

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

MISSION D'AMÉNAGEMENT
DU FLEUVE SÉNÉGAL

MONOGRAPHIE HYDROLOGIQUE DU FLEUVE SÉNÉGAL



2^{ème} PARTIE

LES DONNÉES D'OBSERVATIONS HYDROLOGIQUES

TOME 1

Stations du HAUT-BASSIN

par
C. ROCHETTE
Ingénieur hydrologue EDF

JUIN 1966

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

MISSION D'AMENAGEMENT
DU FLEUVE SENEGAL

MONOGRAPHIE HYDROLOGIQUE
DU FLEUVE SENEGAL

2ème PARTIE

Les DONNEES d'OBSERVATIONS HYDROLOGIQUES

TOME I

STATIONS du HAUT-BASSIN

-

par

C. ROCHETTE

Ingénieur hydrologue E.D.F.

Juin 1966

HAUT-BASSIN du SENEGAL

DONNEES d'OBSERVATIONS

- Inventaire des observations hydrométriques
- Les débits observés

S O M M A I R E

Page

<u>CHAPITRE I</u>	- INVENTAIRE des OBSERVATIONS HYDROMETRIQUES ..	1
1.1.	- Le bassin de la FALEME	1
1.1.1.	- La FALEME à FADOUGOU (9 300 km ²)	2
1.1.2.	- La FALEME à GOURBASSI (17 100 km ²)	9
1.1.3.	- La FALEME à KIDIRA (28 900 km ²)	13
1.2.	- Le bassin du BAFING	23
1.2.1.	- Le BAFING à BALABORI (11 600 km ²)	24
1.2.2.	- Le BAFING à DAKKA SAIDOU (15 700 km ²)	24
1.2.3.	- Le BAFING à BAFING MAKANA (22 000 km ²)	27
1.2.4.	- Le BAFING à DIBIA (33 500 km ²)	27
1.2.5.	- Le BAFING à DEGUERRE (37 900 km ²)	29
1.2.6.	- Le BAFING à MAHINA (38 400 km ²)	33
1.3.	- Bassin du BAKOYE	39
1.3.1.	- Le BAKOYE à TOUKOTO (16 500 km ²)	40
1.3.2.	- Le BAKOYE à OUALIA (84 700 km ²)	44
1.3.3.	- Le BAKOYE à DIOUBEBA (84 900 km ²)	47
1.3.4.	- Le BAKOYE à KALE (85 600 km ²)	48
1.4.	- Le SENEGAL MOYEN de BAFOULABE à AMBIDEDI	52
1.4.1.	- Le SENEGAL à BAFOULABE (124 700 km ²)	53

1.4.2. - Le SENEGAL à GALOUGO (128 400 km2)	58
1.4.3. - Le SENEGAL à GOUINA (128 600 km2)	63
1.4.4. - Le SENEGAL au FELOU (131 500 km2)	71
1.4.5. - Le SENEGAL à KAYES (157 400 km2)	76
1.4.6. - Le SENEGAL à AMBIDEDI (159 000 km2)	82
<u>CHAPITRE II</u> - DEBITS OBSERVES	87
2.1. - Stations hydrométriques	87
2.1.1. - Stations de la FALEME	89
2.1.2. - Stations du BAFING	90
2.1.3. - Stations du BAKOYE	90
2.1.4. - Stations du SENEGAL MOYEN ..	91

CHAPITRE I

INVENTAIRE des OBSERVATIONS HYDROMETRIQUES

1.1. - Le BASSIN de la FALEME

Le réseau hydrométrique du bassin de la FALEME se limite à 3 stations toutes situées sur cette rivière.

La plus ancienne est la station de KIDIRA, installée en 1930, par le DAKAR - NIGER et exploitée par la M.E.F.S. jusqu'en 1946. La station est remise en service en 1951 par l'U.H.E.A. Après 2 années d'exploitation par cet organisme, elle est prise définitivement en charge par la MAS.

Les 2 autres stations, FADOUGOU et GOURBASSI, ont été créées par la MAS, la première en 1952, la seconde en 1954. La MAS a assuré leur exploitation jusqu'en 1961. Depuis cette date, elles sont contrôlées par le Service Hydrologique du MALI.

1.1.1. - La FALEME à FADOUGOU

B.V. = 9 300 km²

Coordonnées géographiques } longitude : 11° 23' W
 } latitude : 12° 31' N

Une échelle a été installée par la Société des Mines de la FALEME-GAMBIE sur la rive droite de la FALEME au droit du village de FADOUGOU.

D'après les renseignements recueillis par M. MAURICE (rapport de Mission du 14/1/52 au 17/2/52) son installation serait antérieure à 1945.

Il n'est pas fait mention dans ce rapport de l'existence de relevés anciens, ce qui laisse supposer que l'échelle ne faisait pas l'objet d'observations régulières.

Les données limnimétriques recueillies en 1952 concernent uniquement les niveaux atteints par les crues 1945 et 1950.

La crue 1945, aurait dépassé de 50 cm environ le sommet de l'échelle (hauteur maximale = 9,00 m) et celle de 1950 aurait atteint la cote 7,95, le 6 Octobre.

Jusqu'en 1952, l'échelle est constituée par un rail vertical gradué de 1 m à 8,50 m.

En Février 1952, l'échelle est restaurée par la M.A.S. qui ajoute un élément 0-100 et un élément 8,50 - 9,00 m.

Le zéro de l'échelle nivelé par rapport à une borne située près du dernier élément et cotée 123 m - on ignore dans quel système - est à la cote 114,65 m.

L'échelle est lue régulièrement, du 20 Mai 1952 au 14 Février 1954, mais la validité des relevés est contestable. On observe, à chaque décrue une discontinuité dans les lectures au voisinage de la hauteur 1 m, imputable, semble-t-il, à un décalage de l'élément inférieur par rapport à l'élément principal. D'autre part, il semble que le zéro ait varié au cours de cette période.

Malheureusement, les possibilités de revalorisation des relevés sont réduites. L'échelle en service en 1953 et celle qui lui a succédé en Février 1954, n'ont pas été nivelées l'une par rapport à l'autre et leur correspondance, par manque d'observations simultanées, ne peut être établie.

La critique du calage a été faite en utilisant les données sur le tarissement et la corrélation liant les hauteurs de basses eaux et d'étiage à celles de KIDIRA pour la période 1954-64.

La méthode permet de déterminer avec une bonne approximation le calage de l'élément 0 - 1 m étant donné l'étroitesse de la corrélation en très basses eaux, mais de façon un peu moins sûre, celui de l'élément principal 1,00 - 8,50 m qui entre dans la zone où la corrélation est plus lâche.

Les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-après. L'étude du calage étant faite par rapport à l'échelle 1954, rattachée au nivellement général, les altitudes des zéros des éléments de l'échelle ancienne que la méthode a permis de définir, sont exprimées en IGN.

Période d'exploitation	Eléments d'échelle		Correction appliquée aux relevés bruts (cm)	Méthode utilisée pour la détermination du calage.
	Désignation	Altitude IGN du zéro (m)		
Avant Février 1952	100 - 850	119,43	+ 40	Application du tarissement à la période du 29/1 au 27/5/52
27 Mai au 2 Juillet 52	0 - 100	119,21	+ 18	Corrélation Hauteur FADOU- GOU - KIDIRA
3 Juillet au 2 Décembre 52	100 - 850	119,53	+ 50	" " "
3 Décembre 52 au 31 Mai 53	0 - 100	indéterminée	variable de + 18 à + 50	Reconstitution des relevés à l'aide des données du tarissement
1er Juin au 25 Décembre 53	100 - 850	119,03	0	Corrélation Hauteur FADOU- GOU - KIDIRA
25 Décembre au 14/2/54	0 - 100	118,81	- 22	" " "
à partir de 14/2/54	0 - 900	119,03	0	Calage connu

En résumé, si on ne tient pas compte de l'élément de basses eaux, lequel présente toujours un décalage par rapport au tronçon principal, on constate que le zéro de l'échelle, invariable de Janvier 1952 à Juin 1953, a été abaissé de 50 cm avant la crue 1953. Cette dernière position du zéro a été conservée lors de l'installation de la nouvelle échelle.

Celle-ci est posée le 14 Février par la M.A.S. Elle comporte 10 éléments métriques en lave émaillée. Elle est située 40 m en amont de l'ancienne. Son zéro, rattaché par la M.A.S. au nivellement général est à la cote 119,03 IGN.

Un limnigraphe BAR à mouvement mensuel a été posé la même année 60 m en aval de l'ancienne échelle. Son existence est mentionnée pour mémoire car on n'a retrouvé aucun enregistrement dans les archives.

L'échelle a été observée assez régulièrement 2 fois par jour jusqu'en 1961. Après 2 années d'interruption en 1961 et 1962, la station est de nouveau exploitée, mais on déplore déjà des lacunes importantes en 1964.

Etalonnage

La station est tarée au moyen de 142 jaugeages, pour des hauteurs à l'échelle comprises entre 0,19 et 7,58 m (débits variant de 1,9 à 1175 m³/s).

La M.A.S. a effectué 140 jaugeages en 1956 et un jaugeage d'étiage le 28 Mars 1957.

Une mesure d'étiage a été effectuée par l'ORSTOM le 9 Avril 1963.

Le tableau n° 2.1. récapitule les résultats des mesures. Ces derniers sont assez dispersés (voir graphique II.1.)

L'exploitation des relevés nécessite une extrapolation importante de la courbe de tarage au dessus de la hauteur 8,00 m.

Hauteurs maximales

Les données sont rassemblées dans le tableau ci-après.

Année	Date	Hauteur maximale
1945	?	(940)
1950	6 Octobre	835
1952	29 Septembre	740
1954	25 Août ?	(1170) ?
1955	12 Août	772
1956	2 Septembre	758
1957	14 Août	664
1958	26 Août	827
1959	23 Août	820
1960	15 Août	632
1961	7 Septembre	1100 environ
1963	1er Septembre	555
1964	2 Septembre	1000 environ

En 1954, la hauteur 11,70 m atteinte le 25 Août est aberrante. Elle est infirmée par les données des stations de GOURBASSI et de KIDIRA où le passage de l'onde de crue se produit respectivement les 2 et 4 Septembre. Compte tenu d'un temps de propagation moyen de 4 jours entre FADOUGOU et KIDIRA, on est amené à ne pas tenir compte des relevés de FADOUGOU entre le 24 et le 31 Août.

En 1961, les relevés sont inexistant, mais l'observateur signale dans une lettre que la crue a dépassé le sommet de l'échelle, c'est-à-dire la hauteur 10 mètres, le 4 Septembre.

Au maximum de la crue, l'eau atteint une hauteur de 1 mètre dans le bâtiment qui abrite la station radio de la MAS. Cette donnée d'observation est confirmée par les maximums enregistrés à GOURBASSI et KIDIRA.

TABLEAU n° 2.1.

Jaugeages de la FALEME à FADOUGOU							
N°	Date	H. cm	Q. m3/s	N°	Date	H. cm	Q. m3/s
1	5/7/56	106	55	43	10/8/56	441	505
2	7/7/56	116	76	44	10/8/56	448	530
3	11/7/56	140	73	45	10/8/56	472	528
4	15/7/56	176	102	46	10/8/56	476	531
5	15/7/56	194	142	47	11/8/56	577	713
6	16/7/56	180	102	48	11/8/56	580	682
7	17/7/56	220	154	49	11/8/56	555	635
8	17/7/56	232	175	50	11/8/56	545	620
9	17/7/56	242	189	51	13/8/56	512	591
10	18/7/56	232	157	52	13/8/56	501	580
11	18/7/56	255	196	53	13/8/56	496	585
12	19/7/56	308	240	54	14/8/56	535	641
13	19/7/56	329	287	55	14/8/56	540	635
14	20/7/56	285	213	56	15/8/56	550	715
15	20/7/56	280	210	57	15/8/56	562	681
16	21/7/56	235	219	58	15/8/56	580	714
17	31/7/56	344	369	59	15/8/56	522	745
18	31/7/56	351	373	60	20/8/56	415	441
19	1/8/56	345	350	61	21/8/56	370	404
20	2/8/56	344	319	62	21/8/56	377	379
21	2/8/56	329	320	63	21/8/56	360	319
22	2/8/56	320	303	64	22/8/56	330	303
23	3/8/56	391	405	65	23/8/56	380	422
24	3/8/56	401	412	66	23/8/56	390	420
25	5/8/56	298	223	67	24/8/56	423	485
26	5/8/56	286	234	68	25/8/56	360	383
27	6/8/56	255	186	69	25/8/56	350	380
28	6/8/56	250	170	70	26/8/56	455	533
29	6/8/56	258	211	71	26/8/56	470	553
30	7/8/56	303	284	72	26/8/56	480	566
31	7/8/56	308	314	73	26/8/56	490	591
32	7/8/56	313	280	74	26/8/56	520	693
33	7/8/56	378	427	75	26/8/56	530	641
34	7/8/56	393	430	76	26/8/56	540	698
35	7/8/56	400	405	77	26/8/56	550	678
36	7/8/56	406	437	78	26/8/56	555	702
37	7/8/56	412	410	79	26/8/56	561	701
38	7/8/56	418	439	80	27/8/56	565	735
39	8/8/56	412	445	81	27/8/56	571	739
40	9/8/56	412	448	82	27/8/56	600	794
41	9/8/56	414	480	83	27/8/56	610	799
42	10/8/56	425	519	84	27/8/56	612	812

TABLEAU n° 2.1. (Suite)

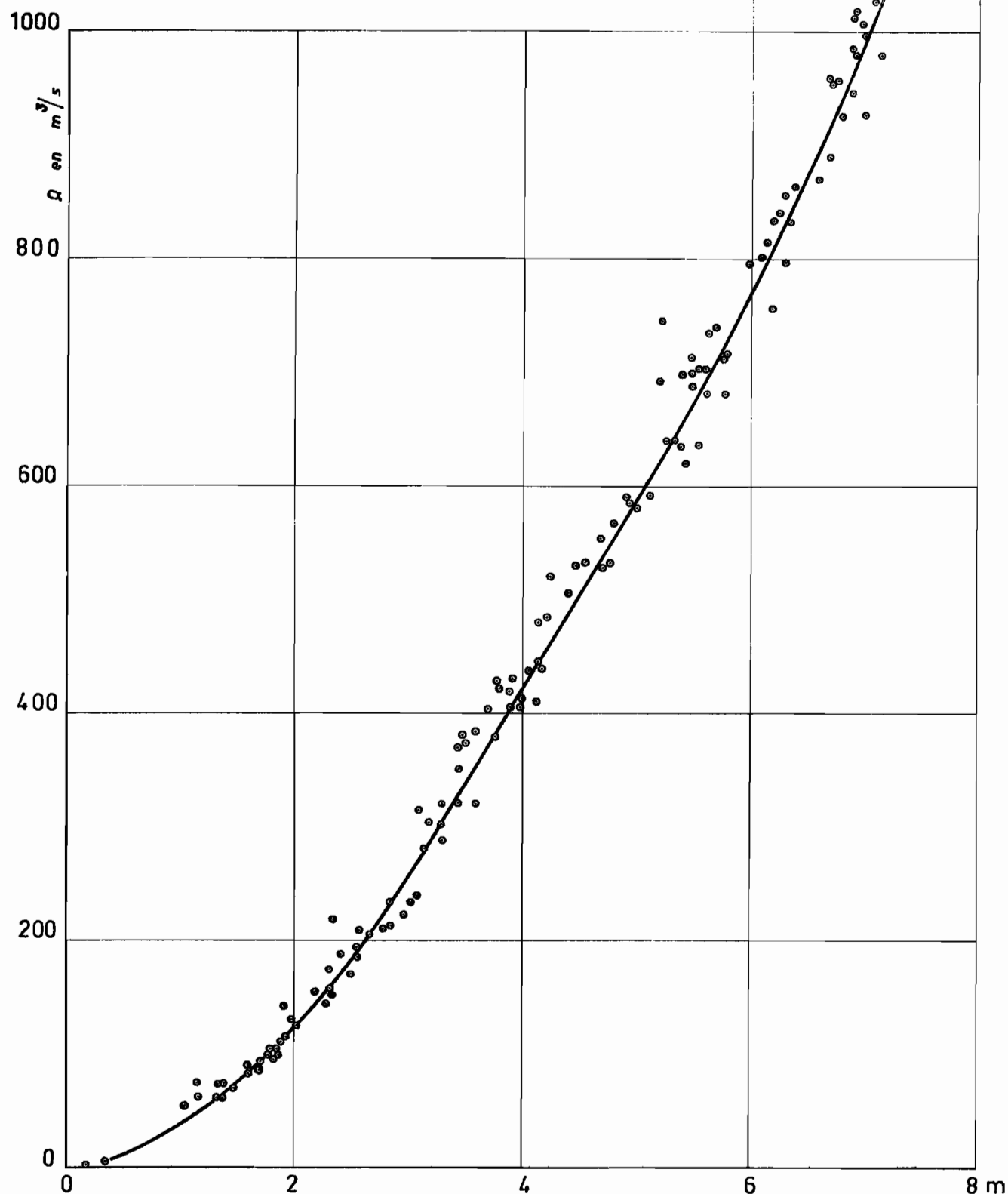
Jaugeages de la FALEME à FADOUGOU (suite)

N°	Date	H. cm	Q. m3/s	N°	Date	H. cm	Q. m3/s
85	27/8/56	624	837	114	12/ 9/56	630	796
86	27/8/56	636	831	115	12/ 9/56	620	755
87	28/8/56	620	832	116	13/ 9/56	550	699
88	28/8/56	630	856	117	16/ 9/56	267	205
89	28/8/56	670	957	118	20/ 9/56	236	152
90	28/8/56	680	925	119	22/ 9/56	230	145
91	28/8/56	681	1065	120	27/ 9/56	202	126
92	28/8/56	690	1010	121	28/ 9/56	198	131
93	29/8/56	730	1060	122	29/ 9/56	193	116
94	29/8/56	725	1035	123	30/ 9/56	192	114
95	29/8/56	723	1050	124	31/ 9/56	189	108
96	29/8/56	700	925	125	1/11/56	188	101
97	30/8/56	690	941	126	2/11/56	184	103
98	30/8/56	690	986	127	2/11/56	182	95
99	31/8/56	676	955	128	4/11/56	180	106
100	31/8/56	671	888	129	5/11/56	178	98
101	1/9/56	691	1000	130	5/11/56	172	90
102	1/9/56	698	1005	131	6/11/56	170	88
103	1/9/56	710	1025	132	6/11/56	169	86
104	1/9/56	715	978	133	8/11/56	172	94
105	1/9/56	721	1060	134	12/11/56	163	81
106	2/9/56	758	1175	135	15/11/56	160	90
107	2/9/56	755	1085	136	19/11/56	148	70
108	2/9/56	750	1050	137	20/11/56	145	69
109	10/9/56	660	868	138	24/11/56	137	60
110	10/9/56	670	956	139	26/11/56	135	74
111	11/9/56	692	1015	140	28/11/56	132	60
112	11/9/56	692	980	141	28/ 3/57	034	5
113	12/9/56	640	863	142	9/ 4/63	019	1,9

GrII-1

COURBE D'ÉTALONNAGE

La FALÉMÉ à FADOUGOU



1.1.2. - La FALEME à GOURBASSI

B.V. = 17 100 km²

Coordonnées géographiques } longitude 11° 38' W
 } latitude 13° 24' N

Une première échelle en lave émaillée constituée par 9 éléments métriques verticaux est mise en service par la MAS le 4 Mars 1954.

Elle est située sur la rive droite de la FALEME 100 mètres à l'aval du campement de la MAS. Elle n'a pas été rattachée à un repère fixe.

Un limnigraphe BÄR mensuel est installé à la même époque au droit du campement. En mars 1957, une seconde échelle destinée à remplacer la première est implantée à quelques mètres à l'aval du limnigraphe soit 100 mètres à l'amont du premier emplacement. Le zéro est calé de manière à avoir la même lecture (0,40 m) aux 2 échelles le jour de l'installation de la seconde. L'échelle n'a pas été rattachée à un repère fixe et la correspondance des 2 échelles n'a pas été établie. On peut toutefois penser, étant donné la régularité des profils en long et en travers que la coïncidence des cotes est à peu près conservée pour tous les niveaux du plan d'eau.

Le calage des limnigrammes était fait d'après les lectures aux échelles.

Des relevés bijournaliers ont été effectués de façon assez continue depuis la mise en service de cette station. Les lacunes s'observent le plus souvent en basses eaux surtout depuis 1960.

Les limnigrammes sont très incomplets et pour la plupart inexploitable.

Etalonnage

La station a été tarée par la MAS à l'aide de 130 jaugeages effectués en 1957 pour des hauteurs à l'échelle comprises entre 0,90 et 6,87 m (débits variant de 22 à 1366 m³/s).

Un jaugeage d'étiage effectué par l'ORSTOM le 12 Avril 1963 permet de préciser le tarage en dessous de 20 m³/s.

Les résultats des mesures sont récapitulés dans le tableau n° 2.2.

Le tarage représenté par le graphique n° II.2 est à peu près satisfaisant mais nécessite une extrapolation assez importante en hautes eaux.

Hauteurs maximales

Les pointes de crue annuelles les plus élevées enregistrées au cours des 11 années d'observations sont les suivantes :

année	date	hauteur maximale
1964	4 Septembre	936
1961	9 Septembre	879
1954	2 Septembre	839

Les débits correspondants ne sont connus qu'à ± 10 %.

TABLEAU n° 2.2.

Jaugeages de la FALEME à GOURBASSI

N°	Date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	Date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	18/6/57	174	98	31	13/7/57	215	147
2	18/6/57	191	131	32	13/7/57	210	152
3	19/6/57	216	160	33	14/7/57	230	169
4	19/6/57	210	156	34	14/7/57	220	148
5	19/6/57	200	134	35	15/7/57	194	113
6	20/6/57	192	111	36	15/7/57	185	103
7	20/6/57	190	108	37	17/7/57	184	110
8	21/6/57	169	92	38	17/7/57	180	106
9	21/6/57	167	86	39	18/7/57	175	105
10	22/6/57	150	71	40	18/7/57	175	100
11	22/6/57	145	71	41	21/7/57	266	221
12	24/6/57	139	47	42	21/7/57	274	240
13	25/6/57	131	49	43	21/7/57	280	220
14	26/6/57	131	51	44	21/7/57	284	208
15	27/6/57	130	46	45	22/7/57	225	150
16	28/6/57	118	42	46	22/7/57	215	148
17	29/6/57	108	26	47	31/7/57	265	228
18	2/7/57	90	22	48	31/7/57	265	225
19	3/7/57	108	35	49	1/8/57	257	211
20	5/7/57	166	95	50	1/8/57	250	189
21	5/7/57	170	103	51	2/8/57	289	278
22	6/7/57	175	100	52	2/8/57	290	275
23	7/7/57	192	124	53	3/8/57	323	340
24	8/7/57	179	104	54	3/8/57	327	332
25	10/7/57	230	179	55	4/8/57	370	459
26	10/7/57	235	185	56	4/8/57	377	470
27	11/7/57	253	197	57	4/8/57	383	497
28	11/7/57	245	192	58	4/8/57	391	525
29	12/7/57	225	153	59	4/8/57	405	545
30	12/7/57	220	158	60	4/8/57	410	557

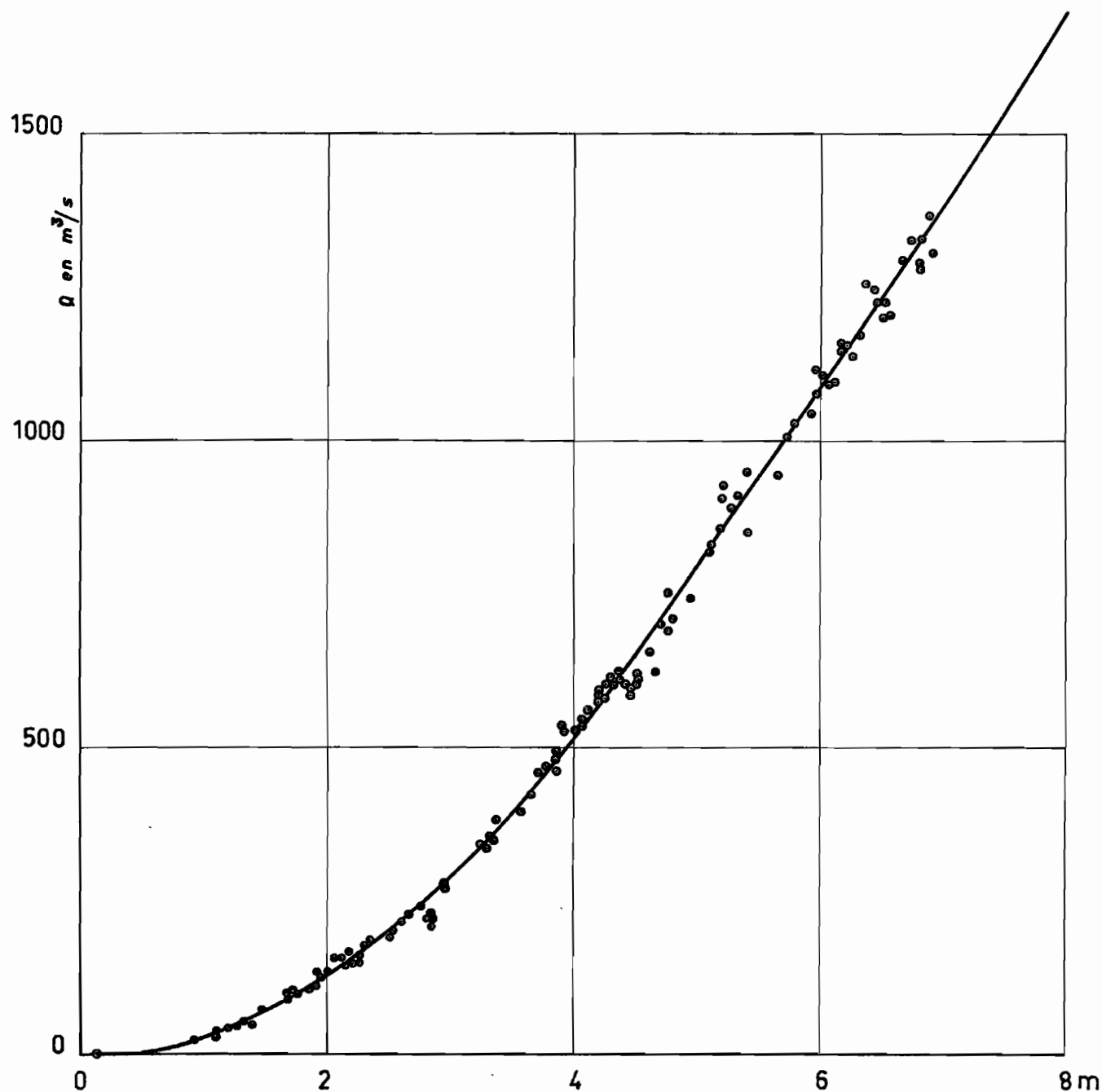
TABLEAU n° 2.2.

(suite)

N°	Date	H (cm)	Q (m ³ /s)	n°	Date	H (cm)	Q (m ³ /s)
61	5/8/57	430	600	96	20/8/57	525	890
62	5/8/57	435	612	97	21/8/57	521	925
63	6/8/57	441	585	98	21/8/57	520	905
64	6/8/57	441	597	99	22/8/57	533	855
65	7/8/57	450	610	100	24/8/57	495	742
66	7/8/57	452	620	101	28/8/57	384	483
67	8/8/57	420	583	102	2/9/57	373	450
68	8/8/57	428	617	103	3/9/57	390	534
69	9/8/57	436	622	104	3/9/57	400	527
70	10/8/57	420	595	105	4/9/57	420	577
71	12/8/57	336	380	106	4/9/57	425	602
72	13/8/57	388	535	107	4/9/57	440	603
73	13/8/57	403	532	108	5/9/57	475	690
74	13/8/57	420	592	109	5/9/57	479	711
75	14/8/57	460	655	110	6/9/57	450	603
76	14/8/57	463	619	111	11/9/57	594	1113
77	14/8/57	470	700	112	11/9/57	630	1170
78	14/8/57	473	750	113	12/9/57	610	1094
79	15/8/57	509	815	114	14/9/57	635	1255
80	15/8/57	512	831	115	14/9/57	641	1243
81	15/8/57	527	890	116	14/9/57	645	1224
82	15/8/57	532	910	117	14/9/57	651	1225
83	15/8/57	540	947	118	14/9/57	665	1293
84	16/8/57	600	1105	119	14/9/57	672	1325
85	16/8/57	605	1090	120	14/9/57	680	1327
86	17/8/57	625	1135	121	14/9/57	687	1366
87	17/8/57	620	1152	122	15/9/57	689	1301
88	17/8/57	618	1155	123	15/9/57	680	1290
89	17/8/57	615	1145	124	16/9/57	654	1200
90	18/8/57	594	1075	125	16/9/57	650	1199
91	18/8/57	590	1045	126	25/9/57	385	462
92	18/8/57	577	1030	127	26/9/57	365	420
93	19/8/57	570	1006	128	27/9/57	353	395
94	19/8/57	565	944	129	28/9/57	333	350
95	20/8/57	539	850	130	30/9/57	330	355
				131	12/4/63	014	0,9

COURBE D'ÉTALONNAGE

La FALÉMÉ à GOURBASSI



1.1.3. - La FALEME à KIDIRA B.V. = 28 900 km²

Coordonnées géographiques } longitude : 12° 13'
latitude : 14° 27' N

En 1930, la Compagnie du DAKAR - NIGER installe une échelle au pont de chemin de fer de KIDIRA. L'échelle se compose de 3 règles en bois fixées sur les parements aval des 2 premières piles du pont en partant de la rive gauche. Les 2 tronçons supérieures se trouvent sur la première pile, le tronçon inférieur sur la pile suivante.

En Février 1936, la M.E.F.S. rattache l'échelle à la borne S.H.O.N. de KIDIRA portant l'altitude 34,34 M.E.F.S.

Des documents établis par la M.E.F.S. à la suite de ce rattachement, on tire les renseignements suivants :

Altitude du zéro : 20,71 M.E.F.S.

1er tronçon	:	gradué de 0 à 5,20 m
2ème tronçon	:	" de 5,20 à 8,20 m
3ème tronçon	:	" de 8,20 à 11,40 m.

Il semble qu'une erreur grossière ait été commise dans ce rattachement. Un plan d'eau à 20,71 M.E.F.S. correspond à un niveau voisin de l'étiage absolu médian. Aussi on ne comprend pas pourquoi les relevés anciens bien qu'effectués jusqu'à la hauteur zéro à l'échelle sont interrompus de Novembre à Juillet.

On note, d'autre part, que des hauteurs négatives (jusqu'à - 0,80 m) ont été relevées en 1938 et 1939. On peut donc supposer que la base de l'échelle correspondait à une hauteur négative, peut être la division - 1 m que la M.E.F.S. aurait prise pour la division zéro.

Il ne fait de toute façon aucun doute que l'échelle avait son zéro bien au dessus de celui mentionné par la M.E.F.S. L'erreur métrique apparaît comme étant la plus vraisemblable.

Les 2 tronçons supérieurs de l'échelle ont été emportés au cours de la crue 1950. En 1952, l'élément inférieur

subsiste encore (renseignement tiré du rapport de mission de M. MAURICE en 1952), mais disparaissait les années suivantes.

Après 1936, l'échelle n'a pas fait l'objet de rattachements de la part de la MAS et de l'UHEA.

Pour compléter l'information, nous mentionnerons qu'un point d'eau à KIDIRA a été effectué le 5 Juillet 1930 par le S.H.O.N. (donnée extraite des carnets topographiques relatifs au nivellement AROUNDU - KIDIRA par le S.H.O.N.).

Le plan d'eau rattaché à la borne S.H.O.N. : 34,34 M.E.F.S. de KIDIRA est à l'altitude 21,50 M.E.F.S.

La lecture à l'échelle le même jour (H = 010) situe le zéro à 21,40 M.E.F.S.

Enfin en 1952, M. MAURICE relate que le tronçon inférieur, le seul qui subsistait encore à cette date, était gradué tous les 50 cm de 0 à 5,50 m.

Une photo est jointe au rapport, elle date du 17 Janvier et montre que le niveau était à 10 cm environ au dessous de la division zéro, ce qui situe cette dernière à la cote 21,90 M.E.F.S. et la division extrême 5,50 m à 27,40 M.E.F.S. (le plan d'eau relevé sur le limnigramme U.H.E.A. le 17 Janvier étant à la cote 21,81 M.E.F.S.).

Le calage de ce tronçon d'échelle en 1952 est très différent de celui de l'élément qui existait en 1936, même en admettant une erreur d'un mètre sur le rattachement de cet élément.

Il est donc à peu près certain que l'échelle a été remplacée au cours de la période 1936-52 avec modification du zéro.

En ce qui concerne le calage de l'échelle en 1936, nous avons émis l'hypothèse d'une erreur métrique commise par la M.E.F.S.

On peut supposer également que l'échelle était mal graduée dans sa partie basse.

La validité de cette deuxième hypothèse sera étudiée dans le paragraphe suivant à partir des informations que donnera la comparaison des tarages de l'ancienne et de la nouvelle échelle.

Les relevés ont été effectués régulièrement ; basses eaux et étiage exceptés, de 1930 à 1942. De 1943 à 1950, on compte seulement 2 années de relevés (1944 et 1946).

En 1950 et 1951, l'U.H.E.A. chargée de l'exploitation de l'ensemble du réseau du Sénégal, consacre des moyens importants à la remise en service de la station en l'équipant d'un limnigraphe et d'une échelle en lave émaillée.

Le limnigraphe BÄR 30 jours, installé sur la rive gauche 50 mètres en amont du pont, est mis en service le 1er Mai 1951. Il est exploité la première année en altitudes M.E.F.S. (borne repère U.H.E.A. à proximité de l'appareil).

La nouvelle échelle est posée avant la crue 1952 à 20 m à l'amont du pont sur la rive gauche.

Elle est formée de 12 éléments en lave émaillée inclinés à 45° et scellés sur des massifs en béton.

Son zéro dans le système M.E.F.S. est à l'altitude 20,50 M.E.F.S.

Plus tard, l'échelle a été rattachée au nivellement général de l'I.G.N. (nivellement effectué par rapport au macaron I.G.N. scellé à l'extrémité rive gauche du pont côté amont). Son zéro est à l'altitude 19,605 IGN. La constante IGN M.E.F.S. pour KIDIRA s'établit à 0,895 m.

Le limnigraphe est exploité correctement jusqu'en 1954. Seuls les enregistrements de basses eaux doivent être éliminés à cause du colmatage du canal d'amenée.

Par la suite, les lacunes sont nombreuses et couvrent parfois l'année entière (absence d'enregistrement ou limnigrammes inexploitable).

Depuis sa mise en service en 1952, l'échelle a été observée régulièrement exception faite des dernières années pour lesquelles on observe des mois entiers sans relevés (Octobre 1960 - Juillet 1963 - Mai 1964).

La correspondance entre l'ancienne échelle, si l'on considère par exemple la position qu'elle occupait en 1936, et la nouvelle échelle, n'a pas été établie.

A cause de la singularité que présente la ligne d'eau le long des piles du pont, l'écart entre les lectures ne peut être obtenu par simple différence des altitudes des zéros. La correspondance des échelles peut être définie en estimant que la perte de charge entre les 2 échelles varie de quelques cm à l'étiage à 30 cm en hautes eaux. Compte tenu de la faible précision des relevés anciens et de l'incertitude du calage, la prise en compte de cette correspondance, malgré son caractère arbitraire, n'est pas susceptible de diminuer de façon sensible la valeur des résultats.

Etalonnage.

La station de KIDIRA présente une section stable. La nature rocheuse du lit au droit de l'échelle et à l'emplacement du pont, où l'on observe la formation d'un léger seuil à l'étiage, en témoigne. On peut même considérer que la section du pont joue le rôle de section de contrôle. En conséquence il est impensable que le tarage ait pu varier depuis 1930.

Tarage ancien.

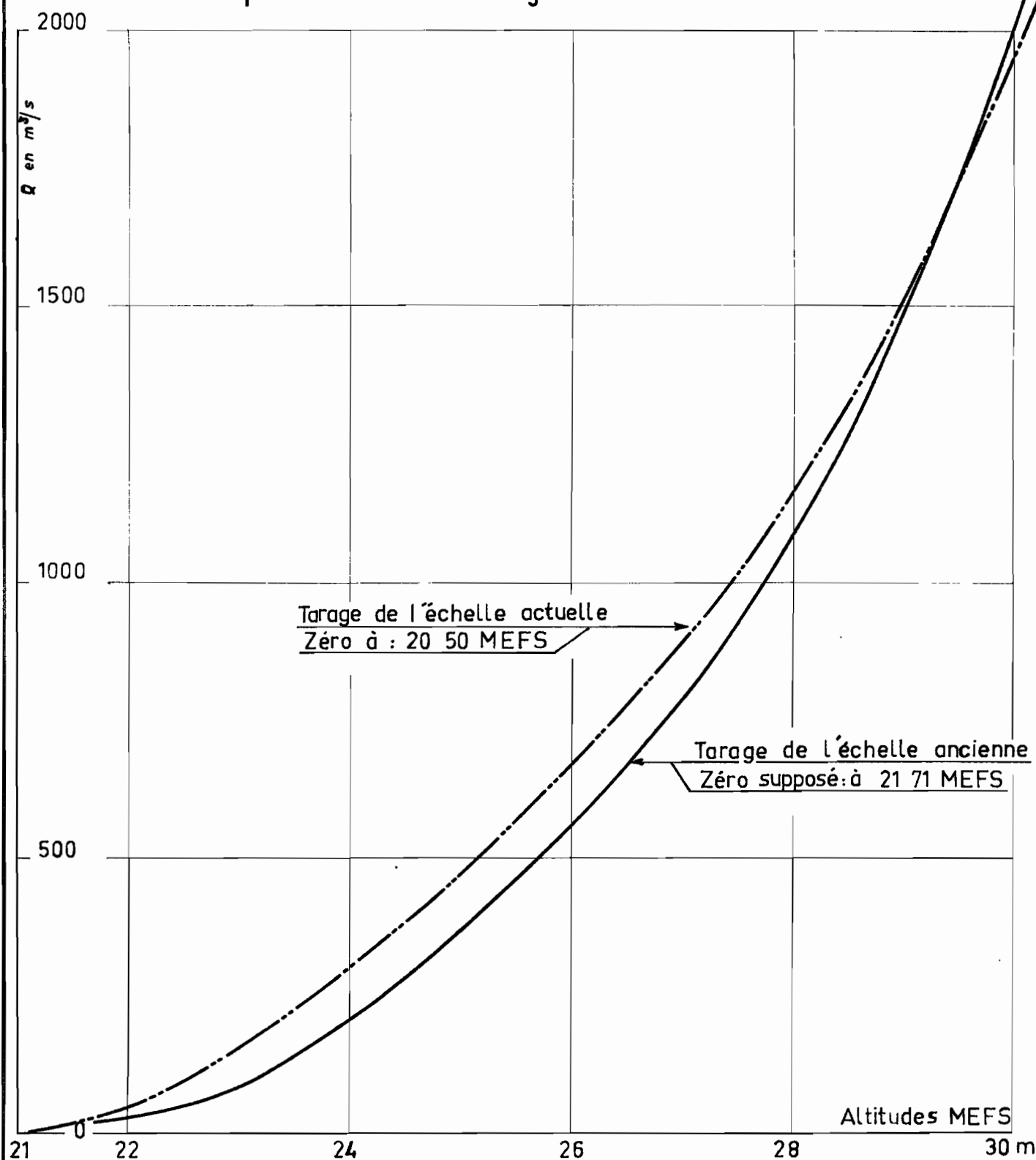
Une courbe de tarage a été dressée par la M.E.F.S. d'après les résultats des campagnes des jaugeages effectuées en 1937 et 1938. C'est le seul document qui subsiste des mesures anciennes. Les carnets récapitulant les données des jaugeages et les résultats des dépouillements n'ont pas été retrouvés dans les archives.

Nous avons reporté sur un même graphique (n° II-3) où les hauteurs sont exprimées en altitudes M.E.F.S., la courbe de tarage M.E.F.S. en admettant provisoirement que le zéro de l'échelle ancienne se trouve à 21,71 M.E.F.S. et la courbe de tarage relative à l'échelle actuelle (zéro à 20,50 M.E.F.S.). On constate sur ce graphique que les tracés sont très différents en hautes eaux. L'extrapolation effectuée par la M.E.F.S. conduit à des débits très supérieurs à ceux du tarage actuel.

La FALÉMÉ à KIDIRA

CRITIQUE DU CALAGE DE L'ÉCHELLE ANCIENNE

Par comparaison de son tarage avec celui de l'échelle actuelle



Par contre, en moyennes eaux, soit pour une hauteur à la vieille échelle comprise entre 1 et 5 m, les courbes sont sensiblement identiques et se déduisent l'une de l'autre par translation de 70 cm environ effectuée parallèlement à l'axe des hauteurs, ce qui situerait le zéro de l'échelle ancienne aux alentours de la cote 21,00 M.E.F.S.

Ceci nous laisse à penser que la cote 20,71 M.E.F.S. du zéro donnée par la M.E.F.S. en 1936 est peut-être exacte mais qu'elle devait correspondre aux tronçons supérieurs de l'échelle.

Enfin, la comparaison des tarages en basses eaux ($H < 1,50$ m à l'ancienne échelle) fournit la correspondance suivante des échelles.

Hauteurs d'eau		Altitude du	Cote MEFS du zéro
		plan d'eau	en fonction des
vieille échelle	nouvelle échelle	(M.E.F.S.)	graduations de
(cm)	(cm)	(m)	la vieille échelle
			(en m)
000	117	21,67	21,67
050	136	21,86	21,36
100	163	22,13	21,13
150	202	22,52	21,02

Des écarts aussi importants entre les indications des 2 échelles sont rigoureusement impossibles, quand on sait pour l'avoir observé que la dénivellée entre les plans d'eau aux 2 échelles est négligeable dans l'intervalle des cotes considérées.

Il faut donc admettre que les graduations inférieures de l'échelle ancienne étaient erronées (division zéro située 70 cm trop haut), comme l'indique le tableau ci-dessus.

Cela rejoint la constatation faite précédemment à propos des relevés, et selon laquelle on concluait qu'il était impossible que la division zéro se situe à 20,71 M.E.F.S.

En conséquence, nous ne tiendrons pas compte des lectures anciennes inférieures à 1,00 m.

En définitive toutes les tentatives faites pour déterminer le zéro de l'échelle ancienne de KIDIRA, à partir des renseignements que nous possédons conduisent à des résultats plutôt qualitatifs.

Pour l'exploitation des relevés antérieurs à 1950, le procédé le plus sûr a consisté à ajuster le calage de l'échelle de façon que la corrélation des modules de KIDIRA et de KAYES - cette dernière station étant la seule qu'on puisse adopter comme base de comparaison - s'identifie à celle établie pour la période sûre (1951-1964).

Une station située sur le BAFING eut fourni une meilleure base de comparaison des modules. Malheureusement on ne possède aucun relevé valable sur cette rivière avant 1950.

La détermination des débits journaliers à KIDIRA avant 1950, a été faite en admettant que l'échelle est graduée correctement au dessus de la division 1 mètre et en appliquant aux relevés le tarage déduit du tarage actuel au moyen de la correspondance admise pour les cotes du plan d'eau au droit des 2 échelles (dénivelée maximale égale à 30 cm en très hautes eaux).

L'ajustement des modules par rapport à ceux de KAYES, obtenu en jouant sur l'altitude du zéro de l'échelle, nous a conduit à retenir 2 positions successives du zéro de l'échelle.

Une position relative aux années 1930 à 1932 avec un zéro situé à 21,40 M.E.F.S.

Une position relative à la période 1933 - 1946 avec un zéro situé à 20,70 M.E.F.S.

La position du zéro donnée par la M.E.F.S. et jugée initialement aberrante se trouve donc confirmée.

Tarage de la nouvelle échelle.

L'U.H.E.A. a effectué 12 jaugeages en 1950 et 1951. La section de mesure est située 800 m en amont du limnigraphe. La pente superficielle est relevée à chaque opération. En basses eaux, les jaugeages sont faits au bac de NAHE 7 km en amont de KIDIRA.

32 jaugeages sont effectués en 1952 et 1954 par la MAS qui utilise la même section. Signalons qu'un certain nombre d'entre eux correspondent seulement à des mesures faites en surface.

Enfin 5 jaugeages de contrôle ont été effectués par l'ORSTOM de 1962 à 1965.

Le tableau n° 2.3. récapitule ces mesures. Les résultats (voir graphique n° II-4) sont assez dispersés notamment dans la partie centrale de la courbe.

La dispersion devient acceptable si on élimine les mesures effectuées par la MAS en 1954 qui, pour la plupart, donnent des débits plus faibles que les autres (jaugeages probablement effectués avec un moulinet tournant mal). Nous avons très peu tenu compte de ces mesures.

Signalons que les hauteurs à l'échelle relevées sur les originaux des jaugeages 19 et 20 ne correspondent pas aux hauteurs enregistrées par le limnigraphe.

Pour le jaugeage n° 20, la correction a pour effet de rapprocher le point figuratif de la courbe. Par contre, la correction de hauteur pour le jaugeage n° 19 conduit à un résultat aberrant.

On dispose seulement de 2 mesures (jaugeages n° 28 et 29) pour tracer la partie supérieure de la courbe.

Le jaugeage n° 28, consistant en mesures effectuées uniquement en surface présente peu d'intérêt. Le débit correspondant au jaugeage n° 29 a été ramené de 2085 à 1930 m³/s. (interpolation erronée des vitesses entre les rives et les verticales extrêmes).

En définitive, le tarage est assez sûr jusqu'à la hauteur 7 m à l'échelle. Au delà, le tracé obtenu par extrapolation linéaire de la vitesse moyenne dans la section et basé sur le résultat d'un seul jaugeage n'est que provisoire.

TABLEAU n° 2.3.

LISTE des JAUGEAGES de la FALEME à KIDIRA

A - Opérateurs de l'U.H.E.A.

N°	Date	Cote (cm)	Débit (m3/s)	N°	Date	Cote (cm)	Débit (m3/s)
	<u>1950</u>						
1	8/10	534	654	7	30/9	428	477
2	9/10	517	599	8	14/10	770	1113
3	25/10	368	354	9	15/10	710	1008
				10	16/10	677	1072
	<u>1951</u>			11	3/11	475	515
4	22/8	480	611		<u>1952</u>		
5	23/8	578	799				
6	29/9	392	378	12	1/4	071	2,7

B - Opérateurs de la MAS

N°	Date	Cote (cm)	Débit (m3/s)	N°	Date	Cote (cm)	Débit (m3/s)
	<u>1952</u>						
				20	16/9	550 (2)	733
				21	19/9	515	628
13	10/8	337	276	22	20/9	591	710
14	11/8	352	356	23	21/9	674	948
15	1/9	286	188	24	22/9	705	1074
16	6/9	335	245	25	23/9	725	1107
17	9/9	387	329	26	24/9	791	1336
18	10/9	448	457	27	25/9	722	905
19	15/9	472 (1)	525	28	26/9	865	1581
				29	27/9	950	1930

{1} - Cote relevée sur le limnigramme : 560
 {2} - " " " : 585

TABLEAU n° 2.3. (suite)

LISTE des JAUGEAGES de la FALEME à KIDIRA

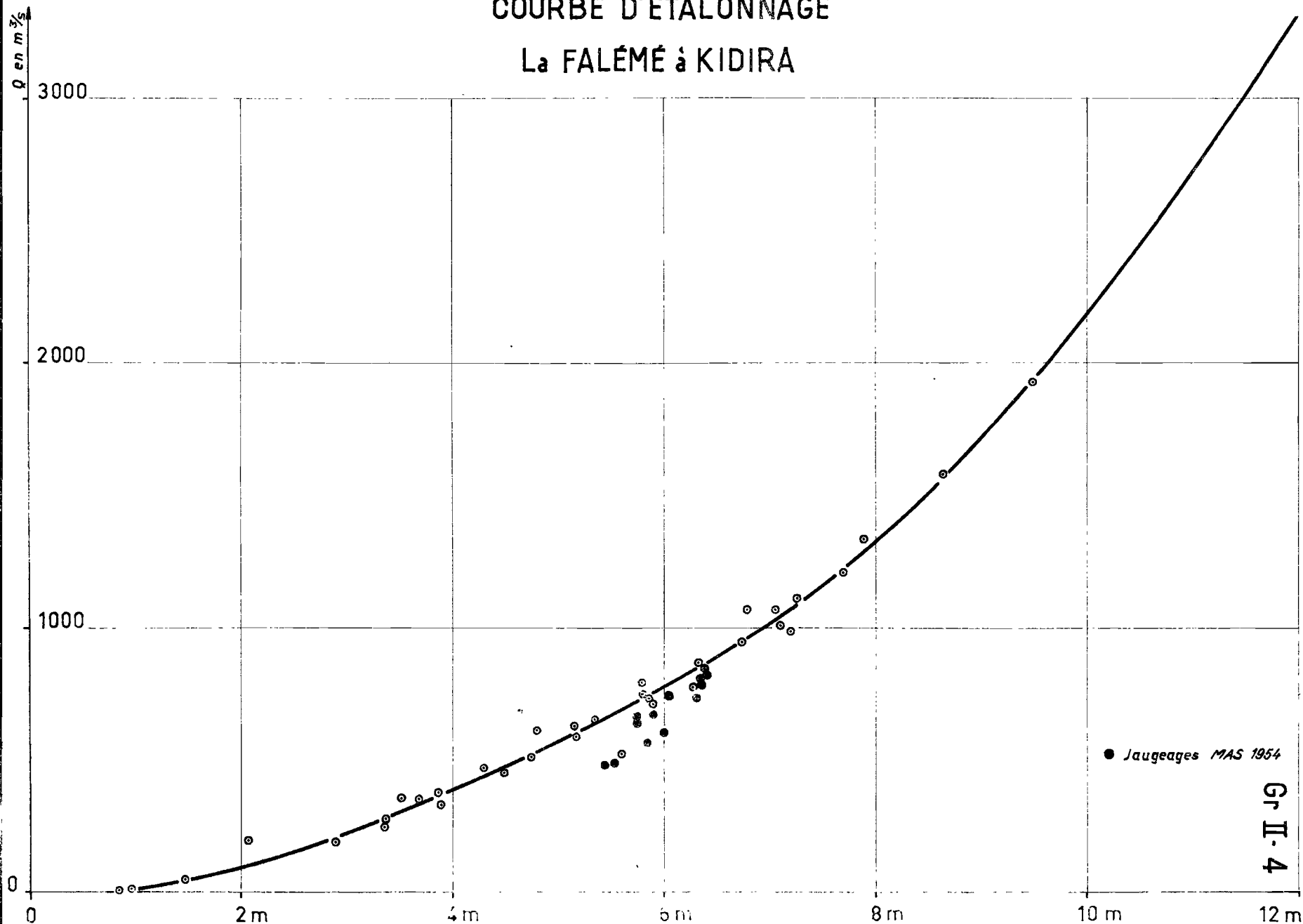
B - Opérateurs de la MAS (suite)

N°	Date	Cote (cm)	Débit (m3/s)	N°	Date	Cote (cm)	Débit (m3/s)
30	20/10	626	777	36	24/9	590	673
31	18/11	209	198	37	24/9	600	604
	<u>1954</u>			38	24/9	605	740
				39	25/9	634	810
32	22/9	554	495	40	25/9	638	850
33	22/9	585	565	41	25/9	640	820
34	23/9	575	663	42	25/9	635	788
35	23/9	575	638	43	26/9	632	729
				44	28/9	545	481

C - Opérateurs de l'ORSTOM

N°	Date	Cote (cm)	Débit (m3/s)	N°	Date	Cote (cm)	Débit (m3/s)
	<u>1962</u>			47	31/8	634	874
45	7/2/	086	6,8	48	30/11	149	45,8
	<u>1963</u>				<u>1965</u>		
46	30/8	583	746	49	14/2	099	11,7

COURBE D'ÉTALONNAGE La FALÉMÉ à KIDIRA



Gr II-4

Pente KIDIRA - AROUNDU.

AROUNDU est le village situé au confluent de la FALEME avec le SENEGAL. Bien que KIDIRA se trouve à une distance de 50 km du confluent, on peut se demander si l'évolution du plan d'eau du Sénégal à AROUNDU, relativement indépendante en période de crue de celle du plan d'eau à KIDIRA peut avoir une influence sur la relation hauteur - débit de la FALEME à cette station.

Pour le savoir, il convient d'étudier entre quelles limites varie la dénivelée entre KIDIRA et AROUNDU en s'intéressant plus particulièrement à la limite inférieure.

La cote à AROUNDU que nous avons prise en considération pour le calcul de cette dénivelée est obtenue par interpolation linéaire des niveaux à AMBIDEDI et à BAKEL, ce qui constitue une approximation suffisante pour l'étude envisagée.

Les données recueillies pour les périodes correspondant à l'exécution des jaugeages (1951 à 1954 et 1963) montrent que les variations de pente ne peuvent guère être tenues pour responsables de la dispersion des mesures.

Ce point méritait d'être vérifié. Les dénivelées les plus faibles de la série des valeurs correspondant aux jaugeages sont comprises entre 3,00 m et 3,50 m (pente de l'ordre de 6 à 7 cm/km) et concernent toujours les moyennes eaux.

Signalons pourtant que la dénivelée peut atteindre des valeurs plus faibles.

En 1958, on relève les pentes minimales suivants :

$\triangle H$	$\frac{1}{2}$	1,50 m pendant	4 jours
	$\frac{1}{3}$	2,00 "	7 jours
	$\frac{1}{4}$	2,50 "	17 jours

Mais il s'agit là de circonstances assez exceptionnelles. Sans exclure totalement, l'influence de la crue du Sénégal sur l'écoulement à KIDIRA, paraît négligeable. Sa détermination nécessiterait l'exécution de jaugeages suffisamment précis avec des conditions aval les plus variées possible.

Les valeurs maximales de la dénivelée correspondent aux pointes de crue de la FALEME et atteignent couramment 7 à 8 m (pente de 15 cm/km).

1.2. - Le BASSIN du BAFING

Avant 1950, il n'existe qu'une seule station sur le BAFING : MAHINA située à 6 km en amont du confluent avec le BAKOYE et observée depuis 1904.

Reliée au confluent par un bief large et profond, la station de MAHINA subit l'influence du régime du BAKOYE. Elle reflète surtout le régime du SENEGAL à BAFOULABE et très peu celui du BAFING. Il faut donc en ce qui concerne le BAFING l'éliminer du réseau.

Après 1950, 5 stations furent mises en service sur le BAFING, mais 3 seulement, ci-dessous énumérées, sont exploitables.

- DEGUERRE : créée en 1951 par l'U.H.E.A. et abandonnée en 1960.
- DIBIA : mise en service par la MAS en 1956 et toujours en exploitation.
- DAKKA SAIDOU : située sur le cours supérieur et exploitée par la MAS depuis 1952.

Des 2 stations de DEGUERRE et DIBIA situées sur le cours inférieur du BAFING, seule la première est tarée.

Compte tenu de la faible différence de superficie de leurs bassins respectifs, qui se traduit par une corrélation satisfaisante des hauteurs journalières aux 2 stations, les données de DIBIA ont pu être exploitées; mais sous l'angle des résultats, cela revient à confondre les 2 stations en une seule, celle de DEGUERRE.

La station de BAFING - MAKANA sur le cours moyen du BAFING, mise en service en 1955 par la MAS, présente des relevés incomplets que l'absence de tarage ne permet pas d'exploiter.

La station guinéenne de BALABORI est encore plus défavorisée.

Les 2 années d'observations que l'on possède en 1955 et 1956 ne pourront probablement jamais être exploitées.

En résumé, on dispose pour l'étude du BAFING de 11 années de relevés au couple DEGUERRE - DIBIA en service depuis 1951 sur le BAFING inférieur, et de 12 années à la station de DAKKA SAIDOU observée depuis 1952.

1.2.1. - Le BAFING à BALABORI

B.V. = 11 600 km²

Coordonnées géographiques } longitude : 11° 20'W
 } latitude : 11° 17'N

C'est la seule station guinéenne qui ait jamais existé sur le bassin du SENEGAL.

Elle a été installée en 1955 et on possède des relevés pour 1955 et 1956. Il est probable qu'elle a été abandonnée par la suite.

Le zéro n'a pas été nivelé, ni rattaché à un repère fixe. Aucun jaugeage n'a été effectué.

1.2.2. - Le BAFING à DAKKA SAÏDOU

B.V. = 15 700 km²

Coordonnées géographiques } longitude : 10° 37'W
 } latitude : 11° 57'N

Une échelle provisoire a été posée par la MAS le 5 Février 1952.

L'échelle définitive, en lave émaillée, graduée de 0 à 7 mètres, a été installée début 1954. Son zéro placé 34 cm plus bas que celui de l'échelle 1952 a été rattaché par la MAS au repère IGN de DAKKA SAÏDOU.

Les résultats de ce rattachement sont les suivants :

Altitude du zéro de l'échelle : 307,42 IGN.
Dénivelée par rapport au repère IGN : 5,34 m.

En 1955, la MAS complète l'équipement en installant un limnigraphe BAR mensuel.

Exception faite de l'année 1961, l'échelle a été observée très régulièrement. Le limnigraphe a fourni des enregistrements corrects mais a cessé d'être exploité en 1960.

Les lectures à l'échelle et les données des limnigrammes concordent bien. Aussi les relevés sont particulièrement sûrs jusqu'en 1960.

Etalonnage.

En 1955, la MAS a effectué 36 jaugeages pour des hauteurs à l'échelle comprises entre 0,70 m et 6,51m (débits variant de 34,6 à 2117 m³/s).

Un jaugeage d'étiage a été fait par l'ORSTOM en Avril 1963.

Les données sont rassemblées dans le tableau n° 2.4. Malgré une certaine dispersion des résultats pour les mesures de moyennes eaux, la courbe obtenue (voir graphique n° II-5) est acceptable. On peut toutefois craindre des erreurs systématiques pour ces jaugeages car il est signalé par le moulinet utilisé n'était pas en parfait état.

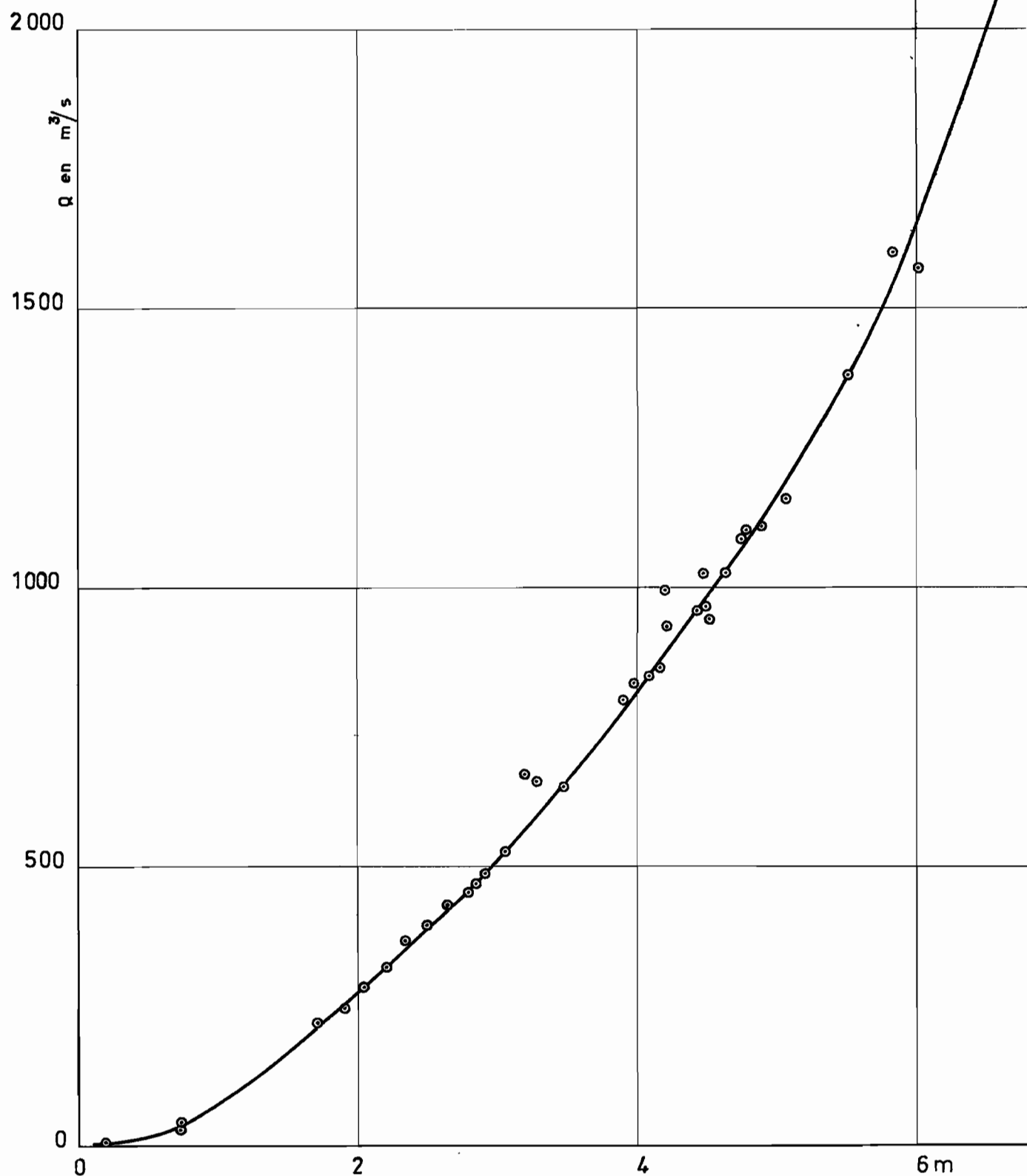
TABLEAU n° 2.4.

LISTE des JAUGEAGES du BAFING à DAKKA SAÏDOU

N°	Date	Cote (cm)	Débit (m3/s)	N°	Date	Cote (cm)	Débit (m3/s)
	<u>1955</u>			19	3/ 9	420	994
1	27/4	70	34,6	20	5/ 9	398	831
2	29/4	73	43,5	21	11/ 9	451	965
3	2/5	72	36,0	22	12/ 9	453	946
4	25/7	280	455	23	15/ 9	416	856
5	27/7	348	646	24	10/10	391	797
6	28/7	478	1098	25	15/10	330	653
7	29/7	651	2117	26	16/10	321	666
8	2/8	602	1570	27	18/10	305	527
9	3/8	584	1602	28	26/10	290	489
10	6/8	553	1378	29	2/11	285	469
11	8/8	448	1024	30	8/11	264	427
12	9/8	422	931	31	10/11	250	394
13	10/8	408	838	32	12/11	234	367
14	18/8	507	1161	33	14/11	220	318
15	23/8	475	1089	34	17/11	203	279
16	25/8	488	1112	35	20/11	190	250
17	27/8	463	1028	36	26/11	171	221
18	2/9	444	957		<u>1963</u>		
				37	10/4	020	8,9

COURBE D'ÉTALONNAGE

Le BAFING à DAKKA SAÏDOU



1.2.3. - LE BAFING à BAFING MAKANA B.V. = 22 000 km²

Coordonnées géographiques } longitude : 10° 17'W
 } latitude : 12° 33'N

Une échelle en lave émaillée a été posée en 1954 par la MAS et mise en service en 1955. Elle est graduée de 0 à 8 m. Son zéro n'a pas été rattaché à un repère fixe.

On observe des lacunes dans les relevés dues à une hauteur insuffisante de l'échelle dont le sommet est dépassé par la crue presque chaque année.

L'absence de lectures en basses eaux est assez fréquente

Aucun jaugeage n'a été effectué.

1.2.4. - LE BAFING à DIBIA B.V. = 33 500 km²

Coordonnées géographiques } longitude : 10° 48'W
 } latitude : 13° 14'N

La station de DIBIA est située juste à l'aval du confluent du BALINN et du BAFING. La MAS a retenu cet emplacement de préférence à celui de DEGUERRE pour l'établissement, sur le BAFING inférieur, d'un poste d'annonce de crue en liaison radio avec GOUINA et BAKEL. Il en est résulté un abandon progressif de celui de DEGUERRE.

Une échelle et un limnigraphe ont été installés par la MAS en 1956 sur la rive gauche du BAFING à 500 m au Nord du village de DIBIA.

L'échelle comportait initialement 9 éléments métriques en tôle émaillée et était hors d'eau à l'étiage. Son zéro a été abaissé de 1 mètre en 1958, si bien que l'échelle comporte depuis 10 éléments.

L'installation n'a pas été rattachée à un repère fixe.

L'échelle a été observée à peu près régulièrement depuis 1956, excepté en 1961 où les relevés s'arrêtent le 1er Juillet et sont aberrants.

Le limnigraphe est resté en service jusqu'à la fin de l'année 1959. Les enregistrements qu'on possède sont tous défectueux et il n'est guère possible d'en extraire quelques données valables.

La MAS n'a pas entrepris le tarage de cette station. 2 jaugeages ont été effectués par l'ORSTOM au cours des basses eaux 1963 et 1965.

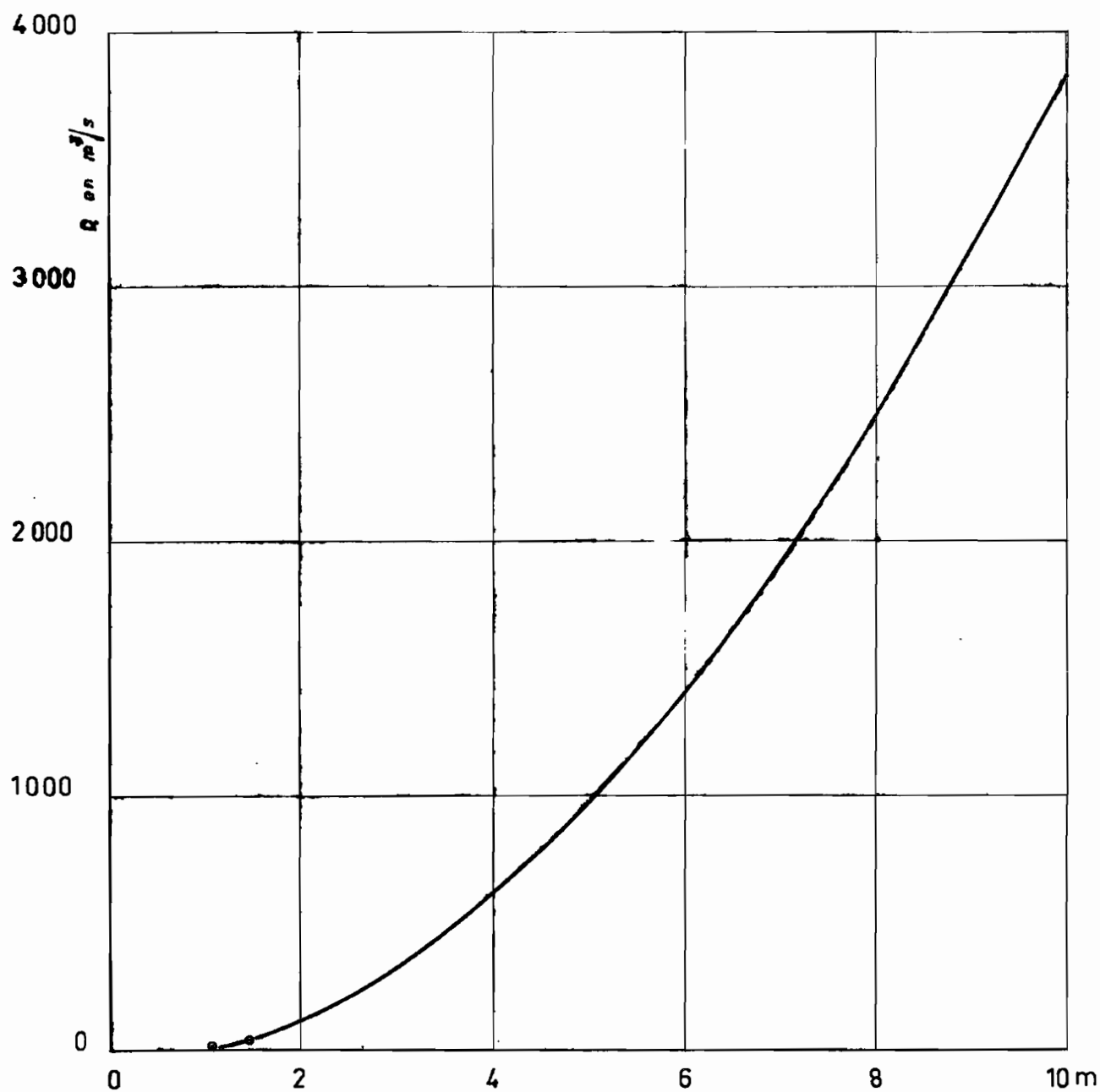
La correspondance entre les hauteurs à DIBIA et à DEGUERRE, établie à l'aide des relevés 1956 et 1957 à ces 2 stations, a été utilisée pour l'établissement d'une courbe de tarage provisoire de l'échelle de DIBIA.

L'application de ce tarage qui est déduit de celui de DEGUERRE aux relevés de DIBIA depuis 1956, fournit en réalité des résultats qu'on peut attribuer indifféremment aux 2 stations.

La courbe de tarage utilisée est représentée sur le graphique n° II-6.

COURBE D'ÉTALONNAGE

Le BAFING à DIBIA



1.2.5. - LE BAFING à DEGUERRE B.V. = 37 900 km²

Coordonnées géographiques } longitude : 10° 50'1
 } latitude : 13° 39'1

La station de DEGUERRE est située sur le BAFING à 14 km en amont de MAHINA et à 21 km en amont du confluent BAFING - BAKOYE. Plus exactement elle se trouve au droit du village de TINTIBA sur la rive gauche du BAFING.

Une succession de rapides à l'aval de la station fait qu'elle échappe entièrement au remous du BAKOYE .

La cote du plan d'eau à TINTIBA se situe au minimum à 4,50 m au dessus de la cote au confluent. La pente moyenne en basses eaux est de 24 cm au km.

Un limnigraphe BÄR mensuel a été installé en Juin 1951 par l'U.H.E.A. Il est rattaché à la borne M.E.F.S. n° 3 (103,174 M.E.F.S.) du village de DIAOURA situé 3 km à l'aval. Un repère scellé au sommet de l'ouvrage et nivelé par rapport à cette borne porte l'altitude 100,64 M.E.F.S.

L'U.H.E.A. a adopté pour le zéro du limnigraphe la cote 94,84 M.E.F.S.

La station a été exploitée par l'U.H.E.A. en 1951 et 1952 sans échelle auxiliaire.

Un point d'eau était effectué à chaque visite de l'appareil.

La MAS, reprenant l'exploitation de la station après 18 mois d'interruption, a adjoint au limnigraphe une échelle en métal émaillé dont elle a calé le zéro à la cote adoptée précédemment par l'U.H.E.A. Le tronçon supérieur de l'échelle, gradué de 3,00 à 6,00 m est fixé sur la tour en maçonnerie du limnigraphe.

Le rattachement de la station au nivellement général, fait par la MAS en 1956, place le zéro à l'altitude 93,93 IGN.

Un second rattachement effectué par l'ORSTOM en 1965 en partant de la borne IGN du village de DEGUERRE (rive droite du BAFING, 3 km en amont de TINTIBA) cotée 103,283 IGN, fournit un résultat assez différent : zéro à 94,17 IGN.

L'altitude effective du zéro reste donc à préciser.

Les relevés sont sûrs et complets du 1er Août 1951 au 15 Octobre 1952.

Ils sont encore valables pour une partie de l'année 1953 (jusqu'en Novembre) et inexistantes en 1954.

Les enregistrements des années 1955 et 1956 sont incomplets et pour la plupart inexploitable (fonctionnement défectueux de l'appareil, absence ou incohérence des indications portés sur les limnigrammes). En 1957, le limnigraphe a fonctionné correctement d'Avril à Octobre. Par la suite les enregistrements sont sporadiques et sans valeur. Depuis 1960, la station est totalement abandonnée.

Tarage.

La station est tarée au moyen de 20 jaugeages effectués en 1951 par l'U.H.E.A. entre les hauteurs 102 et 551 au limnigraphe (débits variant de 147 à 4150 m³/s). Aucun jaugeage n'a été fait par la suite.

La section de jaugeage est située 3 km en amont de MAHINA, soit 10 km en aval du limnigraphe. Un accès plus facile et la présence d'une île rendant les mesures au câble plus aisées sont vraisemblablement les raisons pour lesquelles l'U.H.E.A. a choisi cette section.

L'U.H.E.A. a reporté les mesures aux hauteurs à DEGUERRE et non à celles de MAHINA, comme elle aurait pu être tentée de le faire puisque la section de jaugeage se trouve plus près de cette station que du limnigraphe de TINTIBA.

Nous présumons qu'elle a agit ainsi, après avoir sinon constaté du moins admis l'incidence du remous du BAKOYE sur la hauteur à MAHINA. Cette incidence n'est absolument pas négligeable et rend vaine toute tentative d'étalonnage de l'échelle de MAHINA.

Les résultats des mesures sont rassemblés dans le tableau n° 2.5.

L'étalonnage obtenu est satisfaisant mais il est limité inférieurement au débit de 150 m³/s.

Nous l'avons étendu provisoirement aux basses eaux à l'aide des résultats de 2 jaugeages ORSTOM effectués à DIBIA en 1963 et 1965 et à l'occasion desquels la hauteur au limnigraphe de DEGUERRE a été relevée.

La courbe de tarage est représentée sur le graphique n° II-7.

TABLEAU n° 2.5.

LISTE des JAUGEAGES du BAFING à DEGUERRE

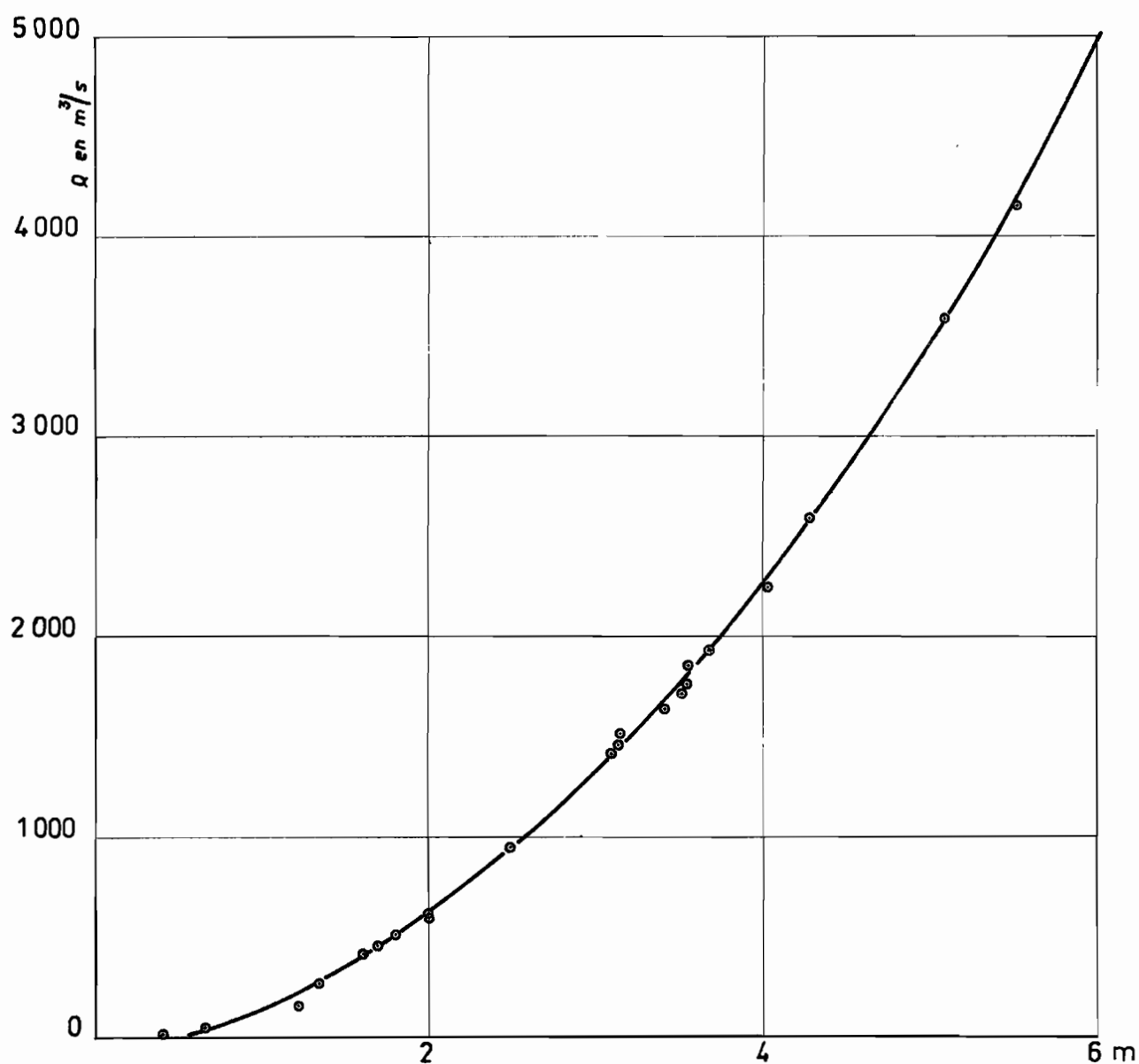
(Opérateurs de l'U.H.E.A.)

N°	Date	Cote(1) (cm)	Débit (m ³ /s)	N°	Date	Cote(1) (cm)	Débit (m ³ /s)
	<u>1951</u>			15	9/11	313	1451
1	26-27/7	180	502	16	14/11	249	941
2	29/7	161	415	17	22/11	200	613
3	3/8	200	598	18	29/11	169	457
4	4/9	308	1396	19	15/12	134	266
5	7/9	350	1715		<u>1952</u>		
6	22/9	314	1509				
7	1/10	353	1838	20	15/1	102	147
8	3/10	508	3580				
9	5/10	551	4150		<u>1963</u>		
10	7/10	428	2580				
11	8/10	402	2238	21(2)	8/4	040	13,8
12	10/10	368	1936				
13	26-27/10	340	1638		<u>1965</u>		
14	29/10	353	1756	22(2)	19/2	065	40

- (1) - Hauteur moyenne au limnigraphe
(2) - Mesures effectuées à DIBIA

COURBE D'ÉTALONNAGE

Le BAFING à DÉGUÉRÉ
(Limnigraphe de Tintiba)



Corrélation DIBIA - DEGUERRE

La corrélation entre les hauteurs à DIBIA et à DEGUERRE est très étroite.

Elle a été établie en considérant les hauteurs décalées d'un jour lorsque ces dernières varient peu ou régulièrement mais en considérant seulement les hauteurs maximales et minimales respectives lorsque les variations sont importantes.

De cette manière on tient compte automatiquement du temps de propagation de l'onde entre les 2 stations et on élimine une des causes de dispersion des points expérimentaux. Il reste toutefois celles liées à l'amortissement de l'onde et aux apports du bassin intermédiaire (4 400 km²).

La corrélation obtenue est donnée par le tableau n° 2.6.

TABLEAU n° 2.6.

CORRELATION ENTRE les HAUTEURS à DIBIA et à DEGUERRE

DIBIA	DEGUERRE	DIBIA	DEGUERRE	DIBIA	DEGUERRE
100	039	500	255	900	474
125	051	525	269	915	488
150	066	550	283	950	500
175	078	575	296	975	514
200	092	600	310	1000	528
225	106	625	324	1025	542
250	120	650	338	1050	556
275	132	675	352	1075	570
300	146	700	366	1100	582
325	160	725	379		
350	173	750	392		
375	187	775	406		
400	200	800	420		
425	214	825	434		
450	228	850	448		
475	242	875	462		

1.2.6. - LE BAFING à MAHINA

B.V. = 38 400 km²

Coordonnées géographiques } longitude : 10° 51'1
 } latitude : 13° 45'1

La station de MAHINA purement limnimétrique, offre un intérêt assez limité. Comme nous l'avons signalé précédemment, le plan d'eau à MAHINA est lié à celui du confluent c'est-à-dire aux hauteurs d'eau à BAFOULABE. La station n'est donc pas représentative du régime du BAFING seul, bien que ce dernier intervienne pour près de 75 % dans la constitution du module à BAFOULABE.

Toutefois les relevés de MAHINA, ne sont pas dépourvus d'intérêt. Ils constituent une base supplémentaire à l'étude du calage des échelles du SENEGAL de BAFOULABE à KAYES et c'est uniquement dans ce but que nous les avons pris en considération.

La station de MAHINA a été mise en service en 1904 par la Compagnie du DAKAR - NIGER qui a assuré les relevés depuis cette date. Il est probable que l'implantation de l'échelle pendant les 30 premières années d'exploitation est celle que la M.E.F.S. a constatée en 1936. Mais cela n'est confirmé par aucun document.

En 1936, l'échelle est constituée par une règle en bois de hauteur totale supérieure à 7 mètres, fixée sur la cinquième pile du Pont de chemin de fer, en partant de la rive gauche. La base de l'échelle correspond à la division zéro et repose sur le soubassement de la pile côté aval.

L'échelle a été rattachée par la M.E.F.S. en 1936, au repère Jarre de la gare de MAHINA, portant la cote 102,561 M.E.F.S. soit 101,738 IGN. Le zéro de l'échelle en 1936 est à l'altitude 90,965 M.E.F.S. soit 90,142 IGN.

La constante entre les systèmes M.E.F.S. et IGN à MAHINA est de 0,823 m. Elle résulte du rattachement du repère Jarre au repère IGN situé également sur la gare de MAHINA.

En 1954, l'échelle est remplacée par une autre que la MAS installé 200 m en amont du pont sur la rive gauche.

La nouvelle échelle, encore en service actuellement, est composée de 7 éléments métriques en lave émaillée.

Son zéro est à la cote 89,55 IGN (90,37 M.E.F.S.) soit 60 cm plus bas que le zéro de l'échelle ancienne et il n'a pas varié depuis 1954.

A proximité de l'échelle la borne U.H.E.A. n° 15 portant la cote 94,88 IGN (hauteur limnimétrique 5,33 m) est utilisée comme repère de nivellement auxiliaire.
Correspondance entre l'ancienne et la nouvelle échelle.

La correspondance des échelles, faute d'observations simultanées ne peut être établie directement.

L'observation de l'écoulement dans la section délimitée par les 2 échelles fournit quelques indications sur la forme de la correspondance. On constate la formation de rapides au droit du Pont en basses eaux. En Février 1965, pour un débit de 40 m³/s, une dénivelée de 15 cm affecte le plan d'eau entre la nouvelle échelle ($H = 0,73$) et l'emplacement de l'ancienne.

Compte tenu par ailleurs de l'influence des piles en hautes eaux, il est évident que la correspondance des échelles est différente d'une translation.

Nous sommes parvenus à un résultat satisfaisant en ayant recours à une méthode indirecte, consistant à déduire la correspondance cherchée de celles des échelles de MAHINA et de BAFOULABE avant et après 1954, l'échelle de BAFOULABE servant de référence aux échelles successives de MAHINA.

La correspondance avant 1954 est obtenue grâce aux relevés des années 1952 et 1953.

La correspondance après 1954 s'établit très aisément compte tenu du nombre d'années d'observations dont on dispose.

Le barème de correspondance de l'échelle ancienne de MAHINA et de la nouvelle (voir tableau n° 2.7.) montre que

TABLEAU n° 2.7.

BAREME de CORRESPONDANCE entre l'ANCIENNE ET
la NOUVELLE ECHELLE de MAHINA

Hauteur d'eau (cm)		Hauteur d'eau (cm)	
ancienne	nouvelle	ancienne	nouvelle
- 050	45	150	225
- 025	58	200	282
000	75	250	335
025	95	300	385
050	115	350	437
075	140	400	492
100	165	450	545

la dénivelée minimale du plan d'eau entre les 2 échelles correspond à une hauteur d'environ 1,40 m à la nouvelle échelle, c'est-à-dire qu'on peut très bien l'attribuer à l'effacement des rapides qu'on observe à l'étiage au droit du pont, et considérer quelle est de l'ordre de quelques cm. Comme l'écart des lectures aux échelles pour la hauteur d'eau considérée est de 65 cm, on en déduit que le calage de l'échelle du pont en 1952 est le même qu'en 1936 (zéro à 90,97 M.E.F.S.).

En basses eaux, le barème de correspondance confirme cette altitude du zéro et nos propres observations.

La dénivelée du plan d'eau entre les 2 échelles atteint 35 cm à l'étiage absolu. Elle est sensiblement du même ordre en très hautes eaux.

Contrôle du calage respectif des échelles anciennes de MAHINA et de BAFOULABE.

Les graphiques de correspondance des relevés à l'échelle du pont de MAHINA et à l'échelle de BAFOULABE ont été établis année par année pour la période d'exploitation de la vieille échelle de MAHINA (1904 - 1953).

La comparaison de ces graphiques à celui de l'année 1952 pris comme référence permet de déceler les déplacements éventuels de zéros d'une échelle par rapport à l'autre, mais ne permet pas de désigner l'échelle qui a subi un décalage.

La réponse à cette alternative est généralement fournie par les données qu'on possède à chaque station concernant les périodes de stabilité du zéro, contrôlées au besoin à l'aide de la correspondance avec une troisième échelle (GALOUGO ou KAYES).

On doit aussi envisager le cas où les 2 échelles étudiées auraient été déplacées à la même époque. Bien qu'assez improbable, ce cas n'a pas été exclu. Ces diverses considérations nous ont amené à généraliser l'emploi des correspondances multiples entre échelles pour le contrôle de leur calage.

Les résultats de l'exploitation des graphiques de correspondance MAHINA - BAFOULABE sont présentés dans le tableau n° 2.8.

L'élaboration des données de 1927 à 1954 est immédiate. Tout au long de cette période, les graphiques satisfont assez bien aux conditions d'un zéro conforme aux données des rattachements en ce qui concerne l'échelle de BAFOULABE, et d'un zéro invariable en ce qui concerne l'échelle de MAHINA. Les écarts par rapport à cette règle sont faibles et probablement dûs à l'instabilité des graduations des échelles ou à des erreurs systématiques de lectures.

La comparaison des relevés aux 2 stations contrôle et complète les données des rattachements. En ce qui concerne l'échelle de BAFOULABE, elle confirme que le zéro a été abaissé de 15 cm environ entre 1930 et 1951 et de 50 cm en 1952 (installation d'une nouvelle échelle par l'U.H.E.A.).

Avant 1927, les données qui figurent dans le tableau résultent des correspondances multiples, MAHINA - BAFOULABE - KAYES qui mettent en évidence un relèvement du zéro de 45 à 50 cm

TABEAU n° 2.8.

CALAGE des ECHELLES de MAHINA et de BAFOULABE AVANT 1954

Années	MAHINA		BAFOULABE	
	Altitudes du zéro (M.E.F.S.)	Correction : à faire subir aux relevés (cm)	Altitudes du zéro (M.E.F.S.) D'après correspondance avec MAHINA	D'après rattachement
1953	90,97	0	89,59	
1952	"	"	"	89,59
1951	90,87	- 10	90,09	90,09
1950	90,97	0	"	
1944	91,07	+ 10	90,09	
1943	90,97	0	90,19	
1942	"	0	"	
1940	"	0	90,24	
1938	"	0	"	
1937	"	0	"	
1936	90,97	0	"	90,17
1935	"	0	"	
1934	"	0	"	
1932	"	0	90,19	
1931	"	0	"	
1930	"	0	90,24	90,25
1927	"	0	90,19	
1925	90,45	- 50	90,24	
1924	90,35	- 60	"	
1922-23	90,50	- 45	"	
1919	"	- 45	89,69	
1917-18	"	- 45	"	
1916	"	- 45	"	
1910	"	- 45	"	

à MAHINA entre 1925 et 1927 (la correspondance BAFOULABE - KAYES reste la même de 1922 à 1936) et un relèvement du zéro de 50 à 55 cm à BAFOULABE entre 1919 et 1922 (la correspondance MAHINA, KAYES reste la même de 1910 à 1925).

Les graphiques de correspondance MAHINA - BAFOULABE fournissent également des indications sur la qualité des relevés. Ils montrent que l'erreur à craindre sur les lectures est de l'ordre de 10 cm et parfois davantage.

On remarque également au cours de la période 1930-50, une tendance systématique des points à s'écarter en hautes eaux de la courbe de correspondance normale. On a établi que cette anomalie était due à une distorsion des graduations de la partie supérieure de l'échelle de BAFOULABE qui conduit à une sous estimation de la cote en hautes eaux.

Consistance et valeur des relevés.

Les imperfections et les lacunes dans les observations sont nombreuses. Avant 1954, la période de basses eaux n'est jamais observée. On constate même très souvent que les lectures manquent ou sont aberrantes en dessous de la hauteur 1 m ou 1,50 à l'échelle.

Pour un certain nombre d'années les observations sont très fragmentaires ou inexistantes (1904-06-11-26 à 28 - 45 à 49).

A partir de 1954, les relevés sont faits plus régulièrement mais pas toujours sérieusement et on constate encore des lacunes notamment en basses eaux.

Les années 1961 et 1962 ont été éliminées (lectures fantaisistes).

Nous avons procédé à la revalorisation des relevés à MAHINA en vue essentiellement, de contrôler et éventuellement de compléter les données limnimétriques des stations situées à l'aval, de BAFOULABE à KAYES.

1.3. - BASSIN du BAKOYE

En 1904, 2 échelles furent mises en service sur le BAKOYE par le DAKAR - NIGER : une, en amont du BAOULE, à TOUKOTO, lue jusque vers 1950, une seconde à DIOUBEBA 45 km à l'amont de BAFOULABE lue jusqu'en 1946.

Des relevés existent prouvant que les stations étaient exploitées mais il est impossible de leur attribuer la moindre valeur : les lectures sont fantaisistes et d'autre part il semble que les échelles étaient graduées très grossièrement, mal entretenues, et que leurs zéros ont varié notablement au cours de cette période. Nous n'avons pu en aucune façon tenir compte de ces relevés, ce qui est très regrettable.

Les seules observations sérieuses qu'on possède sur le BAKOYE datent de 1951 pour le BAKOYE inférieur, avec la mise en service par l'U.H.E.A. d'un limnigraphe à KALE, suivie en 1954 de l'ouverture par la MAS d'une nouvelle station à OUALIA, (40 km à l'amont de la précédente laquelle d'ailleurs sera abandonnée progressivement) et elles datent de 1954 pour le BAKOYE supérieur avec la remise en service de la station de TOUKOTO. L'exploitation des stations de KALE et de OUALIA (la seconde relayant la lère en 1954) fournit des relevés à peu près continus pour la période 1951-64.

Par contre, la nouvelle échelle de TOUKOTO n'a été exploitée qu'à 60 % depuis son installation.

Le bilan des observations limnimétriques pour le BAKOYE est donc assez maigre surtout en ce qui concerne le bassin supérieur.

On déplore notamment l'absence d'observations sur le BAOULE. La MAS a installé en 1954 une échelle à SIRAMAKANA, près du confluent du BAKOYE, mais les relevés complètement aberrants ont été éliminés.

1.3.1. - Le BAKOYE à TOUKOTO B.V. = 16 500 km²

Coordonnées géographiques } longitude 9° 53' W
latitude 13° 27' N

Les renseignements qu'on possède sur l'ancienne échelle de TOUKOTO, installée en 1903 par la Compagnie du DAKAR - NIGER sont rares et de plus contradictoires.

Un topographe de la M.E.F.S. relate son existence en 1939 et indique qu'elle est constituée par une règle en bois fixée sur la 2ème pile du pont de chemin de fer en partant de la rive droite (la note précise que les graduations de l'échelle sont illisibles au dessous de la division 3 m).

Par ailleurs, il est mentionné dans le répertoire des échelles M.E.F.S. établi en Août 1938, que l'échelle de TOUKOTO est constituée par un rail incliné et que son zéro est à la cote 161,81 M.E.F.S.

S'agit-il simplement d'une erreur concernant la description de l'échelle et provenant d'une confusion avec une autre station ou bien 2 échelles existaient elles réellement à TOUKOTO ? On ne saurait répondre étant donné que la M.E.F.S. contrairement à ce qu'on observe pour les autres stations, n'a pas fourni dans son répertoire de croquis descriptif de l'installation ni de plan de situation. Suite à l'enquête menée sur place en 1965, auprès des vieux fonctionnaires de TOUKOTO, il ne semble pas qu'une échelle inclinée ait existé.

Par contre, nous avons noté la présence d'une échelle métallique verticale, située près de la première pile rive droite, et sur laquelle des graduations étaient encore visibles (graduations décimétriques allant de 1,65 m à 5,20 m). La division 165 est à la cote 162,89 M.E.F.S. ce qui place le zéro de cette échelle métallique à 161,24 M.E.F.S. Cette échelle a vraisemblablement succédé à l'ancienne échelle en bois signalée par M. MAESTRACCI en 1939 mais on ignore la date à laquelle elle a été mise en service. Personne n'a été en mesure de nous renseigner à ce sujet. On sait seulement qu'elle est antérieure à 1952 puisqu'elle a été photographiée cette année là, par M. MAURICE. Considérant que les graduations faites à la peinture étaient sujettes à se déplacer au gré de l'agent chargé de leur

réfection, on conçoit que l'échelle ait pu, à un moment donné être graduée de 1 m à 4,55 m, le zéro correspondant avoisinant alors celui de l'échelle de 1939.

En Mars 1954, la MAS pose une nouvelle échelle 50 m en amont du pont sur la rive droite du BAKOYE. Cette échelle comporte 6 éléments métriques verticaux en lave émaillée. L'élément inférieur, 0 - 100, implanté différemment, est fixé sur le soubassement de la première pile du pont côté amont. Les lectures sur cet élément concordent avec celles de l'élément suivant.

L'échelle a été rattachée par la MAS au nivellement général mais l'altitude 160,30 IGN attribuée au zéro est erronée. La MAS a effectué le nivellement en partant du point astro 169,517 IGN, (170,33 M.E.F.S.) situé sur le tablier du pont côté rive droite, mais a pris pour altitude de ce point, celle du repère IGN situé à l'extrémité rive gauche du pont et portant la cote 168,774 IGN, commettant ainsi une erreur de 74,3 cm.

L'erreur a été décelée et expliquée grâce au rattachement de contrôle auquel nous avons procédé en Février 1965.

L'altitude effective du zéro est : 161,05 IGN (161,86 M.E.F.S.) on remarquera que ce calage est sensiblement le même que celui de l'échelle en bois de 1939 et de l'échelle métallique de 1952, en admettant que la base de cette dernière portait la division 1 m.

L'écart entre les systèmes IGN et M.E.F.S. à TOUKOTO est de 0,81 m.

Relevés anciens.

Les 50 mètres qui séparent la nouvelle échelle de l'ancienne correspondent à un bief calme. Le zéro de l'échelle ancienne, très voisine du zéro 1954, est donc, comme celui de la nouvelle échelle, situé au dessous de l'étiage absolu.

Malgré cette condition favorable, on constate dans les relevés anciens l'absence systématique de lectures de

basses eaux dûe à l'arrêt des observations à partir de la hauteur 1 m à l'échelle. Les relevés étant en outre souvent suspects comme le prouve l'existence de nombreux paliers, on doit abandonner tout espoir de tirer partie des observations anciennes.

Une exception a été faite pour les relevés 1952 qui, à la suite d'une remise en état de l'échelle, ont été fait plus régulièrement. On note cependant un certain nombre de lectures aberrantes. Le calage de l'échelle, mal connu, a été déterminé et les hauteurs aberrantes rectifiées, à l'aide de la corrélation des relevés avec ceux de KALE, en sorte que les données après correction restent dans une certaine mesure critiquables.

Relevés 1954-64.

La nouvelle échelle n'a pas été lue très régulièrement ni très sérieusement depuis sa mise en service. On constate tous les ans des lacunes plus ou moins importantes nécessitant pour certaines années l'élimination pure et simple des relevés (période 1960-62) et pour d'autres des interpolations hasardeuses.

Tarage.

En 1955, la MAS a effectué 29 jaugeages entre les hauteurs 0,74 et 2,29 m à l'échelle (débits variant de 39,3 à 590 m³/s).

L'ORSTOM a effectué 2 jaugeages de basses eaux. Le tableau n° 2.9. récapitule ces mesures.

Parmi les jaugeages MAS, 24 ont été effectués entre les hauteurs 1,62 m et 2,29 m et donnent des résultats très dispersés.

Par contre, les 4 mesures effectuées par la MAS en dessous de 1,20 m et les 2 mesures ORSTOM donnent des résultats tout à fait cohérents. Compte tenu de la forte dispersion constatée en moyennes eaux, le tracé d'une courbe de tarage peut difficilement s'envisager. Il n'est cependant pas dépourvu d'intérêt d'admettre une courbe même très provisoire ne serait-ce que pour obtenir un ordre de grandeur du module et pour comparer l'hydraulicité à celle de OUALIA. La courbe provisoire adoptée est représentée par le graphique n° II.8.

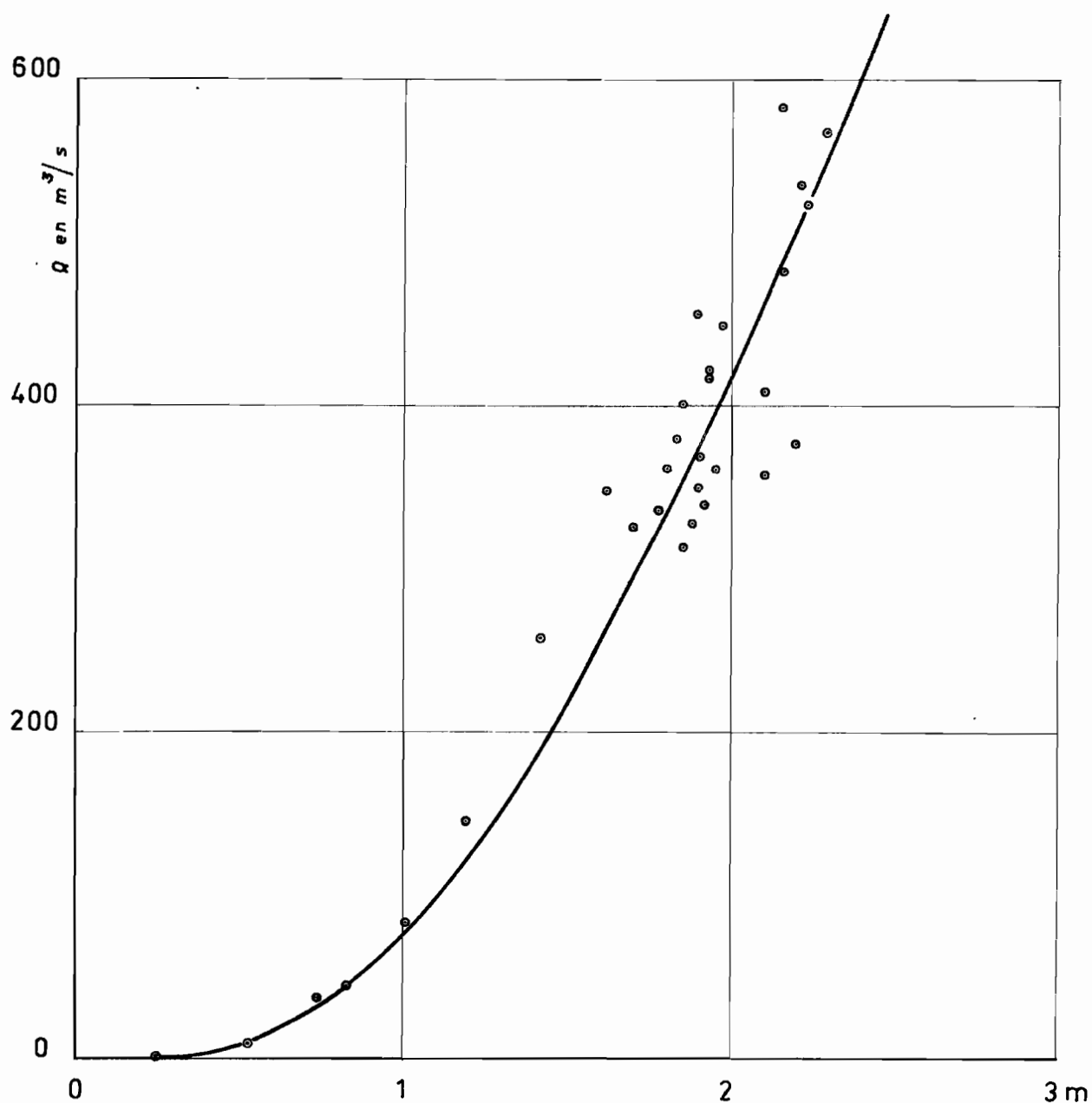
TABLEAU n° 2.9.

Liste des jaugeages du BAKOYE à TOUKOTO

N°	Date	Cote (cm)	Débit (m3/s)	N°	Date	Cote (cm)	Débit (m3/s)
	<u>1955</u> (MAS)			19	20/9	178	343
1	1/9	185	405	20	21/9	180	367
2	2/9	198	456	21	22/9	183	384
3	3/9	193	423	22	23/9	190	375
4	4/9	195	366	23	24/9	170	332
5	5/9	188	334	24	5/10	162	354
6	6/9	192	349	25	12/10	142	256
7	7/9	185	319	26	26/10	119	149
8	8/9	190	462	27	12/11	100	84
9	9/9	193	427	28	6/12	082	44,6
10	11/9	215	590	29	20/12	074	39,3
11	12/9	223	530		<u>1963</u>		
12	13/9	229	568		(ORSTOM)		
13	14/9	221	542				
14	15/9	218	488	30	14/4	025	0,66
15	16/9	210	413				
16	17/9	219	382		<u>1965</u>		
17	18/9	210	363				
18	19/9	190	356	31	22/2	053	8,6

COURBE D'ÉTALONNAGE

Le BAKOYE à TOUKOTO



1.3.2. - Le BAKOYE à OUALIA B.V. = 84 700 km²

Coordonnées géographiques } longitude : 10° 23' W
 } latitude : 13° 36' N

Une échelle en lave émaillée a été installée par la M.A.S. début 1954. Elle est située sur la rive gauche du BAKOYE à l'emplacement de l'ancienne station de pompage de la Gare de OUALIA.

Elle comportait initialement 9 éléments métriques.

La crue 1958 ayant dépassé le sommet de l'échelle le nombre d'éléments a été porté à 11.

L'échelle a été rattachée par la M.A.S. au nivellement général (repère situé sur le château d'eau de la gare de OUALIA et portant la cote 129,705 IGN).

L'altitude du zéro ressort à 108,112 IGN.

Un contrôle du rattachement effectué par l'ORSTOM en 1965 donne un résultat légèrement différent : zéro à 108,16 IGN.

L'élément d'échelle rattaché en 1965 est l'élément 9 - 11 m.

Il est scellé contre la station de pompage et constitue un repère sûr pour le contrôle du zéro de l'échelle.

Le calage des éléments d'échelle entre eux est satisfaisant.

Relevés.

Depuis sa mise en service, l'échelle a été observée assez régulièrement (exception faite des années 1961 et 1962) et de façon assez sérieuse.

Tarage.

La M.A.S. a effectué 62 jaugeages au cours des années 1954 et 1956 pour des hauteurs à l'échelle comprises entre 1,93 m et 7,96 m (débits variant de 100 à 1600 m³/s).

La dispersion des résultats reste dans des limites raisonnables. On observera que la hauteur 9,92 m relative au jaugeage n° 33 effectué le 1er Septembre 1956 est erronée puisque cette date est celle du maximum atteint en 1956 que le lecteur situe à 8,46 m. Nous n'avons pas tenu compte de cette mesure. Deux jaugeages de basses eaux effectués par l'ORSTOM en 1963 et 1965, permettent de compléter le tarage jusqu'aux débits d'étiage.

La section de jaugeage utilisée en basses eaux est située au droit du village de SOUKOUTALI, 6 km en amont de OUALIA.

Le tableau n° 2.10 récapitule les mesures. La courbe de tarage est représentée par le graphique n° II.9.

Les hauteurs maximales atteintes depuis 1954 (hauteur 10 m dépassée deux fois et hauteur médiane égale à 8,20 m) nécessitent une forte extrapolation de la courbe de tarage. Il en résulte une imprécision notable des débits maximaux de faible fréquence.

TABLEAU n° 2.10.

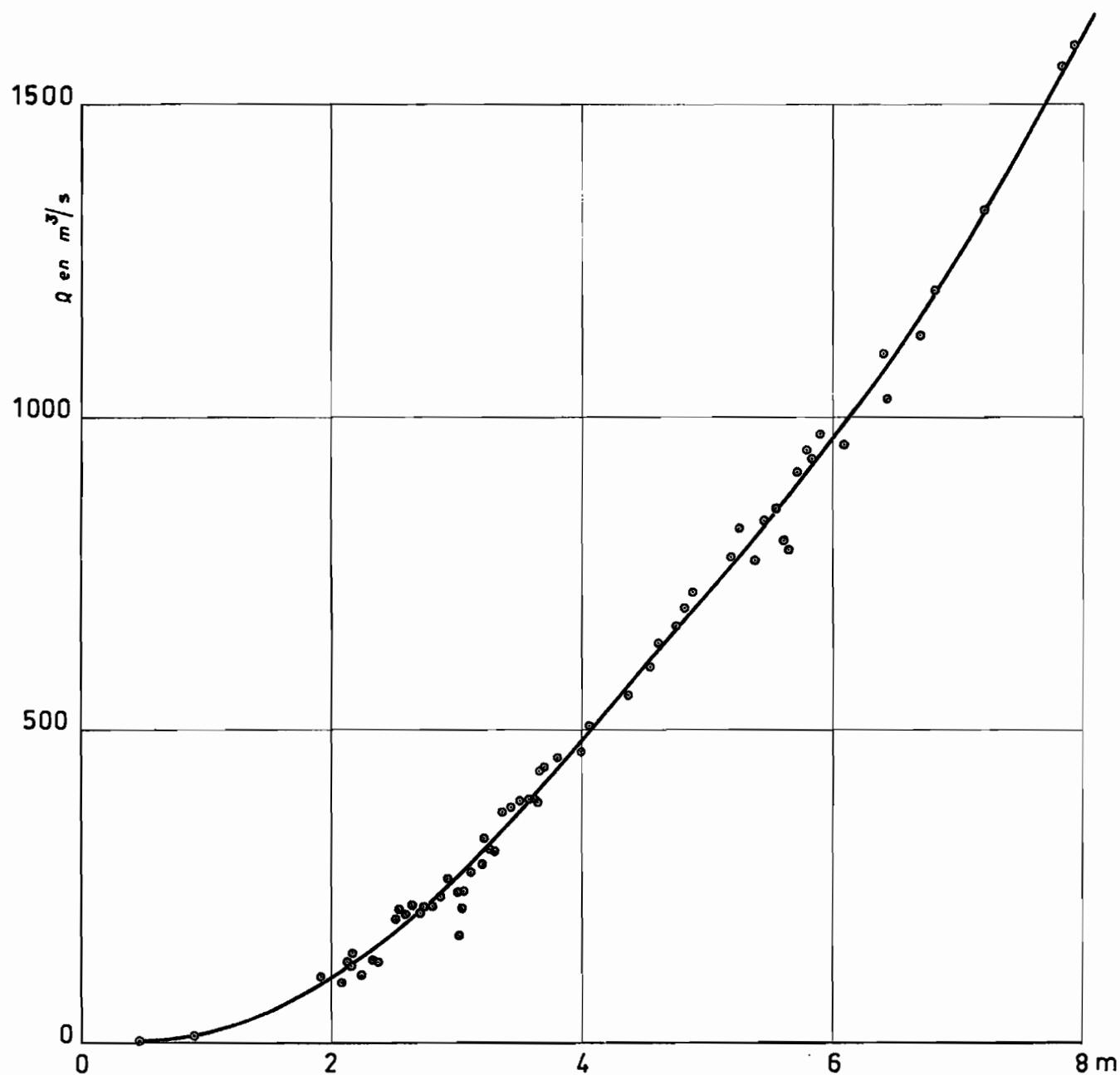
JAUGEAGES du BAKOYE à OUALIA

N°	Date	Cote (cm)	Débit (m3/s)	N°	Date	Cote (cm)	Débit (m3/s)
<u>1954</u>				34	2/9	796	1592
1	16/10	331	310	35	3/9	672	1130
2	18/10	319	285	36	7/9	784	1561
3	19/10	312	278	37	9/9	686	1203
4	20/10	303	212	38	11/9	642	1100
5	20/10	305	244	39	15/9	585	936
6	21/10	299	243	40	19/9	591	973
7	22/10	292	262	41	23/9	580	947
8	23/10	287	235	42	27/9	572	911
9	25/10	274	216	43	28/9	554	854
10	26/10	270	208	44	28/9	545	834
11	28/10	258	205	45	29/9	525	824
12	29/10	251	195	46	30/9	518	775
13	8/11	217	139	47	4/10	490	718
14	10/11	211	127	48	14/10	482	692
15	15/11	193	105	49	14/10	476	667
<u>1956</u>				50	15/10	462	638
16	10/ 8	262	218	51	18/10	405	503
17	11/ 8	253	210	52	19/10	382	455
18	12/ 8	260	222	53	20/10	368	435
19	13/ 8	345	377	54	22/10	335	372
20	14/ 8	371	439	55	23/10	328	312
21	14/ 8	399	470	56	24/10	321	325
22	16/ 8	456	597	57	26/10	298	167
23	18/ 8	364	389	58	3/11	238	131
24	18/ 8	358	387	59	4/11	233	133
25	19/ 8	438	552	60	5/11	226	104
26	20/ 8	350	386	61	9/11	214	121
27	23/ 8	561	803	62	10/11	208	96
28	26/ 8	565	785	<u>1963</u>			
29	28/ 8	538	771	(ORSTOM)			
30	29/ 8	610	954	63	14/4	047	029
31	30/ 8	646	1027	<u>1965</u>			
32	31/ 8	723	1330				
33	1/ 9	(992)(1)	1696	64	21/2	090	11,1

(1) - Cote aberrante.

COURBE D'ÉTALONNAGE

Le BAKOYE à OUALIA



1.3.3. - Le BAKOYE à DIOUBEBA B.V. = 84 900 km²

Coordonnées géographiques } longitude : 10°30'W
latitude : 13°38'N

Une échelle a été mise en service par la Compagnie du DAKAR - NIGER en 1904. La MAS a récupéré les relevés qui s'étendent de 1904 à 1946. Ces relevés sont très suspects et il est probable que si on était en mesure de les traduire en débits pour les contrôler, ils donneraient des résultats tout à fait aberrants. Mais ce contrôle, qu'il serait intéressant de faire malgré tout, s'avère difficile étant donné qu'on ignore le calage de l'échelle. Aucune trace d'un quelconque rattachement ni aucune description de l'échelle n'existent dans les archives. La M.E.F.S. signale sa présence en 1939 et la MAS en 1952. Nous avons appris en 1965 que l'échelle existait encore ces dernières années mais quelle a été détruite lors de la crue 1964. Ce qui subsiste de l'installation indique que l'échelle était fixée sur une tour en maçonnerie implantée à une quarantaine de mètres de la rive. Cette disposition explique en partie la qualité très médiocre des relevés. Il semble d'après ceux-ci, que l'échelle était graduée de 50 en 50 cm.

A supposer que les relevés ne soient pas entièrement aberrants et qu'ils soient susceptibles de fournir des renseignements même très vagues sur le régime du BAKOYE entre 1904 et 1946, ceux-ci ne pourraient être dégagés qu'après détermination du tarage de la station.

Cette opération restant à faire - on pourrait d'ailleurs se borner à déduire le tarage de celui de OUALIA en établissant la correspondance hauteur - hauteur entre les 2 stations - nous devons abandonner dans l'immédiat toute intention d'exploitation des relevés de DIOUBEBA.

1.3.4. - Le BAKOYE à KALE B.V. = 85 600 km²

Coordonnées géographiques } longitude : 10° 39'W
 } latitude : 13° 43'N

Cette station distante de 23 km du confluent avec le BAFING se trouve à 1 km en amont d'une zone de chutes et de rapides dont la dénivelée totale atteint 4 à 5 m à l'étiage.

En 1951, l'U.H.E.A. installe un limnigraphe BÂR mensuel qu'elle exploite de la même façon que celui de DEGUERRE : absence d'échelle auxiliaire, point d'eau effectué à chaque visite par rapport à un repère fixe situé sur le socle du limnigraphe.

Ce repère porte la cote 107,66 M.E.F.S. (rattachement effectué par l'U.H.E.A. au repère JARRE de la gare de KALE, côté 132,28 M.E.F.S.). L'U.H.E.A. a adopté pour cote du zéro l'altitude 102,84 M.E.F.S. La MAS qui exploite la station à la suite de l'U.H.E.A. depuis Octobre 1952 et sans grand succès d'ailleurs, pose en 1955 une échelle de contrôle dont l'élément supérieur 3 - 5 m est accolé au limnigraphe. Selon la MAS, le zéro de cette échelle est calé à la cote 102,86 M.E.F.S. soit 2 cm plus haut que celui de l'échelle fictive U.H.E.A. Le repère du limnigraphe ayant disparu, il n'a pas été possible de vérifier cette donnée en 1965. Le rattachement de l'échelle au nivellement général effectué par la MAS situe son zéro à 101,90 IGN.

L'écart entre les systèmes M.E.F.S. et IGN serait donc de 0,96 m à KALE.

Relevés.

Les limnigrammes U.H.E.A. (Juin 1951 à Octobre 1952) sont sûrs et complets. L'exploitation entreprise ensuite par la MAS a donné d'assez maigres résultats.

En 1953, les enregistrements par trop aberrants ont été éliminés. La station n'a pas été exploitée en 1954 et en 1955. Les 2 années suivantes et en 1959, les enregistrements sont de meilleure qualité mais incomplets. Il n'en existe aucun en 1958.

Après 1959, la station a cessé d'être exploitée.

Tarage.

34 jaugeages ont été effectués par l'U.H.E.A. en 1951 pour des hauteurs au limnigraphe comprises entre 1,30 m et 2,52 m (débits variant de 50 à 600 m³/s) la dispersion des résultats est acceptable. Les mesures étaient faites à DOUNA, 18 km à l'aval de KALE. Deux jaugeages de basses eaux ont été effectués par l'ORSTOM en 1963 et 1965. Le tableau n° 2.11 récapitule les mesures. L'étalonnage limité supérieurement au débit de 600 m³/s a été extrapolé à l'aide du tarage de la station de OUALIA et de la correspondance hauteur - hauteur des 2 stations.

Cette correspondance a été définie à partir des relevés 1956 et 1957 aux 2 stations, mais son application à la détermination du tarage de KALE conduit à une courbe de tarage décalée par rapport à la courbe de tarage U.H.E.A. Une translation de 16 cm environ parallèle à l'axe des hauteurs amène les 2 courbes en coïncidence.

Les apports du bassin intermédiaire entre OUALIA et DOUNA étant négligeables, l'écart constaté ne peut que provenir d'une différence de calage entre l'échelle MAS adjointe au limnigraphe en 1955 et l'échelle fictive U.H.E.A. Nous avons donc admis, pour procéder à l'extrapolation du tarage de KALE que le zéro du limnigraphe se trouve à partir de 1956, 16 cm plus bas qu'en 1951 (et non 2 cm plus haut comme l'indique la MAS).

Le graphique n° II.10 représente la courbe de tarage relative à l'échelle U.H.E.A. 1951-52. On a utilisé la même courbe décalée de 16 cm vers la droite pour les traductions des relevés postérieurs à 1955.

La correspondance actuelle des hauteurs à KALE et à OUALIA qui a servi à l'établissement de ces courbes est donnée par le tableau n° 2.12.

TABLEAU n° 2.11.

LISTE des JAUGEAGES du BAKOYE à KALE

N°	Date	Cote (cm)	Débit (m3/s)	N°	Date	Cote (cm)	Débit (m3/s)
	1951 (UHEA)			24	15/10	233	456
1	1/8	134	69	25	6/11	201	282
2	6/8	185	207	26	8/11	198	283
3	9/8	190	225	27	10/11	193	254
4	10/8	240	332	28	16/11	183	209
5	15/8	176	169	29	21/11	168	157
6	17/8	177	178	30	24/11	161	133
7	21/8	218	366	31	28/11	153	114
8	22/8	218	362	32	30/11	149	107
9	24/8	192	249	33	10/12	133	64
10	25/8	196	261	34	16/12	130	49
11	30/8	210	302		1963		
12	6/9	236	450		(ORSTOM)		
13	13/9	226	397				
14	14/9	222	390	35	13/4	046 (1)	0,16
15	20/9	244	515				
16	21/9	229	437		1965		
17	23/9	216	382				
18	27/9	207	338	36	20/2	085 (1)	9,2
19	29/9	218	383				
20	30/9	218	389				
21	2/10	252	590				
22	9/10	224	428				
23	11/10	228	430				

(1) - Hauteurs ramenées au zéro du limnigraphe 1951.

COURBE D'ÉTALONNAGE

Le BAKOYE à KALÉ

(Hauteurs à l'échelle fictive UHEA -)

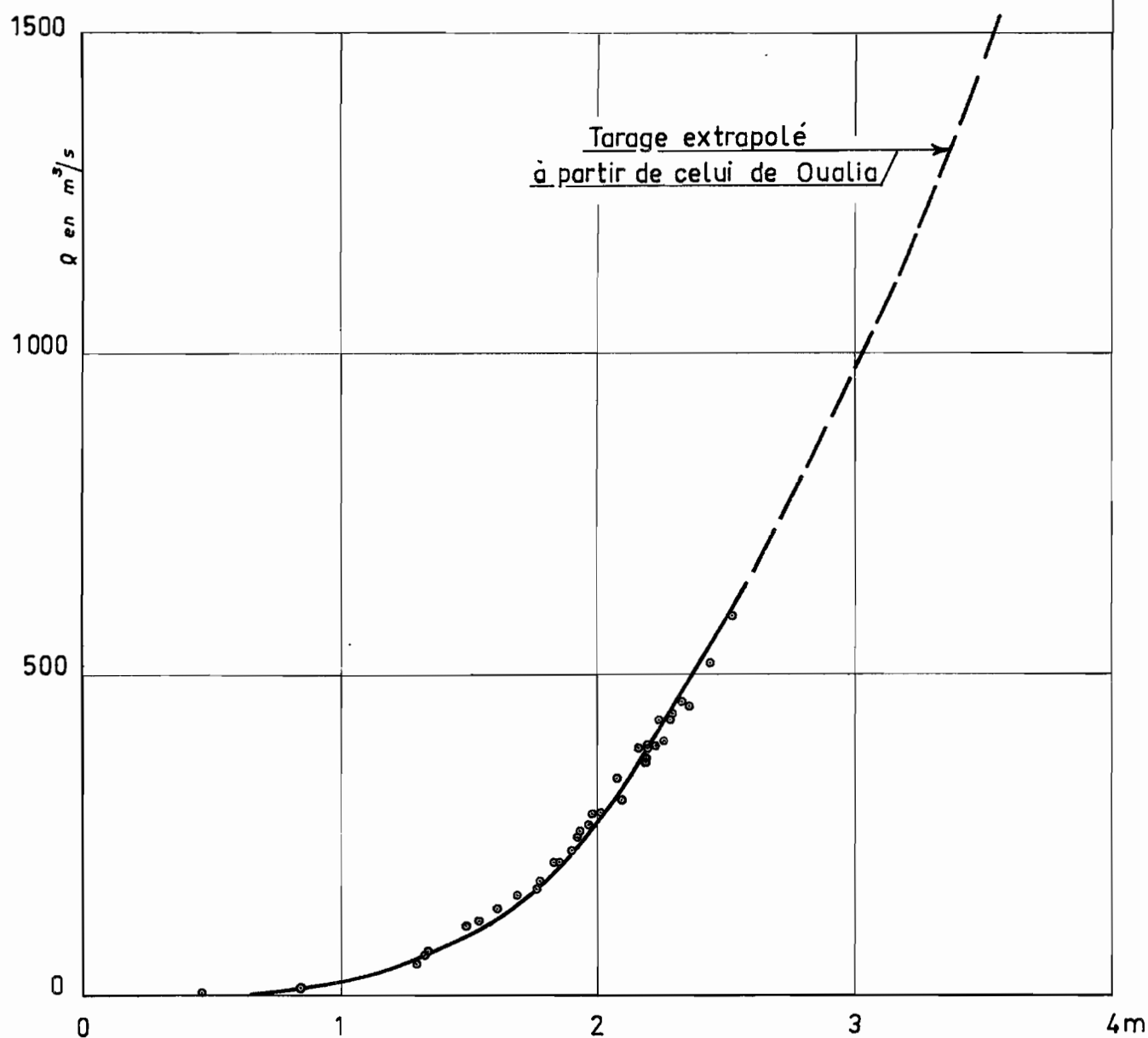


TABLEAU n° 2.12.

CORRESPONDANCE des HAUTEURS d'EAU à OUALIA et à KALE

(Période d'exploitation MAS)

Cote (cm)		Cote (cm)		Cote (cm)	
OUALIA	KALE	OUALIA	KALE	OUALIA	KALE
025	036	325	223	625	323
050	065	350	232	650	331
075	088	375	241	675	339
100	106	400	250	700	346
125	123	425	259	725	354
150	140	450	268	750	362
175	155	475	276	775	370
200	168	500	284	800	378
225	180	525	292	825	387
250	193	550	300	850	396
275	205	575	308	875	404
300	214	600	315	900	413

1.4. - Le SENEGAL MOYEN de BAFOULABE à AMBIDEDI

A l'inverse de ce que l'on constate pour le bassin supérieur du SENEGAL où il n'existe, si on considère les stations du BAFING et du BAKOYE, aucune donnée exploitable antérieure à 1951, les relevés anciens sur le cours moyen du Fleuve sont particulièrement abondants.

Entre BAFOULABE et le confluent de la FALEME, on ne compte pas moins de 6 stations anciennes dont 3 sont observées depuis 1904 (KAYES, GALOUGO, BAFOULABE). Les trois autres (AMBIDEDI, GOUINA, FELOU) furent mises en service respectivement en 1910, 1925 et 1950.

Bien que pour la plupart de ces stations, les installations aient subi des modifications depuis leur création, et que la qualité des relevés soit parfois médiocre, les possibilités de recoupement sont nombreuses et conduisent à une revalorisation relativement sûre et assez complète des lectures.

Les stations étant prises dans l'ordre de leur implantation de l'amont vers l'aval, nous ferons pour chacune d'entre elles, l'étude critique du calage des installations successives et nous dresserons le bilan des relevés valables.

1.4.1. - Le SENEGAL à BAFOULABE B.V. = 124 700 km²

Coordonnées géographiques } longitude : 10° 50' W
 } latitude : 13° 49' N

La ville de BAFOULABE est située au confluent du BAFING et du BAKOYE. Une échelle a été mise en service en 1904, mais ses références initiales sont inconnues : le document le plus ancien concernant cette échelle date de 1930, époque à laquelle elle a été rattachée par le Service de l'Hydraulique de l'Office du NIGER (S.H.O.N.). L'emplacement de l'échelle n'a pas varié depuis 1930 : l'échelle est située sur la rive gauche du fleuve, 200 mètres à l'aval de la résidence.

Son rattachement par le S.H.O.N. à la borne astro de BAFOULABE, nivelée ensuite par la M.E.F.S. (l'écart entre les 2 systèmes de nivellement ressort à 1,98 m), situe le zéro en 1930 à la cote 92,23 S.H.O.N. soit 90,25 M.E.F.S.

Le S.H.O.N. ne donne pas de description de l'échelle et n'a pas vérifié si elle était graduée correctement.

En Mars 1936, la M.E.F.S. a rattaché l'échelle au repère qu'elle a posé la même année sur la résidence de BAFOULABE (plaque scellée dans le mur de la résidence avec un trait repère portant la cote 103,66 M.E.F.S.) et situe le zéro à la cote 90,20 M.E.F.S, soit sensiblement à la même altitude qu'en 1930.

Un plan au 1/20 donnant la configuration de l'échelle en 1936, existe dans le répertoire des échelles anciennes dressé par la M.E.F.S. D'après ce document, l'échelle est constituée par un fer IPN incliné reposant sur des dés maçonnés et portant des graduations décimétriques allant de 0 à 4,20 m. L'extrémité supérieure de l'IPN est noyée dans un pilier en maçonnerie sur lequel est fixée, du côté opposé à l'IPN, une règle en bois graduée de 420 à 520.

Une plaque munie d'un repère constitué par une tige métallique horizontale et portant la cote 93,79 M.E.F.S. est scellée dans le pilier.

La seule modification apportée à cette échelle encore en place actuellement est le remplacement de la règle en bois constituant le tronçon vertical, par un fer UPN de même longueur. Signalons qu'il existe une discordance entre la représentation que la M.E.F.S. donne des graduations de l'échelle et le résultat du rattachement.

Les divisions, telles quelles sont représentées sur le plan, correspondent à un zéro situé à 90,10 M.E.F.S. En effet, la division 4 mètres qui devrait se trouver à 40 cm au dessus du repère du pilier est représentée seulement 30 cm au dessus.

Comme il ne subsiste aucune trace des anciennes graduations faites à la peinture tout contrôle direct est impossible (aucune division, pas même le zéro n'étaient matérialisées sur ces échelles anciennes).

Une faute dans l'exécution du plan nous paraît plus probable qu'une erreur commise par le topographe (on sait que le rattachement a été effectué par nivellement de la division 4 mètres).

Nous avons donc admis que le zéro était à la cote 90,20 M.E.F.S. Compte tenu, dans cette hypothèse, de l'altitude que nous avons relevée du sommet de l'échelle, il résulte que l'échelle en 1936 était graduée de 0 à 5,10 m.

En 1952, l'U.H.E.A. a rattaché l'échelle ancienne au repère M.E.F.S. de la résidence et nivelé les divisions encore lisibles (entre 2 et 5 m). Dans cet intervalle, les erreurs de graduation ne dépassent pas + 2 cm et l'altitude moyenne du zéro ressort à 90,07 M.E.F.S.

On observe toutefois que l'U.H.E.A. cote le repère du pilier 5 cm plus bas que la M.E.F.S. (93,74 au lieu de 93,79 M.E.F.S.). Il est fort improbable que l'échelle se soit enfoncée de 5 cm. Un nivellement de contrôle effectué en 1965 place ce repère à 93,76 M.E.F.S.

En conséquence nous avons pris cette altitude moyenne du repère du pilier comme base commune aux divers rattachements et nous en avons tiré les cotes définitives suivantes.

Eléments caractéristiques de l'échelle ancienne		Altitudes M.E.F.S.
Repère pilier		93,76
Sommet du tronçon incliné		94,32
Base du tronçon vertical		94,26
Sommet du tronçon vertical		95,27
Zéro de l'échelle en 1936		90,17
Zéro de l'échelle en 1951-52		90,09

En 1952, l'U.H.E.A. a installé une échelle en lave émaillée comportant 6 éléments verticaux (5 éléments métriques et un élément 500 - 560).

Cette échelle calée 50 cm plus bas que l'ancienne a son zéro à la cote 89,59 M.E.F.S.

Nous l'avons rattachée en 1965, au repère IGN de la Résidence, portant la cote 103,793 IGN, et trouvé son zéro à l'altitude 88,79 IGN, qui infirme l'altitude 88,83 IGN trouvée en 1955 par la MAS.

L'écart entre les systèmes de nivellement M.E.F.S. et IGN à BAFOULABE obtenu par nivellement direct des repères M.E.F.S. et IGN situés sur la Résidence s'établit à 0,80 m. La hauteur de l'échelle a été portée à 7 mètres après la crue 1958, laquelle aurait largement dépassé le sommet ($H = 5,60$ m) de l'échelle U.H.E.A.

Contrôle du calage de l'échelle ancienne.

Il s'agit d'une part d'étudier le calage de l'échelle avant 1930 et d'autre part de vérifier les données des rattachements dont on dispose pour la période 1930-51.

Ces 2 opérations déjà effectuées à titre de première vérification au moyen de la correspondance hauteur - hauteur, MAHINA, BAFOULABE, ont été reprises à titre de contrôle définitif au moyen de la corrélation H (H) KAYES, BAFOULABE (contrôle possible de 1904 à 1964).

De 1904 à 1925, un contrôle supplémentaire a été effectué au moyen de la correspondance H (H) GALOUGO - BAFOULABE.

On a ainsi déterminé :

- 1°) - que le zéro de l'échelle de BAFOULABE n'a pas varié entre 1904 et 1919 et se trouve pendant toute cette période sensiblement à 10 cm au dessus de celui de l'échelle actuelle c'est-à-dire à la cote 89,69 M.E.F.S.
- 2°) - qu'une modification du calage est intervenue entre 1919 et 1921, portant le zéro à une altitude voisine de celle observée en 1930 et 1936 (90,20 M.E.F.S.). Il est probable, étant donné l'absence de lectures en 1920, que cette modification du zéro corresponde à la mise en service en 1921 d'une nouvelle échelle.

De 1921 à 1950, les variations du zéro sont de faible amplitude. Les écarts observés par rapport à l'altitude 90,20 M.E.F.S. proviennent des légers déplacements que subissent les graduations lors de leur réfection. Comme par ailleurs, l'échelle n'est pas graduée de façon très rigoureuse, le calage année par année ne peut être obtenu qu'en considérant la position moyenne du zéro, c'est à dire celle qui correspond à l'ensemble des graduations. A ce sujet, les graphiques annuels pendant cette période révèlent l'existence d'une distorsion permanente des graduations dans la partie supérieure de l'échelle par rapport aux autres graduations (hautes eaux sous estimées de 15 à 20 cm). Nous avons fait abstraction de cette distorsion pour la détermination des altitudes moyennes du zéro.

Ces dernières, mentionnées dans le tableau n° 2.8, correspondent uniquement aux divisions moyennes et inférieures de l'échelle.

Relevés.

L'absence de relevés de basses eaux est générale jusqu'en 1952. De 1904 à 1919, la qualité des relevés est très moyenne et parfois médiocre. Les lectures effectuées en 1906 et en 1919 ont été éliminées à cause des nombreuses lacunes qu'elles présentent.

De 1921 à 1944, les défauts de graduation de la partie supérieure de l'échelle constituent la principale cause d'imprécision des relevés. Les corrections à faire subir aux hauteurs maximales brutes sont incertaines. Les années 1936 à 1938 comptent parmi les meilleures de cette période au point de vue de la qualité et de la consistance des relevés. En 1939, les lectures en grande partie aberrantes, ont été éliminées.

De 1945 à 1949, les relevés sont pratiquement inexistants. Les observations reprennent en 1950 sous le contrôle de l'U.H.E.A. Les lectures sont correctes en 1950 et 1951 mais débutent à la hauteur 1 mètre à la crue et s'arrêtent à la hauteur 2 m à la décrue. Depuis la mise en service de la nouvelle échelle en 1952 et jusqu'en 1960, les observations sont faites sérieusement et couvrent l'année entière.

Depuis 1960, les relevés complètement aberrants ont été éliminés.

Tarage.

Aucun jaugeage n'a été effectué à cette station. Son tarage peut être déduit de celui de GALOUGO, mais l'opération présente peu d'intérêt.

1.4.2. - Le SENEGAL à GALOUGO B.V. = 128 400 km²

Coordonnées géographiques } longitude : 11° 03' W
 } latitude : 13° 51' N

Les premiers relevés limnimétriques à GALOUGO datent de 1904. On ne possède pas de renseignements sur l'échelle qui a été mise en service à cette date, ni de données sur son rattachement. Elle a été exploitée par le DAKAR - NIGER jusqu'en 1950. Son calage avant 1930 a été étudié à l'aide des corrélations liant les hauteurs limnimétriques à celles de KAYES et de BAFLOULABE (stations pour lesquelles la position du zéro est connue). On a ainsi déterminé que le zéro n'a pas varié entre 1904 et 1925 et se trouve à la cote 70,50 M.E.F.S. De 1925 à 1929, on ne saurait être aussi affirmatif, vu les nombreuses lacunes constatées dans les relevés.

Le premier document concernant l'échelle de GALOUGO consiste en un rattachement effectué par le S.H.O.N. entre 1930 et 1932. D'après ce document l'échelle est située sur la rive gauche du fleuve à l'emplacement de la station de pompage du DAKAR - NIGER. Elle est constituée par un rail incliné fixé sur des dés en maçonnerie. Les graduations lors du rattachement étaient illisibles. Le S.H.O.N. a nivelé l'extrémité supérieure du rail par rapport au repère JARRE de la gare de GALOUGO et obtenu les altitudes suivantes :

- Repère JARRE	91,29	S.H.O.N.	89,32	M.E.F.S.
- Sommet du rail			78,26	M.E.F.S.

En 1939, l'échelle a été rattachée par la M.E.F.S. laquelle situe le zéro à la cote 71,48 M.E.F.S. Malheureusement l'examen des documents concernant ce rattachement donne des résultats différents. Il existe en effet dans le répertoire des stations M.E.F.S. un croquis au 1/100 de l'échelle correspondant au rattachement effectué le 1er Avril 1939. Sur ce croquis l'échelle est représentée comme suit:

- un tronçon incliné gradué de 0 à une division que nous estimons être la division 4,65 m et qui porte la cote 78,25 M.E.F.S.
- un tronçon vertical gradué de 15 m à 19,40 m.

Il s'agit des graduations existant en 1939 et la M.E.F.S. mentionne que ce tronçon était auparavant gradué de 5 m à 9,40 m. Le zéro se serait donc trouvé à la cote 73,60 M.E.F.S. soit 3,55 au dessus de celui de l'échelle actuelle, ce qui semble assez extraordinaire. On pouvait émettre des doutes sur la valeur de ce document.

Par la suite nous avons retrouvé le document original établi par le topographe qui a visité l'installation en Mars 1939. D'après ce document, le tronçon incliné est constitué par 2 rails placés dans le prolongement l'un de l'autre et reposant sur des dés en maçonnerie. Ce tronçon ne porte aucune graduation. Le tronçon vertical est gradué de 17 m à 19,40 m. Le topographe précise qu'une dénivellation de 7 m existe entre l'extrémité inférieure du rail et la division 17 m. Il convient donc d'assimiler cette dernière à la division 7 m. Par contre l'altitude du zéro n'est pas indiquée sur ce document.

L'ancienne échelle de GALOUGO existe toujours et sa configuration correspond bien à la description ci-dessus. Elle a d'ailleurs été nivelée par l'U.H.E.A. en 1952 et nous avons contrôlé son implantation en 1965. Les éléments caractéristiques sont les suivants :

Altitudes M.E.F.S.		
- Tronçon incliné (2 rails de 8 mètres)	base	71,00
	sommet	78,55
- Tronçon vertical	base	77,55
	sommet	80,55.

A noter que les 2 tronçons d'échelle sont distincts et présentent la particularité de se chevaucher sur une hauteur de 1 mètre.

L'échelle ayant les mêmes caractéristiques qu'en 1939 (même configuration et même hauteur totale 9,50 m), on peut affirmer qu'elle n'a subi aucune transformation depuis 1939. Le zéro en 1939 correspondant à la base du rail incliné était donc à la cote 71,00 M.E.F.S.

Mais il n'est pas certain qu'il en ait été toujours ainsi car plusieurs modes de graduation semblent avoir été adoptés à savoir :

- élément vertical gradué de 6,50 m à 9,50 m (zéro à 71,00 M.E.F.S. : Mars 1939).
- élément vertical gradué de 6 à 9 m (zéro à 71,50 M.E.F.S.)

Ce 2ème mode de graduation serait celui des années 1936 à 1938, et correspond alors au calage indiqué par la M.E.F.S. (zéro à 71,48 M.E.F.S.).

Il a été observé en 1948 par un hydrologue de l'E.D.F.

La réalité est encore plus complexe. On observe en effet pendant la période 1930-38 que les lectures varient de quelques mètres à 19,90 m. Cela provient du fait que les lectures sur le tronçon incliné correspondaient à des distances mesurées le long du rail et non aux hauteurs réelles, d'où l'existence de graduations supérieures de 10 m à la normale sur l'élément vertical.

Ce mode d'exploitation de l'échelle est mis en évidence par le graphique de corrélation hauteur - hauteur GALOUGO - BAFOULABE pour l'établissement duquel les hauteurs considérées à GALOUGO sont les hauteurs réelles déduites des relevés bruts à l'aide d'une transformation linéaire qui tient compte de l'inclinaison du rail. On obtient en effet sur ce graphique une courbe de régression parallèle à la courbe actuelle. Toutefois, la forte dispersion des points montre que les lectures à GALOUGO sont de qualité très médiocre vraisemblablement par suite du déplacement des graduations au cours de la période considérée. En conséquence on ne peut tirer aucun parti de ces relevés ni conclure en ce qui concerne le calage de l'échelle. La prise en compte des relevés effectués sur l'élément vertical ($H > 17$ m), possible seulement pour les années où la crue est supérieure à la moyenne, ce qui limite le champ d'investigation, ne renseigne que très vaguement sur la position du zéro.

A partir de 1939, les graduations de l'échelle redeviennent normales mais les relevés sont toujours douteux et les lacunes nombreuses. Cette situation dure jusqu'en 1950

(les relevés de 1947 à 1950 sont pratiquement inexistants).

En 1952, l'U.H.E.A. a nivelé les graduations de l'ancienne échelle.

Sur l'élément vertical (7 - 9 m) les graduations correspondent à un zéro à la cote 71,00 M.E.F.S. Sur le tronçon incliné elles correspondent à un zéro variant de 71,00 M.E.F.S. pour la division 1 m à 70,40 M.E.F.S. pour la division 5 m. On a là un exemple qui illustre bien la façon aberrante dont l'échelle était graduée et confirme notre opinion sur la valeur des relevés.

En 1951, l'U.H.E.A. installe une nouvelle échelle à 150 m en amont de l'ancienne sur la même rive. Cette échelle est formée d'éléments en lave émaillée inclinés à 45 ° et scellés sur des poutres en béton armé, elles mêmes ancrées sur des massifs bétonnés.

L'échelle a une hauteur totale de 11 mètres. L'U.H.E.A. a calé le zéro sensiblement 1 mètre plus bas que celui de l'ancienne échelle soit à la cote 70,03 M.E.F.S. (rattachement effectué au repère JARRE (89,32 M.E.F.S.) de la gare de GALOUGO.

La MAS a rattaché l'échelle au repère IGN (87,924 IGN) de la nouvelle gare de GALOUGO. Elle situe son zéro à la cote 69,23 IGN.

Nous avons vérifié ce rattachement en 1965. L'écart M.E.F.S. - IGN à GALOUGO est de 0,80 m. L'échelle est toujours en service et en excellent état.

Relevés.

Mises à part l'année 1906 et l'absence totale de relevés de basses eaux, les lectures ont été faites régulièrement et elles sont dans l'ensemble assez correctes de 1905 à 1924 inclus.

De 1925 à 1929, les relevés sont sporadiques.

De 1930 à 1950, l'étude critique des relevés a été faite précédemment. Elle conduit à éliminer l'ensemble des lectures de cette période.

Depuis 1951, les relevés effectués à la nouvelle échelle ont été faits très régulièrement et s'avèrent corrects.

Tarage.

En 1952, la MAS a effectué 9 jaugeages pour des hauteurs à l'échelle comprises entre 4,17 et 5,74. Ces mesures sont dépourvues d'intérêt compte tenu de la très forte dispersion des résultats et du faible intervalle d'échelle qu'elles couvrent.

Un jaugeage a été effectué par l'ORSTOM le 17-2-1965 : H = 109, Q = 63,6 m³/s. Cette mesure a été faite à Dipari 6 km en amont de GALOUGO, section de jaugeage utilisée en 1951 par l'UHEA pour tarer GOUINA en basses eaux.

En fait, le tarage de l'échelle de GALOUGO se déduit sans difficulté de celui du limnigraphe de GOUINA Amont, à l'aide de la correspondance liant les hauteurs aux 2 stations, étant donné que les apports relatifs au bassin intermédiaire (205 km²) sont rigoureusement négligeables.

Cette correspondance définie à partir des relevés de la période 1951-58 est donnée par le tableau n° 2.13.

TABLEAU n° 2.13.

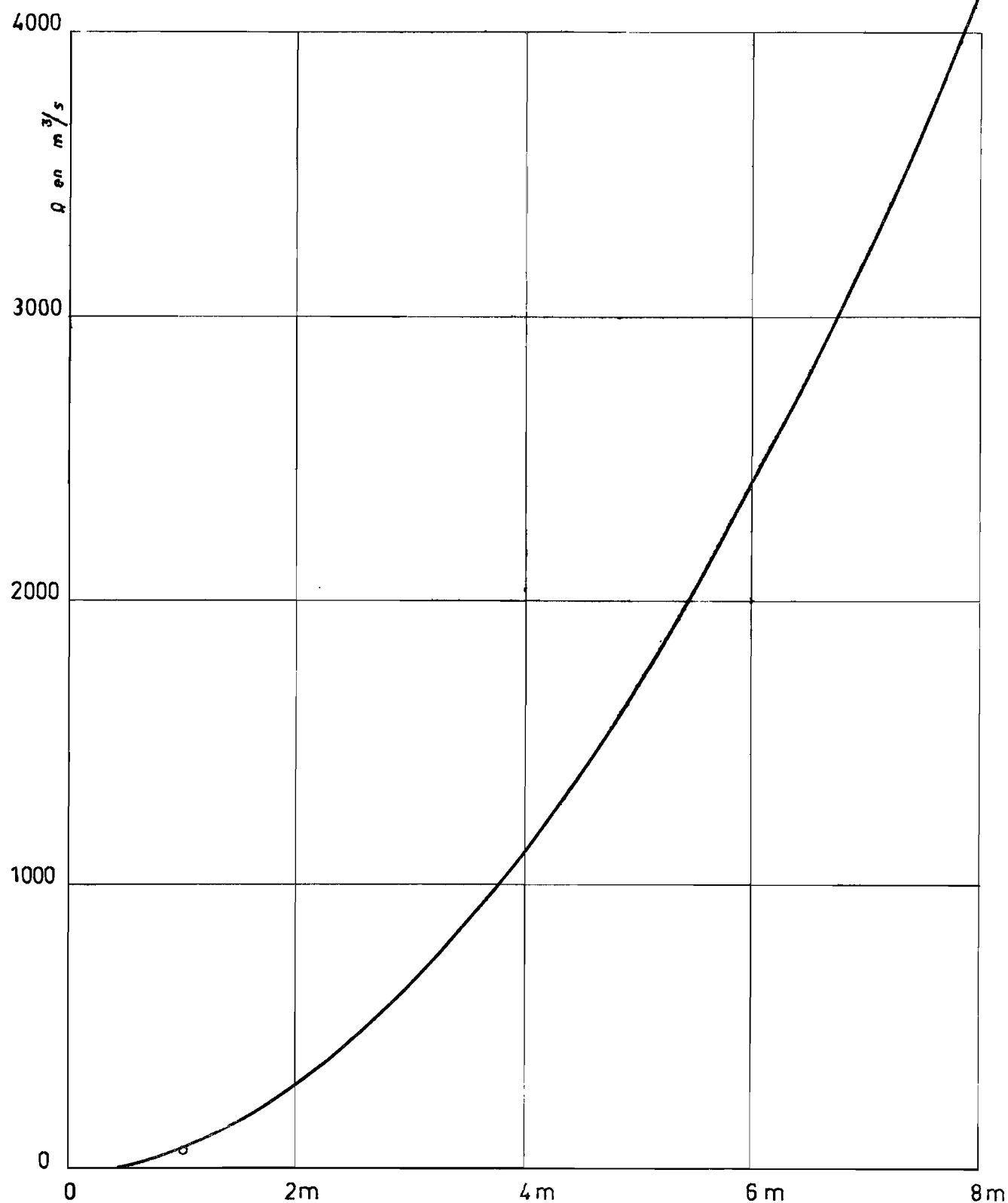
CORRESPONDANCE entre les HAUTEURS à GALOUGO et à GOUINA Amont

=====					
: GALOUGO :	GOUINA :	: GALOUGO :	GOUINA :	: GALOUGO :	GOUINA :

: 030 :	050 :	: 375 :	315 :	: 725 :	491 :
: 050 :	077 :	: 400 :	329 :	: 750 :	502 :
: 075 :	107 :	: 425 :	343 :	: 775 :	513 :
: 100 :	129 :	: 450 :	357 :	: 800 :	524 :
: 125 :	148 :	: 475 :	370 :	: 825 :	535 :
: 150 :	166 :	: 500 :	381 :	: 850 :	546 :
: 175 :	185 :	: 525 :	394 :	: 875 :	557 :
: 200 :	202 :	: 550 :	406 :	: 900 :	567 :
: 225 :	219 :	: 575 :	419 :	: 925 :	578 :
: 250 :	238 :	: 600 :	432 :	: 950 :	588 :
: 275 :	256 :	: 625 :	444 :	: 975 :	598 :
: 300 :	271 :	: 650 :	456 :	: 1000 :	608 :
: 325 :	287 :	: 675 :	468 :	:	:
: 350 :	301 :	: 700 :	480 :	:	:
=====					

La courbe de tarage obtenue est représentée par le graphique n° II-11.

COURBE D'ÉTALONNAGE
Le SÉNÉGAL à GALOUGO



1.4.3. - Le SENEGAL à GOUINA

B.V. = 128 600 km²

Coordonnées géographiques } longitude : 11°06' W
 } latitude : 14°00' N

Quatre échelles ont été installées à GOUINA, sur la rive gauche du fleuve entre 1925 et 1929. Elles sont décrites dans un document émanant des Travaux Publics et daté de Janvier 1929. Elles figurent également dans le répertoire des stations M.E.F.S.

Ces échelles prises dans l'ordre amont, aval sont les suivantes.

L'échelle I, posée en 1925 à l'amont immédiat des chutes est constituée par un rail incliné gradué de 0 à 5 m.

L'échelle II, verticale, équipe le 1er bief au pied des chutes. C'est un rail de 8 mètres fixé sur un pilier en maçonnerie le long de la paroi rocheuse de la rive.

L'échelle III, est située en tête du 2ème bief à l'aval des chutes. C'est également un rail vertical de 8 mètres.

L'échelle IV, équipe le 3ème bief. Elle est située 900 mètres à l'aval de la précédente dans la zone projetée par l'U.H.E.A. pour la restitution de l'usine de GOUINA. Il s'agit d'un rail vertical de 9 mètres de haut.

A l'époque de leur installation, ces échelles ont été rattachées à une borne cotée arbitrairement 50 m. Cette borne et les échelles II et III existant encore, les données de ces rattachements anciens ont pu être contrôlées en 1965. Il s'avère qu'une erreur de 1 mètre environ a été commise dans le rattachement de l'échelle III et qu'en tout état de cause, l'écart entre le système arbitraire de nivellement et le système M.E.F.S. est de 18,17 m. En conséquence, les altitudes des zéros des 4 échelles pour la période 1925 - 1942 sont les suivantes :

Echelles	Cote du zéro	
	Système arbitraire	M.E.F.S.
GOUINA I	45,36	63,53
" II	35,28	53,45
" III	(33,38)	50,44
" IV	30,90	49,07

En 1950, les échelles II, III et IV ont survécu.

L'U.H.E.A. les remet en service après avoir pris le soin de les prolonger par des éléments de basses eaux. Leurs nouveaux zéros nivelés par rapport au repère de l'échelle du 1er bief (boulon scellé sur le massif bétonné de l'échelle et portant la cote 58,70 M.E.F.S.) ont pour altitudes.

- Echelle II	51,43	M.E.F.S.
- Echelle III	48,44	M.E.F.S.
- Echelle IV	48,43	M.E.F.S.

On en déduit que l'U.H.E.A. a prolongé de 2 mètres vers le bas les échelles II et III et abaissé de 0,64 m le zéro de l'échelle IV.

Ces échelles sont dénommées par l'U.H.E.A. échelles 1er, 2ème et 3ème bief. Elles ont été exploitées de Juin 1950 à Novembre 1954.

L'U.H.E.A. a complété le dispositif à l'aide de 2 limnigraphes.

- Un limnigraphe dit GOUINA amont (BAR mensuel) situé 2 km en amont des chutes. L'installation à l'origine ne comporte pas d'échelle de contrôle (points d'eau effectués par rapport à la borne U.H.E.A. n° 10, cotée 69,08 M.E.F.S.). L'U.H.E.A. a adopté pour zéro de l'appareil la cote 63,35 M.E.F.S. Ce limnigraphe a été mis en service le 12 Juillet 1950.

- Un limnigraphe dit GOUINA aval situé sur la rive droite quelques centaines de mètres à l'aval de l'échelle du 3ème bief. Ce limnigraphe présente les mêmes caractéristiques et est exploité de la même manière que le précédent. Il a été mis en service le 27 Septembre 1950. Son zéro (échelle fictive) est à la cote 48,09 M.E.F.S.

A partir de 1953, l'exploitation du dispositif est faite par la MAS. La brigade hydrologique de GOUINA se désintéresse des échelles restaurées par l'U.H.E.A. et exploite sans grand succès les 2 limnigraphes. Toutefois, en 1955, elle équipe ces derniers d'échelles auxiliaires, en conservant les zéros adoptés par l'U.H.E.A. (vérification faite en 1965) et installe en 1956, une échelle en lave émaillée à 250 m à l'aval de l'ancienne échelle du 2ème bief.

Cette échelle comporte à l'origine 9 éléments métriques verticaux. Sa hauteur a été portée à 11 mètres après 1958, année où la crue a dépassé le sommet de l'échelle initiale. Son zéro est à la cote 48,49 M.E.F.S. soit 5 cm plus haut que celui de l'échelle 2ème bief U.H.E.A. Depuis 1959, la limnimétrie à GOUINA est fournie uniquement par cette échelle. Le limnigraphe aval est désaffecté. Le limnigraphe amont est encore en service mais ne fournit pratiquement aucun résultat.

La MAS a rattaché les installations au nivellement général de l'IGN et trouve un écart de 0,72 m entre les cotes M.E.F.S. et les cotes IGN. Comme il n'existe pas à GOUINA de repère nivelé par l'IGN, il convient de considérer ce résultat et les altitudes IGN des zéros des échelles et limnigraphes qui en découlent comme étant provisoires.

Relevés.

Les 4 échelles anciennes ont été observées très irrégulièrement de 1925 à 1950 : l'échelle I de 1929 à 1942, les 3 autres de 1936 à 1942.

Les graphiques de correspondance établis en portant les hauteurs aux échelles I, II et IV en regard des hauteurs à l'échelle III, n'infirment pas les calages respectifs des

échelles tels que nous les avons considérés précédemment, mais la forte dispersion des résultats témoigne de la fantaisie des lectures. Comme en outre les relevés comportent de nombreuses lacunes, nous avons dû renoncer à les exploiter. Leur valeur pour cette période étant inférieure à celle des relevés effectués aux autres stations du cours moyen du SENEGAL, leur prise en compte n'offre pas d'intérêt. Ainsi, en dépit d'installations remarquables au point de vue fondations puisque deux échelles sont parfaitement conservées de nos jours, le bilan des relevés de 1925 à 1950 est, comme à GALOUGO, pratiquement nul.

Cette situation est due au manque d'entretien des échelles, lesquelles la plupart du temps étaient mal graduées ou illisibles, et à l'incompétence des lecteurs.

Nous avons toutefois retenu les hauteurs maximales observées au cours de cette période afin de les comparer à celles de KAYES et de BAFOULABE.

Ces hauteurs maximales et les hauteurs correspondantes rapportées au limnigraphe amont et à l'échelle MAS 1956, sont rassemblées dans le tableau n° 2.14.

TABLEAU n° 2.14

HAUTEURS MAXIMALES à GOUINA avant 1950.

: Années :	: GI :	: GII :	: GIII :	: GIV :	: G Amont :	: G 2ème bief : (MAS) :
: 1929 :	: 400 :	:	:	:	: 485 :	:
: 1930 :	: - :	:	:	:	: - :	:
: 1931 :	: 382 :	:	:	:	: 463 :	:
: 1932 :	: - :	:	:	:	: - :	:
: 1933 :	: 480 :	:	:	:	: 575 :	:
: 1934 :	:	:	:	:	: - :	:
: 1935 :	: 500 :	:	:	:	: 600 :	:
: 1936 :	: 495 :	:	: 650 :	:	: 590 :	: 845 :
: 1937 :	: 350 :	:	: 365 :	:	: 427 :	: 560 :
: 1938 :	: 455 :	:	: 595 :	:	: 550 :	: 790 :
: 1939 :	: 420 :	:	: 480 :	:	: 505 :	: 675 :
: 1940 :	: 340 :	:	: - :	:	: 415 :	:
: 1941 :	: 360 :	: 338 :	: 400 :	: 385 :	: 440 :	: 595 :
: 1942 :	: 400 :	: 360 :	: 460 :	: 440 :	: 485 :	: 655 :

De Juin 1950 à Octobre 1952, l'ensemble du dispositif formé par les échelles des 1er, 2ème et 3ème bief et par les limnigraphes amont et aval, a été exploité presque intégralement par l'U.H.E.A. Seuls manquent les limnigrammes relatifs à la pointe de crue 1950. L'U.H.E.A. a établi les correspondances entre les altitudes M.E.F.S. du plan d'eau au droit de chaque installation.

Ces altitudes sont représentées sur le graphique n° II-12 en fonction de la cote du plan d'eau au limnigraphe amont.

On a également déterminé les correspondances liant les hauteurs aux stations aval à la hauteur au limnigraphe amont (tableau n° 2.15).

De 1953 à 1956, les échelles de GOUINA ne sont pratiquement plus observées et l'exploitation des limnigraphes laisse à désirer. Nous sommes parvenus à recalcr les limnigrammes et avons reconstitué les relevés correspondant aux périodes d'interruption ou de mauvais fonctionnement.

Les données sont finalement complètes en 1953 et 1955. En 1954, il manque 2 mois d'enregistrement (Septembre et Octobre).

Depuis 1956, on possède des relevés sûrs et complets à l'échelle du 2ème bief mise en service par la MAS. Les limnigraphes, après 2 années d'enregistrements valables (1956 et 1957) ont cessé d'être exploités.

Tarage.

L'U.H.E.A. a effectué 59 jaugeages pour des hauteurs au limnigraphe amont comprises entre 0,68 et 4,21 m (débit variant de 6,5 à 2 300 m³/s). Nous n'avons pas tenu compte des résultats des 2 prétendus jaugeages de hautes eaux entrepris les 3 et 4 Octobre 1951 pour des hauteurs respectives de 4,89 m et 5,57 m. Par suite de la rupture du câble tendu en travers de la section, celle-ci n'a pu être explorée que sur les 50 premiers mètres, on ne peut rien déduire de valable de mesures aussi partielles.

La station de jaugeage de moyennes et hautes eaux utilisée par l'U.H.E.A. est située 1040 m en amont du limnigraphe GOUINA-Amont. Le plan d'eau au droit de la section

CORRESPONDANCE DES PLANS D'EAU AUX POSTES LIMNIMÉTRIQUES DE GOUINA - (ALTITUDES MEFS)

Gr:II-12

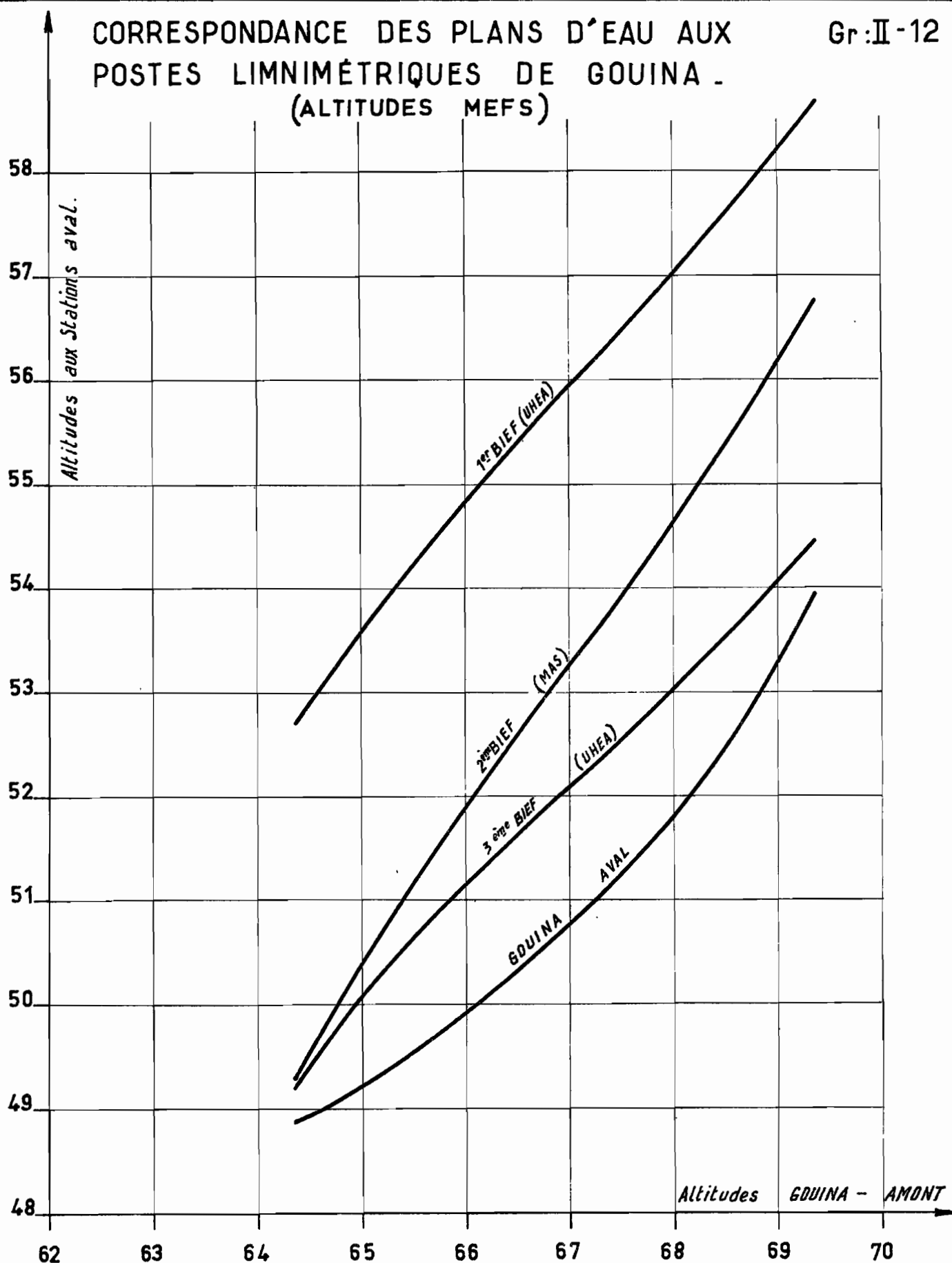


TABLEAU n° 2.15.

CORRESPONDANCES des POSTES LIMNIMETRIQUES de GOUINA

(hauteurs en cm)

GOUINA Amont	1er Bief (U.H.E.A.)	2ème Bief (MAS)	3ème bief (U.H.E.A.)	Aval (U.H.E.A.)
050		016		043
075		043		057
100	127	078	82	073
125		117		090
150	201	161	148	107
175		207		125
200	264	250	214	143
225		288		161
250	325	324	263	178
275		362		196
300	385	397	312	215
325		429		234
350	438	459	353	254
375		494		275
400	492	530	405	297
425		565		323
450	550	602	450	350
475		639		380
500	605	676	502	413
525		714		450
550	665	751	552	491
575		789		539
600	725	828	604	589
625		867		642

était nivelé à chaque jaugeage par rapport à un repère fixe (borne U.H.E.A. n° 11 portant la cote 70,84 M.E.F.S.). En basses eaux, les jaugeages étaient effectués à DIPARI (6 km en amont de GALOUGO). Une mesure de contrôle a été faite dans cette section par l'ORSTOM en 1965.

Les résultats de ces mesures sont satisfaisants et donnent une bonne définition du tarage en dessous de 2 500 m³/s. Pour l'extrapolation du tarage on peut faire appel aux formules classiques étant donné que les jaugeages ont été effectués dans la même section de profil connu et que la pente superficielle a été déterminée à chaque opération. Les débits des jaugeages inachevés (n° 34 et 35) ont été calculés à l'aide de la formule de Manning Strickler. La connaissance du tarage en dessous de 2 500 m³/s permet d'étudier les variations du coefficient de rugosité du lit. On constate que ce coefficient est pratiquement constant à partir des moyennes eaux et est voisin de 17 : valeur que nous avons adoptée pour le calcul des débits des jaugeages n° 34 et 35, les autres paramètres étant connus. Les résultats de ces 2 jaugeages sont donnés dans le tableau n° 2.16, qui récapitule les mesures effectuées à GOUINA et à DIPARI. La courbe de tarage est représentée par le graphique n° II-13.

Le tarage étant provisoire au-dessus de 2500 m³/s, il convient de faire des réserves sur la validité des débits qui en résultent, tant à GOUINA qu'aux stations du SENEGAL moyen où le tarage est obtenu à partir de celui de GOUINA.

Après avoir pris en compte ces données, nous avons eu connaissance de mesures effectuées en 1965 à TAKOUTALA (18 km à l'aval de GOUINA) par une équipe d'hydrologues russes. Ces derniers ont eu l'amabilité de nous communiquer un résultat qui nous renseigne immédiatement sur la validité de l'extrapolation faite du tarage de GOUINA, à savoir le débit mesuré le 8 Septembre 1965 ($Q = 4,300$ m³/s) au maximum de la crue ($H = 6,54$ m à TAKOUTALA, $H = 7,46$ m le même jour à l'échelle M.A.S. 2ème bief de GOUINA). La hauteur correspondante au limnigraphe amont, déduite de la correspondance avec l'échelle 2ème bief, s'établit à 5,45 m. Pour cette cote, l'extrapolation faite du tarage de GOUINA donne un débit de 4540 m³/s. Il semble d'après ce résultat que le tarage adopté conduise en hautes eaux à une surestimation des débits de l'ordre de 5%.

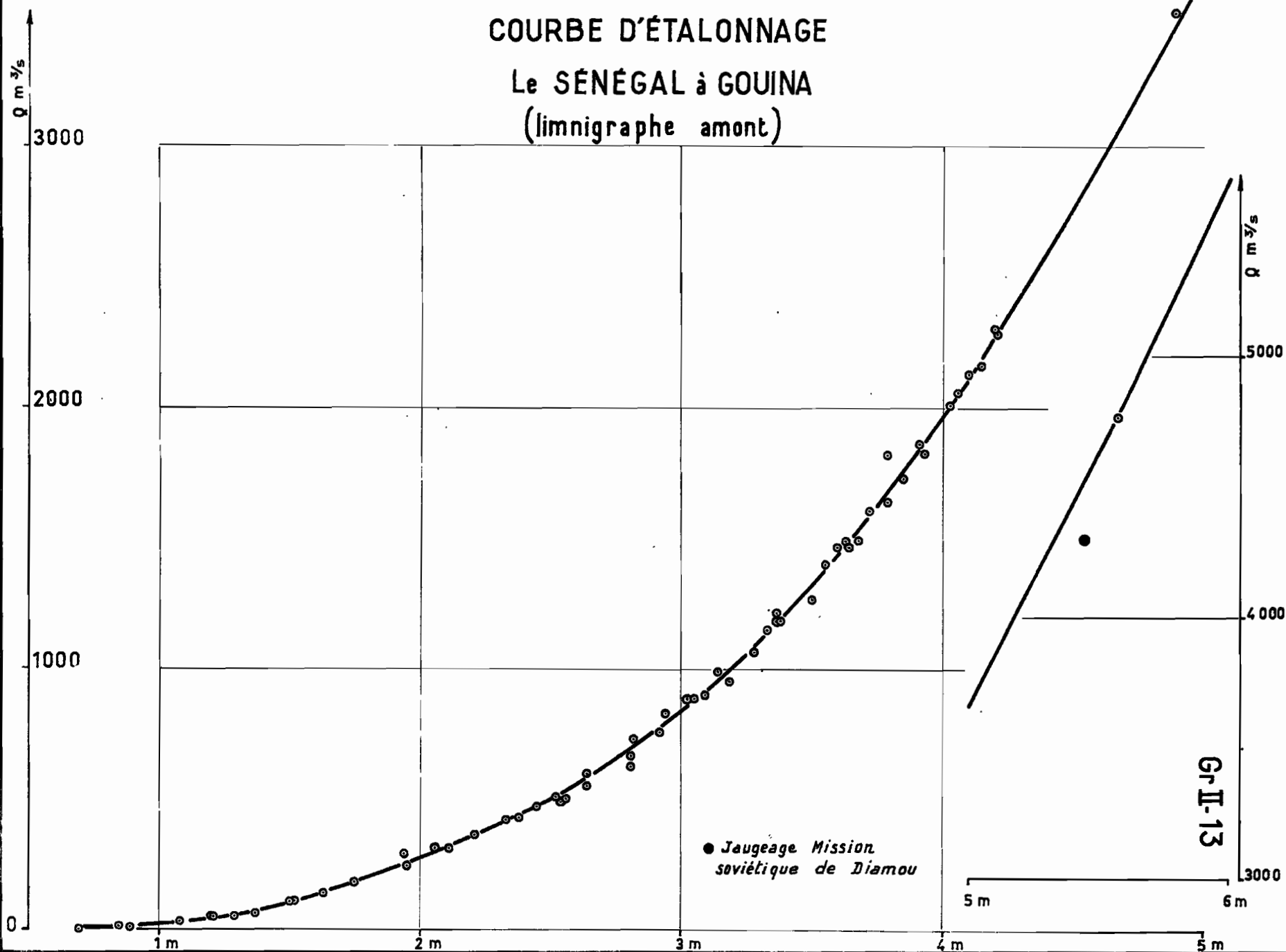
TABLEAU n° 2.16.

LISTE des JAUGEAGES du SENEGAL à GOUINA

N°	Date	H. (cm)	Q (m ³ /s)	N°	Date	H. (cm)	Q (m ³ /s)
<u>1950</u>				33	29/ 9	393	1830
1	30/10	333	1150	34	3/10	489	3510 (1)
2	2/11	314	995	35	4/10	557	4765 (1)
3	4/11	303	890	36	17/10	411	2130
4	6/11	294	830	37	21/10	403	2015
5	9/11	282	735	37bis	27/10	406	2073
6	13/11	264	605	38	28/10	420	2305
7	21/11	238	435	39	29/10	421	2230
8	5/12	206	310	40	31/10	379	1825
9	13/12	194	290	41	2/11	372	1610
<u>1951</u>				42	11/11	355	1400
10	11/ 1	163	140	43	13/11	337	1210
11	23/ 1	152	108	44	15/11	328	1070
12	22/ 2	129	57	45	18/11	309	900
13	19/ 3	108	28	46	23/11	281	671
14	15/ 7	252	510	47	27/11	264	556
15	19/ 7	292	758	48	30/12	254	495
16	22/ 7	281	631	49	3/12	245	458
17	25/ 7	256	505	50	8/12	233	421
18	2/ 8	254	495	51	13/12	221	360
19	4/ 8	319	956	52	20/12	211	314
20	6/ 8	338	1185	53	31/12	195	243
21	9/ 8	363	1495	<u>1952</u>			
22	10/ 8	350	1265	54	21/ 1	175	185
23	14/ 8	364	1470	55	19/ 2	150	105
24	18/ 8	337	1195	56	24/ 3	121	52
25	20/ 8	385	1730	57	30/ 4	89	11
26	21/ 8	415	2160	58	24/ 5	68	6,5
27	23/ 8	379	1645	59	4/ 6	85	10
28	25/ 8	368	1495	60	24/ 6	120	51
29	30/ 8	360	1470	<u>1965</u>			
30	4/ 9	391	1865	61	17/ 2	137	63,6
31	5/ 9	406	2060				
32	6/ 9	410	2130				

(1) - Débits calculés.

COURBE D'ÉTALONNAGE Le SÉNÉGAL à GOUINA (limnigraphe amont)



1.4.4. - Le SENEGAL au FELOU B.V. = 131 500 km²

Coordonnées géographiques } longitude : 11° 21' W
 } latitude : 14° 21' N

1.4.4.1. - Station du FELOU AMONT

La station est située sur la rive gauche du fleuve à 1500 m en amont des chutes du FELOU, au droit du village de MAMOUDIA.

Un limnigraphe BÄR à mouvement mensuel a été installé par l'U.H.E.A. en 1950.

Son zéro, rattaché à la borne U.H.E.A. n° 19 (35,54 M.E.F.S.) et nivelé par rapport à un repère scellé sur le limnigraphe, est à la cote 39,34 M.E.F.S.

Une échelle de contrôle a été posée par la MAS en 1954. Son tronçon supérieur 2 - 5 m est fixé contre le limnigraphe. La MAS a rattaché cette échelle au nivellement général et situe son zéro à l'altitude 39,054 IGN. L'altitude correspondante dans le système M.E.F.S. n'a pas été déterminée. Compte tenu de l'écart de 0,80 m qui existe entre les altitudes M.E.F.S. et IGN au FELOU aval, l'échelle aurait son zéro à la cote 39,85 M.E.F.S. soit 0,51 m au dessus du zéro adopté par l'U.H.E.A.

Ce décalage est confirmé par la corrélation hauteur-hauteur avec GOUINA amont.

Le couple formé par les stations de FELOU amont et FELOU aval ne présente d'intérêt que pour l'étude d'un nouvel aménagement hydroélectrique. La hauteur de chute varie de 8 m en hautes eaux à 15,70 m à l'étiage. Le marnage à la station amont est de 2,50 m environ.

Le plan d'eau amont est perturbé à l'étiage par le fonctionnement de l'usine hydro-électrique.

Relevés.

Pendant la période d'exploitation U.H.E.A. (Juin 1950 - Septembre 1952), les enregistrements sont bons et complets. Seule la pointe de crue 1950 n'a pas été enregistrée (limnigramme tronqué du 20 au 30 Août). De Septembre 1952 à Novembre 1953, les limnigrammes sont assez difficiles à exploiter et les relevés obtenus sont moins sûrs. Le limnigraphe n'a pas fonctionné en 1954.

De 1955 à 1957 inclus, les enregistrements sont sporadiques et souvent inexploitable.

La station est abandonnée depuis 1958.

Corrélations avec les stations voisines.

Il existe une très bonne corrélation entre les hauteurs journalières au FELOU amont et celles de GOUINA.

Cette corrélation est donnée par le tableau n° 2.17. qui permet la reconstitution éventuelle des relevés du FELOU amont après 1957.

La corrélation FELOU amont - FELOU aval n'est pas très étroite. Cela tient probablement au fait que le niveau au FELOU aval est influencé par le régime du KOLOMBINE. Il est vraisemblable en effet que le bief long de 9 km qui sépare le FELOU aval du confluent du KOLOMBINE, et sur lequel aucun seuil n'est visible à l'étiage, ait une pente particulièrement faible et permette au remous du KOLOMBINE d'atteindre la station du FELOU aval.

1.4.4.2. - Station du FELOU AVAL

Le document le plus ancien qu'on possède sur la première échelle du FELOU aval date de 1930-32, époque à laquelle elle a été rattachée par le S.H.O.N.

L'échelle est constituée par un rail incliné, fixé sur des dés maçonnés. Lors de son rattachement par le S.H.O.N. les graduations étaient illisibles. L'extrémité supérieure

TABLEAU n° 2.17

CORRELATION FELOU Amont - GOUINA Amont

(D'après relevés 1950-52)

FELOU (1)	GOUINA (2)	FELOU	GOUINA	FELOU	GOUINA
075	064	175	307	275	521
100	127	200	364	300	573
125	190	225	417	325	624
150	250	250	469		

(1) - Zéro à 39,34 M.E.F.S.
 (2) - Zéro à 63,35 M.E.F.S.

du rail, nivelée par rapport à une borne S.H.O.N. portant la cote 38,645 S.H.O.N. (36,665 M.E.F.S.), est à l'altitude 33,803 S.H.O.N. (31,823 M.E.F.S.).

L'emplacement de l'échelle n'a pas varié depuis. Elle est située sur la rive gauche du fleuve - 100 m environ à l'aval de l'usine hydro-électrique. Cette échelle ne figure pas dans le répertoire des stations M.E.F.S. et il n'existe aucun relevé dans les archives de la MAS avant 1950.

L'échelle a été restaurée et mise en service en 1950 par l'U.H.E.A. Son zéro rattaché à la borne S.H.O.N. précédente est à la cote 24,34 M.E.F.S. et son sommet gradué 8,50 m se trouve 1 mètre plus haut qu'en 1930. En fait nous pensons que l'échelle est celle qui existait en 1930 et que le S.H.O.N. a commis une erreur d'un mètre dans son nivellement.

L'U.H.E.A. a remplacé l'ancien repère constitué par la borne S.H.O.N. par une borne (U.H.E.A. n° 19) cotée 35,54 M.E.F.S. et posée à proximité de la station.

La crue 1950 ayant dépassé le sommet de l'échelle et atteint la hauteur 10,47 m, l'U.H.E.A., en 1952, a prolongé l'échelle en installant un tronçon métallique vertical gradué de 8,50 m à 11,10 m. Cet élément existe encore avec ses graduations et nous a permis de contrôler le zéro de l'échelle U.H.E.A.

En 1954, la MAS a installé une nouvelle échelle comportant 10 éléments métriques verticaux en métal émaillé. Son zéro est à la cote 24,31 M.E.F.S. Il est donc sensiblement le même que celui de l'échelle U.H.E.A. L'altitude IGN du zéro, déterminée par la MAS, est de 23,513 m. L'écart entre les 2 systèmes de nivellement serait donc au FELOU de 0,80 m.

Relevés.

Les relevés que nous possédons depuis 1950 sont assez incomplets (pas d'observations en 1953, 1960 et 1961) et comportent parfois des erreurs grossières (lectures surestimées d'un mètre en 1952 et sous-estimées d'un mètre en 1963 et 1964).

Les lacunes en hautes eaux sont dues à une hauteur insuffisante de l'échelle. On les observe en 1950, 1951 et 1958.

Ces défauts mis à part, la qualité des relevés est acceptable.

Corrélations avec les stations voisines.

Les hauteurs journalières au FELOU aval sont en bonne corrélation avec celles de KAYES. Nous avons utilisé cette circonstance pour reconstituer la crue 1950 à KAYES, les relevés 1950 à cette station étant particulièrement suspects.

Les corrélations avec FELOU amont et GOUINA sont moins bonnes, ce qui nous porte à croire que la hauteur au FELOU aval est influencée par le régime du KOLOMBINE.

1.4.5. - Le SENEGAL à KAYES B.V. = 157 400 km²

Coordonnées géographiques } longitude : 11° 27' W
 } latitude : 14° 27' N

Créée pour la navigation en 1892, exploitée de façon régulière seulement à partir de 1903, la station de KAYES, bien qu'antérieure à toutes les autres stations du Bassin du SENEGAL, n'en diffère pas sensiblement quant à la durée des observations.

Le renseignement le plus ancien concernant l'échelle de KAYES figure dans le répertoire des repères de la mission topographique Thibault et permet de déterminer son calage à l'époque où cette mission a effectuée ses travaux, c'est-à-dire entre 1904 et 1907.

Ce répertoire donne l'altitude du zéro de l'échelle dans le système de nivellement Thibault, dont le repère de base est situé sur un des piliers de la gare de KAYES-Ville (trait gravé sur une plaque de cuivre et coté 39,000). Le rattachement de ce repère à l'IGN a été effectué en Février 1965 et conduit aux résultats suivants :

	Altitudes Thibault	Altit. IGN
Repère Thibault	39,000	36,074
Zéro échelle (1904-07)	24,629	21,703

montrant qu'il existe un écart de 2,926 m entre les cotes Thibault et IGN.

La situation et la configuration de l'échelle sont données par le S.H.O.N. qui a procédé à son rattachement en 1930. L'échelle est installée contre l'ancien wharf de KAYES. Elle comprend un tronçon sensiblement vertical allant du sommet à la base du wharf. Du pied de cet élément part un tronçon incliné légèrement surélevé par rapport au terrain naturel et constitué par un fer U boulonné sur une rampe en béton. La jonction entre les 2 parties de l'échelle porte en 1930 la graduation 2 M. Les documents établis par la M.E.F.S. en 1935 et par l'U.H.E.A. en 1950 confirment cette disposition. L'échelle n'a donc pas subi de modification depuis 1930. Il est probable que cette implantation soit l'implantation d'origine (celle de 1903 ou même celle de 1892).

Le S.H.O.N. a rattaché la division 2 M au repère Jarre de la gare de KAYES plateau. Le rattachement de ce repère à l'IGN a été effectué en 1965 et montre que le zéro est à l'altitude 21,55 IGN soit 15 cm plus bas qu'en 1906. Les références de ces rattachements sont les suivantes :

	Altitudes S.H.O.N.	Altitudes IGN
Repère Jarre (Gare KAYES plateau)	47,772	44,975
Repère IGN (Gare KAYES plateau)		44,734
Zéro échelle KAYES 1930	24,345	21,548

(Ecart S.H.O.N. - IGN 2,797 m).

En 1935, la M.E.F.S. a rattaché l'échelle à la borne astronomique de la Résidence (portant la cote 44,446 M.E.F.S.), et situe le zéro à 22,537 M.E.F.S. L'IGN cote cette borne 43,631 IGN, d'où l'altitude 21,722 IGN du zéro de l'échelle en 1935.

Signalons que les altitudes des repères cotés par la M.E.F.S. à KAYES sont douteuses, comme le montre la comparaison des résultats des nivellements M.E.F.S. et IGN du repère Jarre de la Gare de KAYES plateau et de la borne astronomique de la Résidence :

	Cotes M.E.F.S.	Cotes IGN	Ecart M.E.F.S. IGN
Repère Jarre	45,686	44,975	0,711
Borne Astro	44,446	43,631	0,815
Dénivelée	1,240	1,344	

Par la suite, cette altitude de la borne astro a été revue et remplacée par l'altitude 44,316 M.E.F.S. qui donne des résultats plus cohérents et confirme la cote M.E.F.S. du repère Jarre. Le repère Jarre de la gare de KAYES - plateau étant le repère de base des nivellements S.H.O.N. et M.E.F.S., il convient, en tout état de cause, d'accorder davantage de

poids aux cotes qui s'y attachent dans les différents systèmes, et de choisir ce repère de préférence à la borne astro pour définir la différence M.E.F.S. - IGN à KAYES. Cette différence s'établit à 0,711 m et non à 0,505 m comme la MAS l'affirmait sans pouvoir expliquer d'ailleurs comment elle obtenait ce résultat.

En définitive, on peut considérer que le zéro de l'échelle en 1935 est à la cote 22,43 M.E.F.S., au lieu de 22,537 M.E.F.S.

En 1950, l'U.H.E.A. a rattaché l'échelle de KAYES en nivelant la division 7,15 le 2 Octobre (on ignore à quel repère le rattachement a été effectué) et situe le zéro à la cote 22,30 M.E.F.S. soit 21,59 IGN.

Les altitudes IGN des zéros, résultant des rattachements successifs, et récapitulées ci-dessous, sont quelque peu différentes.

Année	Altitude du zéro (IGN)
1906	21,70
1930	21,55
1935	21,72
1950	21,59

Il est fort probable que les écarts observés entre ces altitudes correspondent davantage à des défauts de graduation qu'à des variations réelles du zéro. Les divisions nivelées varient généralement d'un rattachement à l'autre et cela explique en partie la dispersion des résultats. Dans l'hypothèse fort peu vraisemblable où l'échelle aurait été graduée correctement, on ne pourrait prétendre déterminer les dates auxquelles les déplacements du zéro se sont produits, ces derniers étant de l'ordre de grandeur des erreurs de lecture.

En définitive, nous avons adopté pour cote du zéro de l'échelle de KAYES de 1903 à 1950 l'altitude moyenne 21,66 IGN (22,37 M.E.F.S.) supérieure de 1,50 m à la cote du zéro de l'échelle actuelle.

La nouvelle échelle a été installée par l'U.H.E.A. en 1951. Elle est constituée par une batterie d'éléments verticaux en lave émaillée dont la hauteur totale est de 14 mètres.

Son zéro est à la cote 20,16 IGN, comme il résulte du rattachement effectué en Février 1965 des divers éléments de l'échelle au repère IGN (coté 34,867 m IGN) situé sur l'ancienne gare de KAYES - ville.

Les erreurs de calage des éléments par rapport à l'élément supérieur 9 - 13 m choisi pour définir le zéro, ne dépassent pas ± 2 cm.

Relevés.

De 1892 à 1903, l'échelle est lue 2 à 3 fois par mois et les relevés présentent peu d'intérêt.

De 1903 à 1950, on dispose des relevés journaliers effectués d'Août à Décembre. Font exception les années 1904 - 1914 - 1919 - 1924 pour lesquelles la durée des observations ne dépasse pas 3 mois.

L'examen des graphiques annuels de correspondance entre KAYES et les stations de BAFOULABE, GALOUGO et AMBIDEDI montre que la valeur des relevés est acceptable et confirme d'autre part la donnée admise concernant le calage de l'échelle. Toutefois le jugement porté sur la valeur des relevés ne concerne pas les lectures effectuées à chaque décrue sur la partie inférieure de l'échelle. Ces dernières sont manifestement aberrantes et ont été corrigées à l'aide des données du tarissement.

En 1950, une fraction non négligeable des relevés correspond à des lectures erronées qui ont été rectifiées au moyen des relevés du FELOU aval et des limnigrammes d'AMBIDEDI.

Depuis la mise en service en 1951 de la nouvelle échelle, celle-ci est lue régulièrement et très correctement 2 fois par jour.

Tarage.

En dehors des 2 jaugeages suivants :

10-4-1963	H = 060	Q = 10,3 m ³ /s
1-3-1965	H = 102	Q = 45,9 m ³ /s

effectués par l'O.R.S.T.O.M, il n'a été effectué aucune autre mesure de débit à KAYES.

Compte tenu de l'existence avant 1950 de 44 années d'observation relativement sûres, de la sensibilité de l'échelle (marnage important) et de la certitude que nous avons que son zéro n'a pas varié - conditions que ne réunit aucune autre station du SENEGAL - l'absence de tarage à KAYES constitue une lacune regrettable. Le seul moyen dont nous disposons pour y remédier consiste à déduire le tarage de celui de GOUINA, à l'aide de la corrélation entre les hauteurs aux 2 stations. Cette corrélation n'est pas très étroite en hautes eaux du fait des apports du KOLOMBINE et du fait de l'amortissement plus ou moins important que subissent, suivant leur forme, les ondes de crue entre GOUINA et KAYES. Nous l'avons améliorée en exploitant les enregistrements fournis par le limnigraphe d'AMBIDEDI (1950-56) lesquels, si on les compare à ceux de GOUINA amont, permettent un choix judicieux des périodes d'écoulement à prendre en considération. Ce choix consiste à écarter les périodes où la présence d'apports intermédiaires est manifeste, pour ne conserver que celles où seuls les phénomènes d'amortissement sont en cause, distinction qui serait plus délicate à faire si on disposait seulement des relevés de KAYES. De la sorte une corrélation valable a pu être établie entre les stations de GOUINA et de KAYES. Elle est donnée par le tableau n° 2.18 et la courbe de tarage qui en résulte pour KAYES est représentée par le graphique n° II-14.

Compte tenu des réserves faites sur la valeur du tarage de GOUINA en hautes eaux, il convient de faire des réserves au moins aussi importantes à propos du tarage de KAYES.

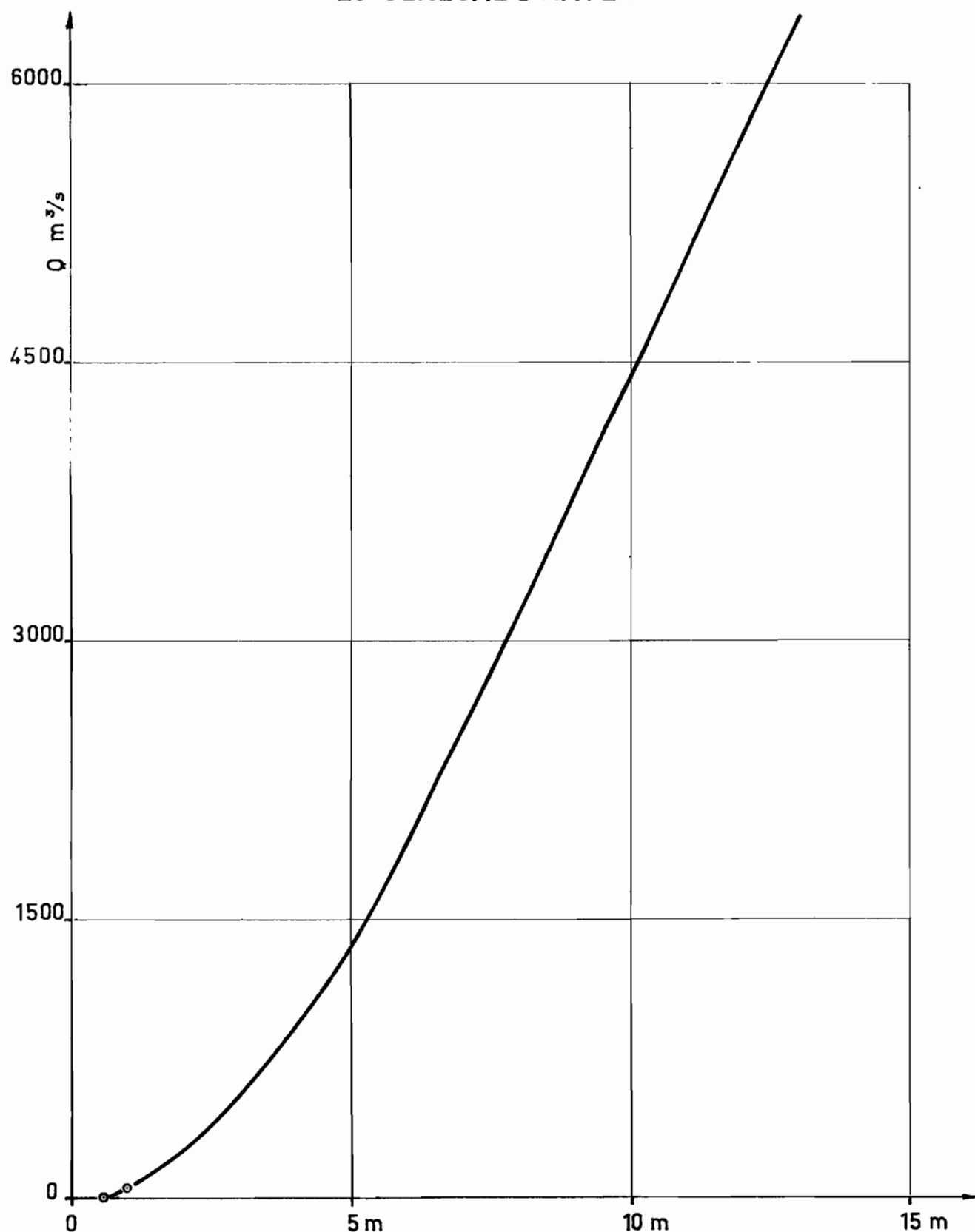
TABLEAU n° 2.18

CORRELATION KAYES - GOUINA Mont

KAYES (1)	GOUINA (2)	KAYES	GOUINA	KAYES	GOUINA
025	049	425	317	825	483
050	079	450	329	850	491
075	106	475	341	875	499
100	129	500	353	900	507
125	146	525	364	925	515
150	162	550	375	950	523
175	178	575	385	975	531
200	194	600	395	1000	539
225	210	625	405	1025	547
250	226	650	415	1050	555
275	242	675	425	1075	563
300	256	700	435	1100	571
325	269	725	445	1125	578
350	282	750	455	1150	586
375	294	775	464	1175	593
400	306	800	474	1200	601

(1) - Zéro à 20,16 IGN
 (2) - Zéro à 63,35 M.E.F.S.

COURBE D'ÉTALONNAGE
Le SÉNÉGAL à KAYES



1.4.6. - Le SENEGAL à AMBIDEDI B.V. = 159 000 km²

Coordonnées géographiques } longitude : 11° 47' W
 } latitude : 14° 35' N

AMBIDEDI se trouve à 44 km à l'aval de KAYES. Sur cette distance le SENEGAL ne reçoit aucun affluent important. Une échelle a été installée en 1909 sur la rive gauche du fleuve, au droit de la gare d'AMBIDEDI. En fait, on ne possède pas de renseignements sur cette échelle avant son rattachement par la M.E.F.S. en 1937. Un plan de l'installation, daté de Février 1937 existe dans le répertoire des stations M.E.F.S. et montre qu'elle comporte 3 tronçons métalliques fixés sur le mur du wharf et gradués comme suit :

- 1er tronçon 0 - 160
- 2ème tronçon 160 - 620
- 3ème tronçon 620 - 820.

Nous avons vérifié l'installation en 1965 et constaté l'existence de 2 éléments d'échelle constitués par des fers U fixés au wharf. Des quelques graduations encore lisibles sur chaque élément, nous avons déduit que l'élément supérieur était gradué 620 - 820, comme l'indiquait la M.E.F.S., et que l'élément inférieur, de longueur supérieure à celle mentionnée par la M.E.F.S., était gradué de 0,70 à 6,20 m. Nous observions par contre l'absence d'élément de basses eaux. Nous négligerons ce détail discordant pour ne retenir que l'aspect positif de ce contrôle qui permet d'affirmer que depuis 1937, l'échelle n'a pas subi de modifications entraînant un déplacement du zéro. Nous avons noté d'autre part la présence au sommet du wharf d'un élément gradué de 8,20 à 11,35 m et calé correctement par rapport aux éléments précédents. Bien que la M.E.F.S. n'en mentionne pas l'existence, on doit admettre, si on se réfère aux relevés anciens, que cet élément existait en 1937.

La M.E.F.S. a rattaché l'échelle à une borne S.H.O.N. (cotée 30,844 M.E.F.S.) voisine de la station, et situe son zéro à l'altitude 19,87 M.E.F.S. Cette borne ayant disparu, nous n'avons pas pu contrôler ce rattachement en 1965.

En 1950, l'U.H.E.A. a rattaché l'échelle à une autre borne posée à cette occasion (borne U.H.E.A. n° 21 portant la cote 28,75 M.E.F.S.) et trouve le zéro à l'altitude 19,44 M.E.F.S.

En 1965, le nivellement des graduations de la vieille échelle par rapport à cette borne U.H.E.A. place le zéro à 19,33 M.E.F.S.

Etant donné que l'échelle n'a pas subi de modification depuis 1937, la différence qu'on observe entre les résultats des rattachements M.E.F.S. et U.H.E.A. peut provenir soit d'un déplacement des graduations (sommet portant la division 7,66 m en 1937 et 8,09 en 1950), soit d'une erreur de nivellement entre les bornes S.H.O.N. et U.H.E.A.

Nous inclinerons en faveur de cette 2ème hypothèse, car on peut émettre un doute sur l'altitude M.E.F.S. que l'U.H.E.A. attribue à la borne n° 21. Cette borne a été nivelée par l'IGN (28,22 IGN) et l'écart entre les altitudes M.E.F.S. et IGN de cette borne ressort à 0,53 m. Cet écart comparé à celui qui existe à KIDIRA (0,895 m) est peu vraisemblable et nous porte à croire que les références topographiques M.E.F.S. et U.H.E.A. sont différentes et que c'est uniquement à cause de cela que les résultats des rattachements sont discordants.

Ainsi nous restons persuadés que le zéro de l'échelle n'a pas varié depuis 1937 et que son altitude est celle que nous avons relevée en 1965 : 18,80 IGN.

En 1950, l'U.H.E.A. a installé un limnigraphe BÄR mensuel, dont elle situe le zéro à 17,97 M.E.F.S. (17,44 IGN).

L'appareil, mis en service le 7 Octobre 1950, est exploité jusqu'en 1956 sans le secours d'échelle limnimétrique (les hauteurs sur les diagrammes sont exprimées en altitudes M.E.F.S.).

En 1957, la MAS a installé une nouvelle échelle dont le zéro se trouve à la cote 17,67 IGN. A partir de cette date le limnigraphe est exploité d'après les indications de cette échelle. Celle-ci comporte 4 éléments métriques verticaux installés en aval du wharf et 2 éléments de 3 mètres fixés sur le wharf. Un élément 10 - 12 m a été ajouté en 1959.

Relevés.

De 1909 à 1942, les relevés ont été faits assez régulièrement en moyennes et en hautes eaux (Août à Novembre).

De 1943 à 1950, ils sont sporadiques ou inexistantes.

L'ancienne échelle a été lue à nouveau de 1952 à 1956.

Le limnigraphe a fourni des enregistrements sûrs et complets d'Octobre 1950 à Octobre 1953. On possède également 2 années d'enregistrements valables en 1957 et 1958.

La nouvelle échelle a été observée régulièrement en dehors de la période Mai 1959 - Août 1961 pour laquelle les relevés sont pratiquement inexistantes.

La comparaison des relevés d'AMBIDEDI et de KAYES, effectuée en se référant à la correspondance actuelle des hauteurs aux 2 stations, conduit, en ce qui concerne le calage de l'échelle M.E.F.S. et la valeur des relevés, aux résultats suivants : (tableau n° 2.19).

TABIEAU n° 2.19

CALAGE de l'ANCIENNE ECHELLE d'AMBIDEDI (1909-1956)

Périodes	Portion d'échelle intéressée	Altitude du zéro (IGN)	Observations
1952-56	0 - 11 m	18,80	Echelle bien graduée
1934-42(1)	0 - 11 m	18,80 IGN	" " "
1930-34	0 - 6 m	variable (18,10 à 18,80)	Graduations erronnées
	6 - 11 m	18,80 IGN	Graduations correctes
1929	0 - 11 m	17,30 IGN	Relevés corrects
1928	0 - 11 m	17,30 IGN	Avant le 30-8-28
	0 - 11 m	18,30 IGN	Après le 30-8-28
1927	0 - 11 m	17,30 IGN	Relevés corrects
1924-1926		?	Relevés aberrants calage impossible
1909-1925	0 - 11 m	18,30 IGN	Relevés corrects au dessus de la hauteur 3 mètres.

- (1) - En 1935, la correspondance avec KAYES est bonne en dessous de la hauteur 8 m et la position du zéro inchangée, mais les lectures paraissent surestimées en hautes eaux.
En 1936, on fait les mêmes constatations qu'en 1935, mais la surestimation des relevés en hautes eaux atteint 50 cm.

Tarage.

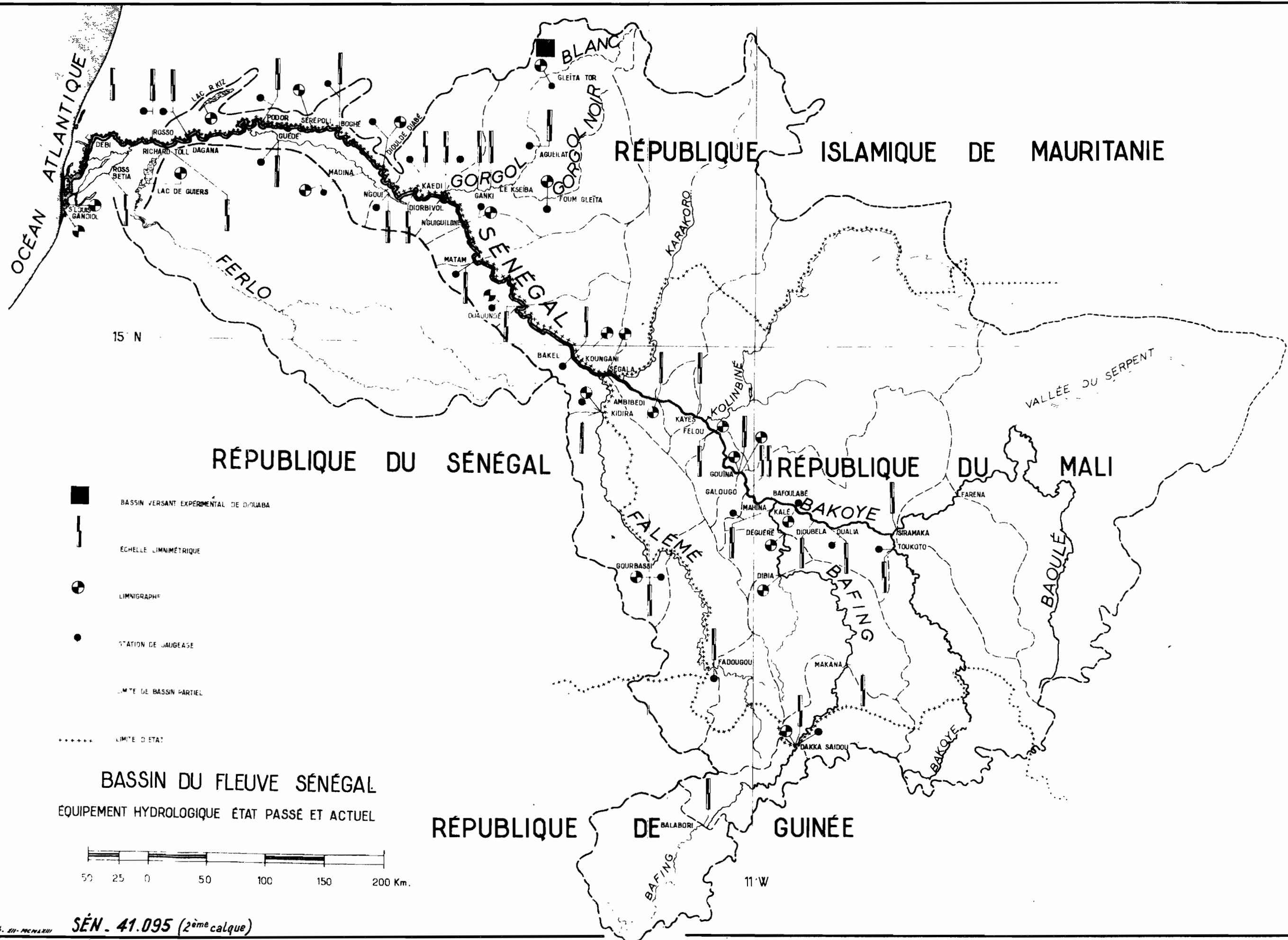
Aucun jaugeage n'a été effectué à AMBIDEDI. Le tarage de cette station ne poserait pas de problème si celui de KAYES était effectif. Il existe en effet une correspondance étroite entre les hauteurs aux 2 stations. Cette correspondance est fournie par le tableau n° 2.20.

TABLEAU n° 2.20

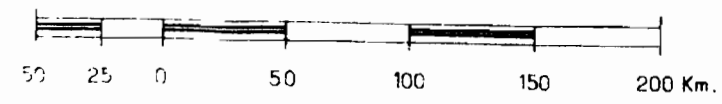
CORRESPONDANCE HAUTEUR - HAUTEUR AMBIDEDI - KAYES

AMBIDEDI (1)	KAYES (2)	AMBIDEDI	KAYES	AMBIDEDI	KAYES
000	055	400	445	800	842
025	080	425	470	825	867
050	105	450	490	850	895
075	130	475	515	875	920
100	155	500	540	900	947
125	180	525	562	925	972
150	205	550	587	950	1000
175	225	575	610	975	1030
200	250	600	635	1000	1060
225	275	625	660	1025	1087
250	300	650	685	1050	1117
275	325	675	712	1075	1145
300	350	700	737	1100	1175
325	375	725	765	1125	1207
350	396	750	790	1150	1240
375	420	775	815	1175	1272
400	445	800	842	1200	1310

(1) - Zéro à 17,67 IGN
 (2) - Zéro à 20,16 IGN



BASSIN DU FLEUVE SÉNÉGAL
EQUIPEMENT HYDROLOGIQUE ÉTAT PASSÉ ET ACTUEL



CHAPITRE II

DEBITS OBSERVES

2.1. - STATIONS HYDROMETRIQUES

Ayant déterminé le calage des échelles du Haut-bassin pendant leurs périodes d'exploitation respectives en interprétant toutes les données disponibles, et ayant sélectionné, à l'aide des corrélations multiples entre stations, les relevés valables, on a pu constituer un recueil de hauteurs d'eau journalières revalorisées, c'est-à-dire rapportées aux zéros des installations actuelles.

Il en résulte pour chacune des stations où la relation hauteur débit est connue, un recueil de débits journaliers constituant la documentation de base pour l'analyse des régimes d'écoulement. Cette documentation est malheureusement incomplète. Cela résulte de l'absence avant 1950 de relevés de basses eaux, et des lacunes qui, pour les années anciennes et récentes, affectent partiellement ou totalement certains mois de hautes ou moyennes eaux. La reconstitution des débits de basses eaux avant l'étiage, s'effectue à partir des courbes de tarissement et celle des débits de moyennes et hautes eaux utilise les corrélations avec les stations voisines. Ces corrélations et les données du tarissement sont établies dans la 3ème partie de cet ouvrage, mais nous les avons prises en compte dès maintenant. Pour les mois correspondant à l'arrivée de la crue (Mai, Juin, Juillet), où l'absence de relevés est générale et où toute reconstitution est impossible par manque de données pluviométriques, les lacunes ont été comblées en prenant pour débit moyen du mois considéré, la moyenne des débits mensuels correspondants observés depuis 1950, de façon à pouvoir estimer avec une précision acceptable la lame d'eau annuelle écoulée.

Il est évident que les débits reconstitués dans les divers cas envisagés ne peuvent l'être qu'à l'échelle mensuelle. On doit considérer d'autre part, que lorsque la qualité des débits journaliers est incertaine, ce qui est généralement le cas des débits antérieurs à 1950, à cause du type d'échelle utilisé (graduations décimétriques et par surcroît peu rigoureuses), l'imprécision affecte peu les débits mensuels. Ces considérations nous ont conduit à adopter le programme de publication suivant :

- a) pour chaque station et pour les périodes où les relevés journaliers sont sûrs ou ont pu être revalorisés dans de bonnes conditions, nous donnons dans la 4ème partie de cette monographie (tome 4), les tableaux des débits journaliers, l'année hydrologique étant comptée du 1er Mai au 30 Avril.
- b) pour les mêmes stations mais pour des périodes d'observations élargies par rapport aux précédentes, puisqu'elles correspondent à des conditions moins rigoureuses en ce qui concerne la qualité des relevés, nous donnons, dans ce chapitre, les tableaux des débits mensuels et ceux des débits caractéristiques de 3 - 6 et 9 mois.

Lorsqu'il y a eu reconstitution partielle ou totale des relevés d'un mois donné, les estimations que nous avons faites figurent entre parenthèses dans les tableaux. Il en est de même pour les débits caractéristiques, lorsque leur détermination doit s'effectuer à partir de ces valeurs reconstituées. Les tableaux ainsi publiés contiennent toute l'information qui a pu être extraite des données d'observations. Nous les présentons succinctement pour les stations tarées du haut-bassin, classées d'amont en aval à l'intérieur de chaque ensemble : FALEME, BAFING, BAKOYE et SENEGAL Moyen.

2.1.1. - Stations de la FALEME

La FALEME à FADOUGOU - 9 300 km²

Tableau n° 2.21 : débits moyens mensuels et modules
" 2.22 : débits caractéristiques

11 années d'observations : 1952-53 à 1964-65
sauf 1961-62 et 1962-63

Module : 134 m³/s (sur 11 années)
Module spécifique : 14,4 l/s/km²

La FALEME à GOURBASSI - 17 100 km²

Tableau n° 2.23 : débits moyens mensuels et modules
" 2.24 : débits caractéristiques

11 années d'observations : (1954-55 à 1964-65).

Module : 183 m³/s (sur 11 années)
Module spécifique : 10,7 l/s/km²

La FALEME à KIDIRA - 28 900 km²

Tableau n° 2.25 : débits moyens mensuels et modules
" 2.26 : débits caractéristiques

29 années d'observations : 1930-31 à 1946-47
sauf 1943-44 et 1945-46
et 1951-52 à 1964-65

14 années sûres.

Module : 200 m³/s (sur 29 années)
Module spécifique : 6,9 l/s/km²

2.1.2. - Stations du BAFING

Le BAFING à DAKKA SAIDOU : 15 700 km²

Tableau n° 2.27 : débits moyens mensuels et modules
" 2.28 : débits caractéristiques

12 années d'observations : 1952-53 à 1964-65
sauf 1961-62

10 années sûres.

Module : 313 m³/s (sur 12 années)
Module spécifique : 20 l/s/km²

Le BAFING à DIBIA - DEGUERRE - 37 900 km²

Tableau n° 2.29 : débits moyens mensuels et modules
2.30 : débits caractéristiques

10 années sûres : 1951-52 et 1952-53
et 1956-57 à 1964-65
sauf 1961-62

Module : 466 m³/s (sur 10 années)
Module spécifique : 12,3 l/s/km².

2.1.3. - Stations du BAKOYE

Le BAKOYE à TOUKOTO : 16 500 km²

Tableau n° 2.31 : débits moyens mensuels et modules
" 2.32 : débits caractéristiques

8 années d'observations : 1952-53 à 1959-60
sauf 1953-54 et 1955-56
1963-64 et 1964-65

Module : 105 m³/s (sur 8 années et sous
réserve de la validité
du tarage).

Module spécifique : 6,4 l/s/km².

Le BAKOYE à KALE - OUALIA - 85 600 km²

Tableau n° 2.33 : débits moyens mensuels et modules
" 2.34 : débits caractéristiques

12 années d'observations : 1951-52 à 1964-65
sauf 1953-54 et 1961-62

Module : 185 m³/s (sur 12 années)
Module spécifique : 2,16 l/s/km²

2.1.4. - Stations du Sénégal moyen

Le SENEGAL à GALOUGO - 128 400 km²

Tableau n° 2.35 : débits moyens mensuels et modules
" 2.36 : débits caractéristiques

30 années d'observations : 1905-06 à 1924-25
sauf 4 années
et 1951-52 à 1964-65

14 années sûres (1951-52 à 1964-65).

Module : 652 m³/s (sur 30 années)
Module spécifique : 5,1 l/s/km² "

Le SENEGAL à GOUINA - 128 600 km²

Tableau n° 2.37 : débits moyens mensuels et modules
" 2.38 : débits caractéristiques

13 années d'observations : 1951-52 à 1964-65
sauf 1954-55

Module : 695 m³/s (sur 13 années)
Module spécifique : 5,4 l/s/km²

Le SENEGAL à KAYES - 157 400 km²

Tableau n° 2.39 : débits moyens mensuels et modules
" 2.40 : débits caractéristiques

58 années d'observations : 1903-1904 à 1964-65
sauf 1904-05, 1914-15
1919-20, 1924-25

14 années sûres : (1951-52 à 1964-65).

Module : 631 m³/s (sur 58 années)
Module spécifique : 4,0 l/s/km² "

TABLEAU n° 2.21

DEBITS MOYENS MENSUELS de la FALEME à FADOUGOU

Année	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	Module en m³/s
1952-53	(0,6)	5,5	232	298	484	(596)	(126)	46	17,5	7,4	(2,6)	(0,6)	(153)
1953-54	(2,7)	29	144	430	(410)	170	73	46	26	11,2	4,4	1,8	(113)
1954-55	4,9	61	248	(973)	(658)	221	88	67	35	12,5	8,3	5,3	(200)
1955-56	6,1	14,1	170	683	499	235	99	56	33	18	8,6	4,2	153
1956-57	2,4	11	118	527	610	223	80	42	24	12,2	7,1	3,8	139
1957-58	2,1	27	102	471	339	282	92	48	27	(13,6)	7,9	4,3	119
1958-59	3,2	20,8	106	647	405	209	112	62	36	(20)	(11,4)	(5,8)	137
1959-60	(3,0)	16,1	117	452	529	173	69	38	21,8	12,3	7,4	3,4	120
1960-61	(2,4)	19,7	170	338	377	(158)	(67)	36	(21,8)	9,0	4,6	(2,5)	(101)
1963-64	0,7	0,9	82	315	343	234	64	26	11,1	5,1	2,0	0,7	91
1964-65	2,0	40	126	392	(828)	(200)	102	49	(30)	(24)	(11)	(4,2)	(152)
Débits moyens sur la période sûre de 11 ans	2,7	22,3	147	502	498	246	88	47	25,7	13,2	6,8	3,3	134

TABLEAU n° 2.22

DEBITS CARACTERISTIQUES de la FALEME à FADOUGOU (m3/s)

Année	Etiage	Débits caractéristiques					CRUE	
	Absolu	DCE	DC9	DC6	DC3	DCC	Maximum	Date
1952-53			1,6	31,8	239	662	1091	29-9
1953-54			6,5	42				
1954-55	1,3	1,4	11,0	59				
1955-56	3,6	4,5	10,0	40,8	158	743	1113	12-8
1956-57	1,9	2,2	8,0	34,3	152	803	1136	2-9
1957-58	1,4	1,6	9,2	43,6	170	545	911	14-8
1958-59	2,5	2,6	11,5	49,4	156	712	1321	26-8
1959-60	2,0	2,3	8,9	31,2	122	815	1245	23-8
1960-61	1,9	2,0	6,0	32,4	163	471	840	15-8
1961-62							(2125)	7-9
1963-64	0,1	0,2	1,6	17,0	116	482	689	1-9
1964-65	0,2	0,3	12,0	46,2			(1820)	2-9

TABLEAU n° 2.23

DEBITS MOYENS MENSUELS de la FALEME à GOURBASSI

Année	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	Module
1954-55	(1,1)	53	293	1012	835	266	126	57	28	15,6	8,4	3,3	226
1955-56	3,2	20,4	161	1013	(860)	401	120	52	30	16	8,2	2,7	(225)
1956-57	(0,9)	(8,9)	119	637	1079	327	91	41	22,2	11,9	6,2	2,1	196
1957-58	(0,7)	(35)	121	635	692	424	121	49	24,2	12,3	6,0	2,0	178
1958-59	(3,2)	(16,8)	134	869	616	327	138	70	34	17,1	10,3	4,5	188
1959-60	1,9	13,9	138	588	801	231	78	34	18,7	9,9	4,4	1,8	160
1960-61	(0,7)	(31)	185	448	537	(238)	(73)	32	16,7	9,8	4,3	1,3	(132)
1961-62	(0,5)	34	(185)	(600)	1064	191	61	34	20	7,6	2,2	(1,0)	(184)
1962-63	(0,3)	22,5	113	585	916	300	81	35	15,8	(7,9)	(3,0)	(0,9)	174
1963-64	(0,5)	(0,7)	169	469	608	372	83	31	15,2	6,1	2,1	(0,6)	147
1964-65	(0,2)	48	187	507	1260	285	88	41	(20)	(10)	(6)	(2,5)	(205)
Débits													
moyens													
sur la	1,2	25,8	164	669	843	306	96	43	22,3	11,3	5,6	2,1	183
période													
sûre de													
11 ans													

TABLEAU n° 2.24

DEBITS CARACTERISTIQUES de la FALEME à GOURBASSI

Année	Etiage	DEBITS CARACTERISTIQUES					CRUE	
	Absolu	DCE	DC9	DC6	DC3	DCC	Maximum	Date
1954-55	0,4	0,5	11,0	51	219	1480	1795	2-9
1955-56	1,6	1,9	10,5	38,9	219	1210	1480	22-8
1956-57	0,7	0,8	7,2	28,7	213	1340	1550	2-9
1957-58	0,4	0,5	7,8	43,1	223	988	1345	15-9
1958-59	(0,6)	(0,6)	12,0	47	189	1120	1465	28-8
1959-60	1,3	1,5	4,9	27	158	1160	1420	26-8
1960-61	0,4	0,4	5,1	29,7	204	698	952	15-8
1961-62	(0,4)	(0,4)				1415	1915	9,9
1962-63			4,1	31,6	175	1075	1285	28-8
1963-64	(0,4)	(0,4)	1,2	19,7	198	779	1090	7-9
1964-65			(6,5)	40,2	198	1570	2090	4-9

TABLEAU n° 2.25

DEBITS MOYENS MENSUELS de la FALEME à KIDIRA

Années	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	Module
1930-31	(1)	(10)	(88)	870	975	458	(67)	(34)	(18)	(8)	(4)	(1)	212
1931-32	(1)	(24)	269	462	831	468	(85)	(43)	(22)	(10)	(5)	(2)	185
1932-33	(1)	11	253	616	(570)	(320)	(59)	(28)	(14)	(7)	(3)	(1)	(158)
1933-34	(1)	112	404	1259	722	(202)	(55)	(26)	(14)	(7)	(3)	(1)	236
1934-35	(1)	(24)	82	939	917	229	(66)	(29)	(13)	(7)	(3)	(1)	194
1935-36	(1)	(24)	255	1423	1491	636	(127)	(55)	(27)	(14)	(6)	(2)	339
1936-37	(1)	38	101	1078	1480	542	196	(52)	(23)	(12)	(6)	(2)	295
1937-38	(1)	(24)	114	453	950	261	136	(37)	(17)	(9)	(4)	(1)	167
1938-39	(1)	(24)	103	417	1107	482	375	(69)	(29)	(15)	(7)	(2)	219
1939-40	(1)	(24)	86	637	526	325	(59)	(28)	(14)	(7)	(3)	(1)	142
1940-41	(1)	(24)	(90)	341	218	401	147	(38)	(18)	(9)	(4)	(1)	109
1941-42	(1)	(24)	(116)	328	583	(169)	(39)	(19)	(8)	(5)	(2)	(1)	(108)
1942-43	(1)	(24)	(50)	528	332	(64)	(25)	(13)	(6)	(4)	(2)	(1)	(88)
1944-45	(1)	(24)	(50)	153	338	136	(57)	(23)	(11)	(6)	(2)	(1)	(67)
1946-47	(1)	(24)	(100)	(738)	831	402	(59)	(27)	(13)	(7)	(3)	(1)	(185)
1951-52	0,3	5,8	64	327	693	1341	301	76	34	14,6	6,9	2,2	240
1952-53	0,7	0,2	133	401	792	1096	132	49	23,1	9,0	4,6	1,6	222
1953-54	0,4	9,7	144	357	725	214	70	28	13,5	8,3	3,6	1,4	132
1954-55	0,3	60	253	1123	1189	289	126	60	29	13,6	7,2	3,0	264
1955-56	0,8	43	180	1222	1032	572	126	55	28	13,8	7,4	3,5	275
1956-57	1,3	10,6	137	601	1780	368	97	43	20	9,0	4,6	2,0	256
1957-58	0,9	49	122	735	1141	500	129	52	23,8	10,7	4,9	2,2	232
1958-59	1,2	33	131	990	795	370	143	80	29	12,9	7,8	3,0	218
1959-60	1,2	13,8	73	855	1118	242	71	34	16,2	8,1	4,1	1,9	204
1960-61	1,1	7,1	191	551	625	(250)	70	30	14,8	8,1	3,8	1,8	(147)
1961-62	0,5	35	188	706	1709	209	61	25	11,2	6,1	2,6	0,9	246
1962-63	0,2	22,4	122	746	1245	324	110	35	16,9	7,9	3,9	1,7	226

TABLEAU n° 2.25 (suite)

Année	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	Module
1963-64	0,4	0,9	(170)	524	746	395	83	31	13,8	6,3	2,8	0,8	(165)
1964-65	(0,1)	41	180	714	1805	329	93	44	19,6	9,9	5,0	2,1	270
Débits moyens sur la période douteuse de 15 années	(1,0)	(29)	144	683	791	340	103	(35)	(16,5)	(8,5)	3,8	(1,3)	160
Débits moyens sur la période sûre de 14 ans	0,7	23,9	149	704	1100	464	115	46	20,9	9,9	4,9	2,0	221
Débits moyens sur la période des 29 années d'obser- vations	0,9	26,3	146	693	940	400	109	40	18,6	9,2	4,3	1,6	200

TABLEAU n° 2.26

DEBITS CARACTERISTIQUES de la FALEME à KIDIRA (m3/s)

Année	Etiage: absolu	Débits caractéristiques					Crue	
		DCE	DC9	DC6	DC3	DCC	Maximum	Date
1930-31				(30)	(170)	1475	1930	27-8
1931-32				(28)	303	1285	1810	15-9
1933-34				(60)	397	1975	2830	24-8
1934-35				(30)	223	2050	2895	28-8
1935-36				(55)	431	2405	2770	25-8
1936-37				(109)	(275)	2295	2895	20-9
1937-38					327	1415	1930	15-9
1938-39				(75)	405	1690	2650	15-9
1939-40					262	1150	1320	10-8
1940-41					186	871	1560	23-8
1941-42					(100)	1055	1515	28-8
1942-43					(100)	1180	1690	21-8
1944-45					(200)	621	721	21-9
1946-47					336	1735	2465	30-8
1950-51							2415	?
1951-52	0,2	0,2	6,6	37	316	1515	2680	10-10
1952-53	(0,1)	0,2	3,0	32	249	1875	1990	30-9
1953-54	(0,1)	0,2	3,5	24	165	858	1250	16-9
1954-55	0,1	0,2	9,0	56	237	1985	2695	4-9
1955-56	0,9	1,6	8,2	49	229	1595	1885	25-8
1956-57	0,6	0,7	4,3	30	220	2170	2660	18-9
1957-58	0,2	0,4	6,2	50	237	1420	2170	18-9
1958-59	0,4	0,6	10,8	53	205	1400	1980	31-8
1959-60	0,2	0,3	3,8	29,2	120	1715	1925	28-8
1960-61	0,5	0,7	2,7	22,0	(215)	780	1135	29-8
1961-62	0	0,2	2,6	23,2	196	2445	3120	8-9
1962-63	0	0	3,5	32	217	1680	1980	30-8
1963-64	0	0	2,0	(20,0)	(151)	955	1200	9-9
1964-65			6,4	44,0	189	2070	2855	7-9

TABLEAU n° 2.27

DEBITS MOYENS MENSUELS du BAFING à DAKKA SAÏDOU

Année	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	Module
1952-53	(12)	48	317	715	987	(644)	(191)	(88)	46	29	20	(14)	(261)
1953-54	(45)	(162)	542	682	914	(573)	(200)	(98)	(55)	38	23,9	22,5	(281)
1954-55	39	199	576	1360	1079	555	360	197	91	59	41	40	385
1955-56	(50)	(200)	564	1134	984	699	318	159	89	54	34	22	360
1956-57	20	75	288	1365	919	627	248	109	60	38	24,4	16,2	318
1957-58	14,9	100	344	1035	1370	1153	410	150	78	48	30	21,6	398
1958-59	35	104	391	1343	1022	574	362	190	90	55	35	21,3	354
1959-60	44	160	305	866	1115	471	(228)	93	52	33	21,3	14,6	284
1960-61	23,3	70	388	740	825	545	243	94	53	30	19,4	(12)	255
1962-63	29	55	317	807	1010	657	298	113	38	19,1	11,2	6,6	281
1963-64	5,9	11,5	199	710	981	864	259	80	28	16,2	9,2	5,8	265
1964-65	8,7	93	340	944	1299	545	237	106	(55)	(34)	(21)	(12)	(310)
Débits													
moyens													
sur la	27,2	107	381	975	1042	659	280	123	61	38	24,2	17,4	313
période													
de 12													
années													

TABLEAU n° 2.28

DEBITS CARACTERISTIQUES du BAFING à DAKKA SAÏDOU

Année	Etiage	Débits caractéristiques					Crue	
	absolu	DCE	DC9	DC6	DC3	DCC	Maximum	Date
1952-53			20,5	78	377	1101	1490	29-9
1953-54			(19,0)	126	319	1026	1220	13-9
1954-55	17,5	19,5	50	199	536	1673	1910	19-8
1955-56					530	1237	2265	31-7
1956-57	18,0	19,5	29,9	103	429	1437	2920	20-8
1957-58	11,6	12,4	33,5	136	686	1715	1985	5-10
1958-59	19,0	20,5	45,2	143	496	1500	3450	23-8
1959-60	19,0	19,5	38,0	120	410	1363	1739	5-9
1960-61			32,6	81	499	896	1039	18-9
1962-63	8,4	14,8	21,0	86	456	1305	1545	16-9
1963-64	5,6	5,8	8,8	35,3	521	1200	1575	19-9
1964-65	(4,8)	(5,2)	-	108	471	1385	1685	19-9

TABLEAU n° 2.29

DEBITS MOYENS MENSUELS du BAFING à DIBIA - DEGUERRE

Années	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	Module
1951-52	(13)	(59)	(336)	1126	1453	2052	937	293	150	87	44	19,5	(549)
1952-53	7,9	36	428	1028	1489	1315	(339)	(145)	(80)	(45)	(22,3)	(9)	(414)
1956-57	(10)	(45)	289	1800	1883	1041	349	157	81	48	27	14,2	481
1957-58	(7,2)	129	387	1534	2061	1803	652	213	(112)	(59)	(34)	(18)	(586)
1958-59	23,2	116	(440)	(2529)	1796	1009	484	262	(126)	(65)	(40)	(19,2)	(580)
1959-60	29	162	358	1364	1805	633	285	123	66	39	22	13,3	409
1960-61	(6,4)	66	528	1000	1316	755	314	126	68	38	22,2	14,7	356
1962-63	(11,2)	12,4	215	1075	1773	998	(548)	144	89	48	23,9	12,5	413
1963-64	(8,2)	9,5	190	947	1496	1377	370	117	61	31	16	8,2	337
1964-65	(8,5)	114	382	1305	2619	806	300	116	(73)	(46)	(27)	(15,1)	(485)
Débits													
sur la													
période	12,5	75	355	1371	1769	1179	458	170	91	51	28	14,4	466
de 10													
années													

TABLEAU n° 2.30

DEBITS CARACTERISTIQUES du BAFING à DIBIA - DEGUERRE

Année	Etiage	Débits caractéristiques					Crue	
	absolu	DCE	DC9	DC6	DC3	DCC	Maximum	Date
1951-52					1029	1838	4417	5-10
1952-53	(5,7)	(6,1)			708	1895	2336	1-10
1953-54					660	1419	2082	12-9
1956-57			38,2	132	570	2200	2850	22-8
1957-58	(5,5)	(6,7)	39,5	196	895	2460	2940	7-10
1958-59	13,3	14,2			579	2780	(5400)	25-8
1959-60	13,7	14,2	36,5	147	478	2100	2820	6-9
1960-61	(6,0)	(7,3)	29,2	91	672	1410	1790	19-9
1962-63	(2,3)	(6,9)	19,9	100	692	1970	2400	18-9
1963-64	5,6	6,1	13,4	75,5	600	1870	2190	17-10
1964-65	4,1	5,9	(33,0)	120	576	2840	4080	20-9

TABLEAU n° 2.31

DEBITS MOYENS MENSUELS du BAKOYE à TOUKOTO

Années	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	Module
1952-53	(0,3)	(3,0)	(93)	(276)	(360)	(320)	(90)	(31)	(11,4)	(4,5)	(5,7)	(1,1)	(101)
1954-55	3,5	27	(140)	571	504	(251)	93	33	(15)	(10,1)	(6,3)	3,0	(139)
1956-57	0,7	16	49	230	423	(355)	(101)	(34)	(11,8)	(6,4)	(3,0)	(0,9)	(103)
1957-58	(0,1)	33	55	361	398	(316)	(106)	(47)	(29)	15,5	9,3	1,8	(175)
1958-59	0,8	17,3	37	443	387	(256)	(78)	44	36	29	21,7	8,0	(114)
1959-60	(0,7)	7,3	35	(251)	301	(142)	33	(12,5)	6,3	2,6	0,9	0,2	(66)
1963-64	(0,1)	(3,5)	44	153	(208)	287	(79)	26	(12,2)	4,5	1,8	(0,2)	(69)
1964-65	(0,1)	31	(91)	(321)	693	(321)	(62)	37	(19,9)	(10)	(3,5)	(1,0)	(133)
Débits moyens sur la période de 8 années	0,8	17,3	68	326	409	281	80	33	17,7	10,3	6,5	2,0	105

TABLEAU n° 2.32

DEBITS CARACTERISTIQUES du BAKOYE à TOUKOTO

Année	Etiage absolu	Débits caractéristiques					Crue	
		DCE	DC9	DC6	DC3	DCC	Maximum	Date
1952-53			(2,6)	(19,0)	(250)	(408)	(595)	10-9
1954-55	0,8	2,2	8,9	27	196	745	1030	22-8
1956-57	0,2	0,4		23	114	492	620	7-10
1957-58			12,2	44	196	450	555	10-9
1958-59	0,3	0,4	20,4	38	130	500	965	22-8
1959-60	0,3	0,6	1,8	9,7	72	387	605	23-8
1963-64	0	0	1,2	18	102	307	660	6-10
1964-65				33	160	774	970	3-9

TABLEAU n° 2.33

DEBITS MOYENS MENSUELS du BAKOYE à KALE - OUALIA

Années	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	Module
1951-52	(0,7)	6	44	263	455	474	186	59	31	19,3	8,8	2,8	129
1952-53	0,5	6	84	214	541	445	79	36	22	11,4	8,5	1,7	121
1954-55	(0,6)	28	262	1065	977	360	103	47	26	14,1	6,7	2,1	242
1955-56	0,9	17,8	78	593	821	345	92	42	23,1	12,2	4,9	1,3	169
1956-57	(0,3)	12,8	128	446	1081	549	102	43	23,4	12,9	(5,8)	1,5	201
1957-58	0,3	53	117	913	934	(554)	145	55	31	17,5	7,9	2,7	(237)
1958-59	0,5	31	75	(1288)	954	(501)	(143)	67	40	23,1	13,1	5,0	(263)
1959-60	2,3	15,9	78	638	847	259	66	32	18,9	10,2	3,9	1,3	164
1960-61	(0,3)	17,7	246	358	729	258	84	40	20,7	8,3	2,0	0,5	148
1962-63	0,8	(57)	279	810	((652))	((277))	(73)	31	15,5	7,1	1,7	(0,4)	((135))
1963-64	(0,2)	(8,3)	80	298	481	378	89	(26)	12,2	5,8	1,9	(0,4)	115
1964-65	(0,1)	(40)	164	693	1382	440	89	45	(24)	(13)	(5,1)	(1,3)	(242)
Débits													
moyens													
sur la	0,6	25	136	632	821	403	104	44	24	12,9	5,9	1,8	185
période													
de 12													
années													

TABLEAU n° 2.34

DEBITS CARACTERISTIQUES du BAKOYE à OUALIA-KALE

Année	Etiage: absolu	Débits caractéristiques					Crue	
		DCE	DC9	DC6	DC3	DCC	Maximum	Date
1951-52			8,5	34	220	575	1015	16-9
1952-53	0,09	0,17	7,0	26,5	123	750	2130	28-9
1954-55			9,7	38	270	1400	1656	31-8
1955-56	0,22	0,59	5,4	30	167	888	1302	11-9
1956-57			6,9	30	193	1145	1763	1-9
1957-58			10	50	294	1058	(2000)	23-8
1958-59	0,14	0,19	15	54	274	1637	(2900)	24-8
1959-60	1,6	1,9	5	26,4	111	1106	1368	25-8
1960-61				31,6	233	729	1899	18-8
1962-63	0,14	0,16	2,5	30	245	991	1352	27-8
1963-64	0	0	1,4	23,4	148	693	1044	7-9
1964-65	0	0	5,8	44,4	262	1490	2930	4-9

TABLEAU n° 2.35

DEBITS MOYENS MENSUELS du SENEGAL à GALOUGO

Année	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	Module
1905-06	(14)	(215)	920	2269	1996	1737	747	(285)	(155)	(92)	(47)	(19)	(713)
1907-08	(9,1)	(110)	(305)	916	1807	1031	(440)	(205)	(115)	(67)	(30)	(9,1)	(420)
1908-09	(9,1)	(110)	809	2152	2736	1094	383	(260)	(145)	(84)	(40)	(15,0)	(656)
1909-10	(16,0)	(380)	850	2866	(3200)	1029	660	254	(170)	(100)	(50)	(20)	(802)
1910-11	(9,1)	(110)	515	1950	2542	999	370	(170)	(110)	(63)	(28)	(9,1)	(575)
1912-13	(8,0)	(63)	524	(1310)	(2015)	994	272	(145)	(80)	(44)	(17)	(5)	(458)
1913-14	(8,0)	(95)	(220)	716	798	557	(220)	(120)	(68)	(37)	(14)	(4)	(239)
1915-16	(9,1)	(110)	(610)	(1910)	1769	959	(193)	(215)	(130)	(73)	(34)	(13)	(504)
1916-17	(9,1)	(112)	806	1907	2505	1266	392	(200)	(125)	(70)	(33)	(12)	(625)
1917-18	(9,1)	(113)	278	1870	2541	889	316	(180)	(105)	(58)	(25)	(9)	(534)
1918-19	(9,1)	(197)	744	2795	3168	1722	401	(310)	(175)	(105)	(50)	(20)	(812)
1920-21	(9,1)	(112)	(380)	(2000)	(3055)	1034	(315)	(190)	(109)	(58)	(26)	(9,0)	(610)
1921-22	(9,1)	(112)	(305)	1309	1941	730	(240)	(160)	(88)	(50)	(20)	(7,0)	(415)
1922-23	(9,1)	(112)	493	2699	3747	1989	637	307	(140)	(80)	(39)	(15)	(859)
1923-24	(9,1)	(112)	510	1721	2826	1044	(640)	(310)	(175)	(105)	(50)	(21)	(627)
1924-25	(9,1)	224	1456	3202	3677	1739	664	308	(175)	(105)	(50)	(20)	(945)
Débits													
moyens													
pour la	9,7	143	608	1975	2520	1176	431	226	129	74	35	13	612
période													
douteuse													
de 16													
années													

TABLEAU n° 2.35 (suite)

DEBITS MOYENS MENSUELS du SENEGAL à GALOUGO

Année	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	Module
1951-52	10,3	63	379	1373	2009	2592	1131	338	185	109	55	24	691
1952-53	6,7	38	505	1283	2094	1868	407	200	102	49	31	13,3	553
1953-54	2,8	169	833	1427	2237	1003	356	186	122	63	33	13,4	539
1954-55	28	234	1024	3456	3031	1308	570	331	170	96	53	39	867
1955-56	40	197	642	2948	3174	1772	630	291	170	100	56	25	839
1956-57	12,5	68	461	2279	3240	1704	504	232	134	77	40	17,6	734
1957-58	6,4	208	539	2612	3145	2438	761	293	166	94	50	23,2	366
1958-59	18,4	167	519	3760	2913	1541	672	355	192	110	63	28	867
1959-60	26	184	460	2077	2836	915	380	179	104	58	29	11,8	644
1960-61	3,9	89	839	1414	2086	1042	397	171	95	56	29	10,8	522
1961-62	3,4	(103)	(733)	2724	3589	1030	380	171	96	52	25	7,5	(746)
1962-63	5,4	101	505	1894	2512	1320	486	217	116	66	30	10,7	606
1963-64	3,3	6,6	382	1266	2179	1790	509	191	103	53	24	7,9	544
1964-65	2,8	162	568	2059	3995	1403	446	226	(123)	(66)	(34)	(10)	(759)
Débits moyens pour la période sûre de 14 ans	12,1	128	599	2184	2789	1552	545	242	134	75	39	17,3	699

TABLEAU n° 2.36

DEBITS CARACTERISTIQUES du SENEGAL à GALOUGO

Année	Etiage	Débits caractéristiques					Crue	
	absolu	DCE	DC9	DC6	DC3	DCC	Maximum	Date
1904-05						2500	3740	5-9
1905-06				215	1680	2660	2985	24-8
1907-08					534	2070	2580	3-9
1908-09					910	3070	4175	29-8
1909-10			294	1075	3660	4860	10-9	
1910-11				712	2860	3405	29-8	
1913-14					422	875	920	13-8
1914-15						1680	2110	30-8
1915-16						(2145)	2985	28-9
1916-17					970	2820	3575	23-9
1917-18					489	3070	4430	14-9
1918-19			163	1020	4325	4860	25-8	
1919-20					2030	2900	21-9	
1921-22					496	2185	2740	1-9
1922-23			(163)	1100	4345	4475	20-8	
1923-24				760	3240	4300	30-8	
1924-25			267	1550	4085	4430	21-8	
1951-52	1,9	4,7	59	190	1325	2540	5075	5-10
1952-53	4,2	4,7	30	143	823	2805	4730	29-9
1953-54	1,2	1,5	39	202	850	2340	3615	13-8
1954-55	9,2	12,4	74	270	1030	4130	5350	24-8
1955-56	28	31	83	280	995	3635	4475	1-10
1956-57	10,1	10,5	47	189	850	3515	4405	2-9
1957-58	3,4	4,2	55	272	1265	3670	4060	13-9
1958-59	10,1	12,4	83	259	845	4620	6880	24-8

TABLEAU n° 2.36 (suite)

Année	Etiage	Débits caractéristiques					Crue	
	absolu	DCE	DC9	DC6	DC3	DCC	Maximum	Date
1959-60	11,0	13,1	50	180	651	3465	4560	6-9
1960-61	2,2	3,0	39	141	935	2170	3650	18-9
1961-62	2,0	2,6	24	155	742	4025	4645	5-9
1962-63	3,9	4,2	35	173	930	2885	3280	4-9
1963-64	(1,7)	1,9	16	132	860	2490	3530	6-9
1964-65	2,0	2,3	38	218	900	4325	5375	5-9

TABLEAU n° 2.37

DEBITS MOYENS MENSUELS du SENEGAL à GOUINA

Année	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	Module
1951-52	8,3	67	380	1367	1904	2509	1124	352	(199)	(107)	49	(20,4)	676
1952-53	6,2	31	498	(1316)	(2145)	(1841)	425	190	96	44	27	10,8	(556)
1953-54	(2,7)	(155)	(853)	1442	(2123)	951	374	203	(122)	(60)	(30)	(12,3)	(530)
1955-56	69	283	655	(2639)	3117	1868	685	344	206	115	(60)	(21,4)	(841)
1956-57	10,3	67	459	2272	3263	1705	535	255	145	83	40	15,7	740
1957-58	6,0	218	544	2574	3106	2403	752	323	184	106	49	20,1	861
1958-59	16,5	180	517	3932	2931	1548	659	377	213	124	66	24,8	888
1959-60	23,9	200	461	2094	2811	929	397	199	115	59	26	10,2	611
1960-61	3,9	99	822	1448	2111	1035	406	190	103	57	27	10,2	528
1961-62	4,1	114	764	2704	3641	1050	395	187	104	52	22,4	8,0	756
1962-63	6,0	102	536	1914	2494	1317	489	238	127	70	28	10,2	614
1963-64	4,1	9,5	388	1282	2161	1809	514	211	113	54	22,6	6,8	545
1964-65	3,2	174	596	2074	4144	1415	469	261	132	76	29	10,5	783
Débits moyens sur la période de 13 années	12,6	131	575	2081	2766	1568	557	256	143	78	37	14,0	695

TABLEAU n° 2.38

DEBITS CARACTERISTIQUES du SENEGAL à GOUINA

Année	Débits caractéristiques						Crue	
	Etiage absolu	DCE	DC9	DC6	DC3	DCC	Maximum	Date
1950-51				161	995	(3950)	(5590)	26-8
1951-52	3,3	4,7	56	208	1325	2365	5010	5-10
1952-53	4,1	4,9	27	146	840	(2695)	4640	29-9
1953-54	(1,1)	(1,3)	36	211	864	2335	(3410)	13-9
1954-55	(8,4)	(9,4)						
1955-56	49	55	96	342	1025	3520	4640	1-10
1956-57	8,9	9,2	44	207	860	3645	4485	1-9
1957-58	3,9	4,2	56	301	1230	3655	4175	13-9
1958-59	9,2	11,7	85	298	807	4795	7780	24-8
1959-60	9,5	11,0	49	207	647	3505	4400	6-9
1960-61	2,8	3,4	35	161	900	2180	3670	18-9
1961-62	2,5	3,3	20	185	739	4190	5095	5-9
1962-63	4,9	5,0	36	191	975	2810	3295	4-9
1963-64	2,8	3,0	14,3	147	880	2505	3140	8-9
1964-65	2,3	2,7	35,4	256	925	4400	5835	4-9

TABLEAU n° 2.39

DEBITS MOYENS MENSUELS du SENEGAL à KAYES

Année	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	Module
1903-04	(9,1)	(108)	526	1794	2318	810	(280)	(160)	(90)	(48)	(16)	(5)	514
1904-05			562		2243	862	405	(170)	(105)	(58)	(24)	(8)	
1905-06	(15)	(210)	862	2448	1980	1776	725	(280)	(155)	92	44	(17)	724
1906-07	(9,1)	(108)	(1050)	3783	3279	1196	520	(230)	(130)	(75)	(35)	(13)	874
1907-08	(9,1)	(108)	296	813	1823	968	433	(200)	(112)	(64)	(28)	(9)	405
1908-09	(9,1)	(120)	823	2352	3156	1214	473	(250)	(140)	(80)	(38)	(14)	725
1909-10	(9,1)	377	921	3024	3279	1114	703	(290)	(165)	96	47	(18)	841
1910-11	(9,1)	(108)	503	1951	2692	1023	410	(190)	(106)	(60)	(26)	(9)	593
1911-12	(9,1)	(108)	(425)	1418	2041	756	342	(170)	(96)	(54)	(22)	(7)	454
1912-13	(7)	(60)	491	1326	2057	978	298	(140)	(78)	(42)	(16)	(4)	460
1913-14	(7)	(90)	214	532	747	472	(215)	(115)	(65)	(35)	(13)	(3)	210
1914-15	-	-	-	-	1404	914	(237)	(130)	(75)	(40)	(15)	(4)	
1915-16	(9,1)	(108)	597	1931	2049	1008	382	(220)	(125)	(70)	(32)	(12)	547
1916-17	(9,1)	(108)	811	1883	2723	1238	383	(215)	(120)	(68)	(31)	(11)	636
1917-18	(9,1)	(108)	243	1903	2626	870	295	(180)	(102)	(56)	(24)	(3)	537
1918-19	(9,1)	(190)	730	2580	3180	1723	(540)	(300)	(170)	(100)	(48)	(19)	803
1919-20	-	-	362	1469	1819	(750)	-	-	-	-	-	-	
1920-21	(9,1)	(108)	376	2041	3128	998	(310)	(180)	(104)	(56)	(24)	(8)	613
1921-22	(9,1)	(108)	(295)	1189	1908	646	(270)	(155)	(85)	(48)	(19)	(5)	356
1922-23	(9,1)	(108)	(490)	2724	4525	2100	612	(237)	(136)	(78)	(37)	(11)	925
1923-24	(9,1)	(108)	(450)	1635	2960	1055	(625)	(300)	(170)	(100)	(48)	(20)	623
1924-25	-	-	1394	3301	3876	1767	-	-	-	-	-	-	
1925-26	(9,1)	(108)	(555)	2063	2812	2204	638	(270)	(155)	(90)	(43)	(15)	751
1926-27	(9,1)	(108)	(555)	1505	1536	800	(420)	(210)	(120)	(70)	(30)	(1)	450
1927-28	(9,1)	(108)	578	2371	3440	2130	761	(310)	(175)	(105)	(50)	(20)	839
1928-29	(9,1)	(108)	341	2534	3439	1442	660	(275)	(155)	(90)	(44)	(17)	762
1929-30	(9,1)	(305)	660	2383	3294	1147	481	(235)	(130)	(75)	(35)	(13)	733
1930-31	(9,1)	(135)	491	2005	2477	1432	478	(215)	(122)	(68)	(32)	(11)	(626)
1931-32	(9,1)	(140)	707	1465	2400	1641	414	(225)	(127)	(72)	(34)	(12)	605
1932-33	(9,1)	(145)	992	2792	2840	1147	485	(245)	(138)	(80)	(37)	(14)	748
1933-34	(9,1)	(250)	1258	2873	2652	884	342	(200)	(112)	(64)	(28)	(9)	728

TABLEAU n° 2.39 (suite)

Année	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	Module
:1934-35:	(9,1)	(108)	249	2103	2559	1104	(388)	190	(110)	(60)	(31)	(3)	579
:1935-36:	(9,1)	(109)	889	3730	3610	1883	491	(230)	(130)	(75)	(34)	(13)	937
:1936-37:	(9,1)	(108)	499	3803	4204	1727	528	(210)	(148)	(86)	(40)	(15)	957
:1937-38:	(9,1)	(108)	308	1573	2327	969	365	(180)	(100)	(56)	(24)	(8)	504
:1938-39:	(9,1)	(108)	437	1801	3199	1329	579	(230)	(130)	(75)	(34)	(13)	664
:1939-40:	(9,1)	(108)	281	1711	1554	1004	(320)	160	(70)	50	20	(6)	443
:1940-41:	(9,1)	(108)	195	997	1096	931	375	190	(105)	60	26	(3)	343
:1941-42:	(9,1)	(108)	304	907	1651	(535)	(220)	125	(70)	38	14	(3,5)	333
:1942-43:	(9,1)	(109)	(370)	1672	1269	447	(260)	150	(84)	46	18	(5)	372
:1943-44:	(9,1)	(108)	281	1705	2269	1358	(315)	175	(98)	55	23	(7)	535
:1944-45:	(9,1)	(137)	(220)	768	1283	484	(260)	140	(78)	43	21	(4,5)	283
:1945-46:	(9,1)	(108)	(300)	2545	34 73	1439	(460)	255	(145)	85	39	(15)	742
:1946-47:	(9,1)	(109)	(415)	2251	2397	1439	456	210	(118)	67	30	(10)	629
:1947-48:	(9,1)	(108)	255	1362	2157	779	(300)	170	(95)	53	22	(7)	443
:1948-49:	(9,1)	(109)	544	1656	2264	(864)	(400)	220	(124)	70	32	(11)	528
:1949-50:	(4,0)	(20)	330	2027	1487	621	(285)	165	(93)	(52)	(21)	(7)	429
:1950-51:	2,8	19	466	(2224)	3856	(2492)	642	242	125	62	30	10,5	(8,1)
:1951-52:	(6,5)	69	356	1368	1999	2625	1147	346	190	119	55	23	694
:1952-53:	7,7	32	473	1259	2180	2006	431	199	108	55	(27)	(12)	569
:1953-54:	3,9	149	831	1432	2409	1023	389	201	133	72	32	9,5	559
:1954-55:	18	224	949	3610	3214	1343	554	330	171	96	52	33	888
:1955-56:	39	194	606	2931	3232	1909	631	298	176	105	54	17	851
:1956-57:	7,5	48	436	2191	3488	1750	503	234	136	77	39	14	740
:1957-58:	5,4	199	523	2562	3295	2451	752	295	168	98	48	19	872
:1958-59:	12	162	479	3625	3025	1563	643	350	191	110	61	23	859
:1959-60:	17	161	435	2159	2987	928	377	181	106	55	24	9	620
:1960-61:	3,1	75	726	1446	2133	1045	402	177	99	55	25	8	518
:1961-62:	2,9	78	713	2768	3723	1051	373	174	97	51	21	5,7	757
:1962-63:	2,7	81	456	1927	2609	1313	478	218	117	64	27	9,2	611

TABLEAU n° 2.39 (suite et fin)

Année	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	Module
1963-64	5,7	10	370	1279	2306	1792	(516)	197	107	52	22	6,3	(556)
1964-65	2,9	(128)	(519)	2100	4135	1462	(453)	227	136	78	(32)	(11,5)	(775)
Débits													
moyens													
pour la	9,2	122	525	2048	2633	1283	462	219	168	70	32	11,5	631
période													
de 58													
années													
Pour la													
période													
sûre de	9,6	115	562	2190	2910	1590	546	245	138	78	37	14,3	705
14 ans													

TABLEAU n° 2.40

DEBITS CARACTERISTIQUES du SENEGAL à KAYES

Année	Etiage	Débits caractéristiques					Crue	
	absolu	DCE	DC9	DC6	DC3	DCC	Maximum	Date
1903-04				119	533	2785	3415	30-8
1904-05							3825	5-9
1905-06				236	1460	2785	3290	22-8
1906-07					1215	4295	4805	12-8
1907-08				(130)	517	2050	2530	4-9
1908-09				(165)	970	3670	4485	29-8
1909-10				(326)	1100	3955	4790	10-9
1910-11				(170)	735	3070	3505	29-8
1911-12					578	2465	2625	6-9
1912-13				(101)	597	2400	3135	14-9
1913-14					330	782	1005	21-9
1914-15							2085	30-9
1915-16				(192)	717	2560	3070	22-8
1916-17				(179)	885	2850	3605	24-9
1917-18				(102)	451	3205	4235	14-9
1918-19				(248)	960	4050	4610	29-8
1919-20					565	2055	2975	30-8
1920-21					557	3665	5475	3-9
1921-22					392	2150	2660	16-9
1922-23					1055	5090	5880	18-9
1923-24					699	3415	3855	31-8
1924-25					1510	4360	4550	20-8
1925-26					1010	3290	4360	21-9
1926-27					(533)	1790	2215	6-8
1927-28				(179)	1085	3730	4425	3-9
1928-29				(207)	965	4110	4425	18-8
1929-30					925	3920	4295	9-9

TABLEAU n° 2.40 (suite)

Année	Etiage	Débits caractéristiques					Crue	
	absolu	DCE	DC9	DC6	DC3	DCC	Maximum	Date
1930-31					847	2785	3605	16-9
1931-32					925	3035	3785	13-9
1932-33				(182)	1010	3385	4295	22-8
1933-34					885	3480	5380	9-9
1934-35					665	3575	4235	1-9
1935-36					1195	4870	5765	29-8
1936-37				(192)	1010	4870	5730	20-8
1937-38				(140)	565	2595	2785	2-9
1938-39					847	3795	4485	13-9
1939-40					533	2400	3260	31-8
1940-41					533	1350	1790	21-8
1941-42					380	1790	2785	8-9
1942-43					440	2275	3035	21-8
1943-44					471	2660	3165	22-8
1944-45					339	1405	1620	19-9
1945-46					808	4045	4805	23-8
1946-47				(137)	925	2850	3730	31-8
1947-48					410	2465	3035	9-9
1948-49					699	2850	4080	8-9
1949-50					440	2720	4170	21-8
1950-51	(2,2)	(2,4)	(24)	(145)	965	4170	5945	25-8
1951-52	6,4	6,4	63	200	1410	2660	4675	5-10
1952-53	(4,6)	(6,4)	(27)	154	847	2860	4015	29-9
1953-54	2,7	2,8	38	213	870	2760	3710	6-9
1954-55	6,7	7,8	72	279	1005	4415	5290	25-8
1955-56	19	28,	82	299	985	3680	4500	2-10
1956-57	4,6	6,7	43	195	851	3815	4890	2-9
1957-58	3,6	3,8	54	271	1205	3705	4185	13-9
1958-59	7,0	8,7	80	274	812	4835	6840	25-8
1959-60	7,0	7,8	50	175	616	3570	4295	7-9
1960-61	2,0	2,2	32	147	895	2270	3480	19-9
1961-62	2,0	2,5	20,4	159	789	4135	4740	5-9

TABLEAU n° 2.40 (suite et fin)

Année	Etiage	Débits caractéristiques					Crue	
	absolu	DCE	DC9	DC6	DC3	DCC	Maximum	Date
1962-63	2,1	2,5	29	177	915	2930	3325	4-9
1963-64	2,2	2,5	16,5	141	877	2555	3260	7-9
1964-65	2,1	2,7	36,0	223	847	4400	5400	5-9