

Office de la Recherche Scientifique
et Technique Outre-Mer

RÉPUBLIQUE de HAUTE-VOLTA

Ministère de l'ECONOMIE NATIONALE

Direction du GÉNIE RURAL

ÉTUDES HYDROLOGIQUES DANS LES RÉGIONS DU NORD-DORI ET DE DJIBO



Rapport intérimaire de la Campagne 1964

par

Y. BRUNET-MORET

Ingénieur Hydrologue à l'O.R.S.T.O.M.

D8
BRU

OFFICE de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE
et TECHNIQUE OUTRE-MER

République de HAUTE-VOLTA

Ministère de l'Economie
Nationale

Direction du GENIE RURAL

ETUDES HYDROLOGIQUES dans les REGIONS
du NORD-DORI et de DJIBO

Rapport intérimaire
de la Campagne 1964

par

Y. BRUNET-MORET

Ingénieur Hydrologue à l'ORSTOM

D8
BAU

RECEVU
23 FEV 1965

1965

8786

SOMMAIRE

	Page
Introduction	1
I -- <u>REGION du NORD-DORI</u>	2
A - Données géographiques et climatologiques	2
B I - Les bassins versants du GOUDEBO et du FELEOL à la traversée de la piste de MARKOY	5
B II - Observations	10
B III - Coefficient d'écoulement aux stations	27
C I - Le bassin versant du GOROUOL à KORIZIENA (piste de MARKOY)	30
C II - Observations	30
D - Le BELI	35
II -- <u>REGION de DJIBO</u>	36
La VENDO MENA	36
Le BA ADA	39
Bassin versant du BODEO	42
Mare de DJIBO	47
Conclusion	47
Annexe I	
Annexe II	

Par Convention n° 7/63/ECNA/GR du 24 Juin 1963, passée entre Monsieur le Ministre de l'Economie Nationale de HAUTE-VOLTA et le Directeur de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, ce dernier Organisme s'engageait à entreprendre, à partir de 1963, trois campagnes d'hivernages consécutifs d'études hydrologiques dans la région du Nord de DORI et celle de DJIBO.

Le présent rapport rend compte des mesures et observations effectuées lors de la deuxième campagne.

L'hydrologue est arrivé à OUAGADOUGOU le 28 Mai 1964. Le 8 Juin, les limnigraphes, les totalisateurs et les échelles à maximums étaient posés, tout au début de la saison des pluies. Le 8 Octobre, l'hydrologue quittait la HAUTE-VOLTA à la fin de la saison des pluies. Les limnigraphes, laissés en place et en marche pour le cas peu probable de pluies très tardives, étaient démontés mi-Novembre par un autre hydrologue de l'ORSTOM passé à OUAGADOUGOU.

I - REGION du NORD DORI

I - REGION du NORD-DORI

A - DONNEES GEOGRAPHIQUES et CLIMATOLOGIQUES -

Nous ne reproduirons pas ici le texte, les cartes et les graphiques exposés dans le rapport intérimaire de la campagne 1963.

Saison des pluies 1964

Nous donnons ci-dessous les relevés pluviométriques mensuels des stations du Service Météorologique de HAUTE-VOLTA qui sont à l'intérieur ou très proches de la zone étudiée.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
BANI 1964	0	0	0	12	7	147	194	203	104	1	-	-	667
Année normale	0	0	0	5	34	64	154	187	111	19	1	0	575
DORI 1964	0	0	0	0	33	155	136	254	78	9	-	-	666
Année normale	0	0	0	4	25	60	139	184	93	17	1	0	523
GORGADJI 1964	0	0	0	0	36	103	88	183	66	0	-	-	476
Année normale	0	0	0	4	26	61	145	186	99	18	1	0	540
ARIBINDA 1964	0	0	0	0	40	81	142	239	30	22	-	-	554
Année normale	0	0	0	4	25	59	142	185	96	18	1	0	530
GORUM GORUM 1964	0	0	0	1	31	45	118	166	69	0	-	-	430
Année normale	0	0	0	3	20	50	130	180	82	15	0	0	480
MARKOYE 1964	0	0	0	0	26	148	132	200	48	1	-	-	555
Année normale	0	0	0	2	17	44	119	174	72	12	0	0	440

La saison des pluies a été excédentaire à l'Est : BANI, DORI, MARKOYE, grâce au fort mois de Juin (Août étant aussi nettement excédentaire à DORI), déficitaire au centre et à l'Ouest : GORGADJI (Juillet déficitaire) et GORUM GORUM, à peu près normale à ARIBINDA (en dehors du bassin et à 20 km à l'Ouest).

Nous avons posé 19 pluviomètres totalisateurs, chacun comportant 15 à 30 mm d'huile (de vidange de moteur). La comparaison des relevés de fin Septembre et de mi-Novembre montre une évaporation d'une trentaine de millimètres en 45 jours, chiffre mal connu faute de connaissance exacte de la pluviométrie réelle, malgré la forte épaisseur d'huile. Comme nous ne pouvons déterminer ni l'évaporation en Juin, Juillet, Août et Septembre, ni la hauteur pluviométrique tombée avant l'installation des totalisateurs, nous n'osons pas exploiter leurs résultats. Nous présentons cependant ci-après, à l'état brut, les relevés des totalisateurs car ils peuvent donner de façon qualitative une idée de la répartition spatiale des précipitations.

Nous donnons, en annexe 1, la pluviométrie synoptique journalière des 6 stations du Service Météo.

NORD-DORI

RELEVES des TOTALISATEURS

Totalisateurs	Installation	Huile mm	Date de pose 1964	Relevés:	Relevés:	Relevés:	Relevés:	Relevés:	Haut. pluvio:
				17-18 Juin eau mm	1-2 Juil. eau mm	vers 20 Août eau mm	29-30 Sept. eau mm	16-20 Nov. eau mm	possible: entre début: pluies et pose mm
BAMGA	13°52'8 N 00°04'5 W: cairn de pierres	27	20-6	0	-	304	432	436	140
DIOBOU	13°58'8 N 00°23'3 W: arbre étêté	21	18-6	0	54	297	569	539	110
FAIRDI SYENOU	14°01'9 N 00°17'2 W: arbre étêté	15	5-6	21	72	370	570	555	35
GUEMNI	14°02'6 N 00°21'7 W: arbre étêté	23	18-6	0	52	283	423	387	110
YAKOUTA	14°04'7 N 00°08'2 W: I P N d'échelle	17	17-6	0	41	317	470	478	130
TOUKA BAYEL	14°11'5 N 00°14'3 W: arbre étêté	27	20-6	0	-	-	-	333	120
FELEOL	14°12'4 N 00°04'0 W: cairn de pierres	14	7-6	19	60	-	433	(1)	40
BIDI	14°22'5 N 00°19'1 W: arbre étêté	20	17-6	0	64	-	349	390	90
SAOUGA	14°21'6 N 00°08'4 W: arbre étêté	21	8-6	30	87	-	402	370	40
KORIZIENA	14°22'1 N 00°01'6 W: arbre étêté	14	7-6	37	54	-	388	328	40
BETGA	14°34'3 N 00°08'9 W: arbre étêté	15	8-6	-	-	-	-	390	40
BELDIABE	14°46'4 N 00°08'3 W: cairn de pierres	16	9-6	:	:	:	:	434 ⁽²⁾	:
FADAR FADAR	15°02'2 N 00°31'2 W: cairn de pierres	29	21-6	:	:	:	:	291 ⁽²⁾	:
KACHAM W	14°59'2 N 00°20'6 W: cairn de pierres	36	21-6	:	:	:	:	290 ⁽²⁾	:
TIN AKOF	14°58'2 N 00°09'8 W: termitière	242	9-6	:	:	:	:	378	:
		(eau et:	:	:	:	:	:	:	:
		huile)	:	:	:	:	:	:	:
IN TARGOUM	14°55'1 N 00°02'6 E: arbre étêté	28	9-6	:	:	:	:	377	:
KABIA	14°51'9 N 00°12'2 E: arbre étêté	20	22-6	:	:	:	:	405	:

Nota : (1) sabotage

(2) sabotage probable

B I - Les BASSINS VERSANTS du GOUDEBO et du FELEOL à la TRAVERSEE de la PISTE de MARKOY -

Les marigots changent de noms tout le long de leur parcours et prennent d'habitude celui du village le plus proche. Pour plus de clarté, nous allons appeler GOUDEBO le marigot qui, à chaque confluent, possède le bassin versant le plus important, et nous allons examiner les divers sous-bassins (voir carte 2, schéma 3).

1 - Bassin Versant du GOUDEBO à DIOBOU (580 km²)

Il correspond à la partie Sud-Ouest du bassin du GOUDEBO à KALONGA : 31 % de la superficie de ce dernier.

Sa frontière Nord est pratiquement constituée par la dune de GORGADJI DORI (Altitude : 300 m), sa frontière Ouest, par une chaîne de collines qui culmine à 360 m, ses frontières Sud et Est, par des croupes très molles qui atteignent tout juste 300 m. La station est à environ 270 m d'altitude au Nord-Est du bassin.

Les altitudes moyennes précises des bassins ne peuvent être déterminées faute de lignes de niveau suffisamment rapprochées sur la carte au 1/200 000^e (tous les 40 m). Notons que la chaîne de collines de la frontière Ouest n'occupe qu'une partie infime du bassin : moins de 3 %. Le reste est très plat; cependant, étant donné le faible relief du bassin, les altitudes maximales et minimales, on peut affirmer à 15 m près que l'altitude moyenne est de 300 m.

Le GOUDEBO part de l'angle Sud-Ouest et se dirige vers le Nord-Est recevant tous les trois kilomètres, en moyenne, un affluent notable. Par malheur le plus important, le marigot de BOURGA, en rive droite (110 km² soit 19 % du bassin à DIOBOU), conflue à quelques centaines de mètres de la station.

Les marigots ont, d'une façon générale, des lits mineurs peu marqués pour leur importance, souvent divisés en plusieurs bras étroits composés de mouilles mal reliées. La zone d'inondation du lit majeur est toujours vaste: plusieurs centaines de mètres, et particulièrement encombrée de hautes herbes, de buissons épineux, de quelques arbres couverts de lianes.

Nous n'avons trouvé qu'un seul endroit susceptible d'être utilisé comme station, suffisamment loin du confluent du marigot de GUEMNI pour en éviter le remous : l'ancien passage d'une piste automobile désaffectée qui

est encore débroussé. Bien entendu, le passage n'est pas perpendiculaire aux filets d'eau des bras qui ne sont pas parallèles entre eux. Le limnigraphe et l'échelle sont dans une mouille un peu en amont.

2 - Bassin Versant du marigot de GUEMNI à GUEMNI (390 km²)

Il correspond à la partie Nord-Ouest du bassin du GOUDEBO à KALONGA : 21 % de la superficie de ce dernier.

Sa frontière Sud est constituée par la dune de GORGADJI-DORI (altitude : 300 m), sa frontière Est, par une croupe (altitude : 320 m) surmontée de 4 ou 5 collines, dont la plus importante est celle de PETEGOU (366 m). La croupe qui le limite au Nord atteint 320 m et celle qui le limite à l'Est : 290 m. La station est à environ 270 m d'altitude à l'angle Sud-Est du bassin.

Le marigot part de l'angle Nord-Ouest (PETEGOU) et se dirige vers le Sud-Est, ne recevant qu'un seul affluent notable, presque aussi important que lui, en rive droite, à 7 km en amont de la station. Il suit ensuite sur 4 km la bordure Nord de la dune avant de la traverser en reprenant sa direction primitive.

Nous avons placé la station à 10 km en amont du confluent avec le GOUDEBO pour en éviter le remous, car nous avons remarqué que le GOUDEBO refoule sur quelques kilomètres en amont du confluent. Le lit majeur et le lit mineur sont confondus, bien débarrassés d'arbres et d'arbustes à l'endroit choisi et sur près d'un kilomètre en aval, mais, sauf le petit chenal de basses eaux, couverts d'herbes denses et hautes. Le limnigraphe et l'échelle sont dans une petite mouille.

3 - Bassin Versant du GOUDEBO à YAKOUTA (1640 km²)

Il correspond au bassin du GOUDEBO à KALONGA moins la partie Nord-Est, soit à 87 % de ce dernier. Il comprend les deux bassins précédents qui en font 60 % et occupent tout l'Ouest.

La frontière Nord comprend celle du marigot de GUEMNI et la continue vers l'Est, mais après le bassin du marigot de BOULOY, elle descend vers le Sud sur une croupe d'altitude 290 m puis est constituée jusqu'à YAKOUTA par la dune de GORGADJI-DORI. Sa frontière Ouest est constituée par celles des bassins de GUEMNI et de DIOBOU. Sa frontière Sud est, pour 60 %, constituée par celle du bassin de DIOBOU et se continue vers l'Est par les collines de BAMGA dont les pentes Nord sont drainées par le marigot de DANGADE et où se trouve, à l'angle Sud Est, le point culminant du bassin du GOUDEBO : 441 m. La frontière Est de BAMGA à YAKOUTA est très plate et a

moins de 300 m d'altitude. Le système de collines de BAMGA-DANI est quasiment en dehors du bassin. La station est à environ 265 m d'altitude à l'angle Nord-Est.

La confluence du GOUDEBO et du marigot de GUEMNI se produit au Sud de la dune de GORGADJI-DORI, à 7 km en aval de DIOBOU et 10 de GUEMNI. Ce dernier marigot a reçu, en rive gauche à 3 km en amont de la confluence avec le GOUDEBO, le marigot de BOULOY (90 km²) qui traverse la dune du Nord au Sud. Après la confluence, le GOUDEBO s'étale le long de la lisière Sud de la dune en le suivant vers l'Est et reçoit en rive droite, au bout de 9 km, le marigot de PEOUKOY (150 km²) puis 8 km après, en rive droite également, le marigot de DANGADE (200 km²) qui, à eux deux, drainent le Sud-Est du bassin du GOUDEBO.

Le bassin intermédiaire, entre DIOBOU-GUEMNI et YAKOUTA (670 km²) outre les marigots de BOULOY, PEOUKOY et DANGADE, comprend également 230 km² dont la majeure partie correspond à de la dune ou à de petits bassins à endoréisme certain.

La confluence du marigot de DANGADE, qui vient du Sud, marque un coude du GOUDEBO qui tourne de l'Est au Nord-Est pour traverser la dune sur 6 km. Dans cette traversée, le marigot reste large, à multiples chenaux de basses eaux, très encombré de végétation sauf au gué de YAKOUTA où nous avons placé, comme l'année précédente, une station avec limnigraphe et échelle. A ce gué, le lit est relativement étroit, sans lit mineur bien défini, peu encombré d'arbres ou arbustes, mais, sauf dans les petits chenaux de très basses eaux, tapissé d'herbes hautes et denses, dont le développement varie suivant les années et, bien entendu, au cours de la saison des pluies.

4 - Bassin Versant du GOUDEBO à KALONGA - piste (1890 km²)

Il comprend le précédent plus, au Nord-Est, une surface de 250 km², ce qui le rend presque rectangulaire : 54 km de l'Est à l'Ouest en moyenne sur 35 km du Nord au Sud.

Ses frontières Ouest et Sud sont celles du précédent. Sa frontière Est est pour les 2/3 celle du précédent. Elle se prolonge vers le Nord par une croupe très peu marquée : environ 280 m d'altitude. La frontière Nord est pour 60 % celle du précédent. Elle est prolongée vers l'Est par une croupe à 290 m d'altitude portant un petit piton (328 m). La station est située à l'angle Nord-Est du bassin à environ 255 m d'altitude. La pente moyenne du bassin est très faible : l'on peut considérer que toute sa surface est comprise entre 270 et 300 m d'altitude.

Le bassin versant intermédiaire entre YAKOUTA et KALONGA (250 km²) est constitué par une demi-douzaine de petits affluents sans importance, plus le défluent de la mare de DJIGO (B.V. de 120 km²). Cette mare est très plate et occupe 4 à 5 km² à son plein. Les débits et les volumes qui en sortent sont probablement très faibles.

De YAKOUTA à KALONGA (distance 15 km par le marigot) et en aval de KALONGA, le GOUDEBO s'étale largement sur 1 km et plus en hautes eaux, avec des chenaux multiples à mouilles, une végétation très dense. La saignée du gué automobile de KALONGA est le seul point que nous ayons pu trouver pour établir une station. Bien que le GOUDEBO y soit relativement étroit, les filets d'eau qui viennent d'entre les arbres et les arbustes de l'amont ne sont pas parallèles. De plus, les herbes, surtout en aval, sont plantées d'une façon particulièrement dense. La station comprend un limni-
graphe et une échelle.

Le FELEOL rejoint le GOUDEBO à 4 km en aval de la station. Il ne semble pas que le remous du FELEOL parvienne jusqu'à la station, d'après l'examen des limnigrammes : les crues du GOUDEBO et celles du FELEOL sont indépendantes.

5 - Le Bassin Versant du FELEOL à la piste de GORUM GORUM (400 km²)

Le bassin versant est allongé sur 32 km, sa largeur moyenne est de 12,5 km perpendiculairement à la direction générale du FELEOL : Ouest-Est.

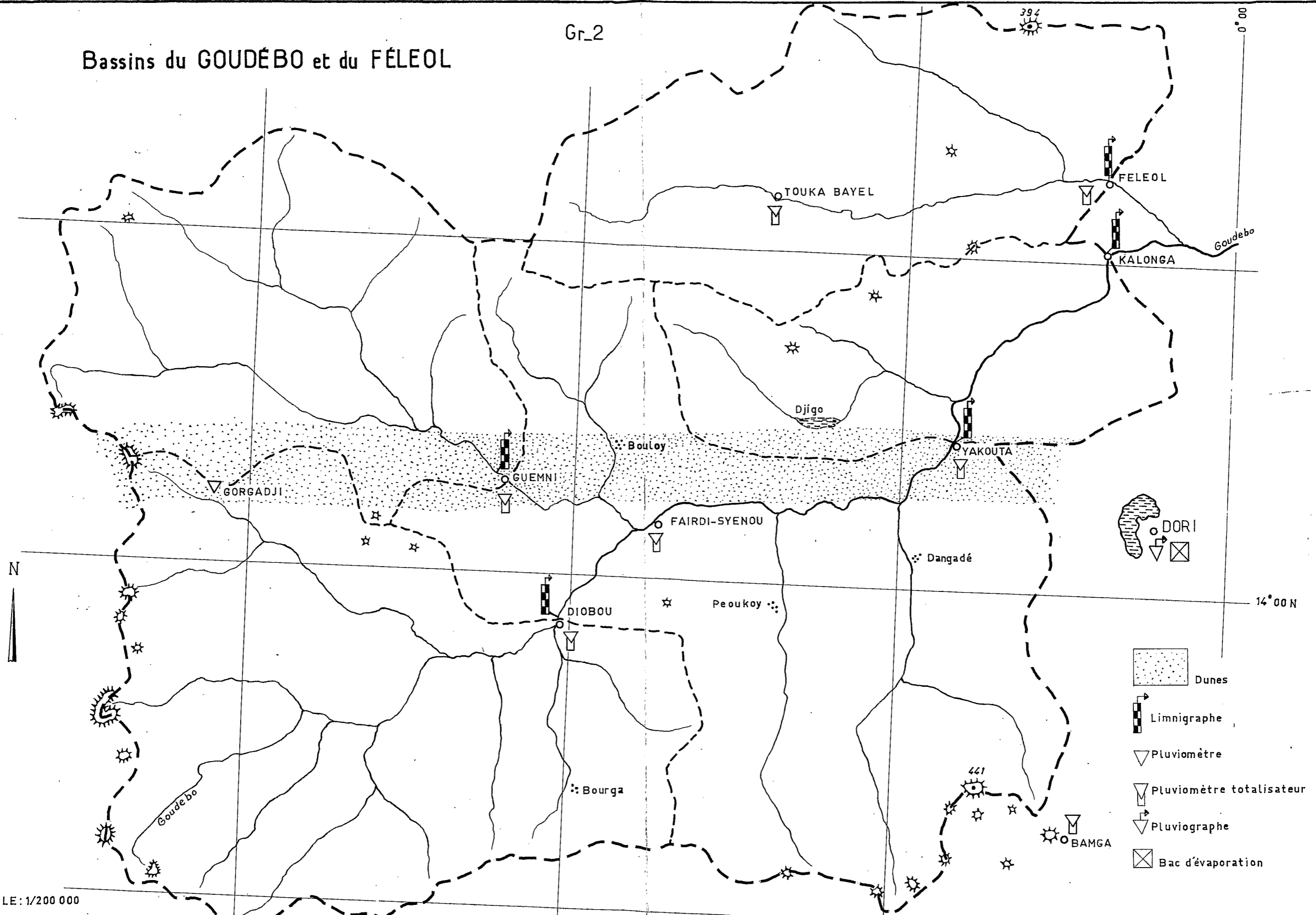
Ses frontières sont au plus à 290 m d'altitude, en croupes très aplaties, sauf en 2 points : collines abruptes de très faibles superficies : BELLIATA au Nord (altitude : 394 m) et BATA au Sud (altitude : 328 m). La station est à environ 257 m d'altitude. L'ensemble est donc très plat et la pente moyenne du FELEOL pourrait être de l'ordre de 0,7 ‰.






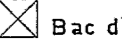
Les affluents du FELEOL sont de faible importance et répartis le long du marigot, sauf un seul, en rive gauche, qui correspond à un bassin de 100 km², soit le quart de celui du FELEOL et qui conflue par malheur à 2,5 km en amont de la station.

A TOUKA BAYEL, le lit mineur est unique, bien marqué, continu, très sinueux ; la zone de débordement est grande. Du côté de l'exutoire, le lit mineur existe toujours mais il est réduit. C'est un petit fossé sinueux à fond sableux, de 4 à 5 m de large et de quelques décimètres de profondeur. Le lit majeur s'étale sur plusieurs centaines de mètres, extraordinairement encombré de végétation : arbustes, buissons et herbes sur fond

Bassins du GOUDÉBO et du FÉLEOL

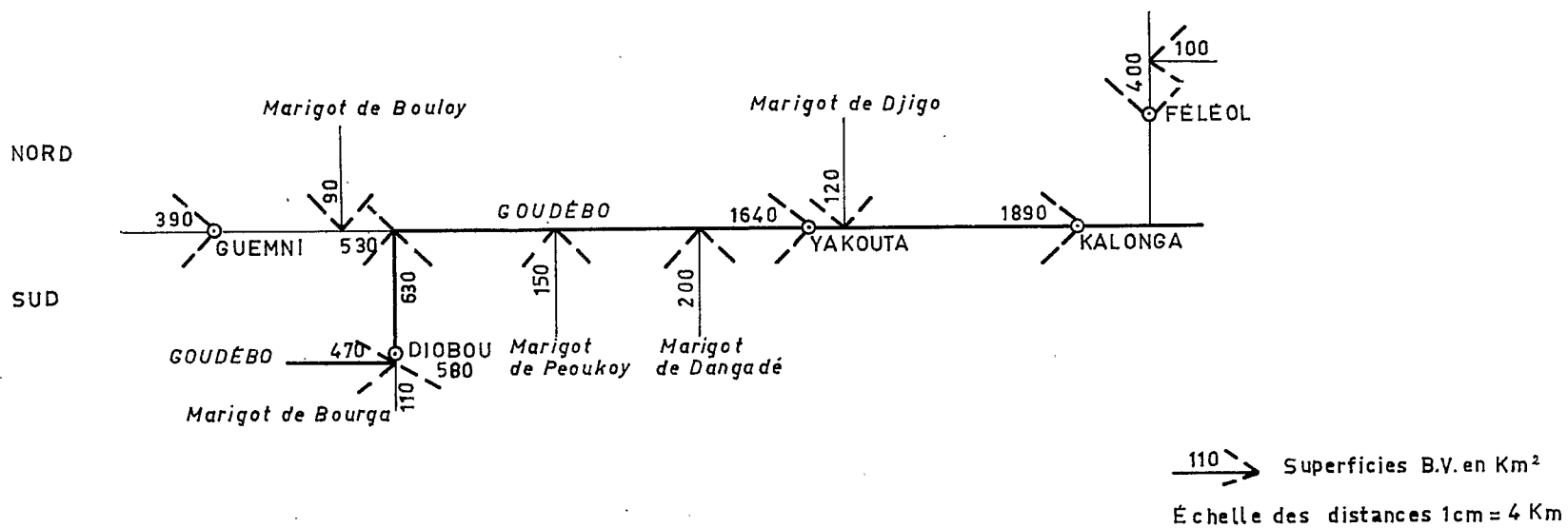
Gr.2



-  Dunes
-  Limnigraphe
-  Pluviomètre
-  Pluviomètre totalisateur
-  Pluviographe
-  Bac d'évaporation

ÉCHELLE: 1/200 000

SCHÉMA DU GOUDÉBO



vaseux avec, ça et là, de petits chenaux divagants. L'emplacement de la station a été imposé par l'existence de la saignée de la piste automobile. La station comprend un limnigraphe et une échelle.

Le FELEOL rejoint le GOUDEBO à 6 km en aval de cette station, où le remous du GOUDEBO ne se fait pas sentir.

6 - Installations des stations

Tous les limnigraphes utilisés sont des OTT X réduction 1/10 rotation 32 jours.

- a - DIOBOU - 13°58'8 N 00°20'3 W, un élément d'échelle de 9 à 10 m sur IPN battu, posé en 1964, un limnigraphe sur gaine de 3 m, plateau à la cote 1076 échelle, dans une mouille.
- b - GUEMNI - 14°02'6 N 00°21'7 W, un élément d'échelle de 8 à 9 m sur IPN battu, posé en 1964, un limnigraphe sur gaine de 3 m, plateau à la cote 921 échelle, dans une mouille.
- c - YAKOUTA - 14°04'7 N 00°08'2 W, trois éléments d'échelle de 0 à 1, 1 à 2 et 2 à 3 sur 3 IPN battus, posés en 1963, un limnigraphe sur gaine de 3 m, plateau à la cote 307,5 échelle, pas de mouille.
- d - KALONGA - 14°10'2 N 00°04'0 W au début : une échelle de 0 à 3 m sur UPN scellé dans un massif de béton posé en 1954. L'UPN, tordu par un camion à une date inconnue, redressé en 1963, a été démoli, par un camion, le 29 Juillet 1964. Le 4 Août 1964, 2 éléments d'échelle de 0 à 1 et 1 à 2 m ont été posés sur IPN battus, avec le même zéro que l'échelle précédente. Un limnigraphe sur gaine de 3 m, plateau à la cote 302 échelle, pas de mouille. Il existe en rive droite un élément d'échelle de 3 à 4 m placé en 1960 sur UPN scellé dans un massif en béton, dont le zéro est différent des zéros précédents.
- e - FELEOL - 14°12'4 N 00°04'0 W une échelle de 0 à 2 m sur UPN scellé dans un massif de béton, posé en 1954. Un limnigraphe sur gaine de 3 m plateau à la cote 281,5 échelle, pas de mouille.

B II - OBSERVATIONS

1 - Station de DIOBOU (580 km²)

a) Étalonnage

Mauvaise station, qui ne pourra jamais être étalonnée correctement. La largeur en débordement atteint 350 m pour un lit mineur de 5 m de large. Nous n'avons pu faire que des jaugeages de basses eaux, et nous n'avons pu effectuer un lever de profil en travers représentatif de la section mouillée : trop de végétation.

La cote de débit nul est de 845 cm à l'échelle.

Jaugeages :

1-7-1964	h = 876 cm	Q = 0,25 m ³ /s
21-8-1964	886	0,52
22-8-1964	912	1,10
23-8-1964	915	1,15
8-9-1964	890	0,58
22-9-1964	883	0,44
24-9-1964	864	0,20 (vidange lente de
25-9-1964	856	0,08 (zone de débordement?)

Le débordement commence à la cote 880, atteint 15 mètres à la cote 900 puis devient général en rive gauche sans qu'il y ait de vitesses sensibles, même au flotteur, à la cote 915.

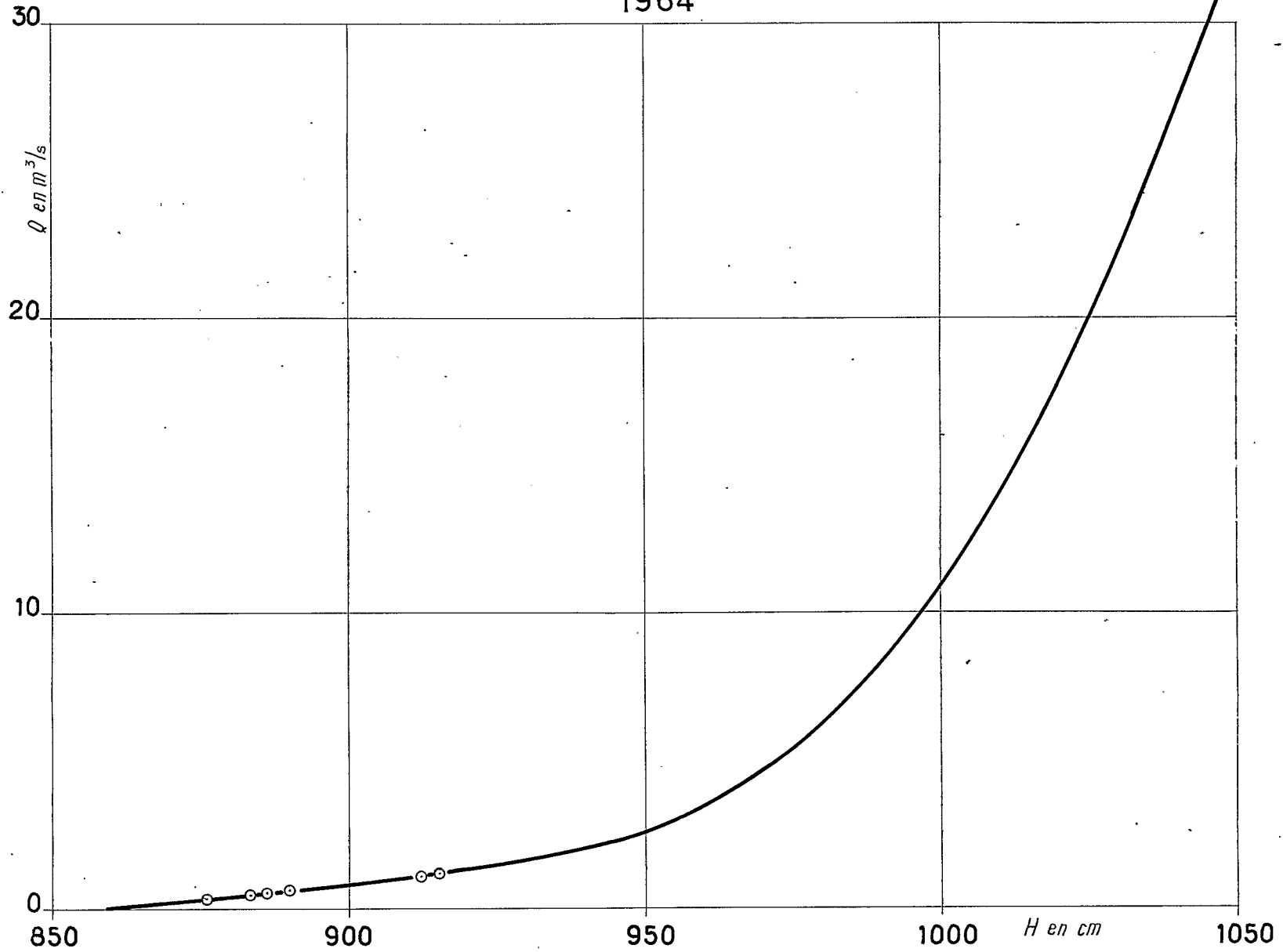
Nous avons tenté de tracer une courbe de tarage (graphique 4), et nous ne sommes même pas sûr que le tarage véritable soit univoque.

b) Débits

Le limnigraphe a été posé avant la première crue de la saison et a fonctionné jusqu'à la mi-Novembre 1964. Le premier écoulement a débuté le 10 Juin, le dernier s'est terminé le 25 Septembre.

La cote maximale atteinte a été de 1 024 cm (20 m³/s - ? 35 l/s.km²), alors que les habitants du village de DIOBOU avaient indiqué une cote de 1 025 cm environ pour les plus hautes eaux connues.

COURBE DE TARAGE
LE GOUDÉBO à DIOBOU
1964



Le tableau 5 donne les débits moyens journaliers traduits d'après la courbe de tarage imaginée. Volume total écoulé $9,6.10^6 \text{ m}^3$ soit une lame équivalente de 16,5 mm pour une pluviométrie moyenne d'environ 600 mm. Coefficient d'écoulement 2,75 %.

Sur le tableau 5, nous distinguons plusieurs épisodes d'écoulement :

- 10-11 Juin : crue partielle, faible, sans intérêt
- 21 Juin : crue locale, très faible
- 26 Juin-
6 Juillet : cette crue semble provenir d'un écoulement généralisé sur tout le bassin, dû aux averses des 26 Juin et 3 Juillet (voir annexe 1). Le volume écoulé est bien connu sans ambiguïté (faibles débits), lame équivalente $0,36 + 0,02 \text{ mm}$ pour des pluviométries moyennes de l'ordre de $39 + 17 \text{ mm}$.
- 19-29 Juil. : volume écoulé bien connu : lame équivalente de $0,81 \text{ mm}$ pour une pluviométrie moyenne difficile à définir (dispersion des observations pluviométriques et négligence probable à GORGADJI).
- 6-12 Août : volume écoulé bien connu : lame équivalente (décrue complétée incluse) $1,52 \text{ mm}$, correspondant à l'averse du 6 Août de pluviométrie moyenne de l'ordre de 40 mm .
- 13 Août-
13 Sept. : ensemble de crues de volume total imprécis, lame écoulée de l'ordre de $11,9 \text{ mm}$.
- 14-25 Sept. : volume écoulé bien connu, lame équivalente $1,83 \text{ mm}$ pour une pluviométrie moyenne de l'ordre de 35 mm arrivant dans les meilleures conditions de saturation du sol.

c) Note

La vitesse de baisse du niveau d'eau dans la mouille du limniographe, isolée en dehors des périodes de crues, est de $2,9 \text{ cm}$ par jour, ce qui correspond à une forte infiltration.

TABLEAU n° 5

GOUDEBO à DIOBOU en 1964

Débits moyens journaliers (m³/s)

Jours	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1							0,29		4,37			
2							0,08		3,79			
3							0,05		3,05			
4							0,11		2,50			
5							0,04	0	1,61			
6							0,01	0,45	1,14			
7							0	3,06	0,82			
8								2,16	0,57			
9						0		1,55	0,39			
10						0,13		1,17	0,23			
11						0,29		0,81	0,08			
12						0		0,52	0,01			
13								0,65	0,01			
14								0,88	0,28			
15								1,29	0,94			
16								0,91	2,16			
17								0,95	2,63			
18							0	1,56	2,20			
19							0,10	0,91	1,54			
20						0	0,60	0,56	1,09			
21						0,01	1,12	0,50	0,71			
22						0	0,99	1,17	0,42			
23							1,00	1,23	0,21			
24							0,61	2,68	0,06			
25						0	0,55	9,56	0,02			
26						0,04	0,30	8,23	0			
27						0,42	0,13	4,77				
28						0,49	0,01	3,08				
29						0,58	0,01	2,11				
30						0,51	0	11,38				
31								9,66				
Total	0	0	0	0	0	2,47	6,00	71,79	30,83	0	0	0

Module : 0,30 m³/s

2 - Station de GUEMNI (390 km²)

a) Etalonnage

Station acceptable, peu de débordement, mais avec de grandes herbes plantées dru. Un profil en travers donnant les sections mouillées d'après les hauteurs à l'échelle nous a permis de prolonger la courbe de tarage après prolongement de la courbe des vitesses moyennes (graphique 6). Cette courbe est sûrement univoque étant donné la situation de la station.

La cote de débit nul est de 652 cm à l'échelle.

Jaugeages

11-7-1964	h = 675	cm	Q = 0,29 m ³ /s
12-8-1964	665		0,07
13-8-1964	681,5		0,43
15-8-1964	694		0,93
16-8-1964	699		1,13
17-8-1964	746		3,23
17-8-1964	737		2,70
18-8-1964	749		3,40
19-8-1964	760		4,10
21-8-1964	708,5		1,50
8-9-1964	670		0,15
22-9-1964	660		0,02

b) Débits

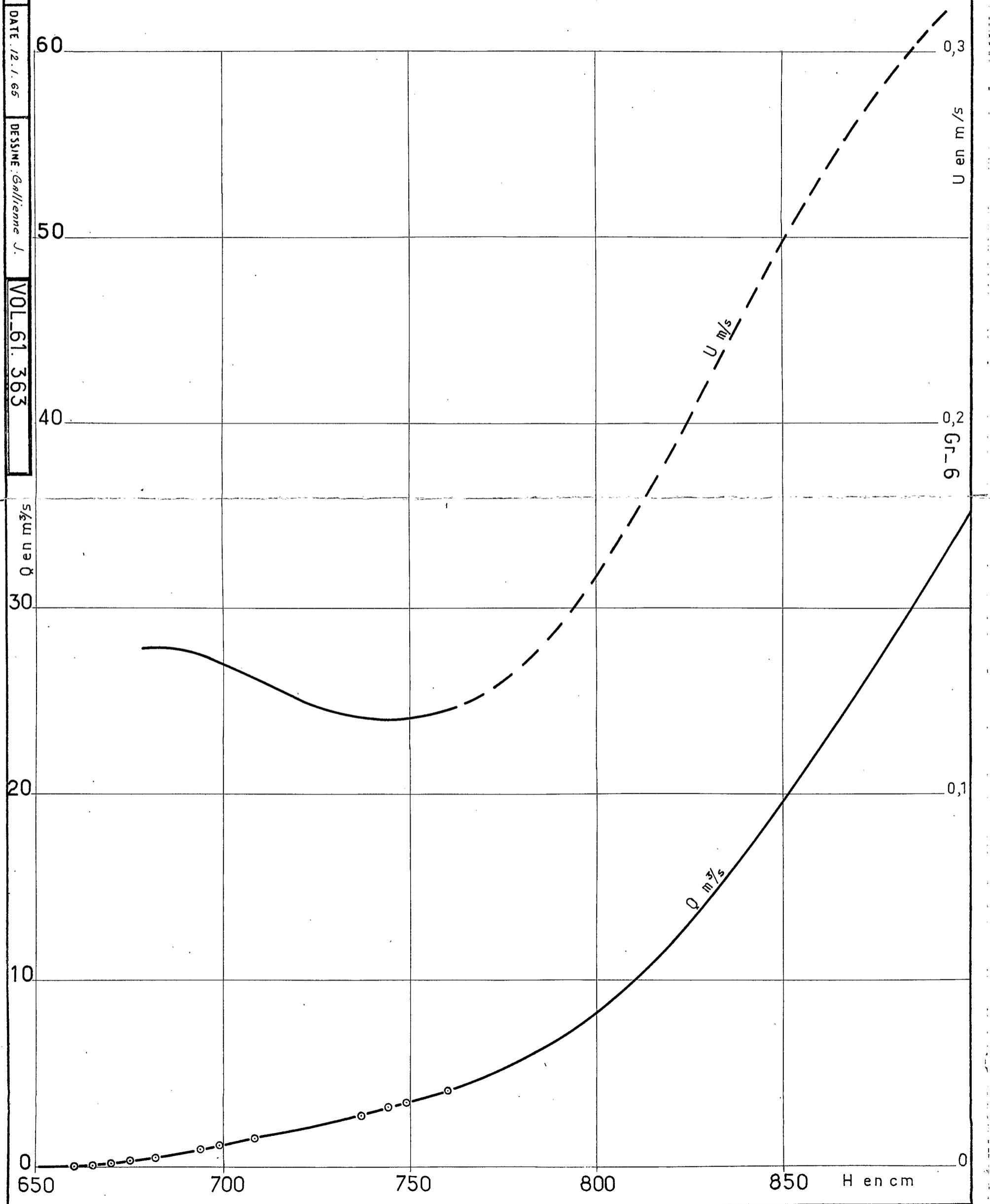
Le limnigraphe a été posé alors qu'une seule petite crue (délaisés visibles et relevés) était déjà passée, probablement le 24 Mai. Il a fonctionné jusqu'à la mi-Novembre 1964. Le dernier écoulement a cessé à la fin de Septembre.

La cote maximale atteinte a été de 845 cm (18 m³/s ?) alors que les habitants du village de GUEMNI avaient indiqué une cote de 860 environ pour les plus hautes eaux connues (22,5 m³/s ? soit 58 l/s.km²).

Le tableau 7 donne les débits moyens journaliers traduits d'après la courbe de tarage extrapolée. Le volume total écoulé serait de 9,5.10⁶ m³, bien connu car seules 3 journées ont dépassé le débit maximal jaugé. Lame équivalente 24,5 mm pour une pluviométrie moyenne d'environ 550 mm. Coefficient d'écoulement : 4,5 %.

ORSTOM
A0
DATE 12.1.65
DESSINE Gallienne J.
VOL. 61. 363

COURBES DE TARAGE LE GOUDÉBO à GUEMNI 1963



Sur le tableau 7, nous distinguons plusieurs épisodes d'écoulement:

- 24 Mai ? : crue partielle très faible, insuffisante pour remplir les mouilles en aval. Elle n'a pas traversé la dune, qui n'avait pas ruisselé.
- 15-16 Juin : crue partielle très faible, n'a pas non plus traversé la dune.
- 26 Juin-
2 Juillet : crue due à l'averse du 26 Juin, lame équivalente 1,04 mm pour une pluviométrie moyenne de l'ordre de 39 mm.
- 3-4 Juillet : crue partielle très faible.
- 5-10 Juillet : pas d'averse correspondante, lame équivalente 1,13 mm.
- 11-20 Juillet : pas d'averse correspondante, lame équivalente 2,20 mm.
- 21-28 Juil. : crue due aux averses des 20 et 22 Juillet, lame équivalente 2,00 mm pour une pluviométrie moyenne de l'ordre de 30 mm.
- 29 Juillet-
5 Août : deux très faibles crues partielles.
- 6-11 Août : crue due à l'averse du 6 Août, lame équivalente 1,68mm pour une pluviométrie moyenne de l'ordre de 30 mm.
- 12-24 Août : crue complexe due à plusieurs averses mal connues, lame équivalente 3,97 mm.
- 25 Août-
9 Septembre : crue complexe due à de nombreuses pluies mal connues, lame équivalente imprécise (extrapolation du tarage) de l'ordre de 10,3 mm.
- 10-12 Sept. : petite crue sans averse correspondante.
- 13 Sept. au
29 : crue due à l'averse du 13 Septembre, lame équivalente 2,10 mm pour une pluviométrie moyenne de l'ordre de 30 mm.

Les crues dues à une seule averse ont toutes la même curieuse allure : elles comportent deux pointes bien séparées. La première, due au ruissellement de la croupe de la frontière Est et à la pluie sur le bas du bassin et qui arrive 15 heures après l'averse lorsque la végétation est bien poussée (fin Juillet) et peut-être dix heures seulement au début de la saison des pluies. L'eau en est sale. La deuxième pointe provient du ruissellement de la frontière Ouest, qui est très bien drainée par l'affluent du marigot de GUEMNI, et probablement aussi de la partie Est de la frontière Nord. Elle arrive une soixantaine d'heures après la première, l'eau ayant 20 km de plus à parcourir. Elle en est propre. D'après la carte au 1/200 000^e, tout le centre du bassin, 150 km², est très mal drainé.

c) Note :

Le niveau de l'eau baisse de 1,5 cm par jour dans la mare isolée au début de la saison des pluies (Juin) et de 0,5 cm par jour à la fin de la saison (Octobre).

TABLEAU n° 7

GUEMNI en 1964

Débits moyens journaliers (m³/s)

Jours	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1							0,03	0,04	7,38			
2							0,01	0,05	2,73			
3							0,03	0,05	1,09			
4							0,02	0,03	0,60			
5							0,04	0,02	0,59			
6							0,11	1,18	0,42			
7							2,17	1,09	0,25			
8							1,82	2,14	0,15			
9							0,60	2,18	0,09			
10							0,18	0,61	0,21			
11							0,27	0,16	0,18			
12							4,16	0,22	0,06			
13							3,47	0,54	0,08			
14						0	1,26	0,31	0,39			
15						0,05	0,44	0,69	0,94			
16						0,01	0,18	1,09	2,50			
17						0	0,08	2,51	3,50			
18							0,05	3,11	1,48			
19							0,04	3,94	0,37			
20							0,03	3,39	0,12			
21							1,34	1,36	0,07			
22							0,74	0,40	0,03			
23					0		1,34	0,18	0,02			
24					0,03		2,40	0,12	0,02			
25					0	0	1,92	1,04	0,02			
26						0,79	0,75	1,13	0,01			
27						2,13	0,24	1,68	0,01			
28						1,31	0,10	2,31	0,01			
29						0,30	0,16	1,69	0,01			
30						0,07	0,06	9,42				
31							0,04	15,77				
Total	0	0	0	0	0,03	4,66	24,08	58,45	23,33	0	0	0

Module : 0,30 m³/s

3 - Station de YAKOUTA (1640 km²)

a) Etalonnage

Station acceptable, peu de débordement mais grandes herbes et lit boisé en amont et en aval du gué. Un profil en travers donne les sections mouillées en fonction des hauteurs à l'échelle et permet de tracer, d'après les jaugeages, la courbe des vitesses moyennes.

La cote de débit nul est de - 0,05 cm à l'échelle ; 19 jaugeages avaient été faits en 1963 (h max. : 196), 17 ont été faits en 1964 (h max. 248).

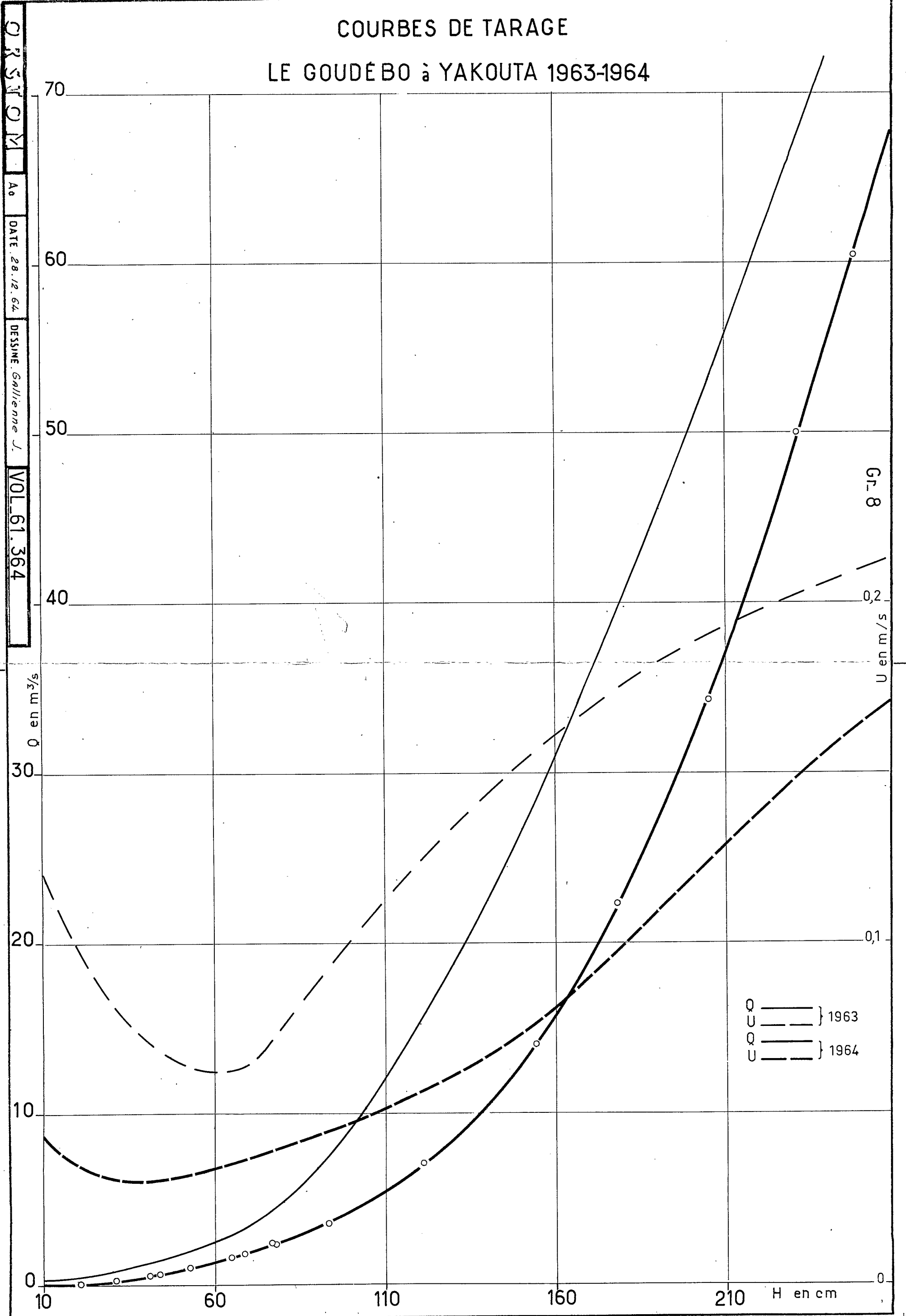
Jaugeages

1-7-1964	H = 044 cm	Q = 0,64 m ³ /s
6-7-1964	041	0,55
7-7-1964	044	0,61
9-7-1964	031	0,30
26-7-1964	078	2,40
30-7-1964	069	1,82
24-8-1964	093	3,60
1-9-1964	248	60,5
2-9-1964	231	50,0
3-9-1964	205	34,3
4-9-1964	178	22,3
5-9-1964	154	14,0
10-9-1964	76,5	2,35
11-9-1964	65	1,62
12-9-1964	53	1,03
16-9-1964	121	7,10
30-9-1964	21	0,09

La courbe de tarage est nettement différente de celle de 1963, nous les avons représentées toutes les deux, avec les courbes des vitesses moyennes, sur le graphique 8. L'explication probable de la différence vient de la végétation herbacée du lit. En 1963, la saison des pluies avait commencé tôt et brutalement. La première crue a peut-être balayé une grande partie des graines, ou bien le niveau étant resté élevé, celles-ci ont été étouffées. En 1964, la saison des pluies a débuté par de petites averses et de petites crues n'intéressant que le lit le plus mineur. Les herbes ont pu se développer. Les courbes de tarage sont univoques les deux années, mais il n'est pas impossible qu'une autre année, suivant la disposition des épisodes pluvieux, il soit nécessaire d'utiliser différents tarages pour les différentes crues.

COURBES DE TARAGE

LE GOUDÉBO à YAKOUTA 1963-1964



ORSTOM
 A°
 DATE 28.12.64
 DESSINE Gallienne J.
 VOL. 61. 364

b) Débits

Le limnigraphe a été posé alors qu'une seule petite crue, locale (délaiés visibles et relevés), était déjà passée, probablement le 27 Mai. Il a fonctionné jusqu'au 20 Novembre 1964. Le dernier écoulement s'est terminé le 6 Octobre.

La cote maximale atteinte a été de 255 (65,5 m³/s), alors que les habitants du village de YAKOUTA nous avaient indiqué, comme l'année dernière, une cote de 230 environ pour les plus hautes eaux connues. Cette cote de 230 cm correspondrait en tarage 1963 à 67,5 m³/s (41 l/s.km²).

Le tableau 9 donne les débits moyens journaliers de 1964. Le volume total écoulé est de 51,7.10⁶ m³. lame équivalente : 31,5 mm pour une pluviométrie moyenne de l'ordre de 600 mm. Coefficient d'écoulement : 5,25 %.

La séparation du volume écoulé en 1964 en différentes crues rattachées aux épisodes pluvieux serait difficile et peu précise. Nous ne l'avons pas faite étant donné la complexité des débits à YAKOUTA.

Tableau n° 9

YAKOUTA en 1964

Débits moyens journaliers (m³/s)

Jours	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1							0,64	1,14	60,27	0,07		
2							0,64	0,60	46,97	0,05		
3							0,63	0,31	32,13	0,03		
4							0,46	0,21	20,74	0,02		
5							0,39	0,14	13,63	0,01		
6							0,55	0,34	8,98	0		
7							0,62	0,97	6,28			
8							0,54	2,60	4,41			
9							0,34	2,43	3,11			
10							0,39	2,06	2,23			
11							0,63	2,44	1,51			
12							0,73	2,75	0,93			
13							0,67	2,66	0,67			
14							0,40	2,46	2,59			
15						0	0,94	2,26	11,28			
16						0,14	1,80	1,59	7,02			
17						0,02	1,89	2,06	6,43			
18						0	1,32	2,54	5,03			
19							0,72	2,47	3,71			
20							0,40	3,15	3,67			
21							3,58	4,49	3,86			
22							9,31	4,85	3,33			
23							7,67	4,38	2,54			
24							4,80	3,84	1,75			
25						0	3,14	21,80	1,10			
26					0	0,05	2,39	39,43	0,55			
27					0,14	0,03	2,19	37,19	0,31			
28					0,02	0	2,11	30,56	0,20			
29					0	0,29	2,04	21,70	0,14			
30						0,54	1,87	22,07	0,10			
31							1,75	59,93				
Total	0	0	0	0	0,16	1,07	55,52	285,42	255,47	0,18	0	0

Module : 1,64 m³/s

4 - Station de KALONGA (piste de GORUM GORUM) (1890 km²)

a) Etalonnage

Station pratiquement injaugeable sauf aux basses eaux. Nombreux petits lits mineurs avec zone de débordement herbacée. Un profil en travers au gué de la piste donne des sections mouillées en fonction des hauteurs à l'échelle.

La cote de débit nul est de - 010 cm à l'échelle.

Jaugeages

1-7-1964	H = 011	cm	Q = 0,17 m ³ /s
2-7-1964	020,5		0,285
4-7-1964	044		0,81
5-7-1964	052		1,18
8-7-1964	034		0,55
23-7-1964	063		1,79
30-7-1964	073		2,44
30-9-1964	010		0,17

Le tarage est certainement univoque pour les basses eaux. Nous avons pu étalonner indirectement la station de KALONGA de la façon suivante :

Comparons les débits de YAKOUTA du 7 Juillet 1964 de 0 à 24 h et de KALONGA du 9 à 02 h au 10 à 02 h (50 heures de décalage, sans pluie sur le bassin intermédiaire pendant ce laps de temps). Aux deux stations, ils sont pratiquement constants après une petite crue et respectivement de 0,62 et 0,51 m³/s. La diminution de débit est de 0,11 m³/s qui, sur une longueur de 15 km largeur moyenne de 87 m (moyenne des largeurs du GOUDEBO à YAKOUTA et à KALONGA), correspond à une évaporation, transpiration, infiltration de 7,2 mm/jour, chiffre qui n'est pas anormal (évaporation du bac à DORI à la même époque 7,2 mm/jour).

Comparons les débits de YAKOUTA du 8 Juillet 1964 à 04 h au 13 à 10 h (hauteur à chaque extrémité de cet intervalle 43 cm en baisse de 7 cm/jour) débit moyen pendant l'intervalle 0,53 m³/s, et de KALONGA du 10 Juillet à 06 h au 15 à 12 h (décalage 50 h, hauteur à chaque extrémité de cet intervalle 31 cm en baisse de 7 cm/jour) débit moyen pendant l'intervalle 0,41 m³/s. Deux pluies sur le bassin intermédiaire entre le 8 Juillet et le 15, de 3 mm chacune, donc insignifiantes, la perte est de 0,12 m³/s sur le débit moyen, qui, pour une longueur de 15 km et une largeur moyenne

de 82 m, correspond à une évaporation, transpiration, infiltration de 8,4 mm/jour supérieure au chiffre trouvé plus haut, mais nous remarquerons que la moitié du temps considéré correspond à une montée de niveau qui favorise l'infiltration sur le sol desséché.

Comparons YAKOUTA du 20 Juillet 1964 à 00 h au 2 Août à 10 h (hauteurs à chaque extrémité de cet intervalle 43 cm en baisse de 13 cm/jour) et KALONGA du 22 Juillet à 02 h au 4 Août à 12 h (hauteur à chaque extrémité de cet intervalle 43 cm, en baisse moyenne de 15 cm/jour, correction faite le 4 Août d'une petite crue locale : $4,3 \cdot 10^3 \text{ m}^3$). Décalage entre YAKOUTA et KALONGA : 50 heures; averses négligeables sur le bassin intermédiaire pendant cette période, en dehors des $4,3 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ retirés à KALONGA. Le volume écoulé à YAKOUTA est de $3,57 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, les pertes par évaporation, transpiration, infiltration, peuvent être estimées, avec ce que nous avons vu plus haut, à $0,17 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Nous devons retrouver à KALONGA $3,40 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ en choisissant une loi hauteur/débit convenable, tenant compte des jaugeages de basses eaux et d'un tracé possible de la courbe vitesse moyenne en fonction de la hauteur (hauteur maximale à KALONGA : 103 cm).

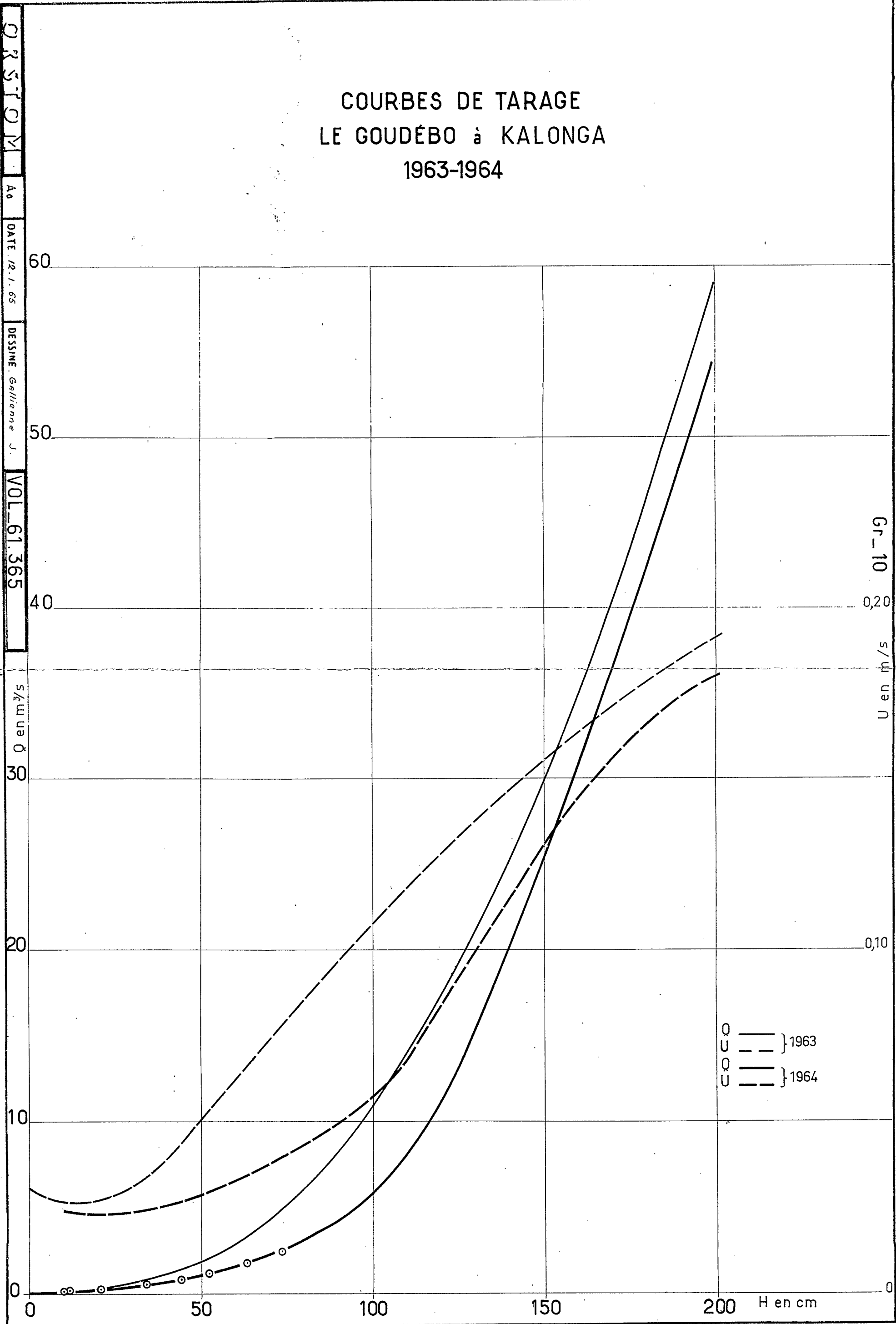
Comparons YAKOUTA du 29 Août 1964 à 00 h au 3 Septembre à 24 h (hauteur à chaque extrémité 157 cm en baisse de 23 cm/jour) et KALONGA du 31 Août à 02 heures au 5 Septembre à 02 heures (hauteur à chaque extrémité 155 cm en baisse moyenne de 10 cm/jour). Décalage entre YAKOUTA et KALONGA 50 heures, averses négligeables sur le bassin intermédiaire pendant cette période. Le volume écoulé à YAKOUTA est de $21,00 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, les pertes par évaporation, transpiration, infiltration peuvent être estimées, avec ce que nous avons vu plus haut, à $0,20 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Nous devons retrouver à KALONGA $20,80 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ en opérant comme au paragraphe précédent (hauteur maximale à KALONGA 187 cm).

C'est de cette façon que nous avons pu tracer la courbe de tarage du graphique 10 sur lequel nous avons porté la courbe des vitesses moyennes.

Nous avons établi la courbe de tarage de 1963 de la même façon en comparant :

- YAKOUTA 9 Août à 04 heures au 19 à 16 heures et
- KALONGA 10 Août à 20 heures au 21 à 08 heures (hauteur maximale : 160 cm)
- YAKOUTA 28 Août à 04 heures au 30 Août à 08 heures et
- KALONGA 29 Août à 20 heures au 31 Août à 24 heures

COURBES DE TARAGE
 LE GOUDÉBO à KALONGA
 1963-1964



O R S T O N
 A 0
 DATE 12.1.65
 DESSINE Gallienne J.
 VOL_61.365

s/m³ u e Ø
 30
 20
 10
 0

Gr-10
 0,20
 U en m/s
 0,10
 0

——— } 1963
 - - - } 1964
 ——— }
 - - - }

- YAKOUTA 12 Septembre à 20 heures au 13 à 20 heures et
- KALONGA 14 Septembre à 12 heures au 15 à 12 heures
- YAKOUTA 23 Septembre à 08 heures au 30 à 20 heures et
- KALONGA 25 Septembre à 00 heures au 2 Octobre à 12 heures.

Les hauteurs aux extrémités d'intervalles sont, par station et par comparaison, identiques avec mêmes variations en sens et grandeur. Pendant chaque intervalle, la pluviométrie sur le bassin intermédiaire est négligeable. La courbe de tarage correspondante est reportée sur le graphique 10 avec sa courbe des vitesses moyennes. Les deux années ont un tarage nettement différent pour la même raison qu'à YAKOUTA.

Notons qu'en 1963, le décalage entre YAKOUTA et KALONGA des mouvements d'eau enregistrés par les limnigraphes était, dans le cas où il n'y avait pas de crue du bassin intermédiaire pour masquer le mouvement à KALONGA, de 40 heures quelle que soit la crue. Dans les mêmes conditions, il est de 50 heures en 1964 : influence de la végétation herbacée dans le lit. En 1964, comme en 1963, le débit de pointe d'une crue passant à KALONGA (sans crue du bassin intermédiaire), est des 5 septièmes du débit de pointe de la même crue à son passage à YAKOUTA. Le laminage est important sur les 15 km du parcours.

b) Débits

Le limnigraphe a été posé alors qu'une petite crue, du bassin intermédiaire, était passée le 24 Mai (date et cote du maximum fournies par M. DELFOUR du BRGM). Il a fonctionné jusqu'au 16 Novembre 1964. Le dernier écoulement s'est terminé le 8 Octobre.

La cote maximale a été de 187 cm ($470 \text{ m}^3/\text{s}$, 25 l/s.km^2).

Le tableau 11 donne les débits moyens journaliers de 1964. Le volume total écoulé est de $60,5.10^6 \text{ m}^3$. Lamé équivalente 32,0 mm pour une pluviométrie moyenne de l'ordre de 600 mm. Coefficient d'écoulement 5,3 %.

Notons que le bassin intermédiaire entre YAKOUTA et KALONGA (250 km^2) a fourni $8,8.10^6 \text{ m}^3$ soit une lamé équivalente de 35,2 mm pour une pluviométrie moyenne de l'ordre de 650 mm.

La séparation du volume écoulé en 1964 en différentes crues rattachées aux épisodes pluvieux serait encore plus difficile et plus imprécis qu'à YAKOUTA. Nous ne l'avons pas tenté.

Tableau n° 11

KALONGA en 1964

Débits moyens journaliers (m³/s)

Jours	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1							0,11	2,18	37,57	0,14		
2							0,27	1,93	45,66	0,09		
3							0,77	1,55	46,37	0,06		
4							0,88	1,36	42,71	0,04		
5							1,17	0,76	36,18	0,03		
6							1,02	1,28	29,33	0,08		
7							0,65	1,66	22,20	0,01		
8							0,53	2,06	15,54	0		
9							0,51	1,93	10,35			
10							0,43	1,86	6,74			
11							0,28	1,98	5,02			
12							0,31	2,00	3,81			
13							0,45	2,02	2,97			
14						0	0,53	2,31	2,56			
15						0,02	0,47	2,53	2,45			
16						0,06	0,43	2,52	2,93			
17						0,07	0,53	6,29	7,30			
18						0,02	0,90	6,00	8,27			
19						0	1,25	5,36	7,75			
20							1,38	4,55	6,36			
21							1,02	3,86	5,28			
22							0,77	4,04	4,69			
23							1,60	4,55	4,54			
24							4,79	6,20	4,25			
25							6,05	15,48	3,65			
26					0		5,12	24,38	2,94			
27					0,21		4,09	31,30	2,00			
28					0,07		3,32	34,96	1,05			
29					0		2,83	36,07	0,45			
30						0	2,50	36,86	0,19			
31							2,34	32,33				
Total	0	0	0	0	0,28	0,17	47,30	282,16	371,11	0,39	0	0

Module annuel : 1,92 m³/s

5 - Station du FELEOL (piste de GORUM GORUM) (400 km²)

a) Etalonnage

Station pratiquement injaugeable sauf aux basses eaux : petits lits mineurs sinueux, zone de débordement immense et herbacée, avec fourrés épineux, arbres et lianes, dans le même genre qu'à DIOBOU ou qu'à KALONGA. Un profil en travers au gué de la piste donne des sections mouillées en fonction des hauteurs à l'échelle, mais si à KALONGA le profil semble représentatif du lit, il ne le paraît pas au FELEOL car, comme à DIOBOU, le gué est encaissé. Lever un profil ailleurs nécessiterait un gros débroussement.

La cote de débit nul est de - 005 cm à l'échelle.

Jaugeages :

6-7-1964	H = 081	cm	Q = 2,30 m ³ /s	(petit débordement)
7-7-1964	091,5		(1)	
8-7-1964	067		1,64	(petit débordement)
9-7-1964	017,5		0,22	(pas de débordement)
20-7-1964	080		2,10	(petit débordement)
20-7-1964	061		1,46	(pas de débordement)
21-7-1964	048		0,95	(pas de débordement)
22-7-1964	020,5		0,28	(pas de débordement)

(1) Le jaugeage du 7 Juillet est inutilisable. Ayant découvert des anomalies au dépouillement, le démontage du moulinet l'a montré encrassé de sable.

Le tarage semble univoque pour les faibles hauteurs, mais chose curieuse, les vitesses mesurées dans le lit mineur ne cessent de diminuer quand la hauteur augmente.

Malgré le peu de jaugeages, nous avons tenté de tracer une courbe de tarage (graphique 12).

b) Débits

Le limnigraphe a été posé après le passage de 2 crues dont nous avons, grâce à Monsieur DELFOUR, les dates et cotes des maximums. Il a fonctionné jusqu'au 16 Novembre 1964. Le dernier écoulement s'est terminé le 19 Septembre.

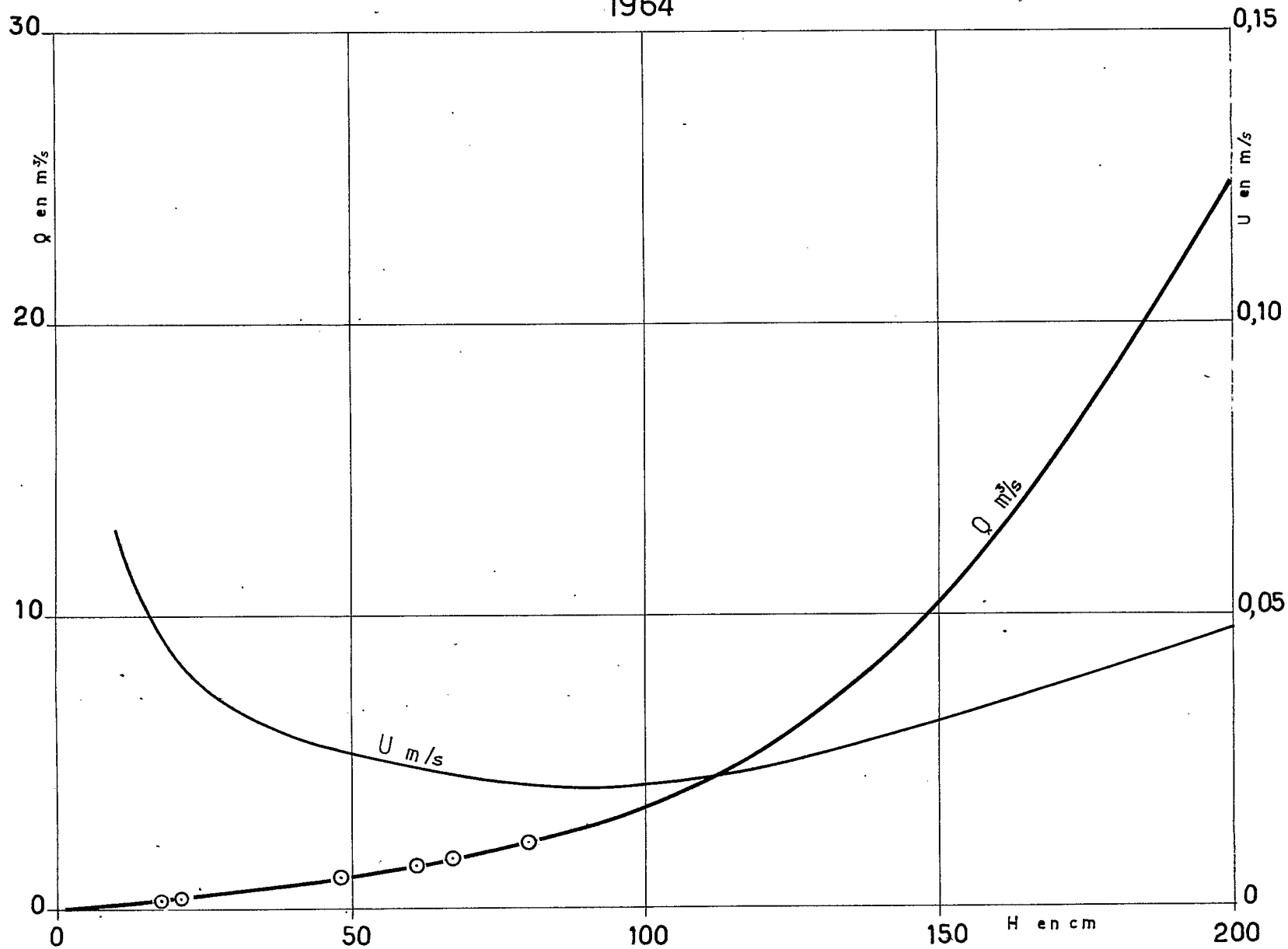
La cote maximale atteinte a été de 187 cm (20 m³/s ?).

Le tableau 13 donne les débits moyens journaliers traduits d'après la courbe de tarage inventée. Le volume total écoulé serait de

COURBES DE TARAGE

Le FÉLÉOL à la Piste

1964



$15,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ correspondant à une lame équivalente de 39,2 mm pour une pluviométrie moyenne de l'ordre de 550 mm. Coefficient d'écoulement 7,1 %, peut-être un peu fort ?

Nous avons fait une autres traduction des limnigrammes avec une courbe de tarage très différente de la précédente, dont elle diverge à partir de $h = 85 \text{ cm}$, pour atteindre à $h = 200$, $10 \text{ m}^3/\text{s}$ au lieu de $25 \text{ m}^3/\text{s}$. La lame équivalente se traduit dans ces conditions à 33,2 mm. Coefficient d'écoulement 6 %.

Les épisodes d'écoulement se détachent très bien sur le tableau 13. Malheureusement, ces épisodes se rattachent mal aux pluies observées à DORI ou à GORUM GORUM (observations fort douteuses dans ce dernier poste). Les crues dues à une seule averse ont toutes la même physiologie : montée rapide et pointe courte due à l'affluent principal du FELEOL, décrue relativement lente au début, avec une bosse, puis tarissement très rapide. Le temps de passage de la crue (débits supérieurs à $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$) est de 80 heures.

Tableau n° 13

FELEOL en 1964

Débits moyens journaliers (m³/s)

Jours	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1							0,02	2,54	3,49			
2							0	0,62	5,36			
3							3,30	0,04	5,50			
4							3,87	0,82	2,99			
5							0,02	0,29	2,22			
6							1,53	6,77	1,94			
7							2,59	5,19	1,13			
8							1,48	2,21	0,24			
9						0	0,35	0,93	0,09			
10						0,06	0,05	0,90	0,04			
11						0	1,20	0,77	0,02			
12							2,90	0,26	0,01			
13							0,79	0,05	0,62			
14						0	0,89	1,51	5,18			
15						0,78	0,51	1,75	3,04			
16						1,57	0,17	1,21	1,09			
17					0	0,26	0,04	7,60	0,08			
18					0,67	0,03	0,01	5,92	0,02			
19					0,38	0,01	0,30	2,95	0			
20					0,03	0	1,85	2,40				
21					0		0,77	2,44				
22							0,33	1,50				
23							0,62	1,33				
24					0		1,15	3,50				
25					1,80	0	1,15	16,04				
26					0,69	0,78	0,36	7,17				
27					0,09	3,40	0,06	5,52				
28					0,01	2,58	0,02	4,45				
29					0	0,89	1,59	3,89				
30						0,08	1,87	5,62				
31							3,08	3,26				
Total	0	0	0	0	3,67	10,44	34,87	99,45	33,00	0	0	0

Module : 0,49 m³/s

6 - Propagation des crues entre GUEMNI et KALONGA -

Deux crues de GUEMNI, celles des 5 et 11 Juillet, peuvent être suivies jusqu'à KALONGA : le bassin de DIOBOU n'a donné aucun écoulement, et les bassins intermédiaires entre GUEMNI et YAKOUTA, YAKOUTA et KALONGA, n'ont certainement rien donné ou presque (sauf le 19 à KALONGA), avec une correction facile à faire. Le volume passé à GUEMNI est de $1,29.10^6 \text{ m}^3$, celui passé à YAKOUTA de $0,87.10^6 \text{ m}^3$ et à KALONGA de $0,75.10^6 \text{ m}^3$.

Le centre de gravité de chaque crue passe à YAKOUTA 110 heures après son passage à GUEMNI et à KALONGA, 50 heures après son passage à YAKOUTA (en 1963, le lit étant beaucoup moins encombré d'herbes, ce délai était de 40 heures), soit une vitesse moyenne d'un tiers de km à l'heure! Les débits maximaux passent respectivement de 2,75 à 5,75 m^3/s pour GUEMNI à 0,75 et 1,95 m^3/s pour YAKOUTA et à 0,54 et 1,30 m^3/s pour KALONGA.

B. III - 1 - COEFFICIENT d'ÉCOULEMENT aux STATIONS -

Bien que les chiffres de volumes écoulés et de pluviométrie moyenne ne soient pas sûrs, nous donnons le tableau suivant :

Bassin	Superficie km^2	Volume écoulé 10^6 m^3	Pluviométrie moyenne mm	Lame équivalente mm	Coefficient %
DIOBOU	580	9,6	600	16,5	2,8
GUEMNI	390	9,5	550	24,5	4,5
PEOUKOY	150	7,5 supposé	650	50	7,8
DANGADE	200	14,0 supposé	650	70	10,8
reste intermédiaire	320	11,1	600	35	
YAKOUTA	1 640	51,7	600	31,5	5,3
Intermédiaire	250	8,8	650	35,2	
KALONGA	1 890	60,5	600	32,0	5,3
FELEOL	400	15,7	550	39,2	7,1

Nous allons rapprocher ces coefficients d'écoulement de la densité de drainage, en km par km², d'après tous les drains cartographiques sur la carte au 1/200 000°, et nous allons tenir compte du pourcentage kilométrique de marigots notés avec zones d'inondation sur cette carte, car nous avons vu plus haut l'ampleur des pertes dans les larges lits.

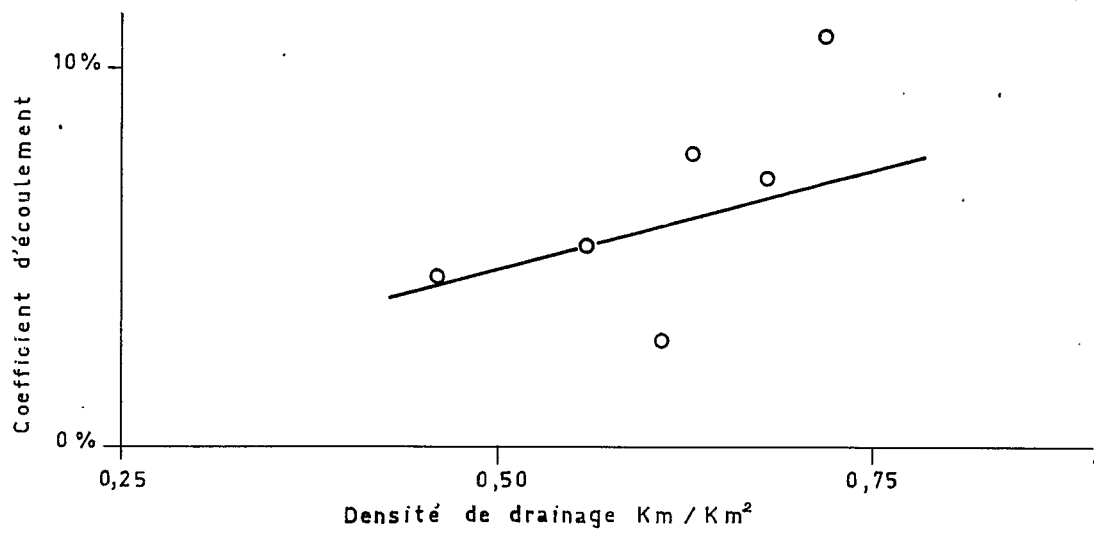
Bassin	Superficie: A km ²	Drains : dont inondation			Densité de drainage L km/A km ²	Coefficient d'écoule- ment %
		L km	L' km	% L'/L		
DIOBOU	580	354	77	22	0,61	2,8
GUEMNI	390	181	28	15	0,46	4,5
PEOUKOY	150	95	10	11	0,63	7,8
DANGADE	200	145	9	7	0,72	10,8
YAKOUTA	1640	924	165	18	0,56	5,3
KALONGA	1890	1056	190	18	0,56	5,3
FELEOL	400	271	32	12	0,68	7,1

Sur le graphique 14 A, nous avons porté les coefficient d'écoulement en fonction de la densité de drainage, et tracé une droite "relation entre le coefficient et la densité" et sur le graphique 14 B, nous avons porté les écarts des points figuratifs à la droite du graphique précédent en fonction du pourcentage kilométrique de marigots notés avec zones d'inondation.

Il ne faut pas s'illusionner sur la précision de ces graphiques qui ne peuvent donner que des ordres de grandeur et ne peuvent s'appliquer qu'à des années dont l'hydraulicité est voisine de celle de 1964.

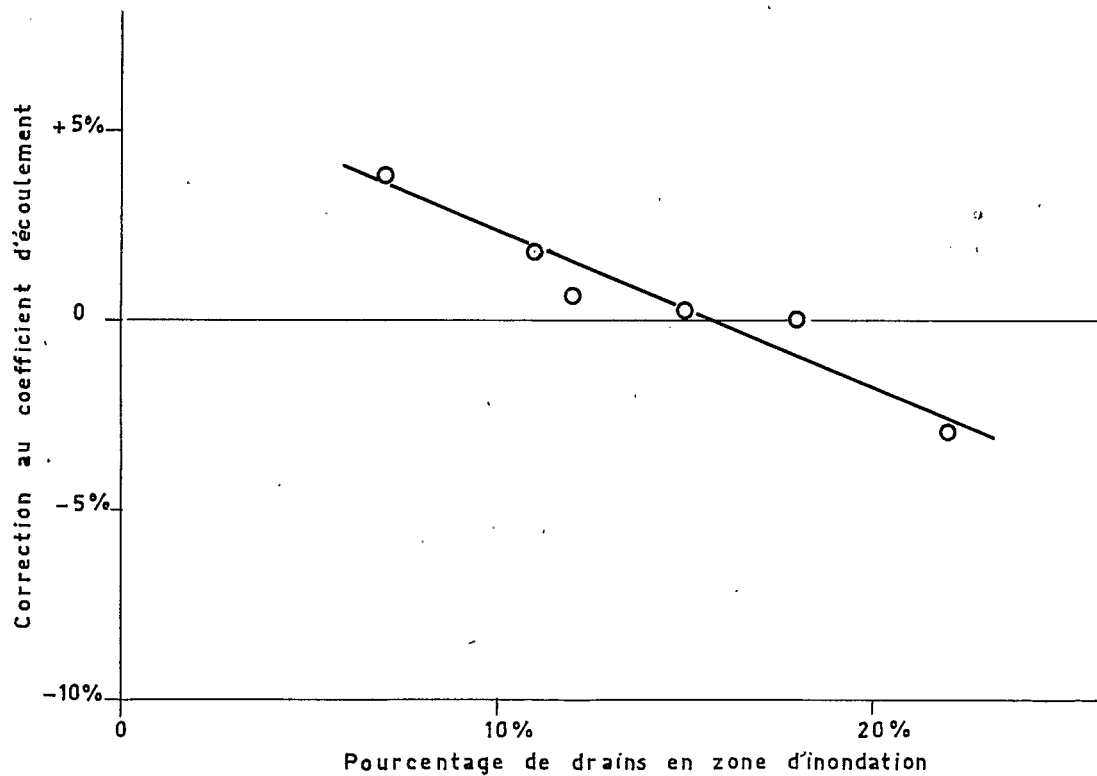
COEFFICIENT D'ÉCOULEMENT

Gr_14 A



PLUVIOMÉTRIE MOYENNE ENVIRON 600 mm

Gr_14 B



2 - Retour sur les étalonnages :

Nous avons vu que les étalonnages de YAKOUTA et de KALONJA n'étaient pas les mêmes en 1963 et en 1964. Il est probable que ces étalonnages varient chaque année à ces stations, peut-être même en cours de saison des pluies. Le phénomène est sûrement le même sur le FELEOL, à GUEMNI et à DIOBOU. On le retrouverait si l'on observait les marigots de PEOUKOY et de DANGADE.

Il serait très intéressant de suivre, au moins une année, ces deux marigots si l'on y trouve des stations de jaugeages acceptables et que l'on puisse atteindre en saison des pluies.

C.I - Le BASSIN VERSANT du GOROUOL à KORIZIENA (piste de MARKOY) -

Le bassin versant du GOROUOL à KORIZIENA est de 2 500 km², il comprend (voir carte 15) :

1 - Le Bassin Versant du GOROUOL à BIDI (720 km²)

Partie Nord-Ouest du bassin total. Sa frontière Nord est bordée de collines atteignant 450 m d'altitude, bien drainées. Dans le reste du bassin, le réseau hydrographique est beaucoup plus lâche. La station est à environ 265 m d'altitude à l'angle Sud-Est du bassin, au gué de l'aval de la petite mare de BIDI et comprend une échelle et un limnigraphe dans une mouille.

2 - Le Bassin Versant du DEBERELINK à SAUGA (1040 km²)

Partie Sud du bassin total, sans relief. Le cordon dunaire qui court, suivant un parallèle, de l'Est de KORIZIENA à l'Ouest de BIDI jusqu'à la frontière Ouest du bassin, le coupe en deux parties inégales; la plus petite, celle du Nord, est drainée par deux marigots qui arrivent à traverser la dune après l'avoir un peu longée, et sont rejoints par les marigots qui drainent le Sud-Ouest. Tout ce système aboutit aux mares de TASSAMAKAT et de MENEGOU, très plates, vite asséchées, mais qui peuvent atteindre dans les 30 km² au plein de la saison des pluies. De l'aval de la mare de MENEGOU à la station de SAUGA, le bassin est de 190 km², et le DEBERELINK suit la bordure Sud de la dune sur 12 km avant de la traverser pour rejoindre le GOROUOL. La station de SAUGA est à environ 260 m d'altitude et comprend une échelle et un limnigraphe.

3 - Le Bassin Versant du GOROUOL à KORIZIENA (2500 km²)

Il comprend les deux précédents et un bassin intermédiaire de 740 km² dont les principaux constituants sont le bassin du marigot de GORUM GORUM (260 km²) qui rejoint le GOROUOL à 4 km en amont de SAUGA et le bassin du marigot de GAGARA qui rejoint le GOROUOL à 4 km en aval de SAUGA. Les têtes de ce marigot ont été étudiées par l'ORSTOM en petits bassins expérimentaux durant les saisons des pluies 1956 et 1957.

De BIDI à SAUGA, le GOROUOL suit la bordure Nord de la dune sur 18 km et de SAUGA à KORIZIENA sur 14 km. La station est à environ 250 m d'altitude et comprend une échelle et un limnigraphe.

4 - Installation des stations

Tous les limnigraphes utilisés sont des OTT X réduction 1/10, rotation 32 jours.

- a) BIDI 14°22'5 N 00°19'1 W; un élément d'échelle de 6 à 7 m sur IPN battu posé en 1964, un limnigraphe sur gaine de 3 m, plateau à la cote 766 cm échelle, dans une mouille.
- b) SAUGA 14°21'6 N 00°08'4 W; un élément d'échelle de 7 à 8 m sur IPN battu posé en 1964, un limnigraphe sur gaine de 3 m, plateau à la cote 871,5 échelle.
- c) KORIZIENA 14°22'1 N 00°01,6 W; un élément d'échelle de 5 à 6 m sur IPN battu posé en 1964, un limnigraphe sur gaine de 3 m, plateau à la cote 683 cm échelle. L'échelle posée en 1954 ou 1955 a disparu, seul reste le fer sur lequel elle était fixée.

C.II - OBSERVATIONS -

1 - Station de BIDI (720 km²)

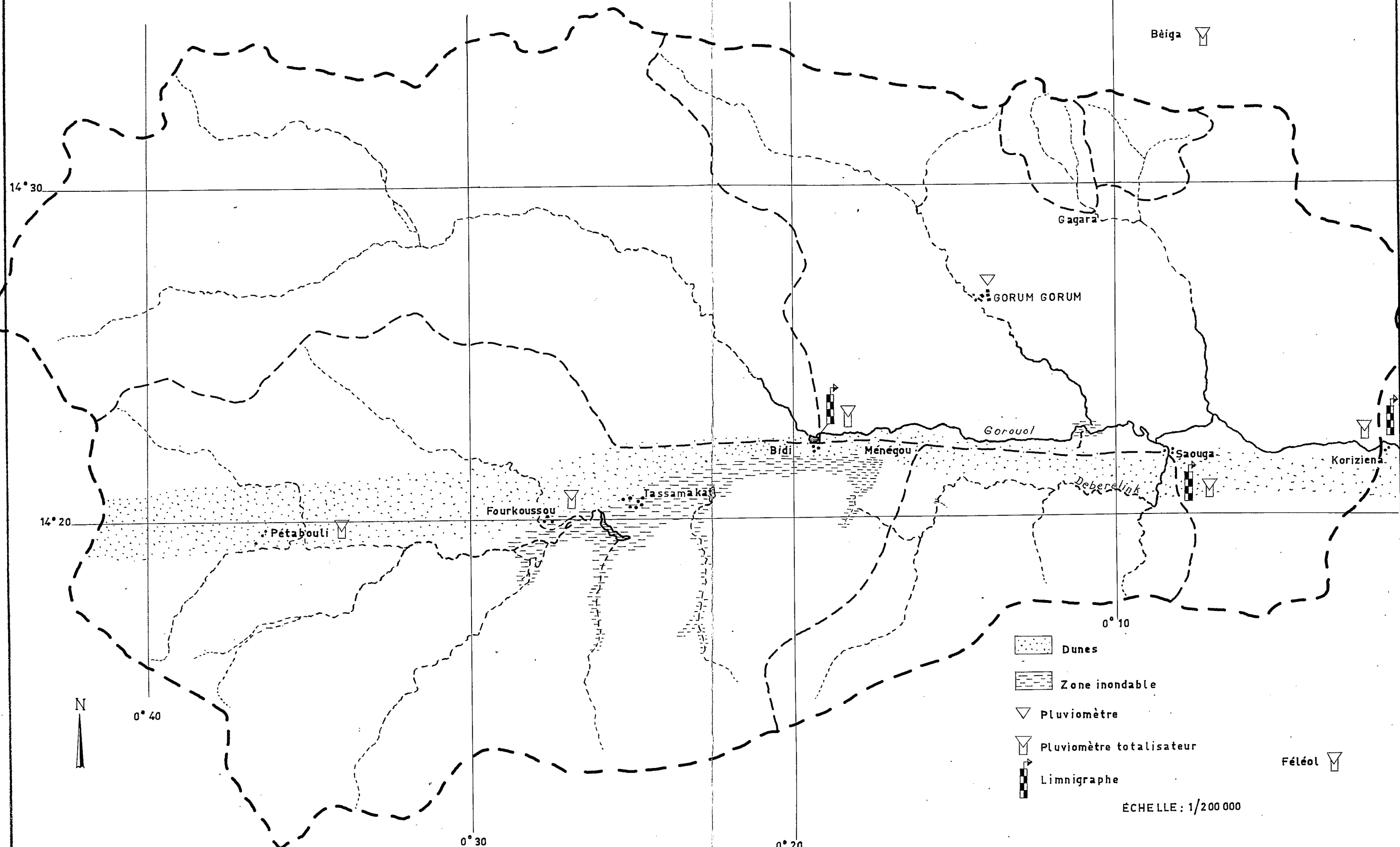
a) Etalonnage

Aucun jaugeage n'a été fait, nous ne sommes jamais passé à cette station en y trouvant des débits supérieurs à quelques litres seconde.

La cote de débit nul est de 505 cm à l'échelle.

Bassin du GOROUOL à KORIZIENA

Gr. 15



14° 30'

14° 20'

0° 40'

0° 30'

0° 20'

0° 10'

Dunes

Zone inondable

Pluviomètre

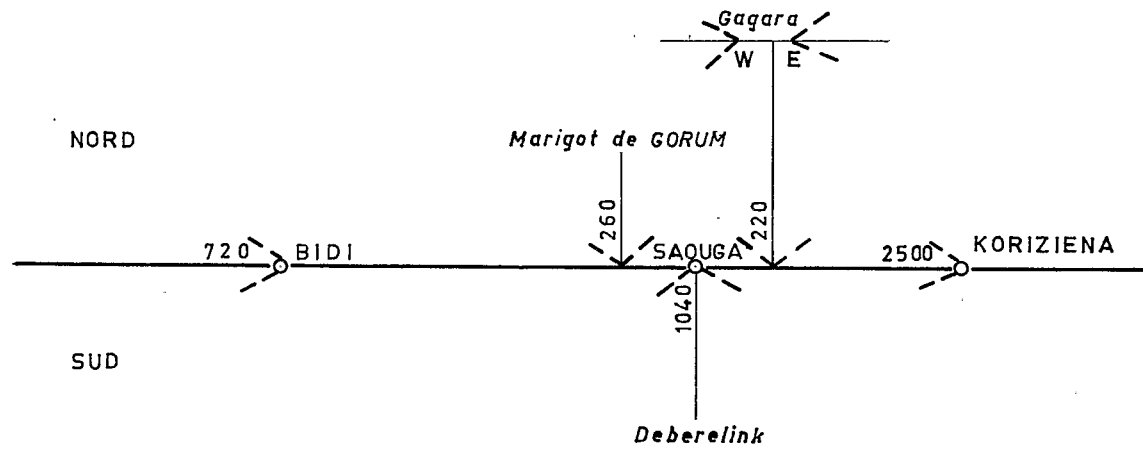
Pluviomètre totalisateur

Limnigraphe

Féleol

ÉCHELLE: 1/200 000

SCHÉMA DU GOROUOL



260 → Superficies B.V. en Km²

Échelle des distances 1cm = 4 Km

La cote maximale des plus hautes eaux serait de 630 échelle, ce qui correspondrait à une section mouillée de 86 m^2 . Le débit correspondant ne doit guère dépasser $20 \text{ m}^3/\text{s}$. Notons que la mare de BIDI est en amont de la station, et a un petit effet de laminage sur les débits de crue.

b) Écoulement

Une seule crue serait passée avant la pose du limnigraphe, au début de Mai, après remplissage de la mare. Nous avons relevé les délaisés à la cote 520.

Le limnigraphe a fonctionné du 6 Juin au 20 Novembre 1964. Les écoulements ont duré du 8 au 20 Juin, et du 26 Juin au 20 Septembre. La cote maximale enregistrée a été de 645 cm le 1er Septembre, supérieure à ce qu'avait annoncé les habitants de BIDI.

La courbe de tarage serait probablement univoque étant donné la pente locale du lit, mais la végétation herbacée nous fait craindre que le tarage ne varie chaque année.

c) La vitesse de baisse du niveau de l'eau dans la mouille est de 2 cm/jour tant en début qu'en fin de saison des pluies, ce qui correspond à une forte infiltration.

2 - Station de SAOUGA ($1\ 040 \text{ km}^2$)

a) Étalonnage

Nous ne sommes jamais passé à SAOUGA lors de débits intéressants. Deux jaugeages ont été effectués :

10-7-1964	H = 615 cm	Q = $0,85 \text{ m}^3/\text{s}$
29-9-1964	620	1,30

La cote de débit nul est de 595 cm échelle.

Une bonne section de contrôle existe pour cette station : le radier empierré de la piste de GORUM GORUM, qui est environ 200 m à l'aval de la station, et suivi d'une forte pente. De plus, l'absence de végétation dans le lit fait espérer une station stable et univoque.

b) Écoulement

Le limnigraphe a fonctionné du 6 Juin au 17 Novembre 1964. Le premier écoulement a duré du 15 au 20 Juin, le second du 26 Juin au 1er Juillet, puis l'écoulement a été continu du 3 Juillet à la fin d'Octobre. Il semble, à l'examen des limnigrammes, que le débordement de la mare de MENEÇOU n'ait commencé qu'à la fin du mois d'Août.

La cote maximale atteinte a été de 702 cm échelle, le 15 Juin, alors que la cote maximale des plus hautes eaux indiquées par les habitants de SAOUGA serait de 845 cm, hauteur semble-t-il exagérée.

3 - Station de KORIZIENA (2 500 km²)

a) Étalonnage

La station n'est pas mauvaise : pratiquement pas de débordement, pas d'herbes ni d'arbres. Un profil en travers donnant les sections mouillées en fonction des hauteurs à l'échelle nous a permis de prolonger la courbe de tarage après prolongement de la courbe des vitesses moyennes (cf. graphique 17). La cote de débit nul est de 385 échelle.

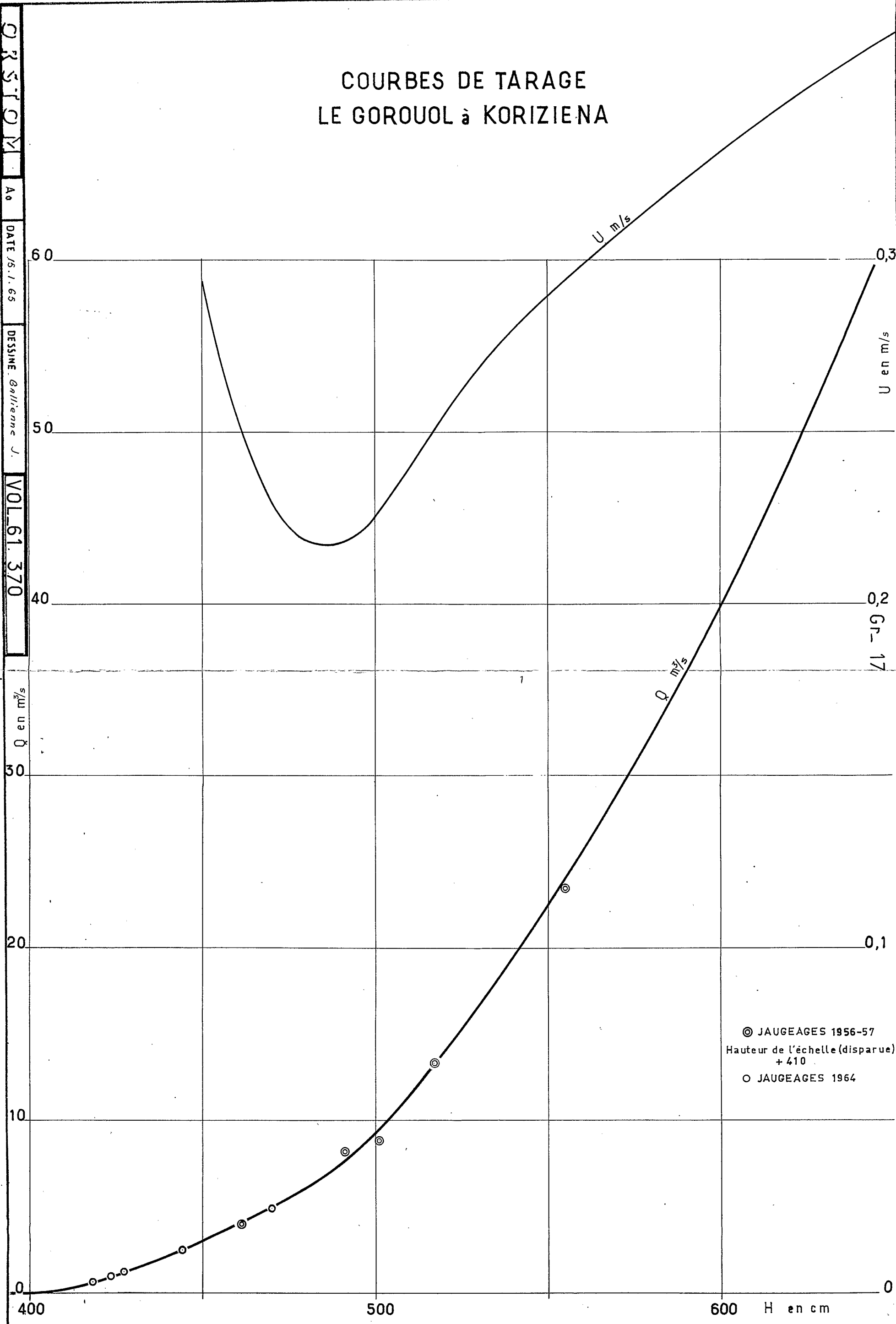
Jaugeages :

8-6-1964	H = 444	cm	Q = 2,58 m ³ /s
2-7-1964	418		0,58
8-7-1964	470		4,85
29-9-1964	427,5		1,22
2-10-1964	423,5		0,97

Nous avons utilisé les jaugeages effectués en 1956 et 1957, repérés d'après l'échelle disparue, en leur ajoutant 410 cm pour tracer la courbe de tarage.

15-9-1956	H = 107	soit 517	cm	Q = 13,35 m ³ /s
20-9-1956	081	491		8,14
26-9-1956	051	461		4,01
3-8-1957	091	501		8,78
6-8-1957	145	555		23,45

COURBES DE TARAGE LE GOROUOL à KORIZIENA



O R S T O N
 A₀
 DATE /5.1.65
 DESSINE Gallienne J.
 VOL. 61. 370

Q en m^3/s
 60
 50
 40
 30
 20
 10
 0

U m/s

U en m/s

0,3
0,2
0,1
0

⊙ JAUGEAGES 1956-57
 Hauteur de l'échelle (disparue)
 + 410
 ○ JAUGEAGES 1964

400 500 600 H en cm

b) Débits

Le limnigraphe a été posé alors qu'une seule petite crue était passée, le 28 Mai paraît-il, cote maximale : 412 d'après les délaissés. Il a fonctionné du 4 Juin au 16 Novembre 1964. L'écoulement a été pratiquement continu du 7 Juin à la fin d'Octobre, et la cote maximale enregistrée a été de 548 cm le 27 Août (22 m³/s).

D'après les habitants du village de KORIZIENA, la cote maximale des plus hautes eaux connues serait de 600 à 650 cm (40 à 63 m³/s).

Le tableau 18 donne les débits moyens journaliers, traduits d'après la courbe de tarage adoptée. Volume total écoulé 60.10⁶ m³, lame équivalente 24 mm pour une pluviométrie moyenne de l'ordre de 500 mm. Coefficient d'écoulement 4,8 %.

Tableau n° 18

KORIZIENA en 1964

Débits moyens journaliers (m³/s)

Jours	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1						1,81	8,74	16,14	1,05			
2						0,82	9,67	15,06	0,95			
3						5,21	8,31	17,65	0,85			
4						5,37	7,10	15,10	0,75			
5						5,55	4,98	17,82	0,68			
6					0	5,79	2,57	16,70	0,58			
7					0,06	5,08	7,01	15,06	0,49			
8					1,31	4,97	13,87	13,74	0,40			
9					0,49	4,68	11,99	10,80	0,33			
10					0,05	2,42	9,40	7,03	0,28			
11					0,06	2,55	6,37	4,57	0,22			
12					0,03	4,34	3,91	3,62	0,16			
13					0,01	4,86	2,68	3,15	0,11			
14					0	4,07	2,67	3,75	0,08			
15					7,94	1,58	2,76	8,01	0,06			
16					4,41	0,27	4,36	11,58	0,08			
17					3,48	0,04	5,49	9,23	0,05			
18					2,60	0,88	4,17	6,55	0,04			
19					1,40	2,42	3,02	4,24	0,03			
20					0,13	1,27	3,44	2,72	0,03			
21					0,03	3,46	3,53	2,24	0,03			
22					0,02	4,65	3,17	2,00	0,02			
23					0,01	7,05	5,97	1,85	0,02			
24					0	8,27	9,24	1,78	0,02			
25					0	7,21	16,57	1,71	0,02			
26					7,30	6,05	20,22	1,71	0,01			
27					0	13,70	4,21	21,70	1,57	0,01		
28					0,04	10,46	2,49	20,13	1,43	0,01		
29					0	7,17	3,37	20,42	1,29	0,01		
30						3,89	3,69	20,13	1,15	0,01		
31							6,18	18,39	0			
Total	0	0	0	0	0,04	64,55	120,61	281,98	222,15	7,38	0	0

Module : 1,90 m³/s

D - Le BELI -

Nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avons écrit l'année dernière en dehors de quelques hauteurs d'eau. Les relevés des pluviomètres totalisateurs sont trop aberrants pour qu'on puisse en tenir compte.

Nous avons posé, en Juin 1964, des échelles à maximums, à godets d'huile, aux mares de FADAR-FADAR, KACHAM-Ouest, TIN AKOF, IN TANGOUN et KABIA. L'huile a entièrement disparu et nous n'en avons tiré aucune indication sur les niveaux maximaux atteints. On a pu heureusement les repérer parfois d'après les délaissés.

Niveaux dans les mares en Juin :

- FADAR-FADAR, vide le 21 Juin
- KACHAM-Ouest, vide le 21 Juin
- TIN AKOF, 093,5 échelle, le 9 Juin, crue du MINZOUROU
- IN TANGOUN, le 9 Juin, un peu d'eau arrivant de l'amont
- KABIA, très peu d'eau le 22 Juin.

Niveaux maximaux atteints :

- FADAR-FADAR	:	1964	:	187 échelle	-	en 1963	:	158 échelle peu net
- KACHAM-Ouest	:	1964	:	?	-	en 1963	:	290 cm sous repère peu net
- TIN AKOF	:	1964	:	254 échelle	-	en 1963	:	310 échelle
- IN TANGOUN	:	1964	:	120 cm sans repère peu net	-	en 1963	:	110 cm sous repère
- KABIA	:	1964	:	?	-	en 1963	:	194 cm sous repère

II - REGION de DJIBO

II - REGION de DJIBO

Nous ne reviendrons pas sur le régime pluviométrique de la région de DJIBO exposé dans le rapport intérimaire de la campagne 1963, ni sur les descriptions des bassins versants.

La VENDO MENA (990 km²) -

Equipement (cf. carte 19)

- limnimétrique : une échelle limnimétrique qui a été lue tous les jours pendant l'écoulement ;
- pluviométrique : 6 totalisateurs sur le bassin posés au début de Juin et relevés au début d'Octobre.

Observations

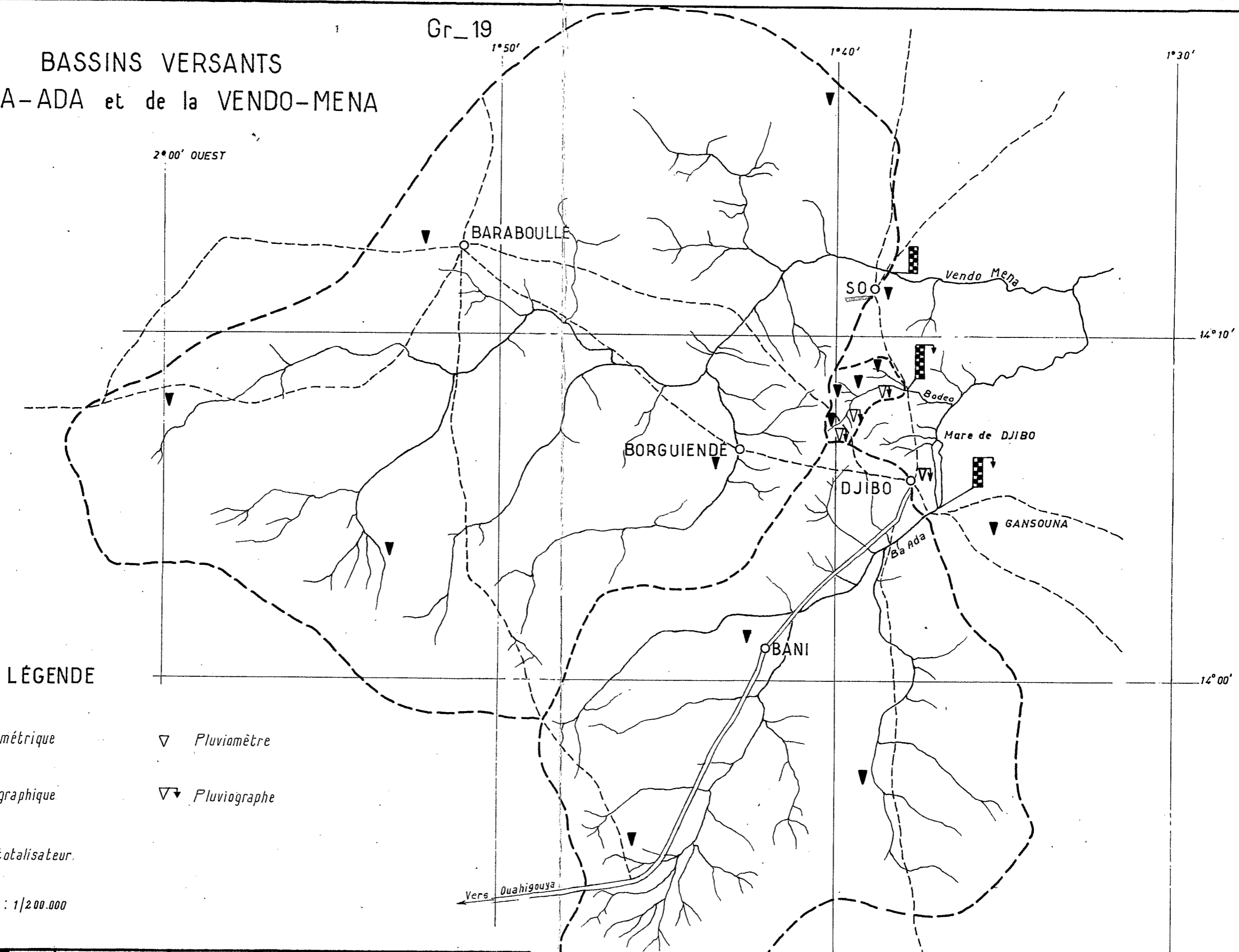
La pluviométrie moyenne sur le bassin a été de l'ordre de 575 mm pour les mois de Juin à Octobre, ce qui, avec la pluviométrie probable du mois de Mai, correspond à une année moyenne : 600 mm environ.

Jaugeages : 4 jaugeages ont été effectués :






- 5 Août 1964	h = 031	cm	Q = 0,57 m ³ /s
- 6 Août 1964	058	cm	5,85 m ³ /s
- 10 Août 1964	045	cm	2,60 m ³ /s
- 13 Août 1964	037,5	cm	1,40 m ³ /s

La hauteur maximale relevée a été de 0,64 m à l'échelle, ce qui correspond à environ 8,0 m³/s. La courbe de tarage est représentée sur le graphique 20.

BASSINS VERSANTS du BA-ADA et de la VENDO-MENA

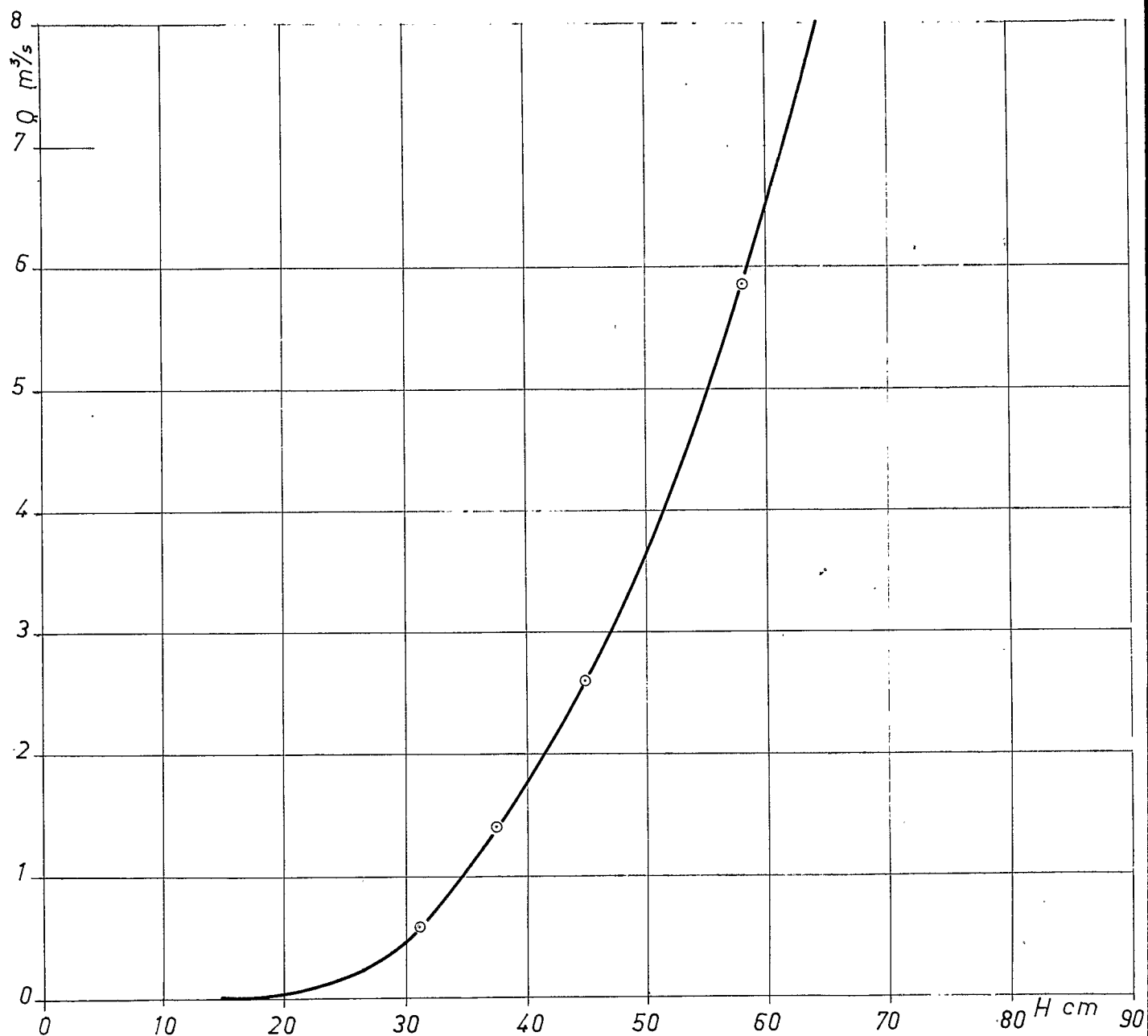


LÉGENDE

-  Station limnimétrique
-  Station limniographique
-  Pluviomètre totalisateur.
-  Pluviomètre
-  Pluviographe

Échelle : 1/200.000

LA VENDO-MÉNA
COURBE DE TARAGE
1964



Écoulement

Un seul écoulement continu a été observé du 26 Juillet au 2 Octobre, avec trois pointes de crues le 27 Juillet, le 7 Août et le 31 Août. Cette dernière pointe correspond au maximum annuel de $8 \text{ m}^3/\text{s}$. Le volume écoulé a été de $1,47.10^6 \text{ m}^3$ (lame de 1,5 mm), ce qui correspond à un coefficient d'écoulement global de 0,25 % (cf. graphique 21). Les débits moyens journaliers sont portés sur le tableau 22.

En 1963, aucun écoulement n'avait été observé à cette station, pour un total pluviométrique de l'ordre de 650 mm.

ORSTOM

A0

DATE: d. m. a. s.

DESSINE: Gallienne J.

VOL. 61. 373

LA VENDO-MÈNA

CRUE EN 1964

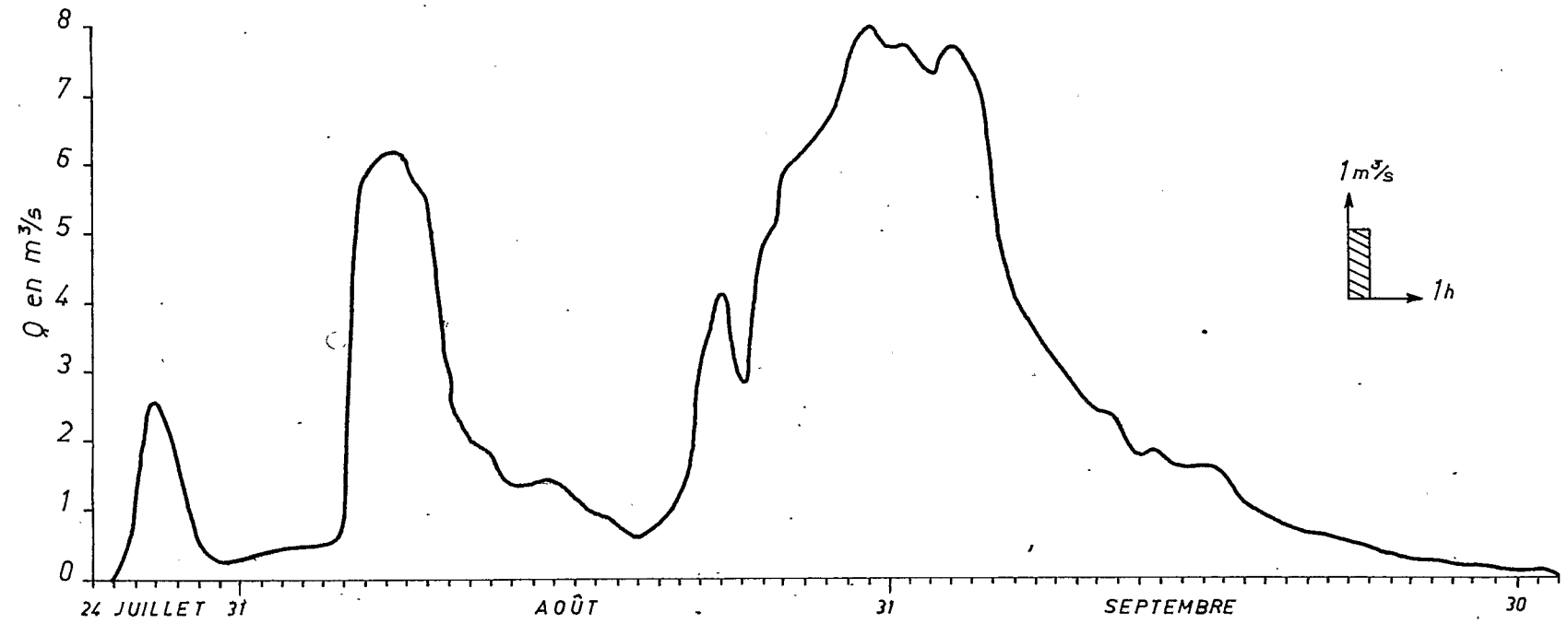


TABLEAU n° 22
 VENDO MENA en 1964
 Débits moyens journaliers en m³/s

Jours	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1								0,30:	7,63:	0,04:		
2								0,37:	7,25:	0,02:		
3								0,43:	7,42:			
4								0,50:	7,25:			
5								0,56:	5,48:			
6								5,82:	4,30:			
7								6,16:	3,54:			
8								6,16:	3,16:			
9								4,30:	2,80:			
10								2,60:	2,43:			
11								2,10:	2,26:			
12								1,76:	1,76:			
13								1,34:	1,76:			
14								1,34:	1,62:			
15								1,34:	1,62:			
16								1,20:	1,48:			
17								0,96:	1,06:			
18								0,76:	0,86:			
19								0,56:	0,76:			
20								0,76:	0,66:			
21								1,20:	0,56:			
22								2,60:	0,50:			
23								4,04:	0,43:			
24								2,80:	0,30:			
25								4,80:	0,27:			
26							0,86:	5,14:	0,24:			
27							2,60:	6,16:	0,19:			
28							1,76:	6,50:	0,14:			
29							0,56:	7,25:	0,10:			
30							0,19:	8,00:	0,06:			
31							0,24:	7,63:				
Total												

Module : 0,046 m³/s

Le BA ADA (500 km²)

Equipement (cf. carte 19)

- limnimétrique : une échelle et un limnigraphe OTT X rotation 8 jours réduction 1/10, au même emplacement que l'année dernière. Le limnigraphe a fonctionné du 4 Juin au 1er Octobre;
- pluviométrique : 4 totalisateurs sur le bassin, plus un pluviographe à DJIBO, posés début de Juin et relevés au début d'Octobre.

Observations

La pluviométrie moyenne sur le bassin a été de l'ordre de 575 mm pour les mois de Juin à Octobre, ce qui, avec le pluviométrie probable du mois de Mai, correspond à une année moyenne : 620 mm environ.

Jaugeages : 6 jaugeages ont été effectués

- 7 Août 1964	h = 035 cm	Q = 0,50 m ³ /s
- 8 Août 1964	024 cm	0,22 m ³ /s
- 9 Août 1964	020 cm	0,11 m ³ /s
- 12 Août 1964	015 cm	0,05 m ³ /s
- 13 Août 1964	011 cm	0,01 m ³ /s
- 25 Août 1964	048 cm	3,13 m ³ /s

La hauteur maximale atteinte en 1964 a été de 0,48 m à l'échelle.

Le barème d'étalonnage n'est pas le même que celui de l'année dernière. Il se peut qu'il y ait eu des travaux sur la route de DJIBO qui forme le radier de la station de mesures. La courbe de tarage est représentée sur le graphique 23.

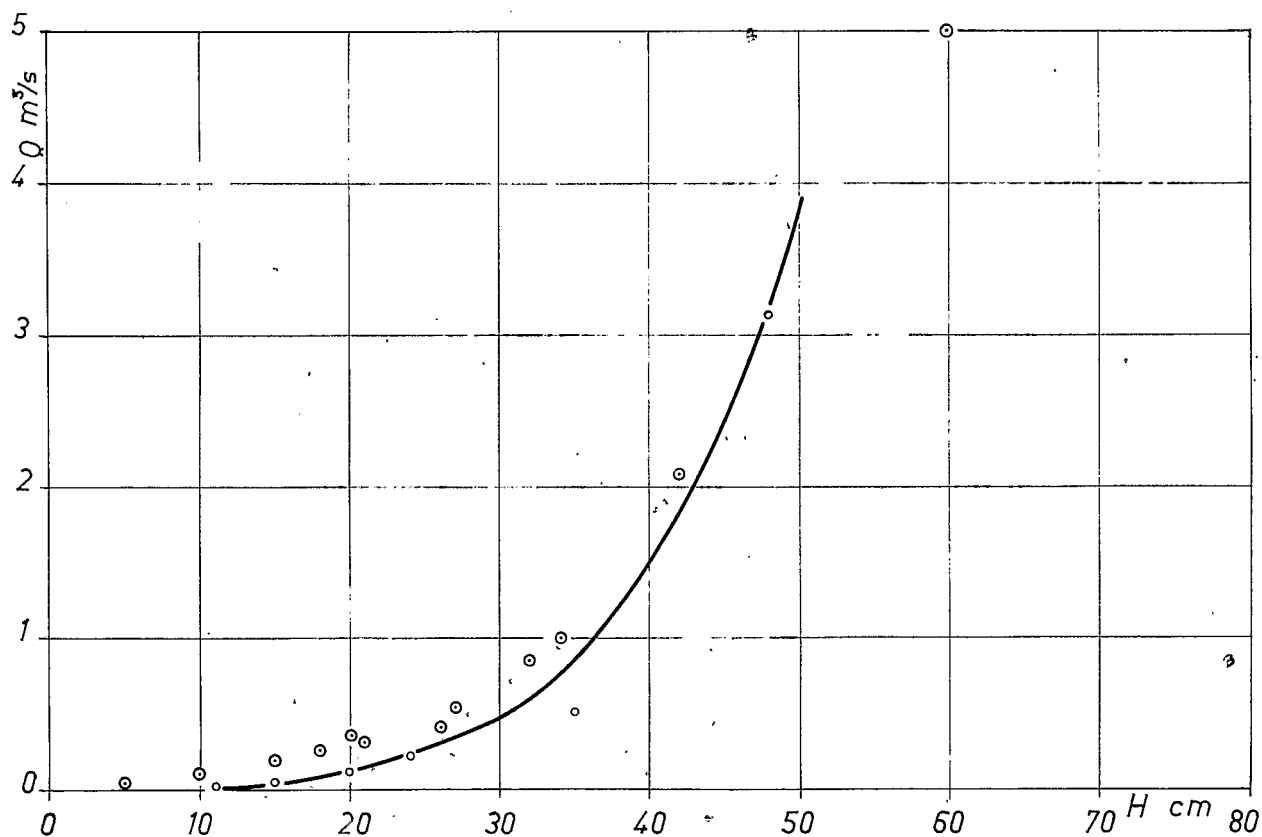
Ecoulement

De nombreuses petites crues ont été enregistrées, dues à des ruissellements très locaux, et correspondant à la pluviographie de DJIBO: les 7, 15, 23, 26 Juin - 3, 9, 24, 30 Juillet - 19, 20, 21, 22 Août et 28 Septembre. Le volume total écoulé de ces 13 crues n'atteint pas 3 000 m³.

LE BA-ADA

COURBE DE TARAGE

○ Année 1963
○ Année 1964



Les deux seuls écoulements importants ont duré du 6 au 13 Août inclus, débit maximal $0,92 \text{ m}^3/\text{s}$, volume écoulé : $142\ 000 \text{ m}^3$; du 23 Août au 15 Septembre, débit maximal $3,13 \text{ m}^3/\text{s}$, volume écoulé $845\ 000 \text{ m}^3$, soit environ $990\ 000 \text{ m}^3$.

Le coefficient d'écoulement global en 1964 a donc été de $0,32 \%$, ce qui est très faible (lame de 2 mm). Il avait été de $0,45 \%$ en 1963 pour une hauteur pluviométrique de l'ordre de 700 mm (volume annuel $1\ 500\ 000 \text{ m}^3$).

Les débits moyens journaliers sont portés sur le tableau 24, les hydrogrammes des deux écoulements sont représentés sur le graphique 25.

Il résulte de l'étude de la Mare de DJIBO que, en année très forte (1961), le volume annuel peut atteindre entre $2\ 200\ 000$ et $2\ 800\ 000 \text{ m}^3$.

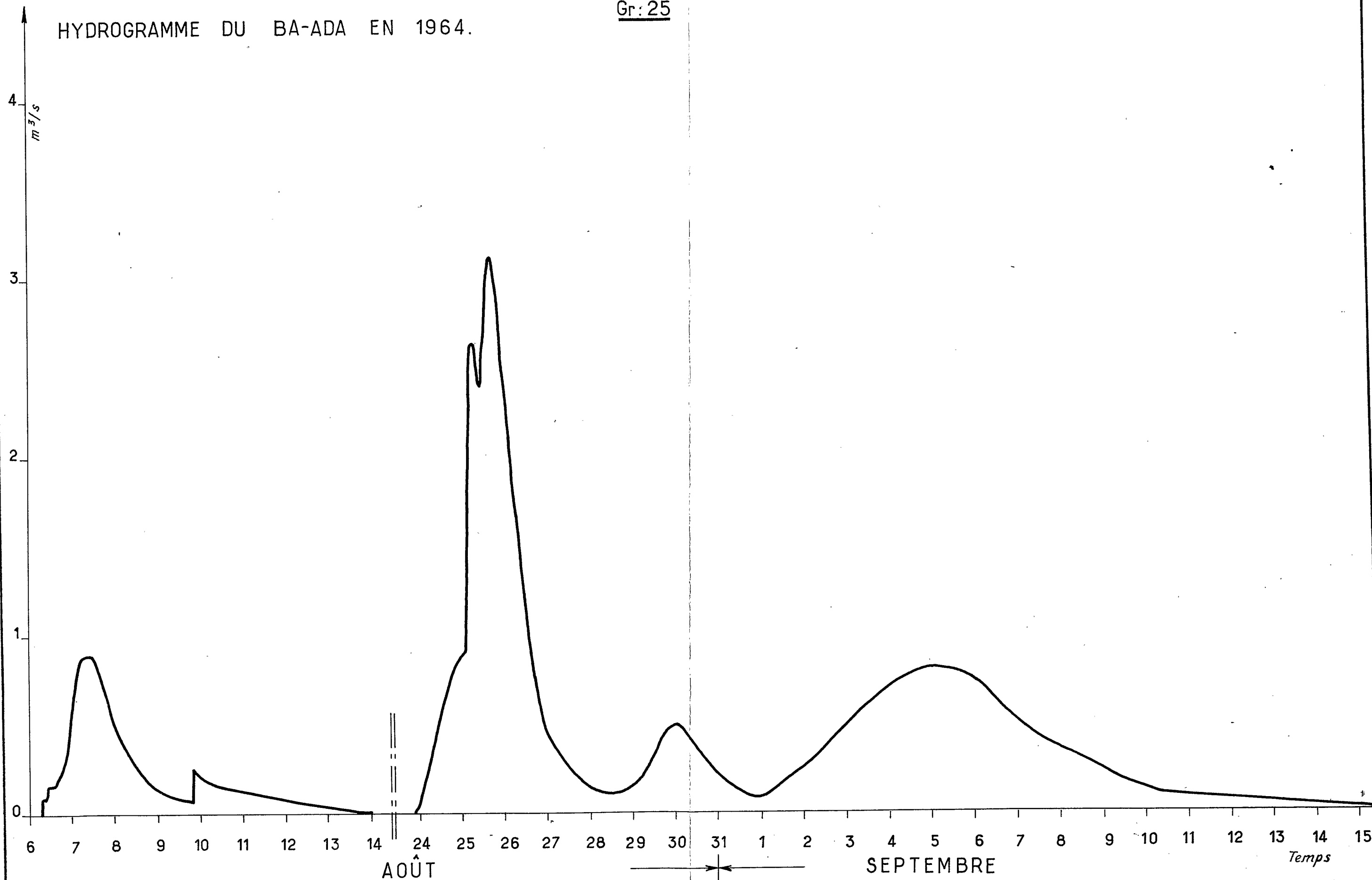
TABLEAU b° 24
Le BA ADA en 1964
Débits moyens journaliers en m³/s

Jours	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1									0,15			
2									0,42			
3									0,58			
4									0,75			
5									0,80			
6								0,16	0,64			
7								0,75	0,43			
8								0,29	0,29			
9								0,12	0,17			
10								0,16	0,10			
11								0,10	0,07			
12								0,05	0,05			
13								0,01	0,03			
14									0,02			
15									0,01			
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25								0,62				
26								2,43				
27								1,15				
28								0,25				
29								0,10				
30								0,28				
31								0,32				
								0,15				

Module : 0,03 m³/s

HYDROGRAMME DU BA-ADA EN 1964.

Gr: 25



Bassin Versant du BODEO -

A) Caractéristiques du bassin

BODEO Amont (cf. carte 26, graphique 27)

Superficie	:	3,45 km ²
Périmètre	:	8,0 km
Rectangle équivalent	:	2,74 x 1,26 km
Indice de pente ("Roche")	:	0,101

Le bassin s'étage de 350 à 307 m, altitude moyenne : 317 m. Aucune homogénéité dans les pentes, ni probablement dans les terrains.

Il a été choisi pour son aptitude au ruissellement. On voulait savoir si un bassin donnant lieu à un fort écoulement au milieu d'un bassin perméable pouvait avoir une influence sensible sur le régime hydrologique de ce dernier bassin. Il comporte donc des reliefs notables assez perméables entourés de zone de piémont constituant un glacis à pente variable mais toujours supérieur à 2 %.

Le reste du bassin présente des pentes de l'ordre de 1 %. La majeure partie du bassin est assez peu perméable.

BODEO Aval - comprend le précédent (cf. carte 26, graphique 27)

Superficie	:	11,20 km ²
Périmètre	:	15,3 km
Rectangle équivalent	:	5,60 x 2,00 km
Indice de pente ("Roche")	:	0,095

Le bassin s'étage de 400 à 295 m, altitude moyenne : 312 m.

La partie moitié amont du bassin, qui comprend le bassin précédent, est du même type. La moitié aval est caractérisée par des sols beaucoup plus perméables tels qu'on les rencontre fréquemment dans la région de DJIBO, c'est donc un bassin essentiellement hétérogène.

BASSIN VERSANT DU BODÉO

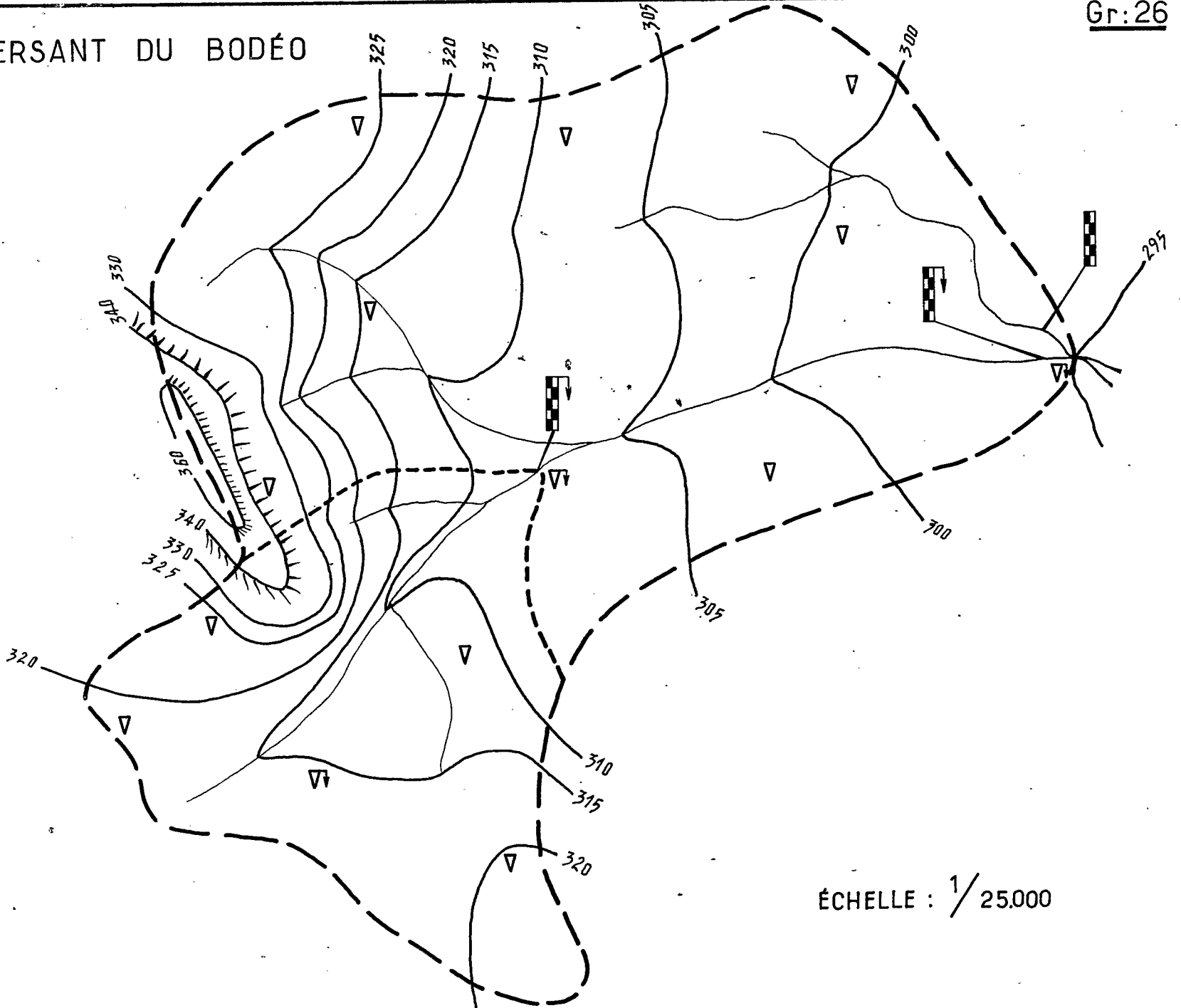
C R S T O M

Ao

DATE :

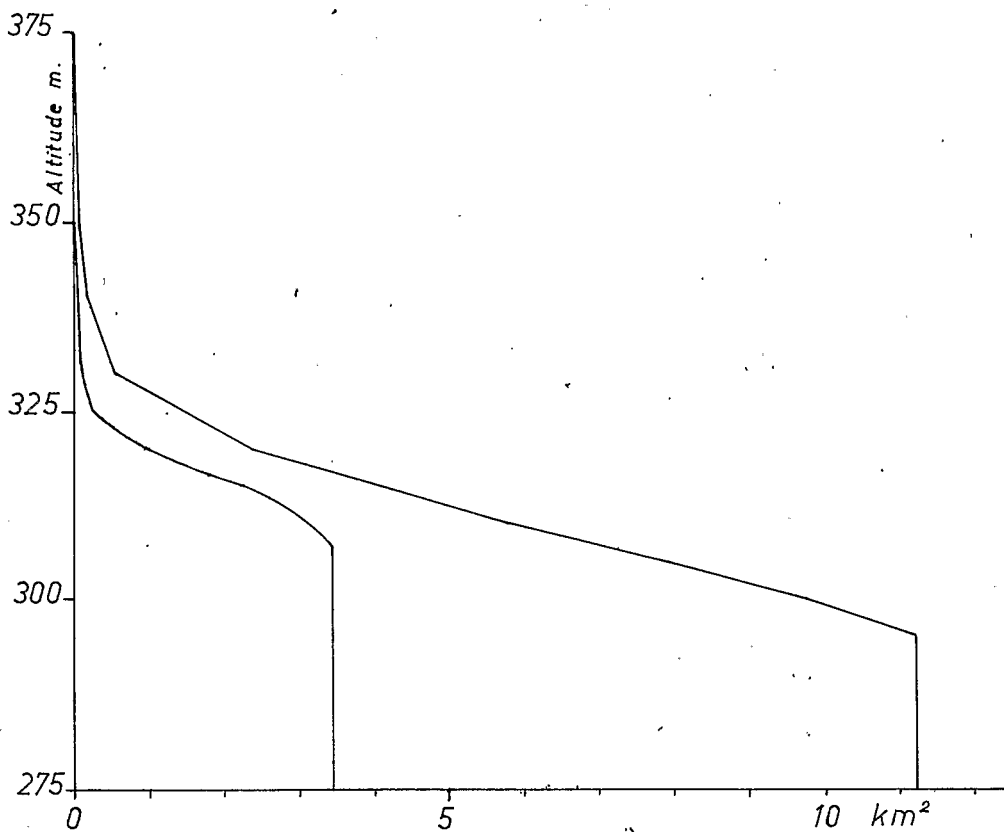
DESSINE :

VOL. 61. 376



ÉCHELLE : 1/25.000

LE BODÉO HYSOMETRIE



B) Equipement

- Pluviométrique : 3 pluviographes et 11 pluviomètres, relevés journaliers du 18 Mai au 6 Octobre 1964, soit pratiquement toute la saison des pluies. Il ne manque que les pluies des 8 et 17 Mai. La pluviométrie moyenne sur le bassin se monte à 585 mm pour toute la saison des pluies. Cela représente une année moyenne.

- Limnimétrique :

Station amont : une échelle de crue et un limnigraphe OTT, type 10, rotation 32 heures, réduction 1/10, en service du 17 Juin au 5 Octobre. La station était équipée d'une passerelle.

Station aval : une échelle de crue et un limnigraphe OTT type X, rotation 32 heures, réduction 1/5, en service du 16 Juin au 6 Octobre, et station équipée d'une passerelle, le tout sur le BODEO.

Sur l'affluent de la rive gauche qui se jette dans le BODEO à 80 m à l'aval de la station précédente, et à 180 m en amont du confluent, une échelle de crue, lue toutes les heures lors de fortes crues.

Au confluent, où se trouvait l'année dernière le limnigraphe, est restée l'échelle de crue, lue sporadiquement.

C) Etalonnage des stations :

1° - station amont : 7 jaugeages ont été effectués

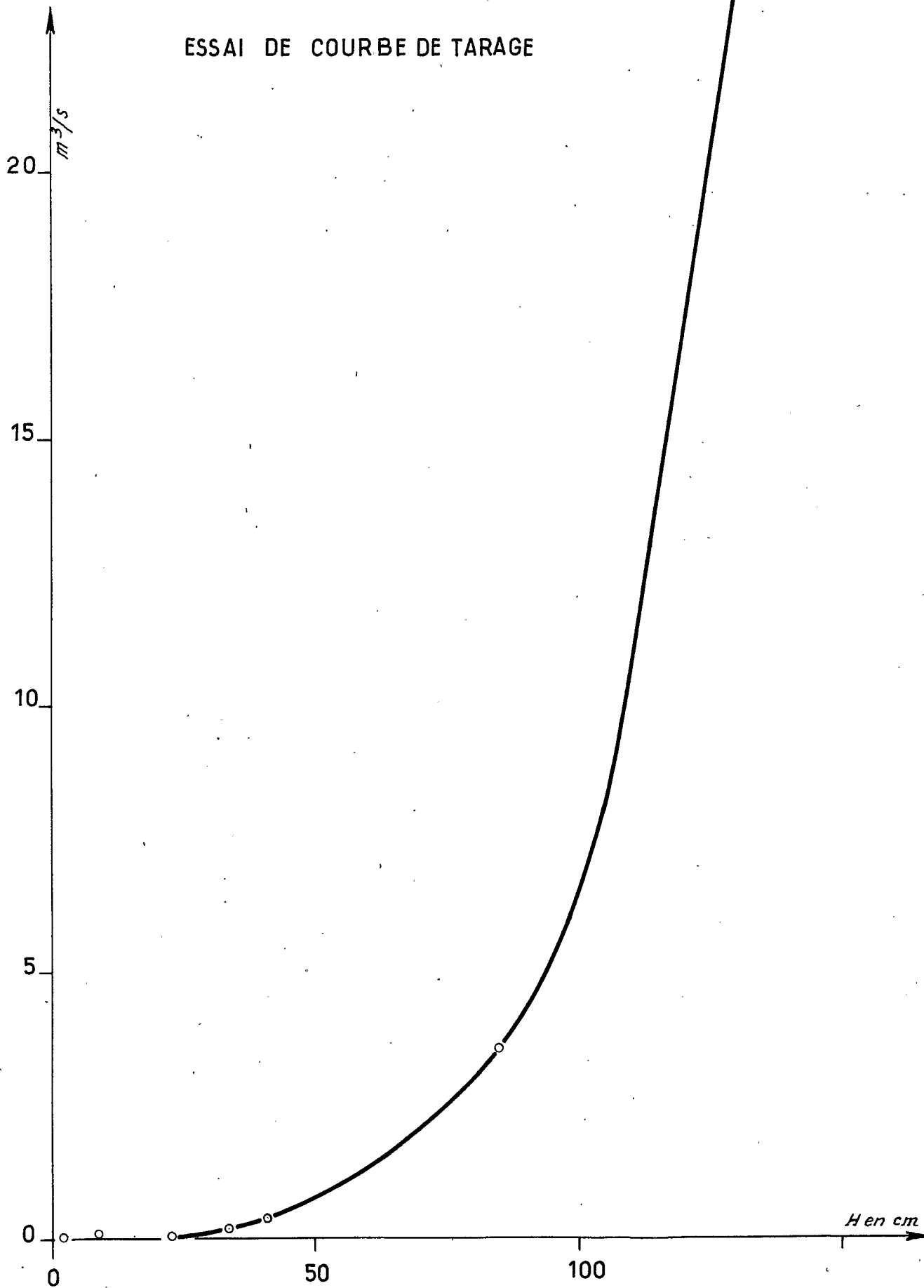
- 26 Juin 1964	h = 085 échelle	Q = 3,55 m ³ /s
	041	0,35
	034	0,155
	030	0,086
	022	0,033
- 21 Juillet 1964	009	0,028
	002	0,004

Le lit apparent est assez instable et les jaugeages que nous avons ne permettent pas de tracer une courbe d'étalonnage correcte pour d'autres crues que celle du 26 Juin (cf. graphique 28), les petites crues étant les plus affectées par cette instabilité.

STATION DE BODÉO AMONT -

Gr:28

ESSAI DE COURBE DE TARAGE



La cote maximale relevée à l'échelle est de 1,28 m le 6 Août. Quelques mesures de vitesses ont été effectuées ce jour-là à la décrue, mais sont insuffisantes pour permettre une évaluation correcte du débit maximal. A cette cote maximale, le BODEO s'étale sur plus de 70 m. On a estimé le débit correspondant à 23 m³/s.

2° - Station aval : 6 jaugeages ont été effectués :

- 3 Juillet 1964	h = 051 échelle	Q = 0,94 m ³ /s
	035	0,23
	029	0,11
- 11 Juillet 1964	074	3,30
- 21 Juillet 1964	002	0,004
- 6 Août 1964	083	4,00

Le lit est légèrement instable, une langue de sable de quelques centimètres recouvre le fond de la dépression ; mais pour les faibles crues, des variations de quelques centimètres de la cote supérieure de cette partie sableuse changent l'étalonnage.

Nous avons tracé une courbe d'étalonnage correcte, sous toutes réserves, pour la période du 3 au 11 Juillet (cf. graphique 29).

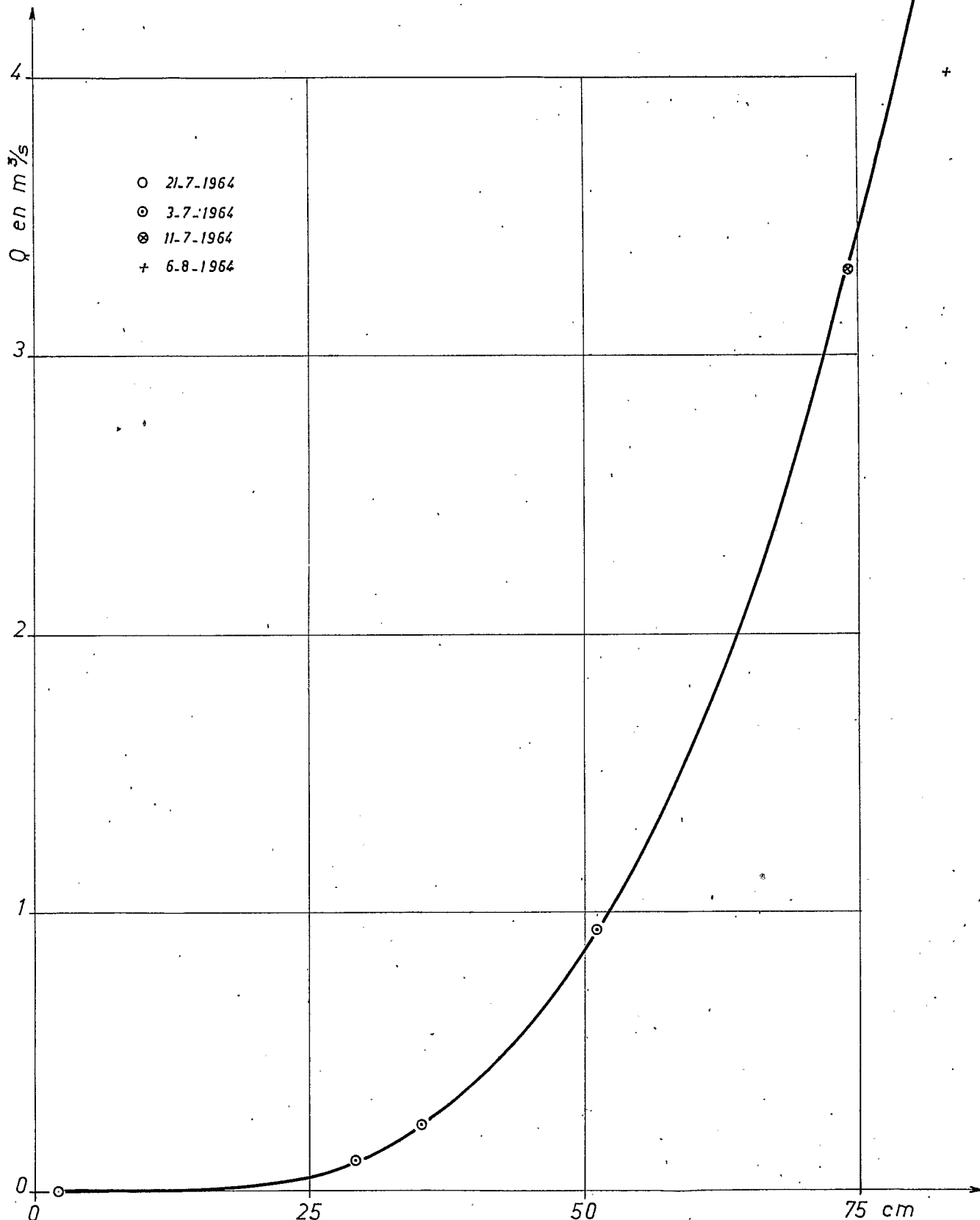
La cote maximale relevée à l'échelle est de 0,85 m le 6 Août. A cette cote, le BODEO s'étale sur plus de 90 m (?). Pour cette cote, on a estimé à 5 m³/s le débit passant par la dépression principale sur laquelle a été installée la station de jaugeage, mais un débit inconnu, probablement faible, quitte cette dépression à l'amont pour rejoindre l'affluent dont il est question ci-après, en partie à l'amont de la station affluent, en partie à l'aval. Ces fuites ne devraient pas, à notre avis, dépasser 2 ou 3 m³/s.

3° - Station affluent : 7 jaugeages ont été effectués :

- 11 Juillet 1964	h = 017 échelle	Q = 0,45 m ³ /s
- 21 Juillet 1964	013	0,26
	009	0,07
	006	0,02
	004	0,01
- 6 Août 1964	038	2,80
	024	1,00

Gr.29

LE BODÉO(AVAL) COURBE DE TARAGE



Le lit est stable et une courbe d'étalonnage peut être tracée (cf. graphique 30). La cote maximale relevée est de 0,38 m le 6 Août. A cette cote, l'affluent s'étale sur plus de 25 m. D'après le lever topographique, il semble que tout le terrain entre le BODEO et son affluent, ainsi qu'à l'entour, soient submergés sur une largeur supérieure à 200 m, et les débits jaugés aux cotes maximales très erronés par défaut.

Caractères des crues

Les averses observées sont, en général, assez bien réparties sur le bassin, et ont toutes la forme des tornades classiques : fortes intensités dès le début, et traîne plus ou moins longue à faible intensité.

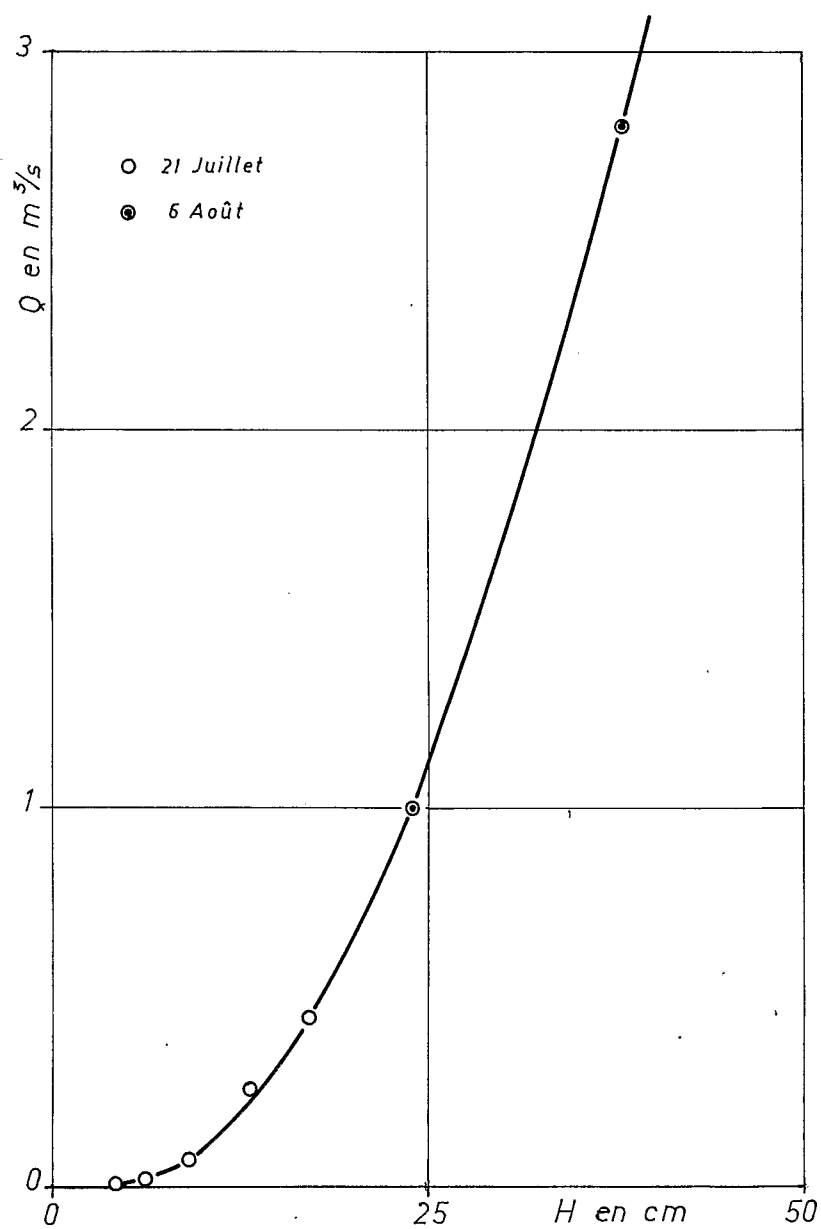
Le bassin amont donne un ruissellement important, l'influence de la végétation conditionne nettement la forme de l'hydrogramme : pour des crues de même importance, le temps de montée passe de 1 heure 15 fin Juin à 2 heures 10 fin Août.

L'affluent rive gauche qui conflue juste à l'aval de la station amont, apporte aussi un volume ruisselé important et concomitant avec celui de la station amont. Les pertes dès l'aval de ce confluent sont relativement énormes lorsque le lit dégénère en batha puis disparaît, ce qui provoque un écoulement en nappe. Une partie des eaux rejoint et emprunte l'affluent rive gauche qui rejoint le BODEO à la station aval, mais la majeure partie est perdue par infiltration et évaporation directe ou différée.

A cette station aval, on observe une petite crue débutant avec l'averse et de temps de passage assez court : il s'agit d'un ruissellement très local correspondant au petit bassin drainé par le BODEO lorsque son lit mineur se reforme peu avant la station aval ; puis, lorsque la crue amont a été assez forte, elle arrive à se propager jusqu'à la station aval : le temps de parcours varie énormément ; pour des crues de même importance, la hauteur maximale est atteinte à la station aval 1 h.45 après l'heure du maximum à la station amont en fin Juin et 4 h.30 en fin Août.

Sur 20 crues enregistrées à la station amont, entre le 16 Juin et le 5 Octobre, seules 8 ont atteint la station aval, à laquelle 25 crues de ruissellement local ont été enregistrées. Pour ces 8 crues, le temps de montée passe, à la station aval, de 55 minutes fin Juin à 2 heures fin Août.

LE BODÉO (Affluent)
COURBE DE TARAGE



Il semble, bien que les observations soient incomplètes, qu'une partie des eaux de ces 8 crues soit passée, à chaque fois, par l'affluent aval dont le bassin versant propre ne donnerait jamais rien pour ces faibles crues, mais le volume qui rejoint cet affluent est négligeable.

Les durées des écoulements aux stations sont très mal connues.

Les seules crues dont les traductions en débits peuvent être effectuées sont celles :

- amont : du 26 Juin et du 3 Juillet
- aval : du 26 Juin, des 3 et 11 Juillet (seconde crue de l'année).

Ces crues sont représentées sur les graphiques 31 à 35.

Toutes les autres crues ont été traduites en supposant constant, à chaque station, le tarage des limnigrammes. En fait, le volume réel écoulé à chacune de ces crues peut être nettement différent de ceux indiqués ici (cf. tableau 36).

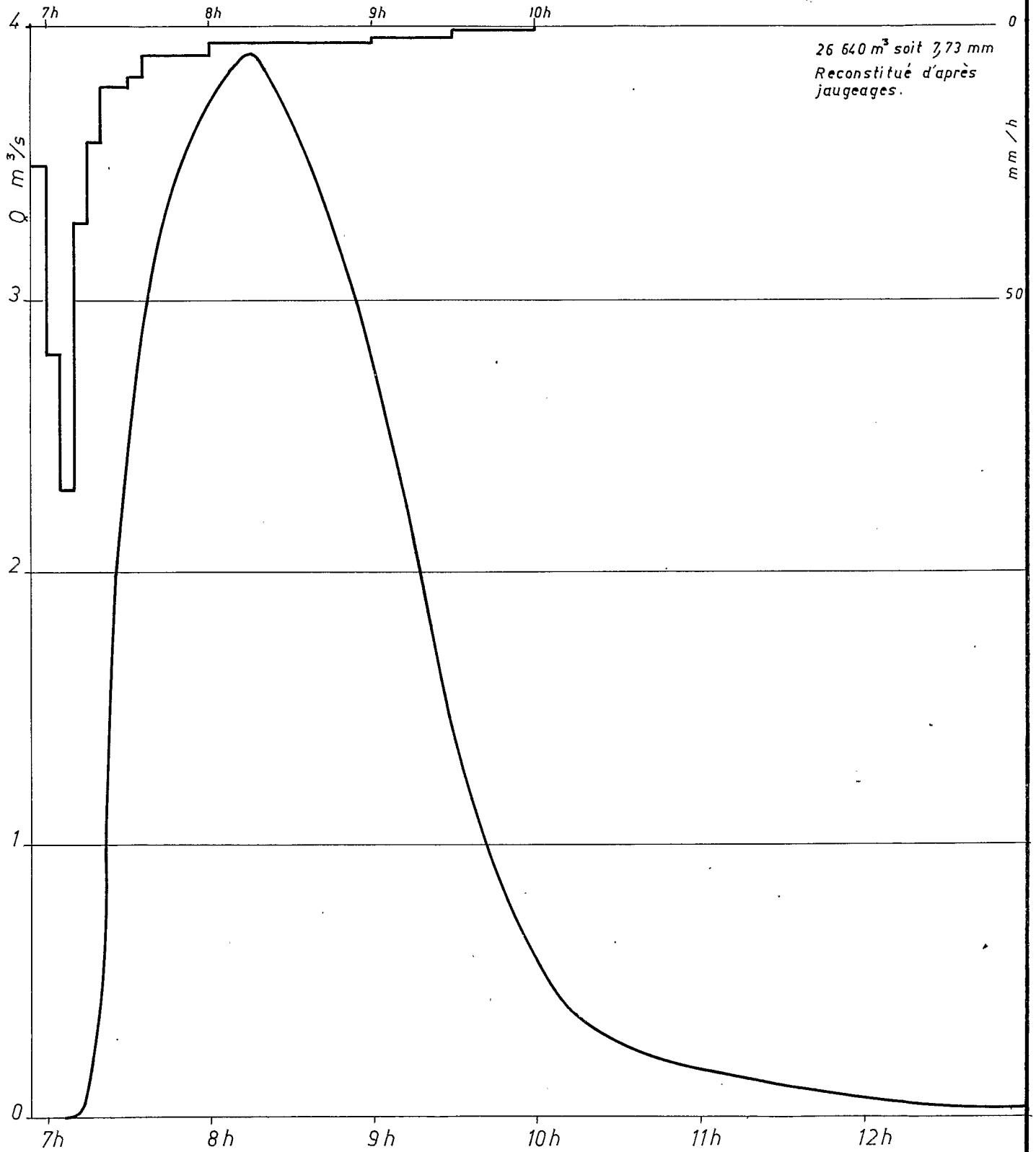
Nous donnons la pluviométrie moyenne journalière des bassins amont et aval dans les tableaux 37 et 38. Les totaux pluviométriques pendant la période d'observation se montent respectivement à 600 et 576 mm, chiffres qui doivent correspondre au total annuel à 20 ou 25 mm par défaut.

Le volume total écoulé correspondrait à une lame de 145 mm pour BODEO amont (coefficient d'écoulement de 23 %) et à 28 mm pour BODEO aval (coefficient 5 %). Il est sûr que les pertes entre les deux stations sont énormes.

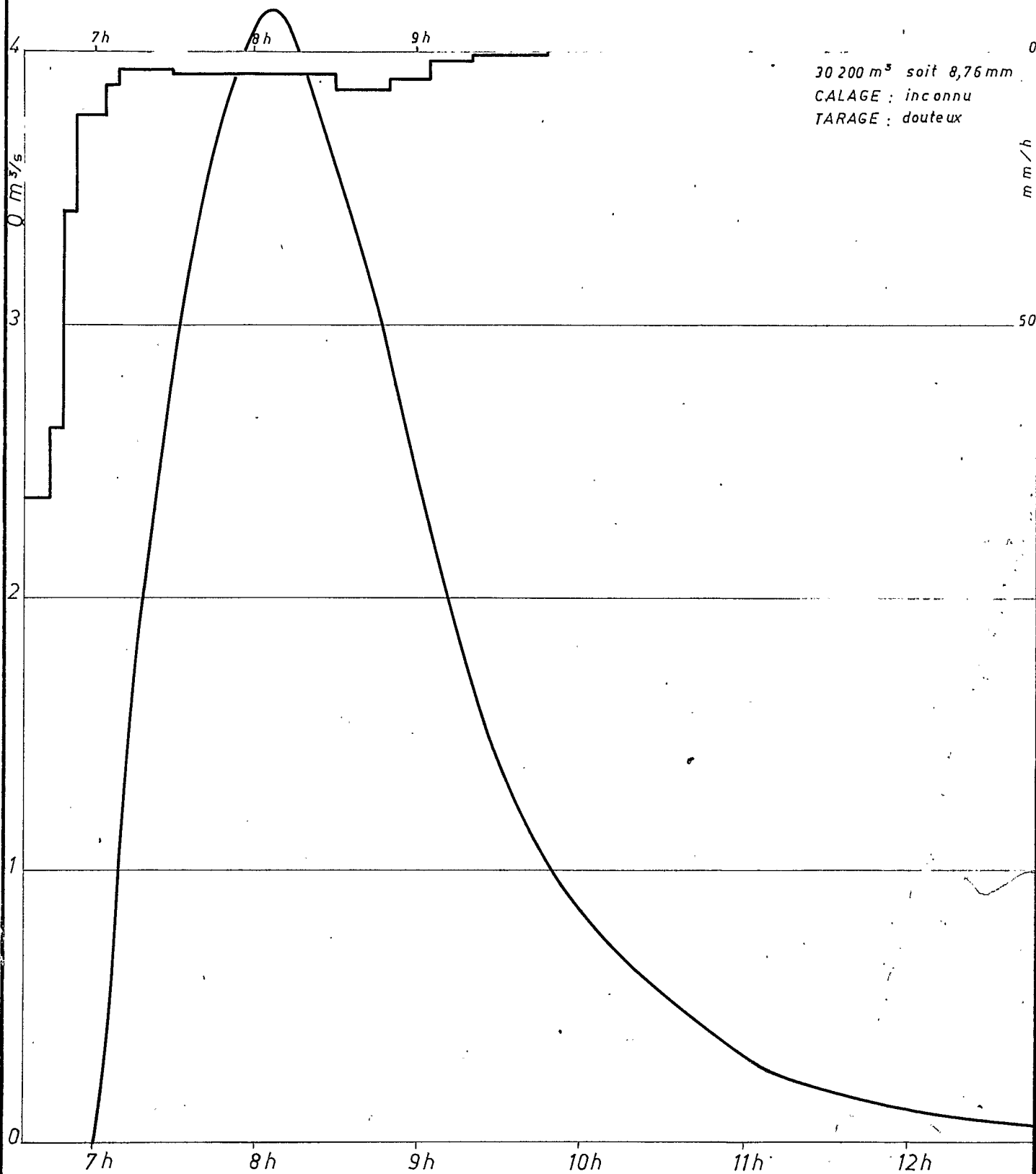
En 1963, la pluviométrie moyenne sur le bassin de BODEO avait été de 650 mm et la lame écoulée de BODEO aval de 6,7 mm (coefficient 1 %). Mais, en 1963, la station de mesure était à environ 150 m plus en aval que les emplacements choisis pour 1964.

Lors des crues moyennes ou un peu fortes, la zone inondée entre les sections de 1963 et celles de 1964 correspond à plusieurs hectares où l'infiltration n'est pas négligeable.

LE BODÉO (A mont)
CRUE DU 26_6_1964



LE BODÉO (A mont)
CRUE DU 3_7_1964



CRUVE

AO

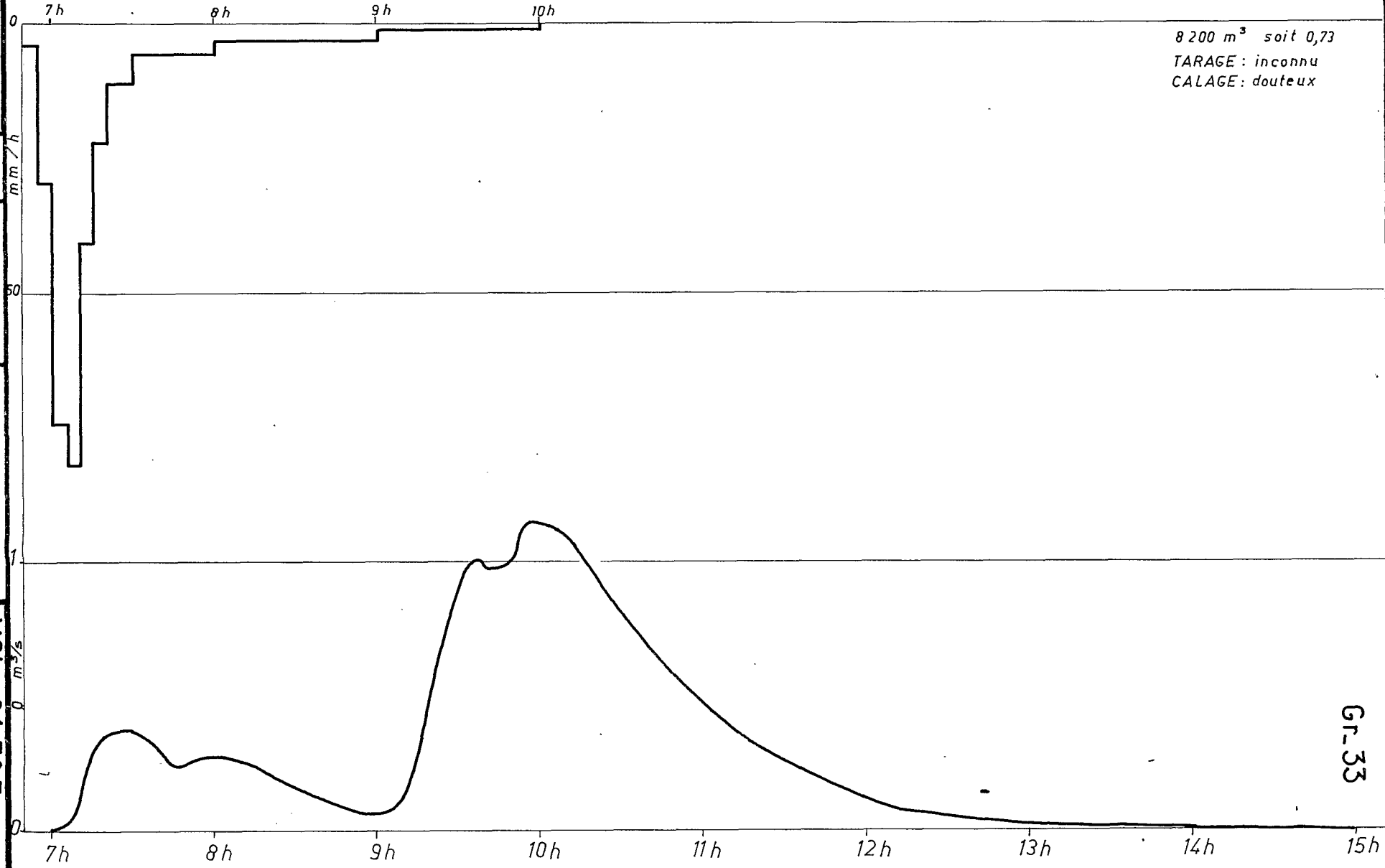
DATE: 23.6.65

DESSINE: Galliane J.

VOL. 61.383

LE BODÉO (Aval)

CRUE DU 26_6_1964



8 200 m³ soit 0,73
TARAGE : inconnu
CALAGE : douteux

Gr. 33

ORSTOM

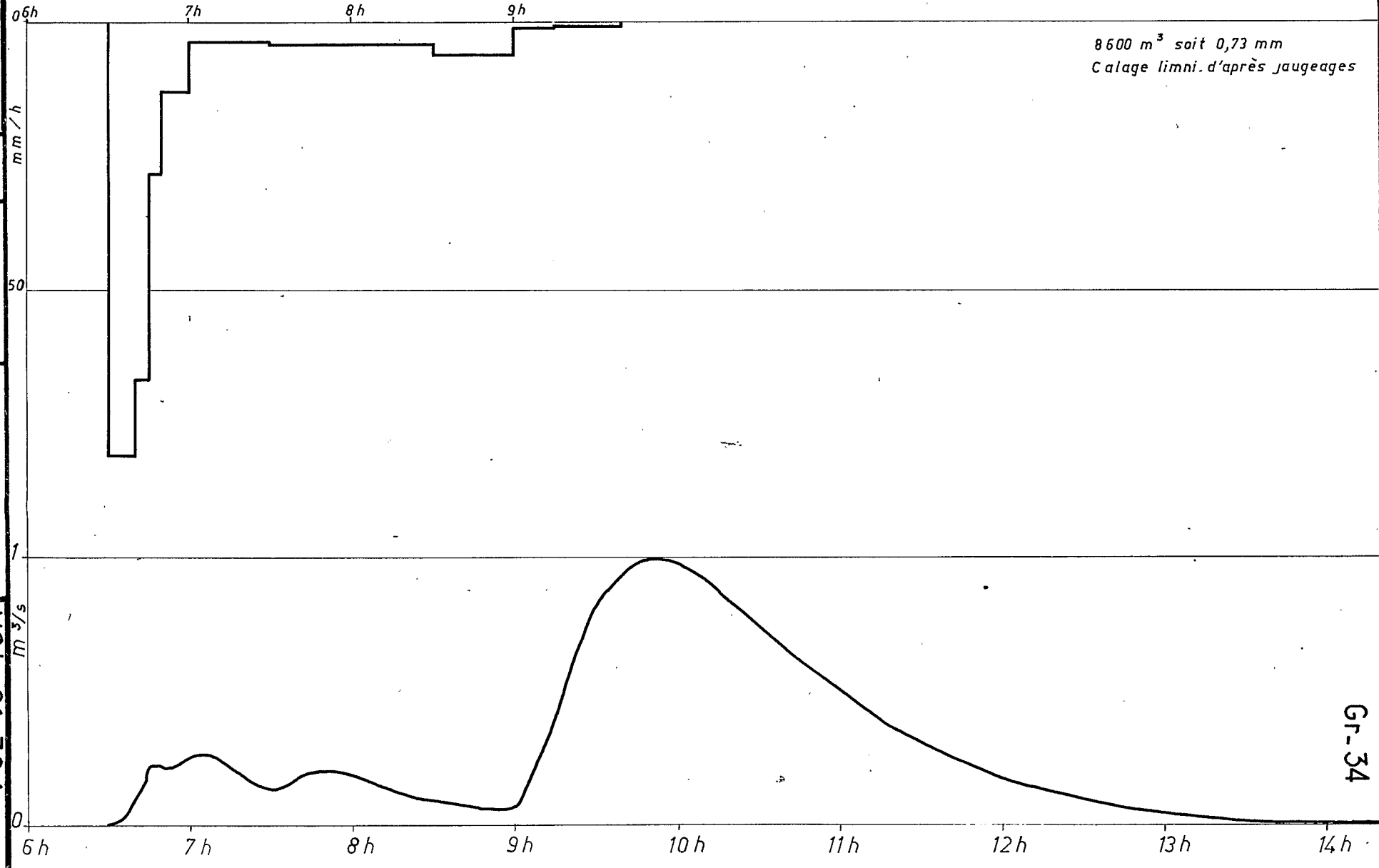
A0

DATE: 23.6.65

DESSINE: Gallienne J.

VOL. 61.384

LE BODÉO (Aval) CRUE DU 3.7.1964



8600 m³ soit 0,73 mm
Calage limni. d'après jaugeages

Gr-34

BODÉO AVAL

Gr: 35

TARAGE DOUTEUX, CALAGE D'APRÈS JAUGEAGE

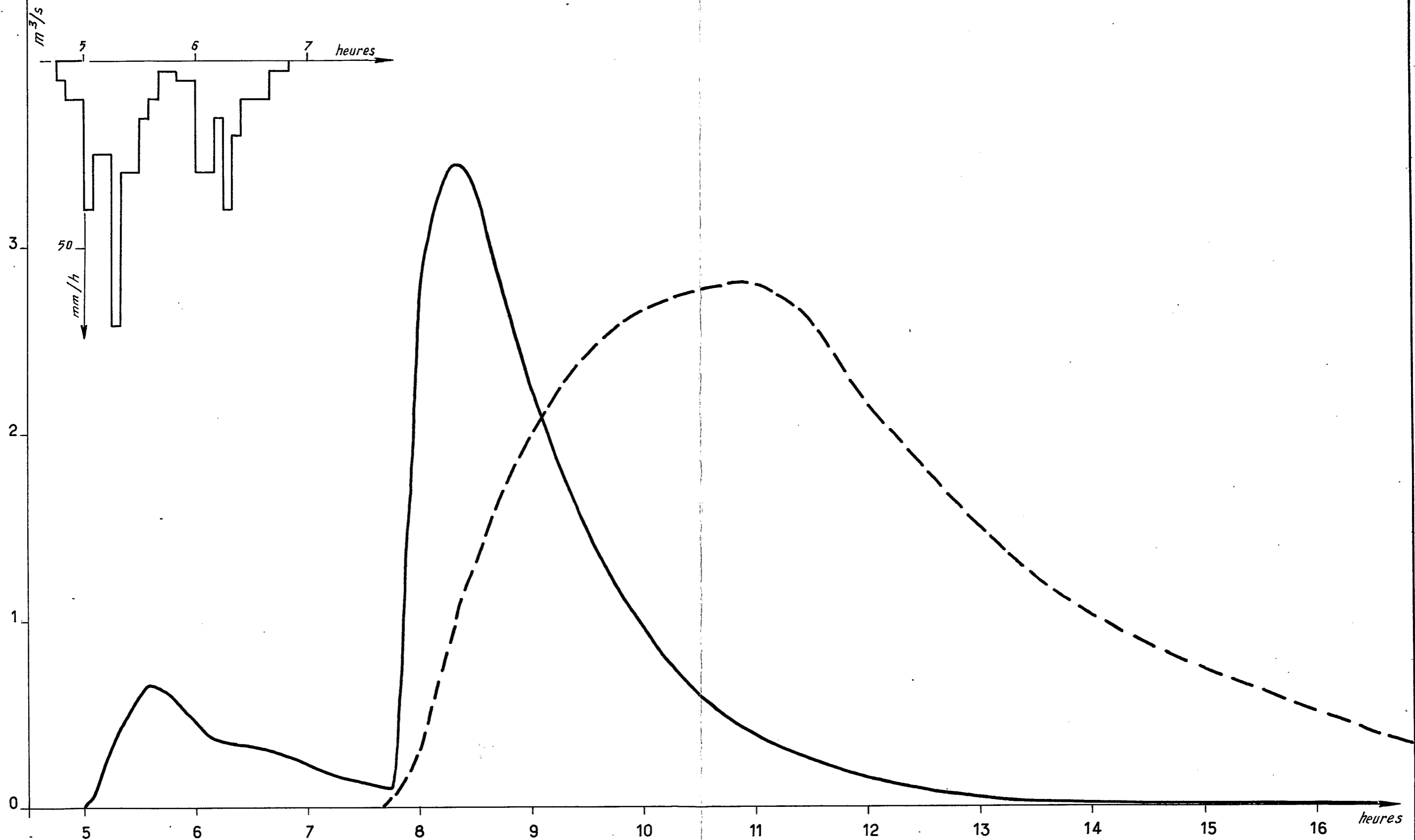


TABLEAU n° 36

BODEO 1964

Date	Station amont 3,45 km ²					Station aval	Station affluent 11,20 km ²					
	Q _M m ³ /s	V 10 ³ m ³	h _e mm	P _m mm	K %	Q _M m ³ /s	V 10 ³ m ³	Q _M m ³ /s	V 10 ³ m ³	h _e mm	P _m mm	K %
7 Juin			?	21,6				?		?	20,5	
15			?	15,8						?	16,7	
23	(0,5	2,22	(0,83	(14,8	6	0,001	0			(0	(12,7	0
24	) 0,13	0,66	)	)		0,001	0))	
26	3,90	26,64	7,72	27,1	27	1,14	8,20	0,001	0	0,73	29,7	2
3 Juil.	4,15	30,20	8,75	33,4	26	1,00	8,60	0,001	0	0,77	32,3	2
11	11,3	94,2	27,25	53,0	52	3,45	24,3	2,80	53,28	6,93	38,3	18
13				2,1		0,001	0			0	3,5	0
21	6,2	46,5	13,5	53,8	25	1,40	12,36	1,38	23,0	3,6	55,6	6
22				3,5		0,001	0			0	4,0	0
24	1,55	10,14	2,94	12,6	23	0,10	0,24			0,02	12,4	0
30	2,0	12,0	3,48	18,0	19	0,06	0,12			0,01	18,5	0
4 Août				3,0		0,001	0			0	6,8	0
6	22,8	134,4	39,0	69,4	56	5,00	51,0	2,80	53,1	9,3	65,8	14
9	0,01	0	0	5,4	0	0,001	0			0	3,9	0
14	1,0	5,94	1,72	18,2	9	0,001	0			0	17,4	0
19	(			(17,5	0	0,001	0			0	(19,0	0
20	) 0,02	0,20	0,06)))	
21	0,002	0		8,8	0						4,4	
22	0,17	0,84	0,24	16,4	1	0,27	0,81	0,001	0	0,07	18,4	0
23	(			(10,3	3	0,001	0			0	(7,4	0
24	) 0,14	0,96	0,28	)		0,001	0))	
24	(			(37,8	34	0,001	0				(44,0	3
25	) 4,0	44,4	12,9	)		0,75	15,12	0,001	0	1,35)	
28	6,3	53,1	15,4	38,4	40	1,70	37,32	0,31	19,6	5,08	41,8	12
31	(1,33	9,4	(2,96	(15,7	19	0,001	0			0	(16,6	0
))))))	
1 Sept.	(0,04	0,8	(	(		0,001	0			((
2	3,0	27,6	8,0	18,2	44	0,30	4,71	0,001	0	0,42	16,3	3

Crues des 7 et 15 Juin - aucune observation.
 Q_M débit maximal
 V volume écoulé
 h_e lame équivalente
 P_m pluviométrie moyenne d'après isohyètes
 K coefficient d'écoulement.

TABLEAU n° 37

BODEO 1964

Amont

Pluviométrie moyenne journalière

Date	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1									18,2			
2						5,9			4,2			
3							33,4	5,8				
4								3,0				
5												
6								69,4				
7						21,6						
8							2,5	1,6				
9						9,0	5,7	5,4				
10												
11							53,0					
12						1,2		1,2	1,3			
13							2,1					
14								18,2				
15						15,8			2,3			
16												
17									2,0			
18												
19						0,6	0,2	17,5				
20												
21							53,8	8,8				
22							3,5	16,4				
23						14,8		10,3				
24							12,6	37,8				
25												
26						27,1			7,1			
27												
28					0,9			38,4	6,3			
29					14,0	3,7						
30		x			9,2	18,0						
31		x		x		x		15,7	x		x	
Total					24,1	99,7	184,8	249,5	41,4			
					incomplet							

Total annuel : 600 mm (incomplet).

TABLEAU n° 38

BODEO 1964

Aval

Pluviométrie moyenne journalière

Date	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1									16,3			
2						5,0			4,9			
3							32,3	5,5				
4								6,8				
5												
6								65,8				
7						20,5						
8							2,4	0,6				
9						5,1	5,1	3,9				
10												
11							38,3					
12						1,0		0,8	1,1			
13							3,5					
14								17,4				
15						16,7			1,8			
16												
17									2,2			
18							0,3					
19						0,1	0,4	19,0				
20												
21							55,6	4,4				
22							4,0	18,4				
23						12,7		7,4				
24							12,4	44,0				
25												
26						29,7			3,6			
27												
28					0,4			41,8	5,1			
29					12,4	2,2						
30		x			9,7		18,5					
31		x		x		x		16,6	x		x	
Total					22,5	93,0	172,8	252,4	35,0			
					incomplet							

Total annuel : 576 mm (incomplet).

MARE de DJIBO -

Un lever topographique de la mare de DJIBO a été effectué.

Le fond de la mare est à la cote 286,25 et elle déborde à la cote 287,6. Sa profondeur maximale, après arrêt du débordement de fin de saison des pluies, est donc de 1,35 m. Le volume stocké est alors de $0,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (cf. graphique 39), très voisin du volume apporté par le BA ADDA.

Dans ces dernières années, le niveau maximal a été atteint en 1961 : cote 288,4, correspondant à une capacité de $1,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ avec une profondeur maximale de 0,8 de lame d'eau sortant de l'exutoire, ce qui, probablement, conduirait à un volume compris entre 2 200 000 et 2 800 000.

Une ligne de puits a été surveillée au village dans l'Ouest de la mare : 5 puits dont le plus éloigné est à environ 1500 mm de la mare. Des mesures piezométrique y ont été faites les 18, 24 Juin - 6, 11, 15, 24, 29 Juillet - 8, 21 Août - 10, 19, 29 Septembre et 1er Octobre.

Mais les niveaux de la mare n'ont pas été relevés, ce qui ne permet pas une étude détaillée.

CONCLUSION -

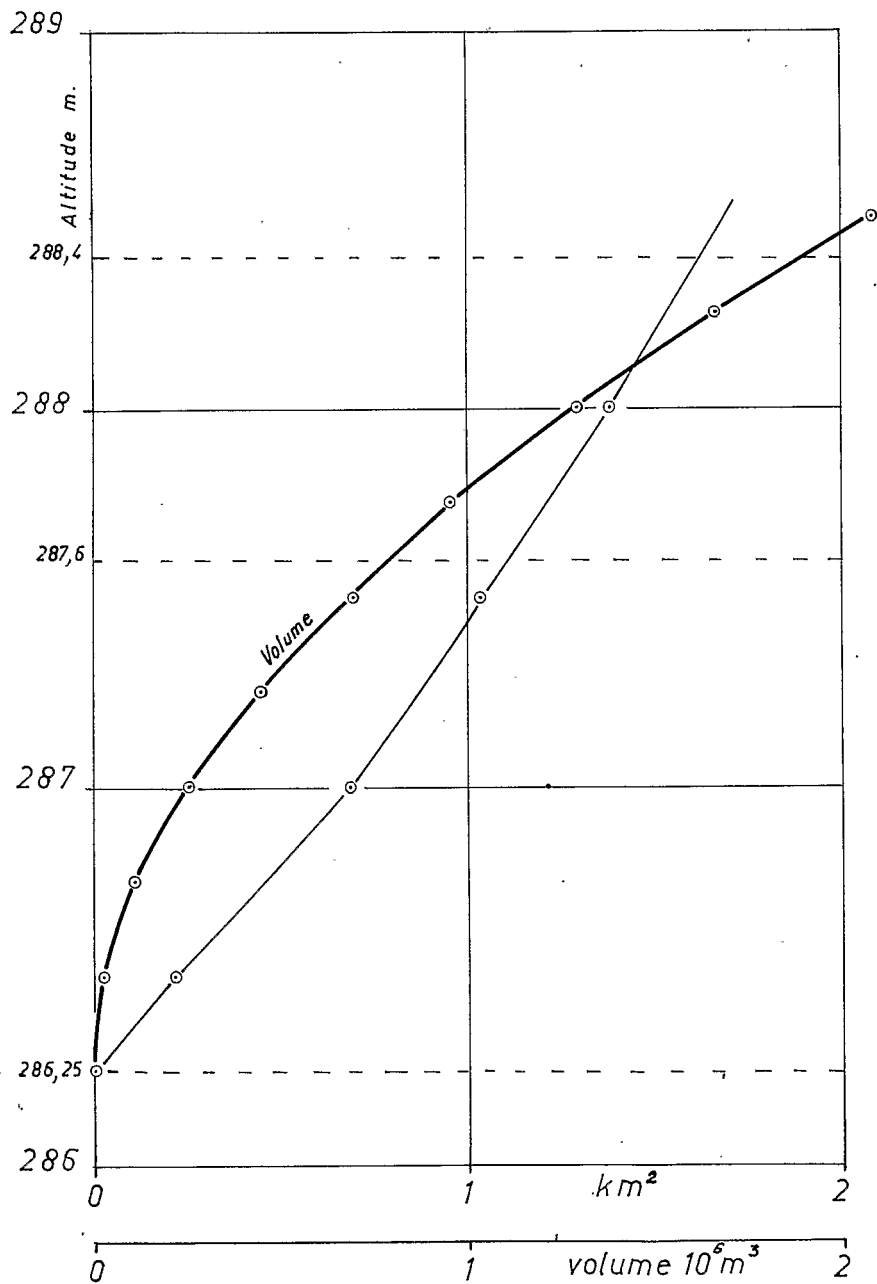
Les coefficients d'écoulement superficiel dans la région de DJIBO sont très faibles pour les bassins de moyenne importance.

Sur la VENDO MENA, on a trouvé pour 990 km^2 : 0 en 1963 et 0,25 % en 1964 (année moyenne ?) ce qui correspond à un volume annuel de $1,47 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Sur le BA ADA : 0,45 % en 1963 et 0,32 % en 1964.

Pour ces bassins sahéliens perméables, l'écoulement dépend non seulement de l'abondance annuelle des précipitations, mais surtout de leur répartition journalière, de sorte que les chiffres ci-dessus doivent être considérés comme des ordres de grandeur mais qu'il est très difficile de donner des valeurs limites pour les années sèches et les années humides.

Les crues sont très faibles. La crue annuelle du VENDO MENA est peut-être de 5 à $10 \text{ m}^3/\text{s}$ (5 à 10 l/s.km^2) et pour le BA ADA de 3 à $6 \text{ m}^3/\text{s}$ (6 à 12 l/s.km^2).

MARE DE DJIBO



Certaines parties du bassin, zones de décomposition peu étendues de roches cristallines situées à l'amont des formations sableuses, présentent pour de faibles surfaces un ruissellement élevé, avec des crues annuelles qui sont peut-être de l'ordre de $6\ 000\ \text{l/s.km}^2$ pour une dizaine de km^2 . Mais l'exemple du bassin du BODEO montre que ces crues s'amortissent très rapidement dès que la pente diminue et dès que le sol devient sableux.

ANNEXES

ANNEXE 1

PLUVIOMETRIE SYNOPTIQUE
des STATIONS METEO
(en mm)

En dehors de DORI, heures et dates quelquefois douteuses (GORUM-GORUM)

Mois	BANI	DORI	GORGADJI	ARIBINDA	GORUM-GORUM	MARKOYE
Janvier	0	0	0	0	0	0
Février	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0
Avril	11,5	0	0	0	1,0	0
Mai	6,8	33,3	36,0	40,3	31,3	25,9
Juin	147,1	155,3	102,6	80,7	44,5	147,7
Juillet	194,0	135,6	88,2	141,7	118,1	132,3
Août	203,2	254,1	183,0	239,4	165,7	199,5
Septembre	103,6	77,8	66,3	29,8	69,0	48,5
Octobre	0,5	9,4	0	22,4	0	1,5
Novembre	-	-	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-	-	-
Total	666,7	665,5	476,1	554,3	429,6	555,4

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE

(en mm)

Date	BANI	DORI	GORGADJI	ARIBINDA	GORUM-GORUM	MARKOYE
Avril						
25	06.45-08.00 11,5					
Mai						
5				10.15-11.15 15,3	09.30-10.30 20,0	
9			07.00-15.00 16,3			
10				22.45-09.00 13,8	21.15-23.45 9,3	Nuit 11 4,5
13						14.00-15.00 11,7
16		21.30-22.00 1,2				
17	(nuit 18 3,2	13.30-14.30 10,0	(nuit 18 2,2	18.25-19.45 3,2		
18				05.00-05.30 1,3		
23		17.15-21.00 16,2	journée 6,5		15.30-16.15 2,0	17.00-18.00 9,7
			nuit 24 11,0			
24				18.25-20.00 3,5		
27				19.45-20.15 3,2		
30		16.45-17.45 5,9				
31	? 3,6					
Juin						
2	15.45-16.10 7,2					
5				16.15-16.25 3,5		
6			journée 9,0			
7	nuit 6-7 8,7	06.30-09.30 4,5	nuit 6-7 16,3	05.00-08.20 9,2	07.00-07.30 6,0	nuit 6-7 45,8
8				04.00-05.10 32,4		
10	nuit 9-10 18,0	04.30-08.30 44,5				
10	08-00-10.00 1,7					
11	nuit 10-11 13,1	06.00-10.00 11,4				
12						11.20-12.00 8,7
13	09.45-10.30 9,0			12.15-19.45 9,1		
13	nuit 14 2,3					
14		23.45-24.45 35,1	20.30-24.00 34,3			
15	13.10-13.35 4,8					00.00-01.00 5,7

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE /2

(en mm)

Date	BANI	DORI	GORGADJI	ARIBINDA	GORUM-GORUM	MARKOYE
Jun						
15						nuit 16 40,3
17	:08.30-09.00 16,0:					
18					? -07.30 15,0:	
19	:12.45-18.20 21,5:	:12.30-13.30 24,0:				
20				:03.15-06.25 4,2:		
24				:17.50-18.30 2,5:		
26	:nuit 26 28,7:	:04.45-07.15 27,8:	:04.00-07.30 39,0:	:05.20-07.45 19,8:	:05.10-07.45 23,5:	nuit 26 47,2
27	:12.35-13.00 16,1:	:11.00-12.30 7,5:	:05.00-07.30 4,0:			
Jullet						
3	:nuit 2-3 22,0:	:03.45-06.45 12,6:	:04.00-07.30 17,3:	:04.45-07.30 37,5:	:04.30-07.05 28,5:	nuit 2-3 44,0
6		:01.30-02.15 9,2:	:05.00-07.45 3,2:	:03.10-03.50 1,3:		
7				:22.20-23.20 9,6:		
8	:nuit 8-9 5,4:					nuit 8-9 1,2
9		:24.00	:20.30			
10		00.15	3,2:	05.00 3,5:		
10					:20.30-21.45 17,0:	nuit 10-11 5,7
11	:nuit 10-11 34,7:		:06.00-08.00 8,2:	nuit 10-11 9,2:		
12	:nuit 11-12 2,7:					
13	:nuit 12-13 8,1:	:05.45-07.30 2,7:	:04.00-07.30 17,1:	:07.35-08.15 7,4:		
15	:08.55-09.25 10,7:	:08.30-09.30 23,0:	:09.00-12.30 7,5:			
17				:17.55-20.15 14,8:	:20.05-20.30 2,5:	nuit 17-18 4,8
18	:nuit 17-18 7,8:	:02.15-03.15 1,8:				
18					:17.10-17.45 15,0:	
19		:08.30-09.15 1,0:				
19		:15.00-19.30 12,0:				15.40-18.00 36,5
20		:19.30	:19.00		:20.45-21.35 21,0:	nuit 20-21 10,5
21	:nuit 20-21 66,2:	02.30 19,6:	? 19,7:	nuit 20-21 15,7:		
22		:12.15-13.00 11,0:	:12.30-15.00 8,5:	:14.05-14.35 3,1:		
24	:nuit 23-24 20,0:	:02.45-05.00 2,2:		:00.45-06.50 32,4:		
25					:06.10-06.45 5,6:	06.30-06.50 6,8

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE /3

(en mm)

Date	BANI	DORI	GORGADJI	ARIBINDA	GORUM-GORUM	MARKOYE
Juillet						
26				16.00-19.20 6,2		
29	nuit 28-29 10,8	01.45-04.15 27,7	03.00-05.00 3,2	05.50-07.15 4,5	01.30-02.45 28,5	nuit 28-29 20,5
30	nuit 30-31 4,6					nuit 30-31 2,3
31	09.00-10.00 1,0	11.00-12.00 1,7				
Août						
3						16.30-17.00 12,5
4						nuit 4-5 1,3
6	nuit 5-6 30,2	03.10-08.30 39,8	nuit 5-6 30,7	04.35-08.15 40,2	03.10-06.30 81,0	nuit 5-6 44,2
9			15.30-17.30 2,3			16.25-16.35 0,5
10			nuit 9-10 7,2		nuit 9-10 24,5	
12	14.15-14.45 14,5		15.30-17.30 5,1	12.10-13.20 2,4		11.00-11.15 6,3
14	nuit 13-14 25,5	04.50-07.30 20,8	04.50-07.00 14,6	05.50-08.30 41,3		nuit 13-14 11,5
15				16.55-18.35 15,3		
16						14.10-14.20 0,5
16	nuit 16-17	22.30		nuit 16-17		
17		28,7	00.30 28,6	03.00-06.30 27,2	25,2	04.50-05.30 2,5
17						nuit 17-18 4,2
19					13.10-13.55 4,5	
19	nuit 19-20 25,9	22.00-24.00 23,0	21.00-22.30 1,2			nuit 19-20 12,8
20			19.30-21.00 2,4	18.15-21.15 22,2		
21	16.40-17.00 5,7	15.45-16.45 9,7			16.30-17.20 5,5	08.15-16.00 16,0
21	nuit 21-22 0,6					
22		15.30	0,9	15.00-17.00 3,3	15.20-18.15 19,1	
23	nuit 22-23 2,4	02.30	0,9			nuit 22-23 15,5
23		19.40-20.40 17,1	20.30-21.15 1,8			
24	nuit 24-25	19.00	19.30-22.00	14.20	21.05-24.20	16.15
25		24,6	04.45 41,3	17,3	28,9	27,2
25	16.25-17.45 10,0	17.15-18.00 2,3	13.00-17.30 7,5			
27		16.00	0,7			
28	10.00-10.25 4,0	12.10-12.45 3,5	13.00-17.00 20,0	13.05-18.00 38,6	12.00-15.00 18,0	11.30-14.30 20,2
29	09.30-09.45 3,2	08.35-11.20 23,5	04.00-06.00 6,1			
29	nuit 29-30	23.00	nuit 29-30		23.30-23.55 2,5	
30		15,5	04.15 25,7	29,0		
31		06.30-07.10 11,0				

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE /4

(en mm)

Date	BANI	DORI	GORGADJI	ARIBINDA	GORUM-GORUM	MARKOYE
Sept.						
1	nuit 31 au 1 ^{er} 12,4	01.50-05.40 15,3	nuit 31 au 1 ^{er} 7,3	nuit 31 au 1 ^{er} 6,2	01.20-02.30 17,5	nuit 31 au 1 ^{er} 11,0
1	5,0					
2	16,8	13.00 0,6	13,7			
2		21.00-21.15 4,0				
3	0,6	23.40-24.00 1,6	0,8			
7		18.15-18.30 3,3	16,2			
11						2,5
12				7,2	35,5	33,7
13	44,5	11.15-16.00 42,5	30,5		12,0	12,3
13		19.40-22.00 9,7				
14	2,6	12.15-18.00 8,0	3,0			
18	2,1					
21				22,6		
23					2,5	
24	18,0					
26	3,6	03.00-06.00 6,2			1,5	
28	10,4	17.00-17.15 1,9	2,1			
Octobre						
4		4,1				
7				22,4		
9		4,1				1,5
13	0,3					
16		1,2				
19	0,2					

ANNEXE 2

RELEVES PLUVIOMETRIQUES du BASSIN du BODEO

(en mm)

Date	B	C	7	8	9	10	11	2	3	4	5	6	12	A
Mai														
28	0	1,3	0	1,5	1,6	0,7	0,9	0	0	0	0	0	0,2	-
29	(17,4	12,2	12,0	10,8	11,5	14,4	8,2	15,1	19,4	14,0	13,9	11,0	9,5	-
)														
30	7,3	8,2	6,2	7,8	7,6	10,0	9,6	8,5	7,1	10,3	14,0	14,1	9,9	-
Jun														
2	4,8	6,6	4,3	6,8	7,6	5,5	5,3	5,0	4,8	3,6	3,5	4,0	5,3	5,3
7	13,7		8,8	15,8	20,0	30,8	25,1	35,5	21,7	16,5	8,6	8,4	22,2	40,7
9	(7,2	8,4	3,0	3,9	8,3	13,9	10,1	1,6	1,2	2,0	1,4	2,0	4,0	4,9
)														
12	2,1	0	1,0	0,3	0	0	0	0,3	0,4	0,2	1,5	1,6	0	0,8
15	17,5	17,1	10,3	18,3	18,1	16,5	15,7	17,9	17,3	15,6	15,8	15,9	18,0	24,6
19	0	0,4	0	0,2	0,7	0,4	0,6	0	0	0	0	0	0	0
23	(15,0	14,1	9,2	13,2	15,1	16,8	15,7	13,2	8,2	8,3	8,4	9,8	17,7	13,2
24)														
26	35,0	27,0	23,8	25,3	26,8	26,3	27,8	30,8	28,8	31,4	29,4	31,2	31,4	34,0
29	3,5	3,9	1,9	3,2	4,5	4,2	4,0	0	0	0,9	2,2	3,6	0	0
Jul														
3	35,1	31,4	39,7	37,4	36,3	31,7	31,3	30,0	29,5	31,7	29,9	31,8	31,5	31,9
8	3,8	2,3	2,0	2,0	2,6	2,5	3,0	2,6	1,4	1,3	1,6	1,7	3,9	3,3
9	4,7	5,4	3,8	5,3	5,8	6,5	7,5	3,8	5,8	6,5	5,9	4,3	5,1	2,9
11	45,2	56,8	25,2	43,1	55,4	64,0	51,2	41,7	32,9	21,4	15,3	18,7	37,7	41,5
13	2,0	3,5	1,8	1,5	1,6	2,7	2,2	7,2	6,8	5,4	2,5	2,5	3,5	3,8
18	0	0	0	0	0	0	0	1,1	0,9	1,0	0,5	0	1,3	0
19	0	0	0,3	0,2	0,1	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,4	0
21	54,0	51,4	54,4	57,5	53,5	55,1	50,6	59,1	69,0	65,4	75,4	66,0	40,2	52,8
22	4,4	3,3	3,2	4,9	3,4	3,7	3,2	5,0	5,5	4,4	3,5	3,3	3,9	3,0
24	11,9	12,6	8,7	11,8	12,7	16,0	13,0	13,4	13,6	13,8	8,8	9,4	14,7	13,8
30	14,2	19,7	11,3	15,2	17,5	24,5	17,1	13,0	9,0	8,4	11,5	10,6	13,6	14,5
Août														
3	4,5	6,0	5,2	6,6	6,8	6,0	5,2	5,4	5,3	6,2	5,9	5,2	4,6	5,4
4	6,3	1,7	5,9	2,3	2,1	2,2	3,6	8,6	10,8	9,4	9,0	5,9	6,5	7,0
6	77,1	71,4	61,5	67,6	69,0	68,3	71,8	63,1	65,1	63,3	63,3	61,3	65,9	60,4
8	0	1,8	0,7	3,4	2,0	0,8	1,2	0	0	0	0	0	0	0
9	6,0	5,8	1,9	5,8	7,4	10,0	3,8	4,5	1,3	2,4	0,3	0,4	7,4	4,0

RELEVES PLUVIOMETRIQUES du BASSIN du BODEO/2

(en mm)

Date	B	C	7	8	9	10	11	2	3	4	5	6	12	A
Août														
12	0,4	0,6	0,5	0,8	0,7	2,5	1,2	0,4	0,5	0,3	0,6	0,4	1,3	1,7
14	18,2	20,6	17,2	19,1	19,4	16,4	17,8	19,9	19,9	17,3	13,5	14,5	17,0	14,4
19	18,4	18,2	14,5	15,5	14,7	20,0	18,6	19,2	21,3	22,8	23,1	20,6	16,2	15,4
)														
21	2,5	11,8	4,3	8,1	9,2	14,6	5,6	1,8	1,3	1,1	1,8	2,6	2,6	2,6
22	12,4	13,1	21,2	26,5	13,5	12,5	14,2	23,3	17,1	16,9	13,0	18,1	18,5	41,7
23														
23	8,0	11,5	7,7	6,9	9,4	13,4	11,0	4,5	2,7	2,9	4,1	5,4	10,7	8,9
24														
24	59,4	30,4	32,8	31,2	28,0	32,2	49,2	49,3	53,3	60,5	35,9	32,2	49,0	44,7
25														
28	43,5	37,0	40,6	39,8	37,5	38,5	37,2	45,2	42,2	42,7	43,3	43,1	43,9	44,0
31	16,2	15,6	15,2	15,4	15,9	14,5	17,3	14,2	13,3	15,0	16,5	16,9	16,3	11,5
)														
Sept														
1														
2														
2)	18,0	18,7	16,5	19,3	?	?	?	13,9	14,3	14,3	13,8	15,1	17,2	12,1
2	2,3	1,1	3,9	3,7	5,4	4,7	4,3	6,5	5,5	3,4	5,0	4,5	4,2	3,0
12	1,2	1,0	1,3	1,2	1,3	1,5	1,4	1,1	1,0	0,8	1,0	1,1	1,4	1,0
15	1,4	1,7	2,7	2,4	2,7	2,1	2,0	0,7	2,1	2,0	2,3	2,5	0,9	0,5
17		2,0	1,7	2,2	1,9	2,0	2,2	1,7	2,0	1,0	1,5	1,7	3,4	3,4
26	2,3	6,9	1,5	5,4	6,2	10,9	8,9	1,4	1,5	1,3	0,9	0,7	3,4	2,0
28	5,1	5,6	4,0	7,4	7,1	7,1	5,9	4,5	5,2	4,6	4,6	4,3	5,3	4,7

Bassin amont seul

Mai incomplet	24,1
Juin	99,7
Juillet	184,8
Août	249,5
Septembre	41,4

Bassin total

22,5	incomplet
93,0	
172,8	
252,4	
35,0	

saison incomplet 600

576 incomplet