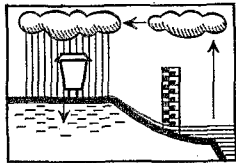


RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL
MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT RURAL
ET DE L'HYDRAULIQUE

N. GUIGUEN
J. LERIQUE

NOTE SUR L'ÉTALONNAGE
DU SÉNÉGAL A BAKEL
A LA SUITE DES CAMPAGNES
DE MESURES DE 1974 ET 1975



JANVIER 1977

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE O.R.S.T.O.M. DE DAKAR



D8
Gui

14.605

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
OUTRE-MER

CENTRE DE DAKAR

SECTION D'HYDROLOGIE

NOTE SUR L'ETALONNAGE DU SENEGAL A BAKEL
A LA SUITE DES CAMPAGNES DE MESURES DE 1974, 1975 et 1976

par N. GUIGUEN et J. LERIQUE



14 FEV. 1978

D 8
Gui

JANVIER 1977.

14.605

INTRODUCTION

La station du SENEGAL à BAKEL est, de par sa position géographique, une station hydrométrique principale. Elle se situe à la limite de deux zones très différentes, d'une part la zone du haut bassin, d'autre part, la vallée où le fleuve serpente dans une région très plate à travers une vaste plaine alluviale de 10 à 20 kms de large, plus ou moins inondée selon l'importance de la crue annuelle. Cette station contrôle en une station unique, l'ensemble de l'écoulement du haut bassin, et ce, en toutes saisons.

Le haut bassin qui draine une surface de 218 000 km² est composé de l'ensemble des sous-bassins du BAOULE, du BAFING, du BAKOYE, du SENEGAL moyen (KOLIMBINE et KARAKORO) et de la FALEME. Il est responsable de pratiquement tout l'évènement hydrologique pouvant se dérouler dans la vallée, si l'on considère que les affluents de la rive droite du fleuve en aval de BAKEL (oueds GHORFA et NIORDE, et le GORGOL) ont des apports très faibles dus à la faible pluviométrie tombant sur leurs bassins (\neq 300 mm).

De plus la station de BAKEL bénéficie d'une période d'observations de plus de 70 ans. Les relevés sont continus depuis 1903. Jusqu'en 1950, seules les moyennes et hautes-eaux étaient lues (Juillet à Novembre). Depuis 1950, les lectures sont sûres et complètes.

Avant Mai 1974, date à laquelle l'O.R.S.T.O.M. a repris le réseau hydrométrique du SENEGAL, l'étalonnage de cette station avait été déduit d'une série de 79 mesures de débits effectuées par différents organismes : l'U.H.E.A. (40 mesures de 1950 à 1952), la M.A.S. (27 mesures de 1952 à 1955) et l'O.R.S.T.O.M. (12 mesures de 1960 à 1962).

Dans la monographie hydrologique O.R.S.T.O.M du bassin du fleuve SENEGAL, C. ROCHETTE observait une dispersion assez forte des mesures de moyennes et hautes-eaux et n'excluait pas l'hypothèse d'une relation hauteur-débit non univoque.

Sur l'ensemble de 79 Mesures réalisées à cette date, 3 seulement avaient été effectuées à niveau croissant (crue), et il était difficile de se prononcer pour ou contre cette hypothèse.

L'examen des enregistrements et des lectures de 1961 réalisés à KOUGANI et à BAKEL a permis de constater que la pente superficielle entre ces deux stations, distantes de 7 kms, variait du simple au double, suivant le sens d'évolution du plan d'eau, et pouvait entraîner de ce fait l'existence de la loi hauteur-débit non univoque.

Pour lever ce doute, C. ROCHETTE conseillait de réaliser un programme de jaugeages adéquat en insistant surtout sur les mesures à réaliser à la montée des eaux, c'est-à-dire à niveau croissant.

Une série de mesures a donc été réalisée en 1974 et en 1975 par l'hydrologue de l'ORSTOM responsable du bassin du fleuve, dans sa partie sénégalaise.

2 - Campagne 1974-1975 :

2-1 - Personnel :

L'ensemble des mesures a été réalisé par N. GUIGUEN, hydrologue de la section de DAKAR, avec un aide-technique hydrologue. Dans le cadre de la formation des brigades sénégalaises, la brigade hydrologique de Saint-LOUIS participait à l'opération pendant la campagne 1975 afin de se familiariser à la technique de jaugeage des fleuves de grande largeur par la méthode du cercle hydrographique.

2-2 - Matériel et méthodologie :

Le matériel classique de jaugeage a été utilisé : équipement suspendu OTT sur bateau pneumatique Zodiac M. II équipé d'une ancre de 25 kg avec 50 mètres de corde, et propulsé par un moteur hors-bord de 20 CV.

La série de mesures de 1975 a été réalisée à l'aide de 3 moulinets et hélices différents pour éviter les erreurs éventuelles dues au détarage des hélices ou au mauvais fonctionnement des moulinets. L'ensemble des jaugeages a été fait par la méthode dite par intégration, bateau ancré. Chaque jaugeage comportait une vingtaine de verticales ; aux fins de contrôles, certaines mesures ont été doublées à la remontée de l'équipement par une mesure point par point.

La station de mesures a été équipée de façon à permettre le positionnement des verticales par relèvement au cercle hydrographique à partir de deux bases de 200 mètres, installées sur chacune des rives, perpendiculairement à la section de mesures. Une verticale sur deux était matérialisée par une bouée lestée. Le graphique n° 1 représente schématiquement la réalisation de la section. L'ensemble des points de A à G a été matérialisé sur le terrain par des massifs de béton dans lequel était scellé un tube destiné à recevoir les jalons déterminant la section de mesures CD et les deux bases implantées sur chaque rive EAF et GBH. Les bases EF et GH mesuraient 200 mètres et la section AB, 572 mètres. Les plots C et D servaient à dégrossir la position de la verticale sur l'alignement AB, position qui était ensuite affinée à l'aide du cercle.

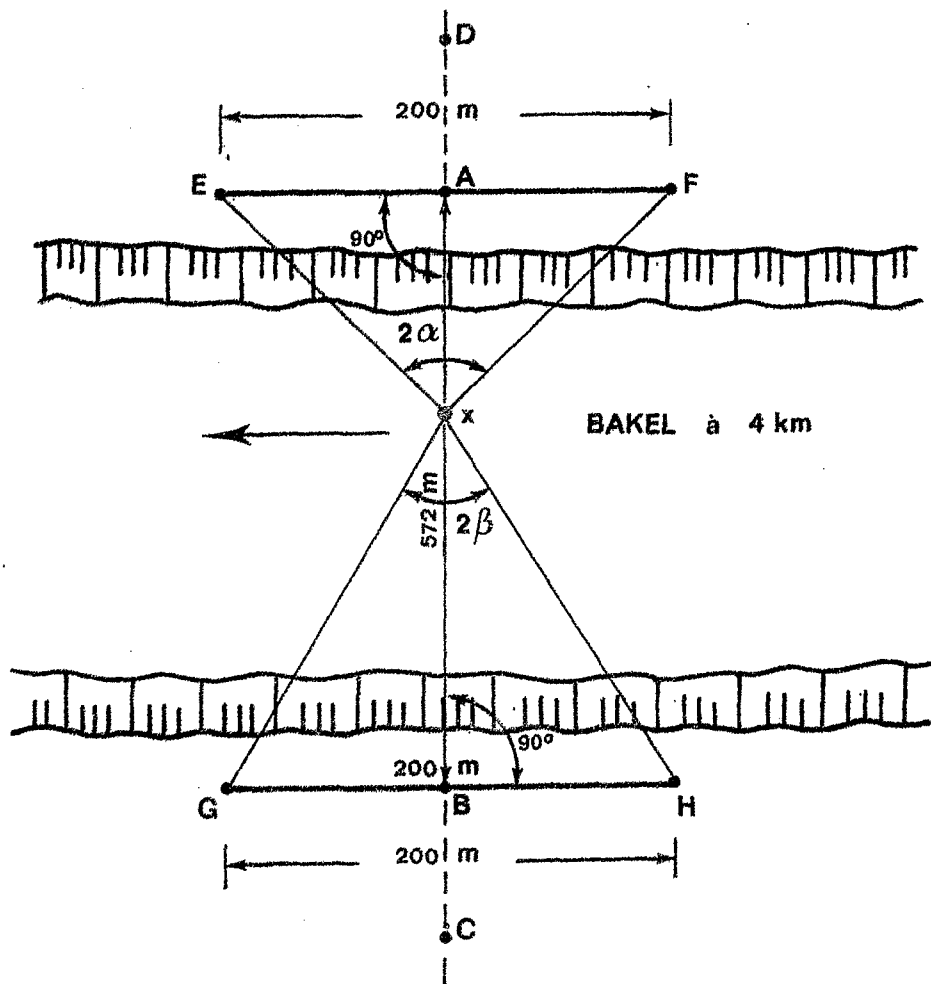
2-3 - Chronologie des travaux :

Le 17 Juillet 1975, l'hydrologue réinstallait de façon définitive la station de mesures au cercle qui avait été utilisée lors de la campagne de mesures en 1974.

Il revenait à BAKEL le 28 Juillet, la remontée des eaux était amorcée. 37 jaugeages ont été réalisés entre cette date et le mois de Mai 1976.

LE SÉNÉGAL à BAKEL

SCHÉMA DE LA STATION DE MESURES



3 - Les jaugeages effectués à BAKEL :

3-1 - Généralités :

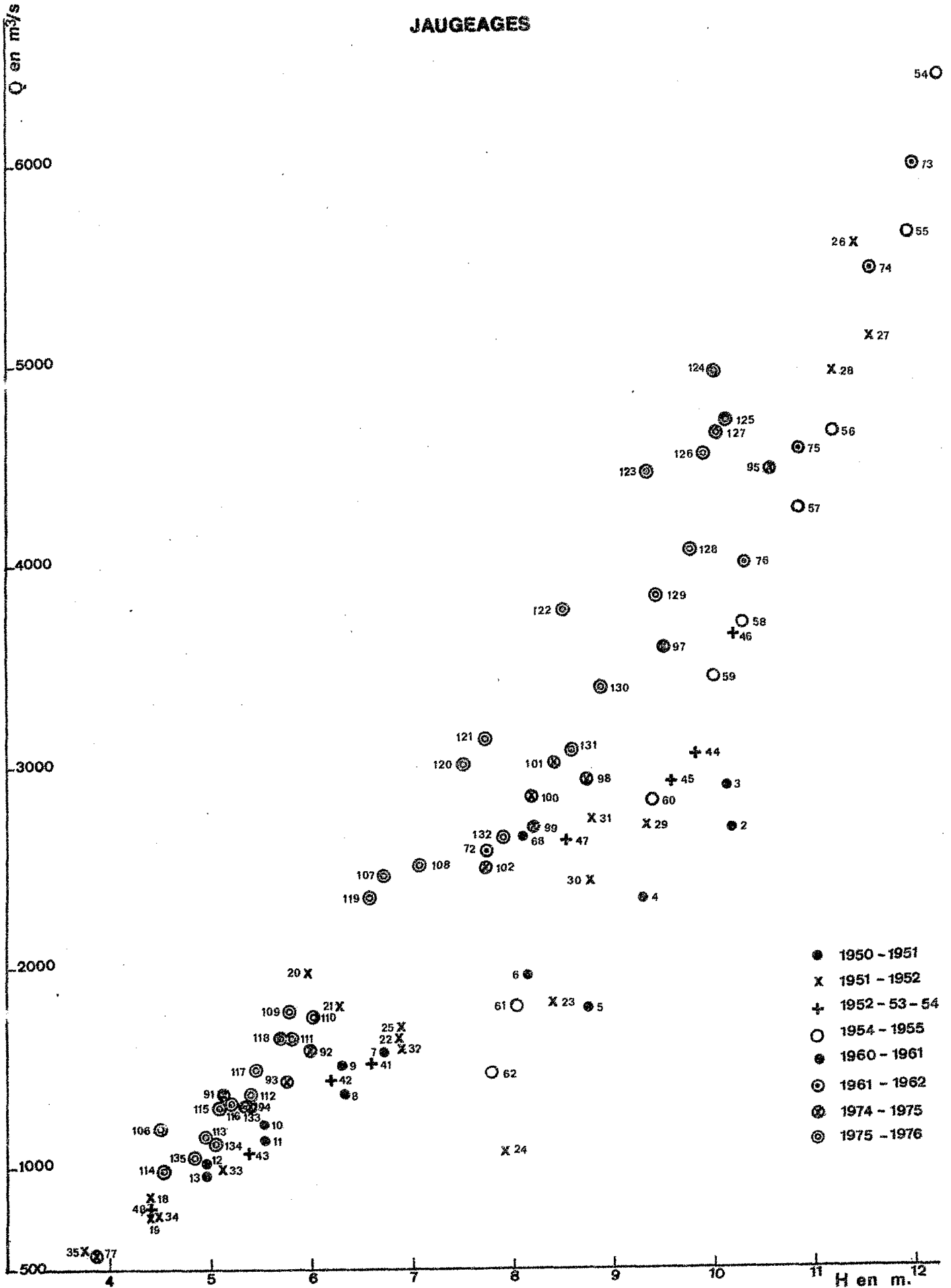
143 jaugeages ont été effectués à BAKEL entre Juillet 1950 et Mai 1976. Ils sont repris dans les tableaux ci-dessous. Le graphique 2 les positionne en fonction de la hauteur lue à l'échelle lors de la mesure.

Liste des jaugeages du SENEGAL à BAKEL :

N°	Date	H (cm)	Q (m3/s)	Opérateurs
1	04.07.50	153	86	U.H.E.A.
2	06.10.50	1017	2688	"
3	15.10.50	1015	2903	"
4	19.10.50	930	2337	"
5	21.10.50	876	1798	"
6	23.10.50	815	1960	"
7	29.10.50	672	1575	"
8	31.10.50	633	1351	"
9	31.10.50	633	1513	"
10	04.11.50	555	1204	"
11	04.11.50	555	1134	"
12	08.11.50	497	1026	"
13	08.11.50	497	963	"
14	29.11.50	339	480	"
15	19.12.50	268	285	"
	<u>1951</u>			
16	25.04.51	53	7,1	"
17	27.06.51	170	97	"
18	23.07.51	441	860	"
19	23.07.51	441	753	"
20	10.08.51	599	1978	"
21	17.08.51	628	1804	"
22	31.08.51	687	1657	"
23	08.09.51	841	1829	"
24	25.09.51	792	1078	"
25	28.09.51	690	1705	"
26	06.10.51	1146	5600	"
27	08.10.51	1158	5140	"
28	11.10.51	1122	4965	"
29	19.10.51	935	2700	"
30	23.10.51	877	2435	"
31	31.10.51	880	2741	"
32	12.11.51	689	1600	"
33	21.11.51	511	987	"
34	26.11.51	444	772	"
35	04.12.51	377	597	"
36	21.12.51	301	348	"

LE SÉNÉGAL à BAKEL

JAUGEAGES



Liste des jaugeages du SENEGAL à BAKEL (suite)

N°	Date	H (cm)	Q (m3/s)	Opérateurs
<u>1952</u>				
37	24.01.52	224	143	U.H.E.A.
38	20.02.52	177	118	"
39	25.03.52	112	47,7	"
40	28.04.52	68	14,6	"
41	28.08.52	660	1530	M.A.S.
42	29.08.52	622	1436	"
43	05.09.52	540	1075	"
44	15.09.52	885	3063	"
45	17.09.52	860	2936	"
46	28.09.52	1022	3655	"
47	21.10.52	855	2635	"
48	07.11.52	443	799	"
49	15.11.52	363	493	"
<u>1953</u>				
50	18.11.53	320	413	"
51	19.11.53	316	379	"
52	20.11.53	315	400	"
53	20.11.53	313	380	"
<u>1954</u>				
54	07.09.54	1228	6440	"
55	09.09.54	1198	5663	"
56	11.09.54	1124	4675	"
57	12.09.54	1088	4292	"
58	14.09.54	1030	3713	"
59	16.09.54	1002	3450	"
60	19.09.54	940	2842	"
61	07.10.54	805	1812	"
62	08.10.54	780	1482	"
<u>1955</u>				
63	16.05.55	97	35,3	"
64	18.05.55	94	35,0	"
65	25.05.55	86	29,0	"
66	27.05.55	84	29,3	"
67	28.05.55	85	28,8	"
<u>1960</u>				
68	12.09.60	812	2644	O.R.S.T.O.M.

Liste des jaugeages du SENEGAL à BAKEL (suite)

N°	Date	H (cm)	Q (m3/s)	Opérateurs
<u>1961</u>				
69	10.03.61	110	37,3	O.R.S.T.O.M.
70	27.04.61	55	6,2	"
71	10.06.61	36	1,2	"
72	13.08.61	776	2577	"
73	17.09.61	1204	5997	"
74	19.09.61	1160	5487	"
75	21.09.61	1089	4589	"
76	23.09.61	1034	4023	"
77	02.11.61	388	564	"
<u>1962</u>				
78	05.02.62	153	72,6	"
79	27.05.62	36	1,06	"
<u>1973</u>				
80	10.05.73	40	0,250	"
81	05.06.73	42	0,833	"
82	15.12.73	152	64,8	"
<u>1974</u>				
83	12.01.74	120	43,4	"
84	13.02.74	93	19,1	"
85	06.03.74	78	11,5	"
86	27.03.74	59	2,60	"
87	30.04.74	45	1,17	"
88	17.05.74	38	0,720	"
89	30.05.74	28	0,126	"
90	16.06.74	20	0	"
91	27.07.74	508-518	1370	"
92	13.08.74	602-596	1590	"
93	14.08.74	577-571	1440	"
94	16.08.74	542-540	1320	"
95	03.09.74	1064-1058	4480	"
96	07.09.74	956-950	incomplet	"
97	09.09.74	953	3600	"
98	12.09.74	879-873	2940	"
99	14.09.74	825-822	2700	"
100	18.09.74	820-822	2850	"
101	22.09.74	844-841	3025	"
102	24.09.74	780-775	2500	"
<u>1975</u>				
103	24.03.75	79	10,6	"
104	03.05.75	52	2,02	"

Liste des jaugeages du SENEGAL à BAKEL (fin).

N°	Date	H (cm)	Q (m ³ /s)	Opérateurs
105	05.06.75	36	0,390	O.R.S.T.O.M.
106	27.07.75	431-487	1200	"
107	30.07.75	657-692	2470	"
108	02.08.75	712-707	2460	"
109	11.08.75	573-582	1790	"
110	12.08.75	602	1760	"
111	16.08.75	582-581	1650	"
112	19.08.75	540-538	1370	"
113	21.08.75	496-492	1160	"
114	23.08.75	454	995	"
115	26.08.75	508-512	1310	"
116	27.08.75	520-522	1330	"
117	29.08.75	544-548	1500	"
118	30.08.75	571-574	1650	"
119	31.08.75	646-670	2360	"
120	01.09.75	745-761	3020	"
121	01.09.75	768-782	3140	"
122	02.09.75	846-861	3780	"
123	03.09.75	927-940	4470	"
124	04.09.75	999-1009	4980	"
125	05.09.75	1017-1015	4730	"
126	06.09.75	995-991	4560	"
127	08.09.75	1006-1007	4670	"
128	10.09.75	979-974	4080	"
129	11.09.75	948-944	3860	"
130	13.09.75	893-886	3400	"
131	14.09.75	860-853	3080	"
132	16.09.75	793-791	2660	"
133	11.10.75	540-537	1300	"
134	13.10.75	504-502	1120	"
135	14.10.75	486-484	1060	"
136	08.11.75	322-321	473	"
137	10.11.75	311-310	444	"
138	09.12.75	208	181	"
139	11.12.75	204	177	"
	<u>1976</u>			
140	15.01.76	144	70	"
141	17.01.76	142	69	"
142	13.03.76	84	14	"
143	08.05.76	41	0,430	"

3-1 - Examen critique des résultats :

Le graphique n° 2 montre une assez grande dispersion de points expérimentaux. Un certain nombre avait déjà été éliminé par C. ROCHETTE, étant donné leur imprécision (n°s 2, 3, 4, 5, 6, 24). Il y a lieu aussi d'éliminer les mesures réalisées à la décrue 1954 (n°s 54 et 62) pour les raisons suivantes : l'opérateur a stationné à BAKEL du 7/9/1954 au 16/9/1954, nous supposons qu'il s'est ensuite rendu à KIDIRA sur la FALEME avec le même équipement de jaugeage, où il a effectué 13 mesures qui sont toutes sous estimées, à la vue de la courbe de tarage existante. C. ROCHETTE avait conclu au mauvais fonctionnement du moulinet. Le même opérateur a dû revenir à BAKEL vers le 6 Octobre, toujours avec le même appareillage défaillant. Il y a de fortes probabilités pour que les points allant de 54 à 62 soient eux aussi sous estimés, surtout les deux dernières mesures 61 et 62.

D'autres points semblent aberrants (23, 29, 30, 43, 44, 45, 46, 47, 68, etc.).

Le jaugeage 106 effectué par la brigade de l'hydraulique de Saint-LOUIS semble quant à lui légèrement surestimé.

3-3 - La campagne de mesures 1975 :

Elle s'est déroulée sans interruption du 27 Juillet au 16 Septembre 1975. Des mesures complémentaires ont été ensuite effectuées les 11, 13 et 14 Octobre, les 8 et 10 Novembre, les 9 et 11 Décembre 1975, les 15 et 17 Janvier 1976, le 17 Mars 1976 et le 8 Mai 1976. 37 jaugeages ont été réalisés de 0,41 m à 10,16 m à l'échelle, les débits respectifs correspondants étaient 0,430 et 4730 m³/s, la crue maximale a atteint 10,19 m à l'échelle. Sur l'ensemble de la période d'observation, cette crue est plus faible que la moyenne, sa fréquence au dépassement est de l'ordre de 65 %.

Le graphique N° 3 reprend le limnigramme de la montée des eaux du fleuve, du 10 Juillet au 20 Novembre, avec le positionnement des jaugeages dans le temps. 14 Mesures ont été réalisées en crue et 28 en décrue, 1 en étales de décrue et 1 à une pointe de crue secondaire.

La crue principale a été précédée de 3 pointes préliminaires. La première a atteint une hauteur légèrement supérieure à 7,00 m à l'échelle, la seconde est arrivée aux environs de 6,00 m. Après une courte décrue, une troisième pointe s'est présentée à 5,80 m. Après une baisse des eaux due au déficit pluviométrique du mois d'Août, le fleuve est redescendu à 4,50 m le 23 Août. La crue principale a démarré à cette date pour atteindre 10,19 m le 5 Septembre.

La décrue n'a pas été franche, une remontée des eaux s'est produite fin Septembre.

Les mesures de débits réalisées à niveau croissant lors des différentes crues de 1975, n°s 106, 107, 109, de 115 à 124, et le point n° 91 réalisé en crue lors de la campagne 1974, tendraient à prouver qu'il n'existe qu'une seule relation hauteur-débit pour la montée des eaux. Le point 20, l'un des seuls mesurés en crue lors des campagnes antérieures à 1965, confirme cette hypothèse puisqu'il se situe très près de la courbe expérimentale.

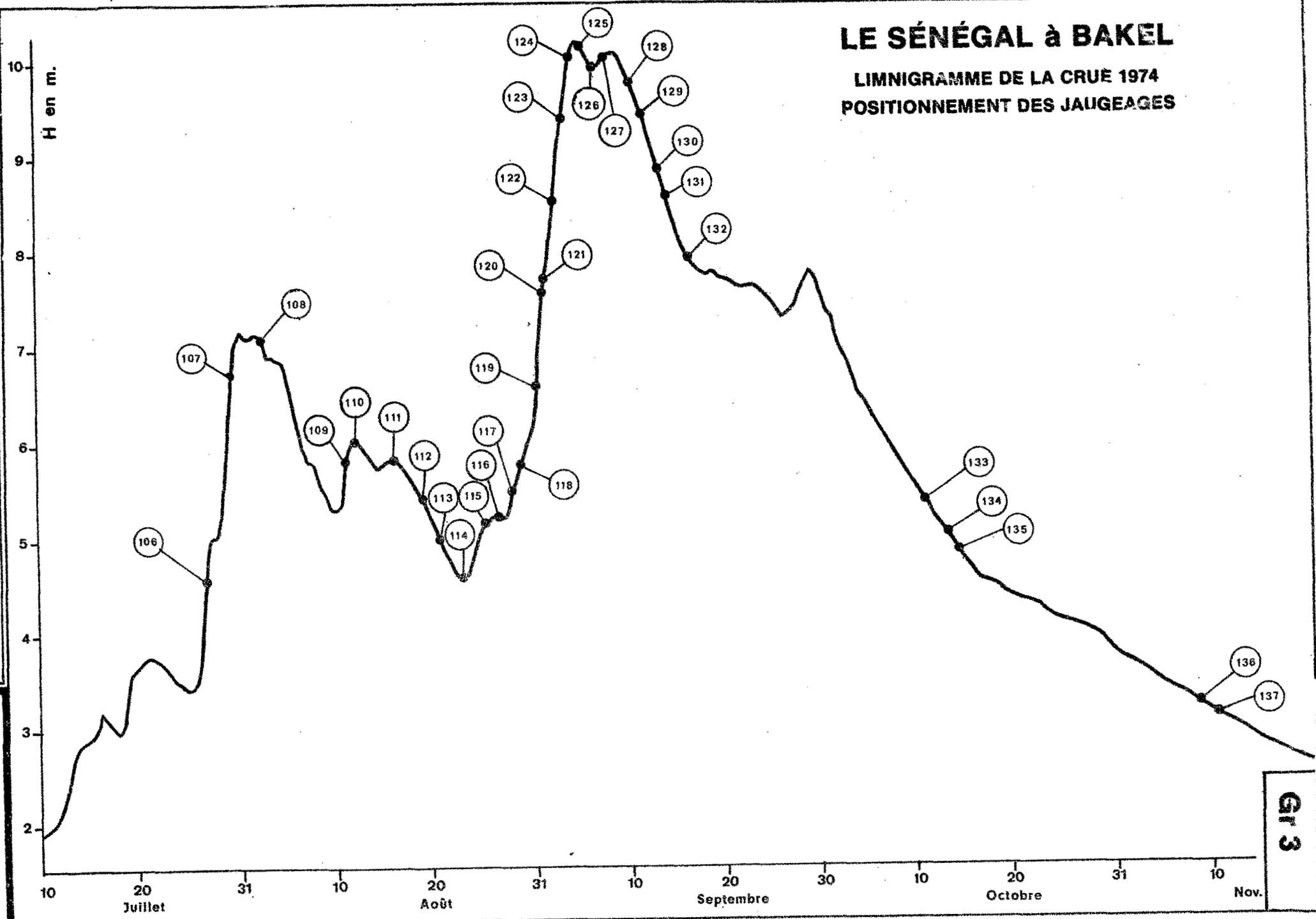
O.R.S.T.O.M.

Section Hydrologie DAKAR

DKR 76/47

LE SÉNÉGAL à BAKEL

LIMNIGRAMME DE LA CRUE 1974
POSITIONNEMENT DES JAUGEAGES



GR3

Il est à noter que pour l'ensemble des stations situées à l'aval, MATAM, PODOR, DAGANÁ, il n'existe qu'une relation $Q = f(h)$ en régime croissant.

Par contre pour la décrue, le faisceau de courbes $Q = f(h)$ apparaît à travers les mesures réalisées en 1975 : 1ère crue ($h_x = 7,15$), courbe passant par les points 107 et 108, 2ème crue ($h_x = 6,03$), par 109 et 110, 3ème crue, par 111 à 114. Une 4ème courbe a été tracée à partir des jaugeages effectués pendant la crue principale. Elle passe par les points 115 à 132.

Les mesures réalisées lors des décrues de 1974 (points 93 à 95) pour $H_{\text{maximum}} = 11,91$ m et pendant celles de 1961 (points 73 à 76), $H_{\text{maximum}} = 12,51$ m, confirment notre opinion. Du tracé de ces courbes expérimentales, plusieurs remarques s'imposent :

a) - pour une même cote à l'échelle, la différence entre le débit en crue et le débit en décrue est d'autant plus grande que la hauteur atteinte par la crue maximale est forte.

b) - Le débit maximum n'est pas atteint à la cote maximale ; il se situe un peu avant la pointe de crue. La diminution de la pente de la ligne d'eau du fleuve en fin de crue provoque un amortissement des vitesses moyennes dans la section de mesure.

En éliminant les jaugeages qui nous semblaient aberrants, en tenant surtout compte de ceux réalisés depuis 1961, et en examinant les tarages existants sur les stations situées en aval de BAKEL : MATAM, SALDE, etc., nous arrivons aux considérations suivantes par l'établissement de la relation $Q = f(h)$:

a) - jusqu'à une certaine hauteur, la relation est univoque.

b) - En régime de crue, le tarage peut être représenté par une courbe unique.

c) - En régime de décrue, l'examen des décrues partielles de 1975 et des décrues principales mesurées en 1961, 1974 et 1975 montre que le tarage pendant cette période est lié à la hauteur maximale atteinte par la crue.

4 - Essai de tarage en régime supposé uniforme :

Nous avons vu dans le paragraphe précédent que le tarage de la station de BAKEL n'est pas univoque. Pour une hauteur donnée à l'échelle, il existe de nombreuses valeurs du débit correspondant et ce, en particulier lors de la phase décrue où, pour chaque hauteur atteinte par la crue, il existe une relation différente $Q = f(h)$ en décrue. Dans un régime uniforme, le tarage est univoque, c'est-à-dire que dans tous les cas, à une hauteur donnée, correspond toujours une seule valeur du débit.

La station non univoque peut être considérée comme une station univoque soumise à certaines contraintes qui détruisent ce caractère d'univocité. Nous citerons les principales causes : contrôle aval variable, écoulement non permanent, zone de confluence, régimes de crues différents, etc..

Dans le cas particulier de BAKEL, les questions de pentes ont une influence déterminante dans la non univocité du tarage. Il y a d'abord la faible pente du lit qui, entre BAKEL et MATAM (171 kms), est voisine de 0,03 %, et ensuite la variabilité relative des pentes d'écoulement lors des différentes phases crues-décruées.

En 1970, dans les cahiers ORSTOM série hydrologie volume VII n° 3, P. DUBREUIL, J.P. LAMAGAT et G. VUILLAUME, avec la collaboration de Y. BRUNET-MORET, ont traité le problème du "Tarage et du calcul des débits des stations hydrométriques non univoques". En fait dans le cas particulier des grands fleuves, il s'agit de ramener l'ensemble des courbes de tarage crue et décrue à une courbe unique qui traduirait l'étalonnage de la station, si son régime était uniforme. Nous ne reviendrons pas sur l'exposé complet et l'approche de la méthode qui sont décrits dans le cahier référencié ci-dessus.

Le facteur correctif introduit pour cette transformation est, à un coefficient près, la pente du diagramme des hauteurs en fonction du

temps : $\frac{\Delta h}{\Delta t}$, Δh est la différence des hauteurs h_1 et h_2 relevées aux

temps t_1 et t_2 , avec $\Delta t = t_1 - t_2$.

Cette méthode dite du gradient limnigraphique a pu être simplifiée dans le cas des grands fleuves à faible pente, à régime régulier, et présentant chaque année un limnigramme assez régulier en forme de cloche, sans accident notoire.

En effet pour ce type de cours d'eau, il semblerait que la valeur du gradient limnigraphique dépende de la cote maximale atteinte par la crue, d'où l'idée de remplacer le gradient limnigraphique par l'écart de la hauteur du jaugeage, à la cote maximale atteinte par la crue, pour l'établissement du facteur correctif de pente.

Pour BAKEL, nous avons procédé de la façon suivante : report des points de jaugeages dans un système de coordonnées rectangulaires, l'échelle des hauteurs étant reprise en abscisses, et les débits, en ordonnées.

Une courbe moyenne $Q_0 = f(h)$ a été tracée entre les points de jaugeages de crue et de décrue. On en déduit l'écart ΔQ entre le débit mesuré Q et le débit Q_0 , tiré de la courbe $Q_0 = f(h)$. Le rapport $\frac{\Delta Q}{Q_0}$ est calculé

et ajusté graphiquement en fonction de ΔHx , écart entre la cote du jaugeage et la cote de la crue maximale. Cet écart est affecté d'un signe positif en régime croissant, et d'un signe négatif en décrue.

L'ajustement graphique par la méthode des déviations résiduelles est de la forme $\frac{\Delta Q}{Q_0} = a \cdot \text{Arc.tgb.} \Delta Hx$. Nous avons introduit une dernière

simplification en considérant que l'écart relatif de Q_0 variait linéairement en fonction de ΔHx jusqu'à un maximum à partir duquel le rapport $\frac{\Delta Q}{Q_0}$ restait

constant. Cette transformation a pour but de ramener la fonction Arc. tangente à 3 demi-droites. Cette dernière méthode a été baptisée : méthode simplifiée de l'écart à la cote maximale.

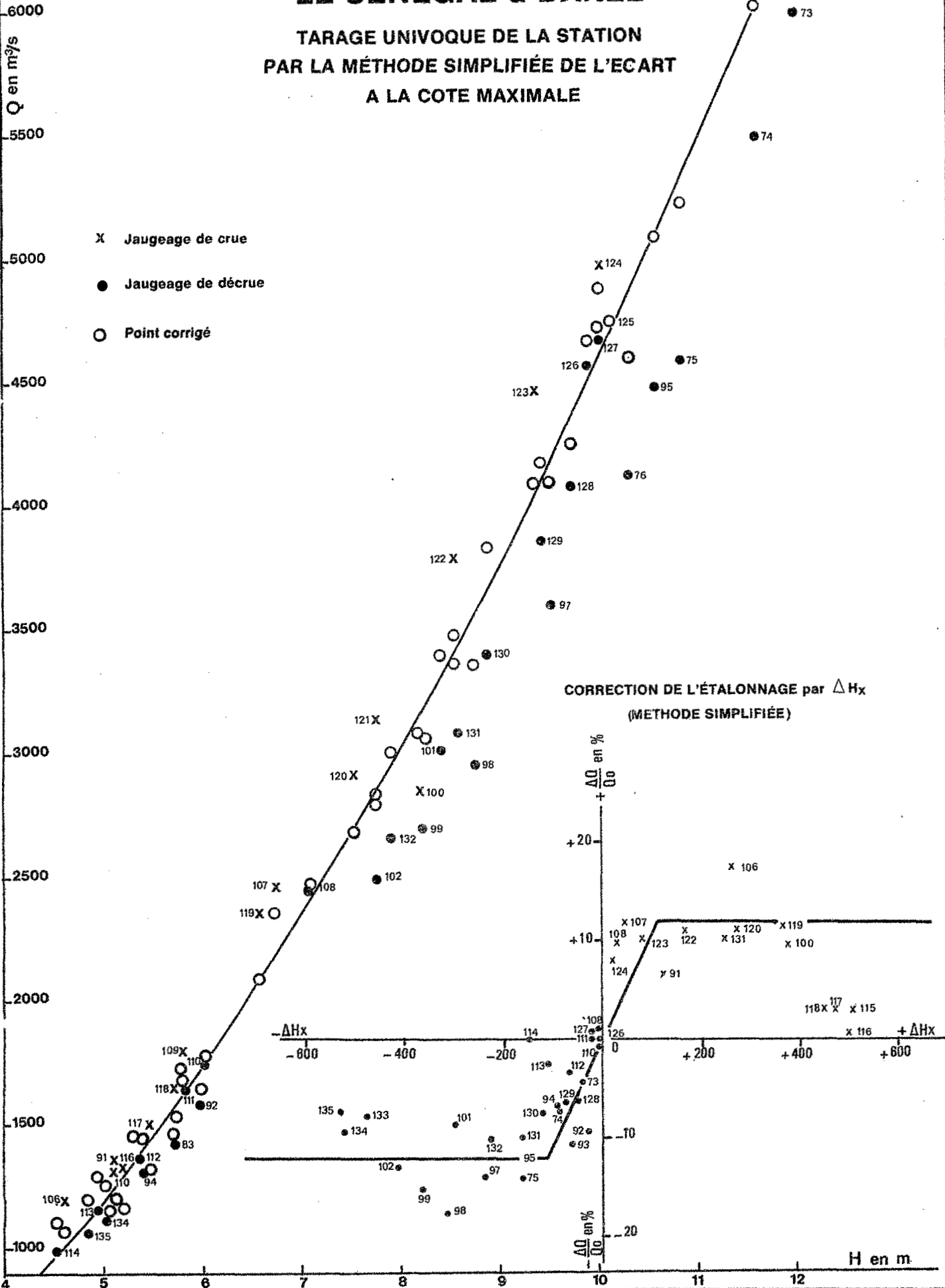
Dans le cas présent, les courbes de correction de pente sont les suivantes :

$$\frac{\Delta Q}{Q_0} = 11 \Delta Hx \text{ jusqu'à } \frac{\Delta Q}{Q_0} = \text{constante} = \pm 12 \%$$

ΔHx est compté en mètres, affecté du signe + en crue, et du signe - en décrue, le rapport $\frac{\Delta Q}{Q_0}$ en %.

LE SÉNÉGAL à BAKEL

TARAGE UNIVOQUE DE LA STATION
PAR LA MÉTHODE SIMPLIFIÉE DE L'ECART
A LA COTE MAXIMALE



A partir de ce graphique de correction de pente, on peut reconstituer le débit Q' correspondant au débit Q corrigé de la correction (C) telle qu'elle résulte de ce graphique : la différence de débit $\Delta'Q$ entre le point Q' et Q^0 est définie par la relation :

$$\Delta'Q = \Delta Q - C Q_0 \quad (Q' = Q_0 + \Delta'Q)$$

$$\frac{\Delta'Q}{Q_0} = \frac{\Delta Q}{Q_0} - C$$

Si la correction Q est parfaite, $\frac{\Delta Q}{Q_0} = C$ et $\Delta'Q = 0$

Le tableau de calcul figure en pages 11 et 12.

Les points représentatifs de $Q' = f(h)$ sont représentés au graphique 4, de même que la courbe de correction, on voit que la dispersion est faible, sauf dans la région transitoire de 1 000 à 2 000 m³/s où se trouvent les crues préliminaires ou les crues tardives, et pour lesquelles on est assez loin des hypothèses de base : hydrogrammes annuels de forme simple, homothétiques les uns des autres. On peut y remédier dans une certaine mesure.

L'examen du limnigramme de la crue 1975 (graphique n° 3) montre que la montée n'a pas été franche, mais qu'elle comporte deux accidents notables, en particulier la première pointe qui a atteint 7,15 m à l'échelle. Pour le calcul de la correction de pente, nous avons donc scindé le limnigramme en trois crues partielles, avec les trois hauteurs maximales atteintes. Le même procédé a été employé pour la crue préliminaire jaugée pendant la campagne 1974. Cependant, il est difficile avec cette méthode prometteuse de bien déterminer les valeurs maximales des débits. Mieux vaut jusqu'à nouvel ordre, utiliser le faisceau de courbes présenté au graphique n° 6.

STATION DE BAKEL

Méthode simplifiée de l'écart à la cote maximale.

Sens	N°	Date	H cm	Q m ³ /s	Q ₀ m ³ /s	ΔQ m ³ /s	$\frac{\Delta Q}{Q_0}$ %	Hx cm	Δ Hx cm	C %	$\frac{\Delta Q}{Q_0}$	Δ'Q m ³ /s	Q' m ³ /s
D	73	17.09.61	1204	5997	6270	- 273	- 4,4	1251	- 47	- 5,1	+ 0,7	+ 45	6315
D	74	19.09.61	1160	5487	5915	- 428	- 7,2	1251	- 91	- 10	+ 1,6	+ 95	6010
D	75	21.09.61	1089	4589	5330	- 741	- 13,9	1251	- 162	- 12	- 1,9	- 100	5230
D	76	23.09.61	1034	4023	4870	- 847	- 17,4	1251	- 217	- 12	- 5,4	- 262	4605
C	91	27.07.74	513	1370	1285	+ 85	+ 6,6	634	+ 121	+ 12	- 5,4	- 70	1215
D	92	13.08.74	599	1590	1755	- 165	- 9,7	634	- 35	- 3,8	- 5,6	- 100	1655
D	93	14.08.74	574	1440	1610	- 170	- 10,6	634	- 60	- 6,5	- 4,1	- 65	1545
D	94	16.08.74	541	1320	1415	- 95	- 6,7	634	- 93	- 9,9	+ 3,2	+ 45	1460
D	95	03.09.74	1061	4480	5090	- 610	- 12,0	1191	- 130	- 12,0	0	0	5090
ED	97	09.09.74	953	3600	4180	- 580	- 13,9	1191	- 238	- 12,0	- 1,9	- 80	4100
D	98	12.09.74	876	2940	3570	- 630	- 17,6	1191	- 315	- 12,0	- 5,6	- 200	3370
D	99	14.09.74	824	2700	3180	- 480	- 15,1	1191	- 367	- 12,0	- 3,1	- 100	3080
C	100	18.09.74	821	2850	3160	+ 310	+ 9,8	1191	370	+ 12	- 2,2	- 70	3090
D	101	22.09.74	842	3025	3310	- 285	- 8,6	1191	- 349	- 12	+ 3,4	+ 110	3410
D	102	24.09.74	778	2500	2870	- 370	- 12,9	1191	- 413	- 12,0	- 0,9	- 25	2845
C	106	27.07.75	459	1200	1020	+ 180	+ 17,6	715	+ 256	+ 12,0	+ 5,6	+ 55	1075
C	107	30.07.75	674	2470	2210	+ 260	+ 11,8	715	+ 41	+ 4,6	+ 7,2	+ 180	2370
D	108	02.08.75	709	2460	2430	+ 30	+ 1,2	715	- 6	- 0,5	+ 1,7	+ 40	2470
C	109	11.08.75	578	1790	1630	+ 160	+ 9,8	604	+ 26	+ 2,9	+ 6,9	+ 110	1740
D	110	12.08.75	602	1760	1770	- 10	- 0,6	604	- 2	- 0,4	- 0,2	- 5	1765
D	111	16.08.75	581	1650	1650	0	0	604	- 23	- 2,4	+ 2,4	+ 40	1690
D	112	19.08.75	539	1370	1415	- 45	- 3,2	604	- 65	- 6,9	+ 3,7	+ 50	1465
D	113	21.08.75	494	1160	1190	- 30	- 2,5	604	- 110	- 12,0	+ 9,5	+ 110	1300
ED	114	23.08.75	454	995	995	0	0	604	- 150	- 12,0	+ 12	+ 120	1115

STATION DE BAKEL

Méthode simplifiée de l'écart à la cote maximale (suite).

Sens	N°	Date	H cm	Q m ³ /s	Q ₀ m ³ /s	Δ Q m ³ /s	$\frac{\Delta Q}{Q_0}$ %	Hx cm	Δ Hx cm	a %	$\frac{\Delta' Q}{Q_0}$ %	Δ' Q m ³ /s	Q' m ³ /s
G	115	26.08.75	510	1310	1270	+ 40	+ 3,1	1019	+ 509	+ 12	- 8,9	- 110	1160
G	116	27.08.75	521	1330	1325	+ 5	+ 0,4	1019	+ 498	+ 12	- 11,6	- 155	1170
C	117	29.08.75	546	1500	1455	+ 45	+ 3,1	1019	+ 473	+ 12,0	- 8,9	- 130	1325
C	118	30.08.75	572	1650	1600	+ 50	+ 3,1	1019	+ 447	+ 12,0	- 8,9	- 140	1460
C	119	31.08.75	658	2360	2115	+ 245	+ 11,6	1019	+ 361	+ 12,0	- 0,6	- 15	2100
C	120	01.09.75	753	3020	2710	+ 310	+ 11,4	1019	+ 266	+ 12,0	- 0,6	- 15	2695
C	121	01.09.75	775	3140	2850	+ 290	+ 10,2	1019	+ 244	+ 12,0	- 1,8	- 50	2800
C	122	02.09.75	854	3780	3400	+ 380	+ 11,2	1019	+ 165	+ 12,0	- 0,8	- 25	3375
C	123	03.09.75	937	4470	4055	+ 415	+ 10,2	1019	+ 82	+ 9,1	+ 1,1	+ 45	4100
G	124	04.09.75	1004	4980	4620	+ 360	+ 7,8	1019	+ 15	+ 1,8	+ 6,0	+ 275	4895
D	125	05.09.75	1016	4730	4730	0	0	1019	- 3	- 0,2	+ 0,2	10	4740
D	126	06.09.75	993	4560	4525	+ 35	+ 0,8	1019	- 26	- 2,5	+ 3,3	+ 150	4675
G	127	08.09.75	1006	4670	4635	+ 35	+ 0,8	1019	- 13	- 1,2	+ 2,0	+ 95	4730
D	128	10.09.75	976	4080	4380	- 300	- 6,8	1019	- 43	- 4,6	- 2,8	- 120	4260
D	129	11.09.75	946	3860	4130	- 270	- 6,5	1019	- 73	- 7,9	+ 1,4	+ 60	4190
D	130	13.09.75	890	3400	3670	- 270	- 7,4	1019	- 129	- 12,0	+ 4,6	+ 170	3840
D	131	14.09.75	856	3080	3420	- 340	- 9,9	1019	- 163	- 12,0	+ 2,1	+ 70	3490
D	132	16.09.75	792	2660	2960	- 300	- 10,1	1019	- 227	- 12,0	+ 1,9	+ 5,5	3015
D	133	11.10.75	538	1300	1410	- 110	- 7,8	1019	- 481	- 12,0	+ 4,2	+ 60	1470
D	134	13.10.75	503	1120	1235	- 115	- 9,3	1019	- 516	- 12,0	+ 2,7	+ 35	1270
D	135	14.10.75	485	1060	1145	- 85	- 7,4	1019	- 534	- 12,0	+ 4,6	+ 55	1200

5 - Conclusion :

Pour l'établissement des barèmes de la fonction $Q = f(h)$, nous avons adopté les principes suivants :

a) - courbe univoque jusqu'à $H = 3,50$ m, ce point correspond sensiblement au point de raccordement de la courbe de crue et de celles des différentes décrues jaugées.

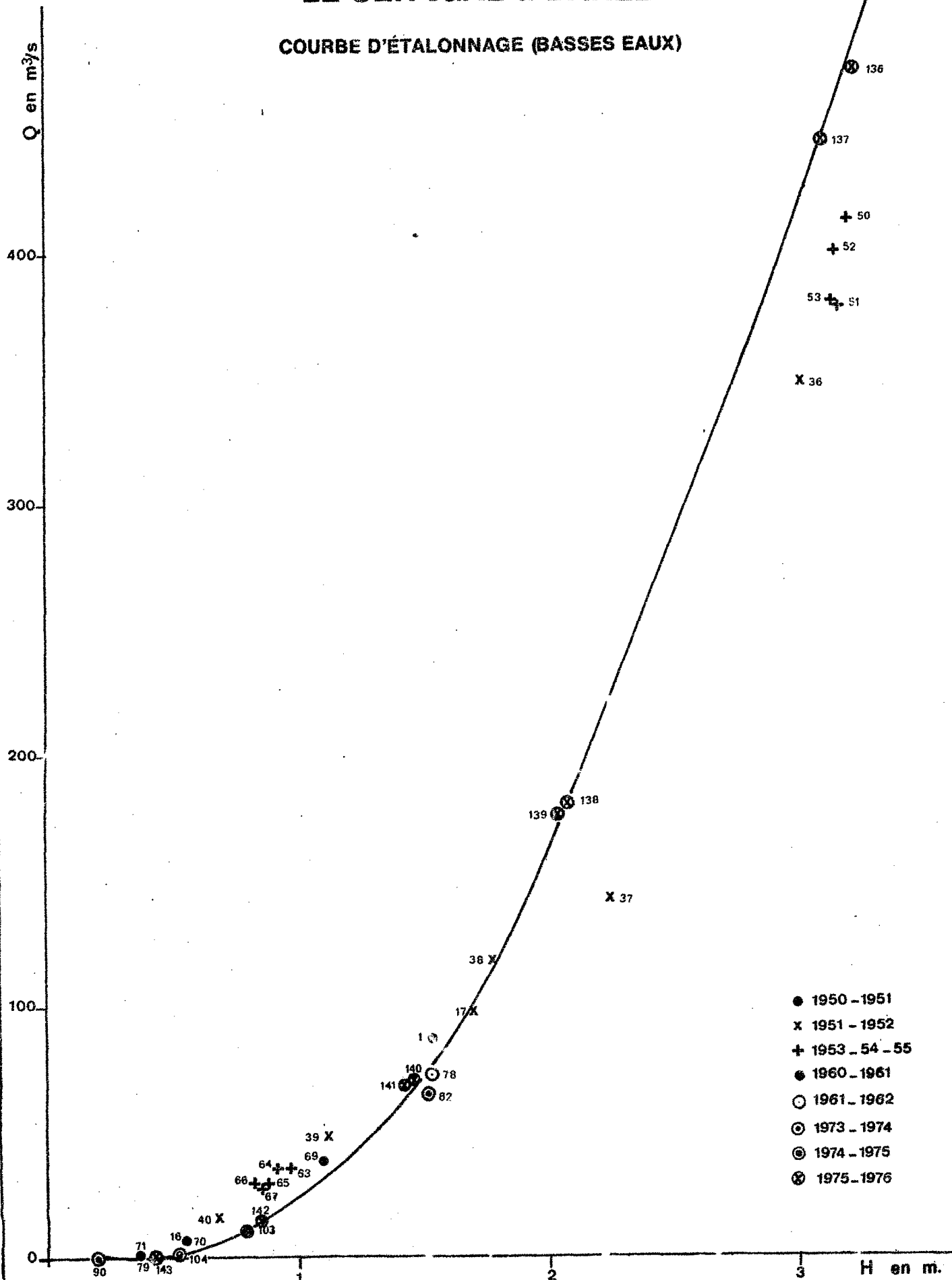
b) - Courbe unique pour ce régime de crue à partir de $H = 3,50$ m. Une extrapolation a été nécessaire pour $H > 10,50$ m. Elle sera à préciser par des mesures complémentaires réalisées pour des cotes supérieures à $10,00$ m.

c) - En régime de décrue, existence d'un faisceau de courbes, chacune d'elles étant liée à la hauteur maximale atteinte par la crue. Le calage de ce faisceau a été effectué en tenant compte de l'allure des décrues jaugées et de l'étalonnage supposé en régime uniforme. Il y aura lieu d'effectuer un raccordement progressif des débits au moment des changements de régime décrue-crue, lors des pointes secondaires. Les courbes de tarage sont représentées sur les graphiques 5 et 6. En ce qui concerne le faisceau de courbes de décrue, nous avons considéré des hauteurs maximales de crue variant de 50 cm en 50 cm depuis $6,00$ m jusqu'à $12,50$ m.

LE SÉNÉGAL à BAKEL

COURBE D'ÉTALONNAGE (BASSES EAUX)

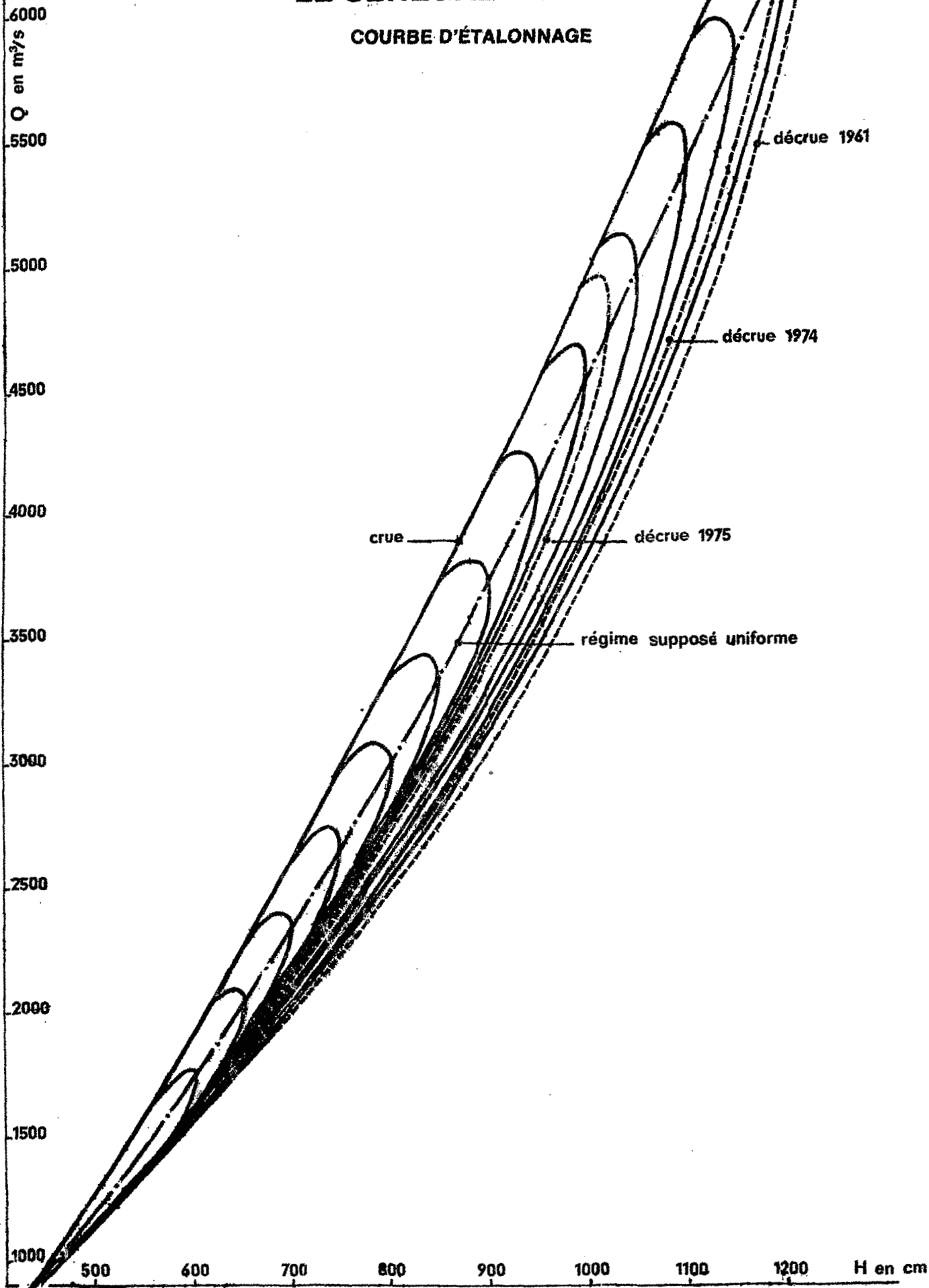
Gr 5



LE SÉNÉGAL à BAKEL

COURBE D'ÉTALONNAGE

Gr 6



O. R. S. T. O. M.

Direction générale :

24, rue Bayard, PARIS-8^e

Service Central de Documentation :

70-74, route d'Aulnay, 93140 BONDY

Centre O.R.S.T.O.M. de DAKAR.

B. P. 1386 DAKAR
