \text{ m}^3/\text{s}}$

En tenant compte des ouvrages annexes les crues de 61-62 s'établissent à :

: Année :	H m	: Q m ³ /s :
: 1961 :	5,05	: 245 :
: 1962 :	4,50	: 190 :

Crues exceptionnelles

La moyenne des maximums de crue pour ces 9 années d'observation conduit à une crue moyenne annuelle de

$$\underline{131 \text{ m}^3/\text{s}}$$

.../...

Nous avons adopté pour le Chari à Fort-Archambault et le Bahr Sara à Manda un coefficient de 2 entre la crue centenaire et la crue moyenne. Ces fleuves ont des bassins de grande superficie et il convient pour le Bahr Ko dont le bassin est nettement plus petit que ceux des 2 fleuves d'adopter un coefficient un peu plus élevé. En le prenant égal à 2,2 nous obtenons pour la crue centenaire un débit de

290 M³/s

Le graphique n° 722I montre la corrélation des débits maximaux du Chari à Fort-Archambault et du Bahr Ko à Balimba. Cette corrélation est bonne puisque sur 9 années, 7 sont situées très près de la droite de corrélation.

D'après cette droite, le débit moyen du Bahr Ko s'établit à

130 M³/s

c'est-à-dire la même valeur que celle trouvée en faisant la moyenne des débits maximaux enregistrés.

Pour la crue centenaire le débit s'élèverait à

310 M³/s

C'est ce chiffre que nous adopterons.

Le calcul, à défaut de mesures précises, nous donnera encore une évaluation de la cote maximale atteinte par la crue centenaire :

$$310 \times (2,75)^{1,5} = 131 \times (R)^{1,5}$$

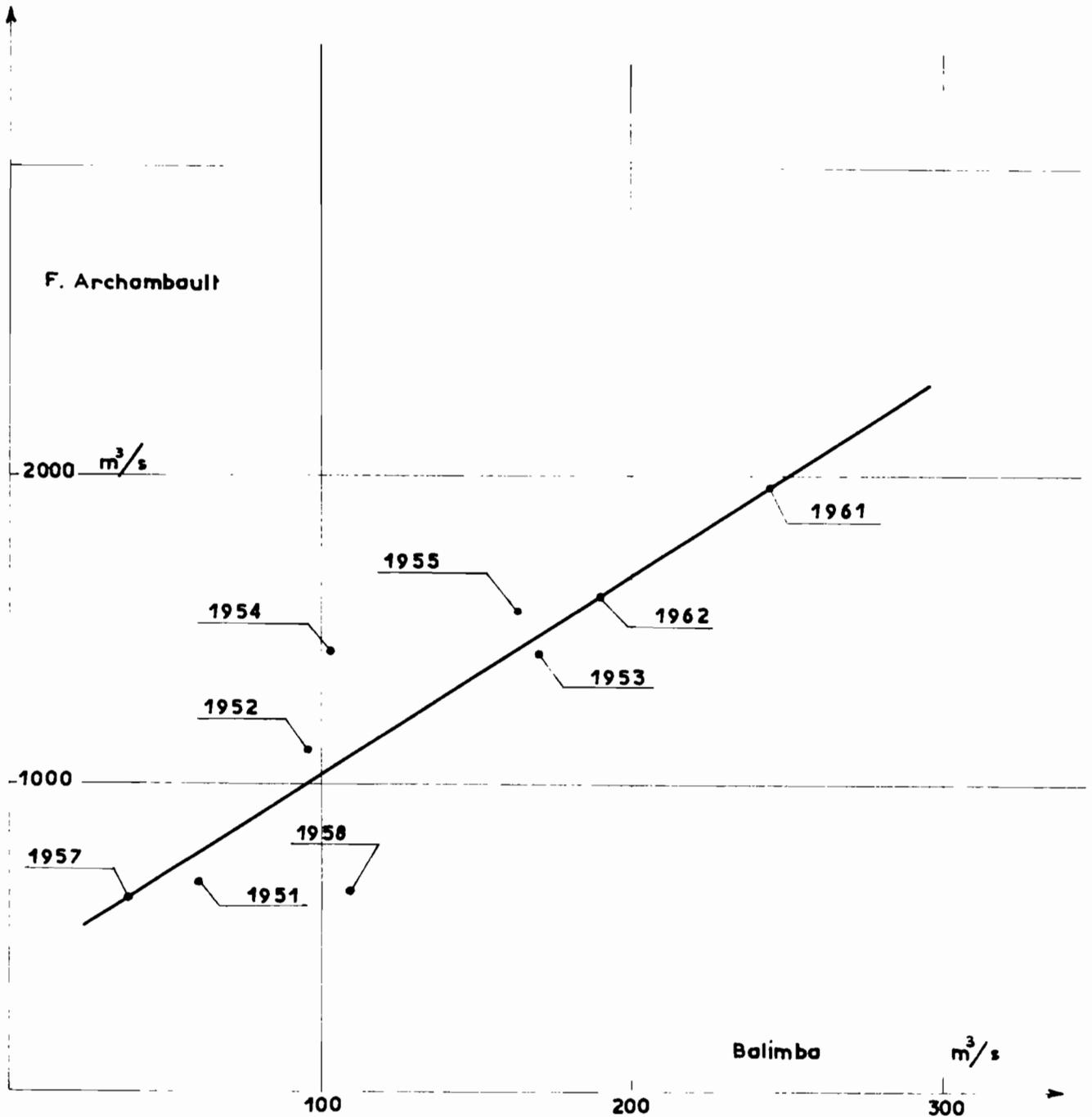
le rayon hydraulique calculé de cette façon est de 4,75 m, d'où une cote de crue centenaire de

5,70 m

Correlation des débits

- CHARI à Fort Archambault

- Bahr KO à Balimba



CRT 7221

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1° | LE. 26-3-63 | DES: L. TRENOU | VISA | TUBE N | H