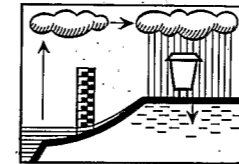


RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

J. CALLEDE

ÉTUDE DES BASSES EAUX
DE LA SANGHA À SALO



D8
CAL

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

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

SECTION HYDROLOGIE



Office de la Recherche Scientifique
et Technique d'Outre-Mer

ETUDE DES BASSES EAUX
DE LA SANGHA
A SALO

D8
CFL

J. CALLEDE
Ingénieur Hydrologue

- 8 AOUT 1974



Juillet 1972

12 535

A la demande de la Chambre Syndicale du Bois de la République Centrafricaine, puis du Service des Voies Navigables, la Section Hydrologique de l'ORSTOM à BANGUI a été amenée à étudier le régime des basses eaux de la Sangha à SALO.

Cette étude devrait permettre aux Sociétés Forestières et aux transporteurs fluviaux de déterminer le risque à courir pour l'évacuation du bois vers BRAZZAVILLE.

Nous adoptons le plan de travail suivant :

- 1^o/ Equipement hydrométrique
- 2^o/ Etude des débits caractéristiques
- 3^o/ Prévision des hauteurs d'eau.

I.- LA SANGHA A SALO. EQUIPEMENT HYDROMETRIQUE

La Sangha à SALO est déjà une belle rivière qui coule dans une vallée assez encaissée, au milieu d'une forêt primaire qu'exploite plusieurs Sociétés forestières.

Formée de la réunion de la Mambéré et de la Kadei, à NOLA (soit une cinquantaine de kilomètres en amont), la Sangha à SALO a déjà un bassin versant de 68.400 km².

La rivière étant navigable toute l'année sur sa partie aval (le bief SALO-NOLA est en cours d'aménagement par le Service des Voies Navigables) un port y a été construit et les installations modernisées en 1956.

Déjà, en 1907, une échelle limnimétrique était installée par la SFSO. Elle disparut et fut remplacée en 1936, par les Voies Navigables, à l'extrémité aval de l'île de SALO. Malheureusement, nous n'avons pas encore pu trouver trace des relevés qui auraient été effectués à cette échelle.

En 1953, la station est réinstallée par la CGTA, au pied d'une touffe de bambous situés à l'aval de l'accès au bac. En 1956, le mur du quai ayant été construit, la station est déplacée d'une dizaine de mètres en amont : les éléments sont alors fixés sur le mur. Ceci correspond à la station actuelle. Il semblerait que le zéro de l'échelle 1956 soit situé, d'après une note de tournée signée R. BERTHELOT, 16cm plus bas que celui de l'ancienne échelle.

Faute de repère de nivellement général proche, il n'a pas été possible de connaître avec précision l'altitude du zéro de l'échelle. Un nivellement barométrique le situe cependant à 373 m.

Les coordonnées géographiques de la station sont :

03°11' de latitude Nord

016°07' de longitude Est.

Jaugeages

17 jaugeages ont été effectués. Ils précisent assez bien la relation hauteur-débit, sauf en hautes et très hautes eaux. Il a été constaté 2 courbes de tarage pour les basses eaux : l'une correspond à l'échelle 1953 et l'autre à l'échelle 1956. La divergence s'explique par le décalage entre les 2 stations et surtout par la présence, depuis 1956, du mur de quai.

n°	Date	H cm	Q m ³ /s
1	7- 2-1955	089	635
2	18- 3-1955	049	524
3	28- 6-1955	143	760
4	22- 9-1957	301	1248
4bis	28- 6-1959	097	555
5	12- 9-1960	339	1490
6	14-12-1960	188	809
7	15-12-1963	126	616
8	19-12-1965	103	586
9	22- 8-1966	305	1250
10	16- 4-1968	055	393
11	29- 3-1969	144,5	674
12	25- 3-1970	063	457
13	26- 3-1971	083	477
14	17- 5-1971	042	334
15	18- 5-1971	052	399
16	30- 3-1972	033	320

Il semblerait même que, d'après les derniers jaugeages, la relation hauteur-débit soit à modifier très légèrement en très basses eaux mais ceci demande à être précisé (jaugeages pour h inférieur à 030cm).

Le barème d'étalonnage (échelle 1956) est donné page suivante.

La Sangha à SALO

Courbe de Tarage

Débit (m³/s)

2000

1500

1000

500

0

De 1953

à 1956

Depuis 1956

Hauteur à l'échelle (m)

0 1 2 3

La Sangha à SALO

Barème d'étalonnage

(Valable depuis 1956)

H m	Q m ³ /s	H m	Q m ³ /s
0,00	244	2,10	887
0,10	274	2,20	919
0,20	305	2,30	950
0,30	335	2,40	982
0,40	366	2,50	1010
0,50	396	2,60	1050
0,60	427	2,70	1090
0,70	457	2,80	1130
0,80	488	2,90	1180
0,90	519	3,00	1240
1,00	549	3,10	1300
1,10	579	3,20	1360
1,20	610	3,30	1430
1,30	640	3,40	1500
1,40	671	3,50	1570
1,50	701	3,60	1640
1,60	732	3,70	1710
1,70	763	3,80	1780
1,80	794	3,90	1850
1,90	825	4,00	1920
2,00	856	4,10	1990

Observations limnimétriques

Vu l'importance du bassin versant, les variations de hauteur sont suffisamment lentes pour ne nécessiter qu'une seule lecture journalière.

Ces relevés, transmis quotidiennement par radio à BANGUI et à BRAZZAVILLE sont toujours d'excellente qualité : destinés à la navigation fluviale, ils sont effectués par le commandant du port de SALO.

2.- ETUDE DES DEBITS CARACTERISTIQUES

Lors de l'établissement de l'"ANNUAIRE HYDROLOGIQUE DE LA REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE - Tome I - Stations Principales", les relevés limnimétriques de SALO ont été reportés sur cartes perforées et la traduction en débit effectuée en calcul automatique.

Il a été facile, à notre Centre de Calcul de PARIS, de classer les débits puisque les cartes existaient déjà. Etablis pour les années hydrologiques 1953/54 à 1970/71, les débits caractéristiques ont été complétés, à la main, pour l'année 1971/72.

Il est apparu que les débits caractéristiques des années 1953/54 à 1955/56 étaient nettement supérieurs à ceux des autres années. Ceci ne correspond pas à la réalité et une comparaison avec les modules mensuels de la Sangha à OUESSO (B. POUYAUD : "LE BASSIN DE LA SANGHA" - ORSTOM, BRAZZAVILLE, Novembre 1971) indiquerait que la relation hauteur-débit de 1953 à 1956 ne correspond pas à la réalité. Dans ces conditions, nous avons utilisé, pour ces 3 années, la relation hauteur-débit de 1956 et majoré les hauteurs d'eau de 16cm. Les résultats obtenus paraissent conformes à la réalité.

Comme seules les basses eaux intéressent cette étude, nous n'avons travaillé que sur les débits caractéristiques suivants :

DCE	=	débit	caractéristique	d'étiage	absolu						
DC 10	=	débit	pouvant	ne	pas	être	atteint	10	jours	par	an
DC 20	=	"	"	"	"	"	"	20	"	"	"
DC 30	=	"	"	"	"	"	"	30	"	"	"
DC 40	=	"	"	"	"	"	"	40	"	"	"
DC 50	=	"	"	"	"	"	"	50	"	"	"
DC 60	=	"	"	"	"	"	"	60	"	"	"

DC 70 =	débit	pouvant	ne pas	être	atteint	70	jours	par	an
DC 80 =	"	"	"	"	"	80	"	"	"
DC 90 =	"	"	"	"	"	90	"	"	"
DC100 =	"	"	"	"	"	100	"	"	"
DC180 =	"	"	"	"	"	180	"	"	"

La distribution de ces débits caractéristiques suit assez bien une loi de GAUSS: ce que l'on pouvait prévoir, le bassin étant déjà assez étendu.

Les résultats sont les suivants (avec les hauteurs à l'échelle de SALO correspondantes).

Débit et hauteur caractéristique		Période de retour				
		1 an sur 2	1 an sur 5	1 an sur 10	1 an sur 20	1 an sur 50
DCE	Q	318	275	253	235	214
	H	0,24	0,10	0,03	0,03	0,10
DC 10	Q	340	297	274	256	234
	H	0,32	0,17	0,10	0,04	0,03
DC 20	Q	359	315	292	273	252
	H	0,38	0,23	0,16	0,10	0,03
DC 30	Q	378	333	310	290	269
	H	0,44	0,29	0,22	0,15	0,08
DC 40	Q	392	345	321	302	280
	H	0,49	0,33	0,25	0,19	0,12
DC 50	Q	414	367	343	323	301
	H	0,56	0,40	0,33	0,26	0,19
DC 60	Q	431	384	359	338	315
	H	0,61	0,46	0,38	0,31	0,23
DC 70	Q	444	394	367	346	322
	H	0,66	0,49	0,40	0,34	0,26
DC 80	Q	456	405	379	357	332
	H	0,70	0,53	0,44	0,37	0,29
DC 90	Q	477	426	399	376	353
	H	0,76	0,60	0,51	0,43	0,36
DC100	Q	492	439	412	389	363
	H	0,81	0,64	0,55	0,48	0,39
DC180	Q	645	566	513	488	450
	H	1,31	1,06	0,88	0,80	0,68

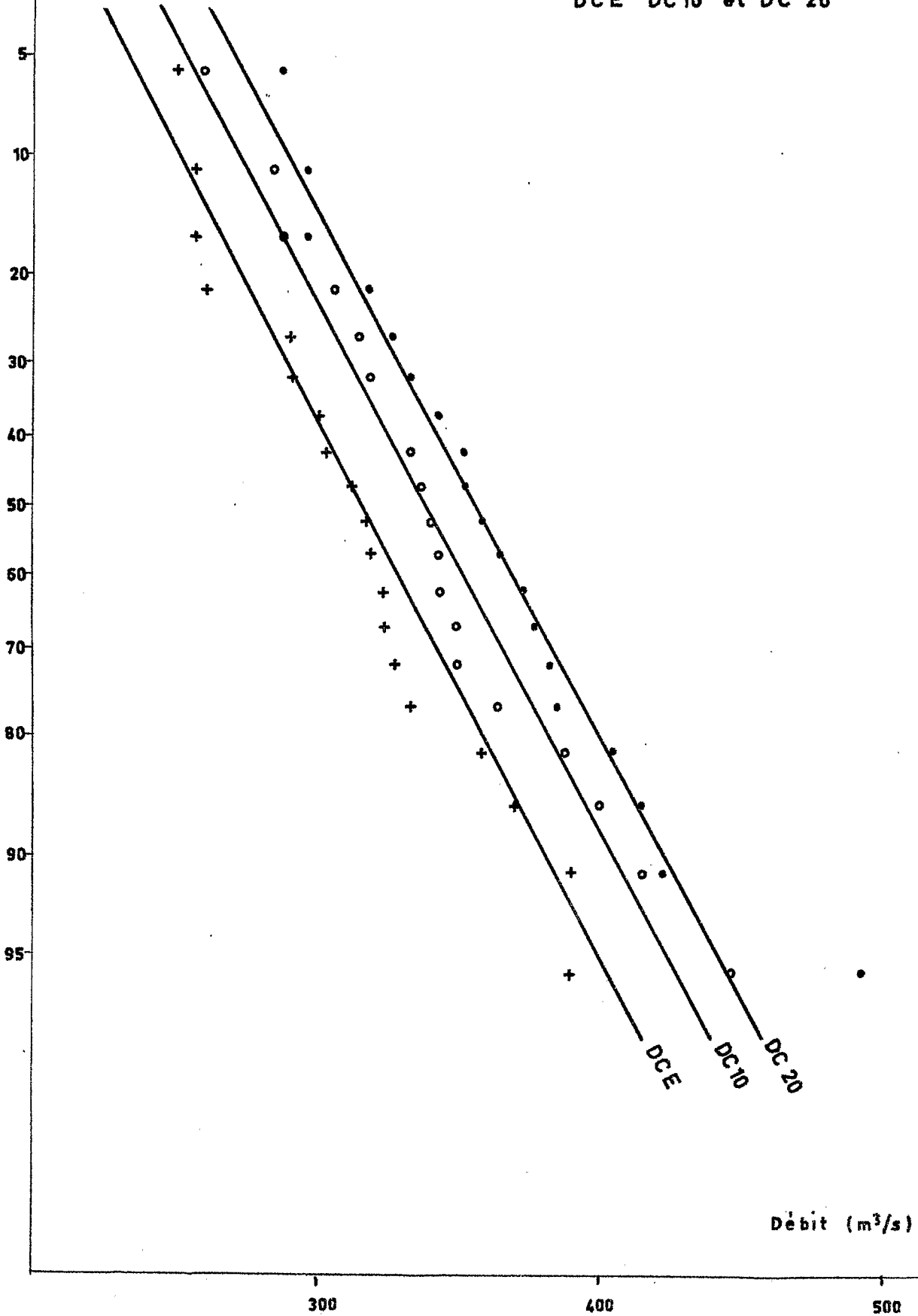
Q = débit en m³/s

H = hauteur correspondante à l'échelle de SALO (1956) en m.

La Sangha à SALO

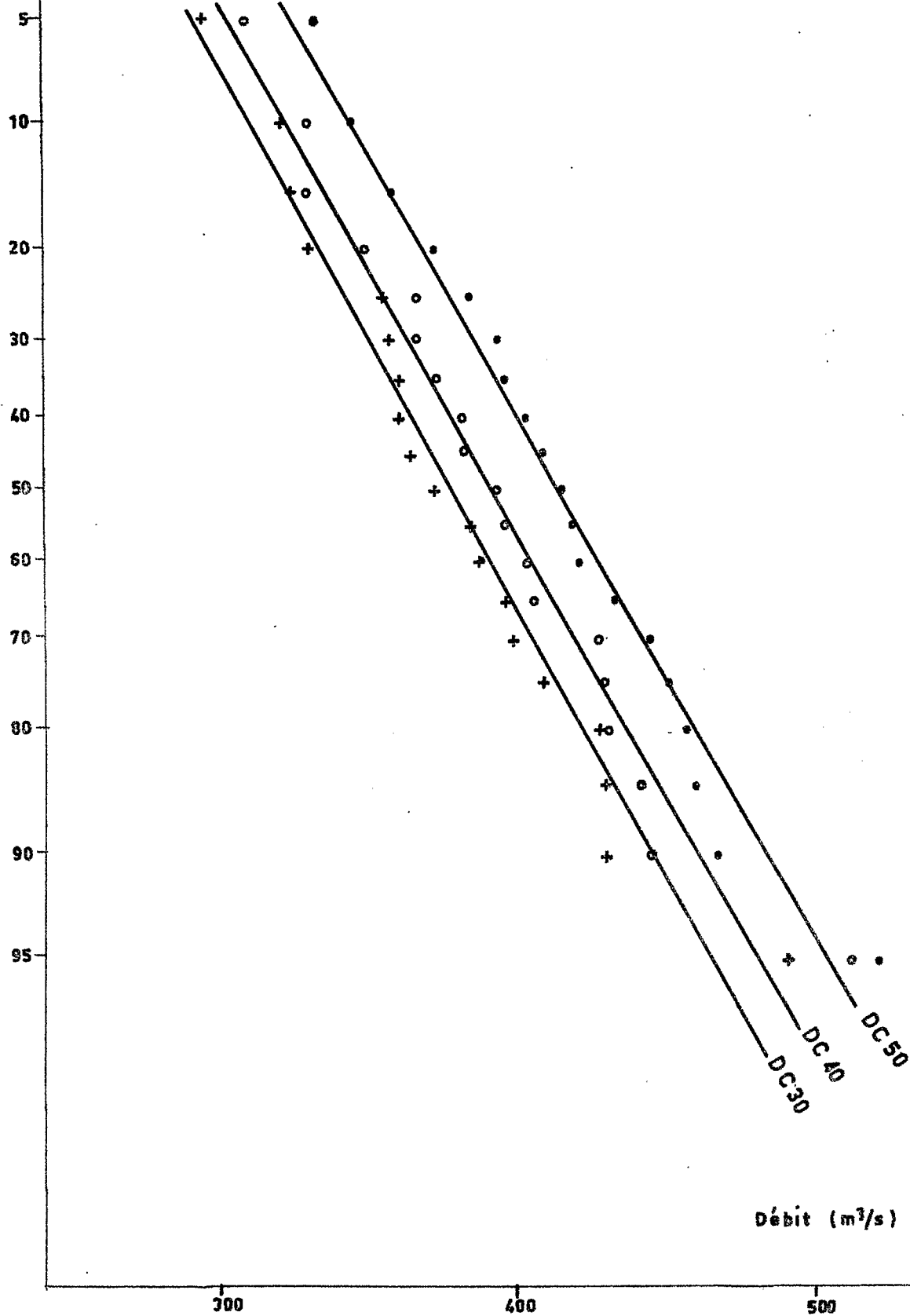
Distribution des débits caractéristiques

DCE DC10 et DC 20



La Sangha à SALO

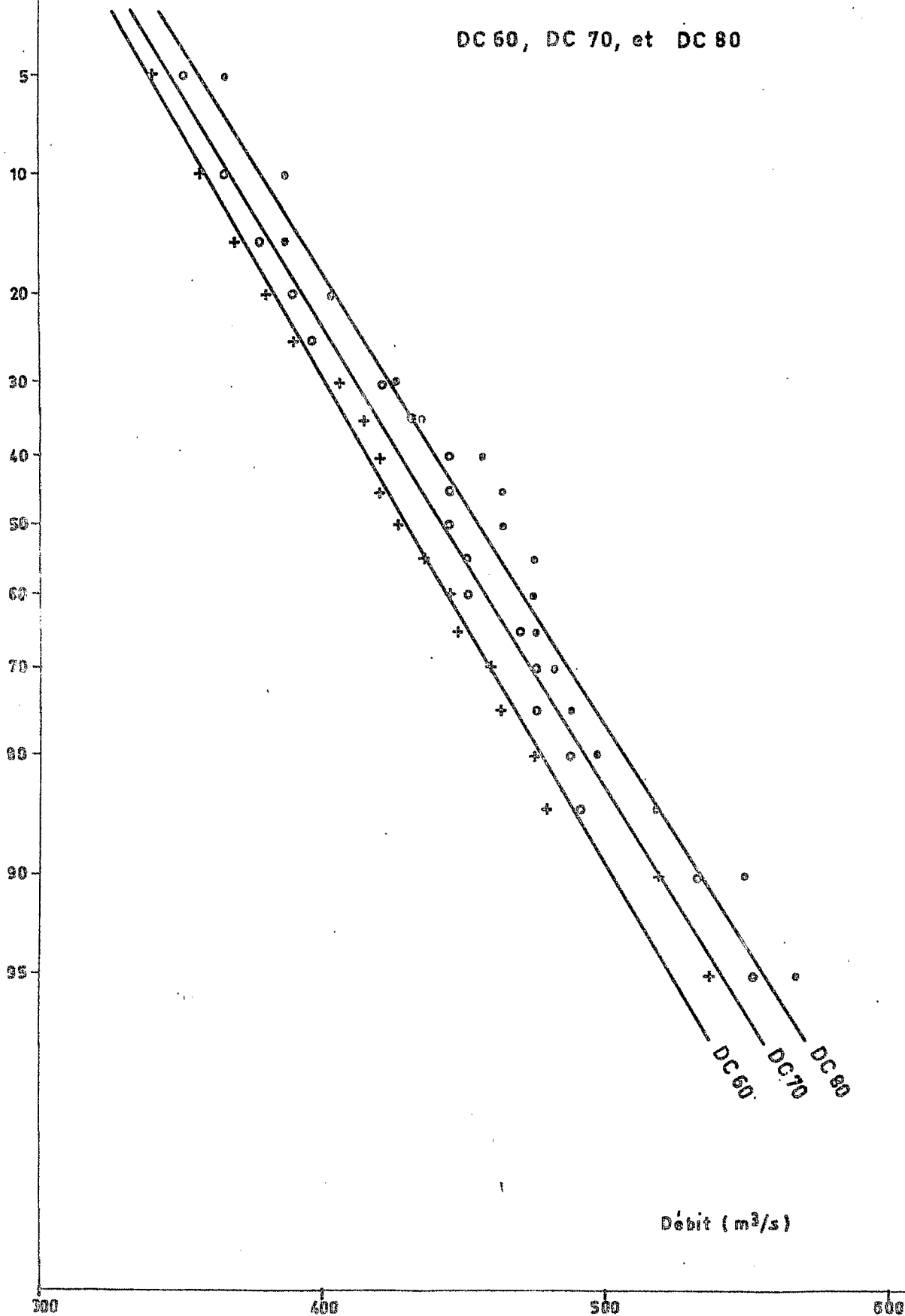
Distribution des débits caractéristiques
DC 30, DC 40, et DC 50



La Sangha à SALO

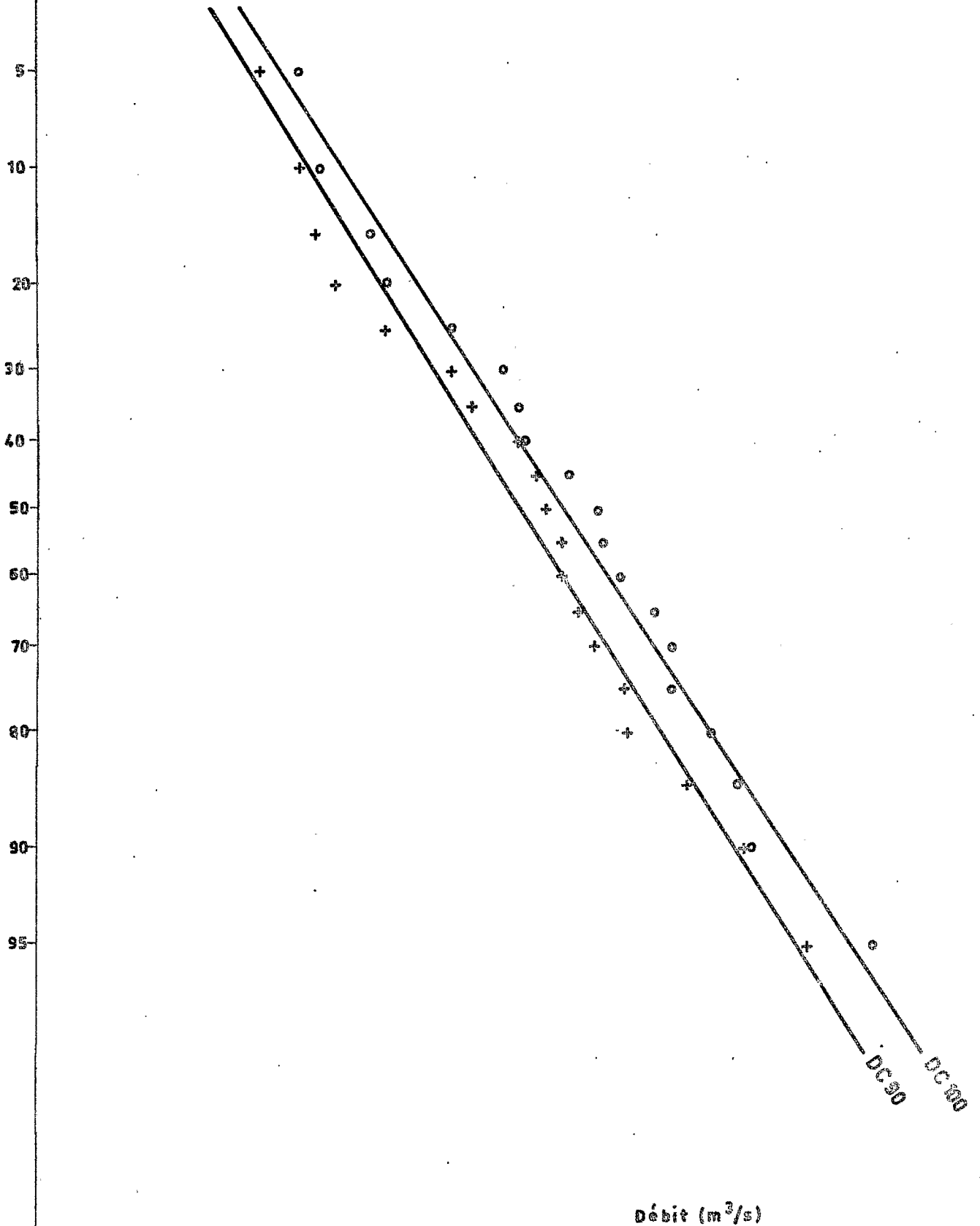
Distribution des débits caractéristiques

DC 60, DC 70, et DC 80



La Sangha à SALO

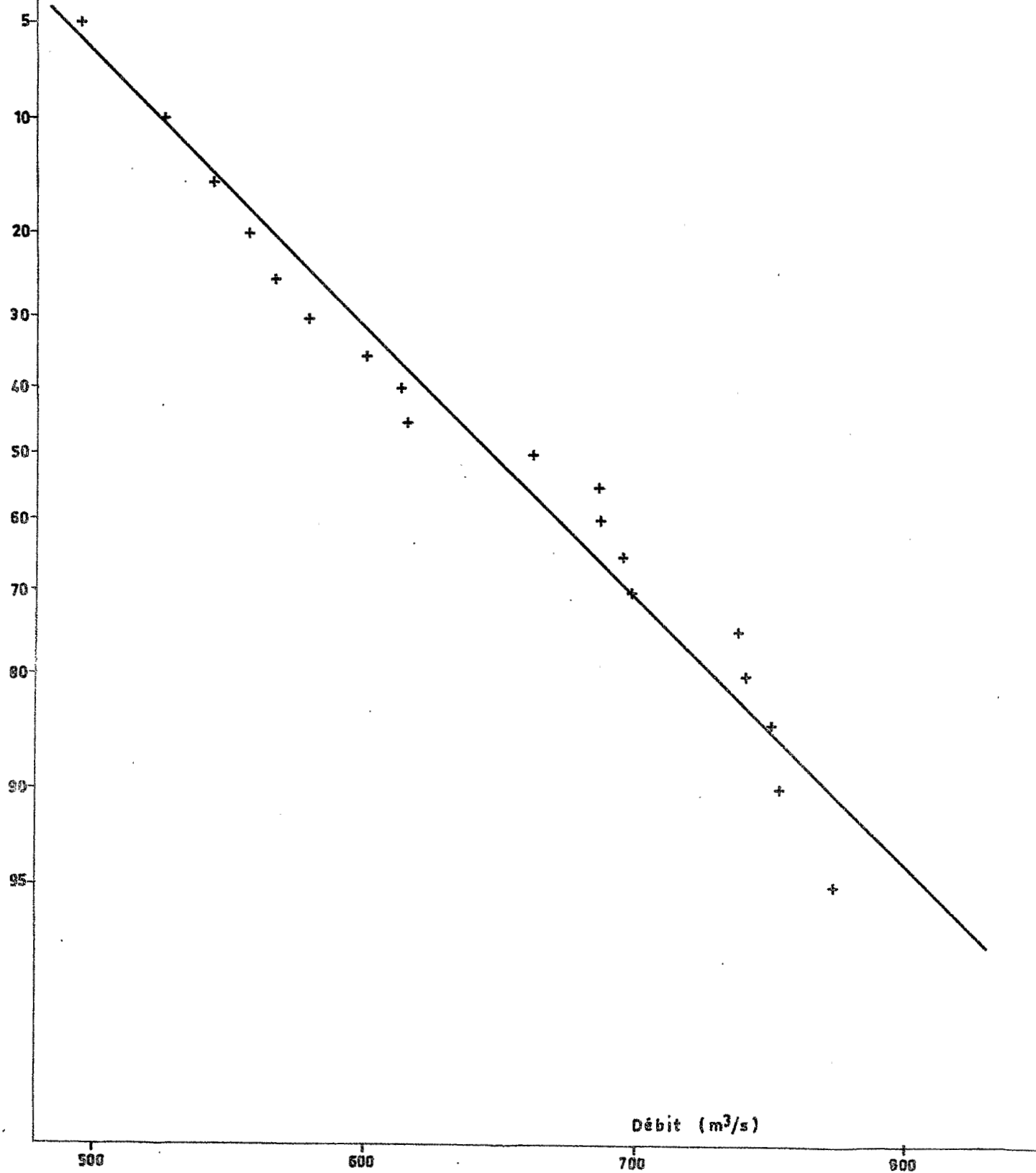
Distribution des débits caractéristiques
DC 90 et DC 100



La Sangha à SALO

Distribution des débits caractéristiques

DC 6 (ou DC 180)



DEBITS CARACTERISTIQUES DE LA SANGHA A SALO (m³/s)

Année hydrologique : 1er Avril - 31 Mars

Année	DCE	DC10	DC20	DC30	DC40	DC50	DC60	DC70	DC80	DC90	DC100	DC180
1953-1954	384	399	421	430	430	445	445	445	475	475	475	567
1954-1955	369	414	414	430	445	460	460	475	475	491	504	613
1955-1956	384	445	491	491	513	522	537	552	567	580	604	750
1956-1957	323	348	375	409	427	467	518	539	549	562	594	753
1957-1958	357	387	403	427	442	451	464	476	488	497	525	775
1958-1959	290	317	332	363	396	421	436	451	464	482	512	616
1959-1960	317	348	372	384	393	415	448	470	482	515	531	662
1960-1961	302	314	326	354	381	403	415	433	445	451	470	579
1961-1962	256	287	296	329	348	358	369	378	387	396	403	494
1962-1963	323	342	384	396	406	418	427	451	464	485	494	601
1963-1964	326	342	351	360	372	433	479	491	518	537	555	687
1964-1965	311	332	351	357	366	372	381	390	403	409	421	543
1965-1966	250	259	287	293	308	332	339	351	366	381	396	557
1966-1967	256	320	342	360	366	396	421	445	457	491	506	698
1967-1968	259	284	296	320	339	384	390	396	403	427	451	695
1968-1969	332	363	381	400	430	457	476	488	497	514	546	738
1969-1970	315	339	357	387	403	409	421	445	476	503	531	741
1970-1971	299	336	363	372	381	393	406	421	436	458	476	686
1971-1972	289	305	317	323	329	344	357	366	387	402	427	525

Les débits et hauteurs correspondant à la période de retour cinquantenaire ne sont donnés qu'à titre indicatif.

Pour plus de facilité d'emploi pour Les usagers, nous avons établi le tableau suivant

NOMBRE DE JOURS PAR AN OU LA
HAUTEUR D'EAU A SALO SERA EGALE
OU INFERIEURE A :

Hauteur (m)	Période de retour :				
	2	5	10	20	50
1,00	130	161	(210)		
0,90	113	151	185	(205)	
0,80	98	131	159	180	
0,70	80	112	135	155	(185)
0,60	58	90	112	130	158
0,50	41	72	89	105	130
0,40	23	50	70	85	103
0,30	7	32	47	58	82
0,20	0	15	27	41	52
0,10	0	1	10	19	36
0,00	0	0	0	3	15
-0,10	0	0	0	0	1

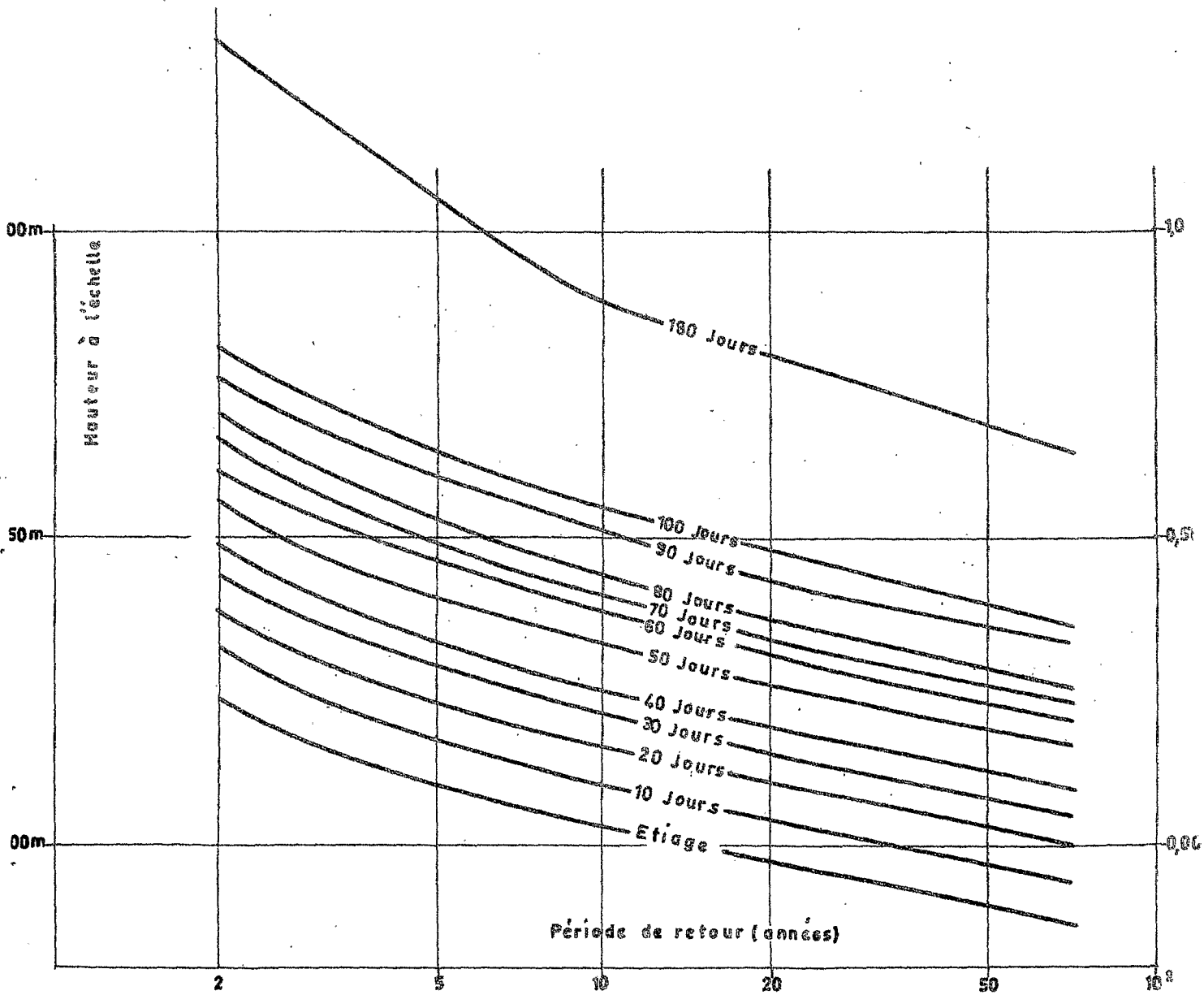
3.- PREVISION DES HAUTEURS D'EAU

Il est bien certain que, pour l'exploitant forestier, le plus important reste la prévision, plusieurs mois à l'avance, de la hauteur d'eau probable pour une date donnée. Ceci lui permet d'organiser son chantier et ses transports en conséquence.

Il avait été demandé à l'ORSTOM :

- la prévision, au 15 Novembre, des hauteurs à l'échelle de SALO pour les 15 Décembre et 15 Janvier

GRAPHIQUE DES DEFAILLANCES DE LA SANGHA A SALO



-- la prévision, au 15 Mai, des hauteurs pour les 15 Juin et 15 Juillet.

Seule la première partie de la demande a pu être satisfaite avec assez de précision.

Prévision à la décrue

Le 15 Novembre, les plus hautes eaux annuelles de la Sangha à SALO sont passées. La décrue est bien amorcée, perturbée cependant par les dernières pluies. Au 15 Décembre, la Sangha est pratiquement en tarissement pur, de même qu'au 15 Janvier, bien entendu.

Le problème se ramène donc à une étude de tarissement. Il se trouve simplifié du fait que l'intervalle de prévision est constant. Dans ces conditions nous pouvons utiliser, sans passer par les exponentielles de tarissement, une corrélation entre les hauteurs d'eau relevées aux 3 dates demandées.

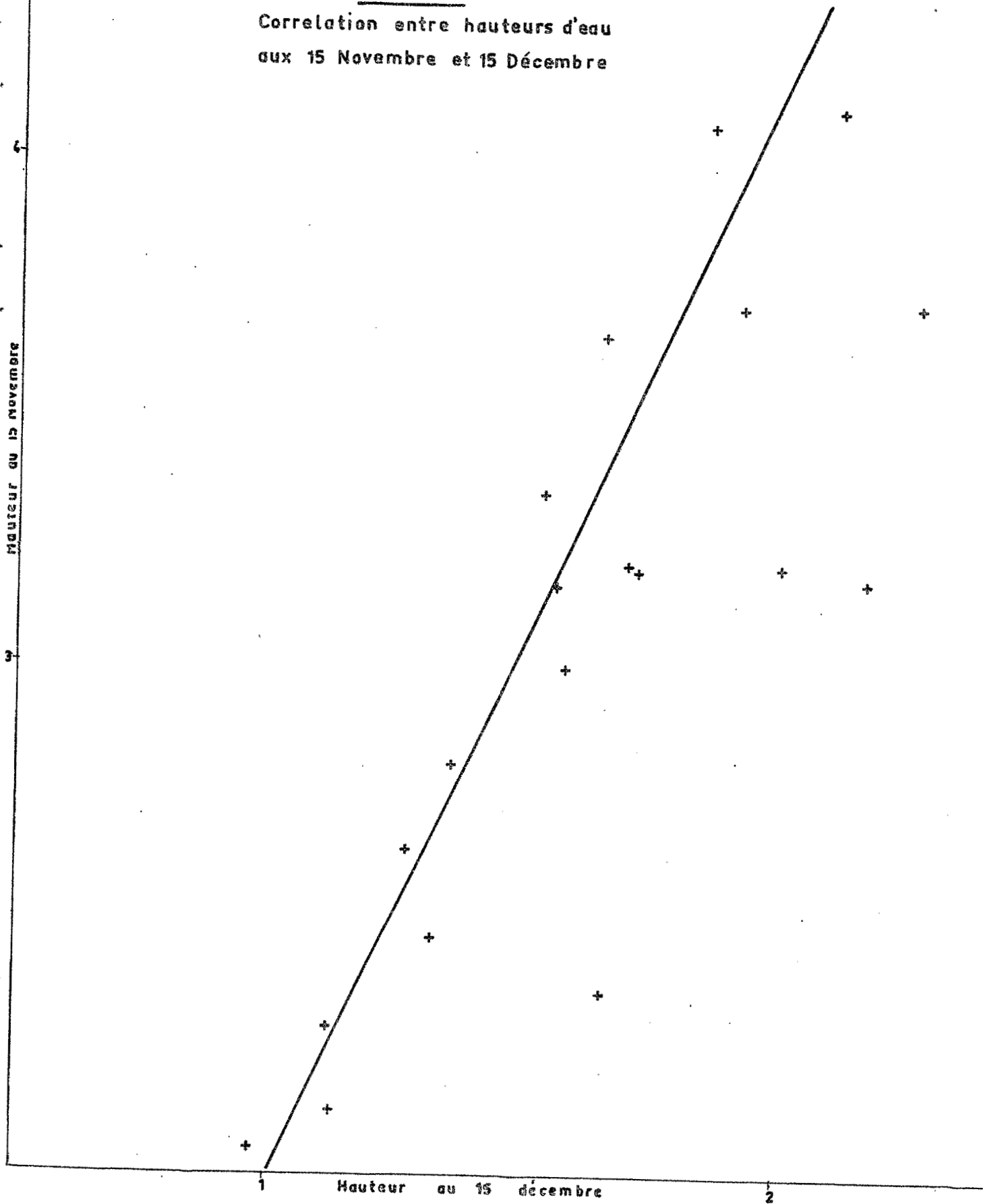
La dispersion est assez importante. En effet nous remarquons que la partie de gauche du nuage des points s'aligne à peu près tandis que la partie de droite est beaucoup plus floue, surtout pour la corrélation 15 Novembre/15 Décembre. Ceci est dû à l'influence des averses qui augmentent temporairement le niveau de l'eau. C'est pour cette raison que, pour la prévision, nous avons utilisé dans la pratique une droite située dans la zone de tarissement pur, dans la gauche du nuage de points donc bien à gauche de la position qu'occuperait la droite de régression telle qu'elle serait implantée par exemple par la méthode des moindres carrés. Un tel choix est également dicté par la prudence, les utilisateurs recherchant surtout une cote minimale : si, au jour de la prévision, le niveau est trop haut, cela n'aura aucune conséquence grave tandis que l'inverse pourrait l'être.

Hauteur à l'échelle de SALO (1956)

Année	15 Novembre	15 Décembre	15 Janvier
1953	281	136	091
1954	316	156	096
1955	406	186	154
1956	317	217	103
1957	371	227	141
1958	213	163	104
1959	334	153	90
1960	371	192	112
1961	205	097	051
1962	(320)	(200)	113
1963	264	127	115
1964	247	132	92
1965	229	112	059
1966	409	211	121
1967	319	172	125
1968	300	(158)	086
1969	320	170	105
1970	365	165	113
1971	236	166	063

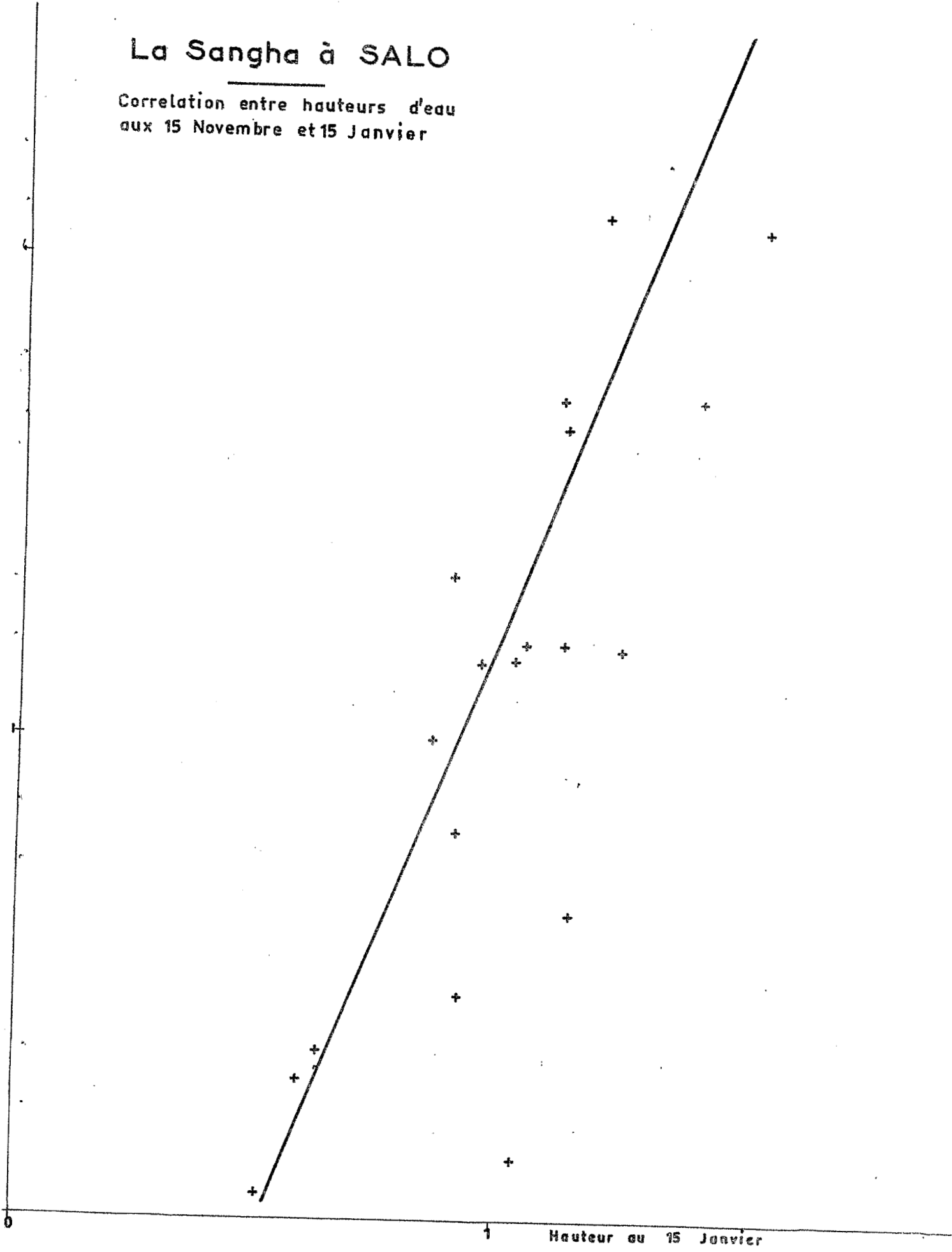
La Sangha à SALO

Correlation entre hauteurs d'eau
aux 15 Novembre et 15 Décembre



La Sangha à SALO

Correlation entre hauteurs d'eau
aux 15 Novembre et 15 Janvier



Bien que nous n'en n'ayons pas tenu compte, il sera, dans ce but, prudent d'utiliser, au 15 Novembre, une hauteur d'eau "lissée", c'est à dire affranchie d'une éventuelle "bosse" provenant d'une averse isolée.

Nous avons déterminé l'erreur à craindre dans ces corrélations :

- au 15 Décembre :

Erreur par excès (c'est à dire que le niveau prévu sera plus haut que la réalité) : 6cm avec un écart-type de 8cm

Erreur par défaut : 24cm avec un écart-type de 31cm

- au 15 Janvier :

Erreur par excès : 6cm avec un écart-type de 7cm

Erreur par défaut : 21cm avec un écart-type de 25cm.

Le tableau, page suivante, permet d'utiliser plus commodément notre méthode.

Prévision à la crue (15 Mai pour 15 Juin et 15 Juillet)

La prévision s'est avérée impossible, de par le simple fait que le régime des précipitations conditionnant les hauteurs d'eau, il ne nous est pas possible de prévoir, le 15 Mai, les pluies entre cette date et les 15 Juin et 15 Juillet.

La seule possibilité, bien aléatoire, consiste à rechercher dans les années précédentes un ou plusieurs épisodes de décrue à peu près comparable à celle observée avant le 15 Mai et d'admettre une crue à peu près identique. S'il existe plusieurs années où les courbes de décrue sont comparables, la pluviométrie tombée jusqu'au 1er Mai peut aider à choisir l'hypothèse la plus vraisemblable. Mais il ne faut se faire aucune illusion sur la précision à attendre d'une telle méthode.

PREVISION DES HAUTEURS D'EAU A SALO
EN FONCTION DE LA HAUTEUR RELEVÉE LE
15 NOVEMBRE.

15 Novembre	15 Décembre	15 Janvier
2,00	1,01	0,52
2,10	1,05	0,55
2,20	1,10	0,59
2,30	1,15	0,63
2,40	1,19	0,67
2,50	1,24	0,71
2,60	1,29	0,75
2,70	1,33	0,79
2,80	1,38	0,83
2,90	1,43	0,87
3,00	1,47	0,91
3,10	1,52	0,95
3,20	1,57	0,99
3,30	1,61	1,03
3,40	1,66	1,07
3,50	1,71	1,11
3,60	1,75	1,15
3,70	1,80	1,19
3,80	1,84	1,23
3,90	1,89	1,27
4,00	1,94	1,31
4,10	1,98	1,35
4,20	2,03	1,39

Cependant, nous avons, pour donner un certain ordre d'idée, établi les courbes enveloppes (hauteurs d'eau maximales et minimales) ainsi que les moyennes et les médianes, pour la période 1er Mai/1er Août. Ceci afin de donner une certaine idée de la variation des hauteurs d'eau de la Sangha.

Un tableau, donne les valeurs numériques correspondantes, de 5 en 5 jours.

Les hauteurs d'eau minimales sont relativement faibles. Il a été observé, le 24 Août 1964, une hauteur de 0,22m.

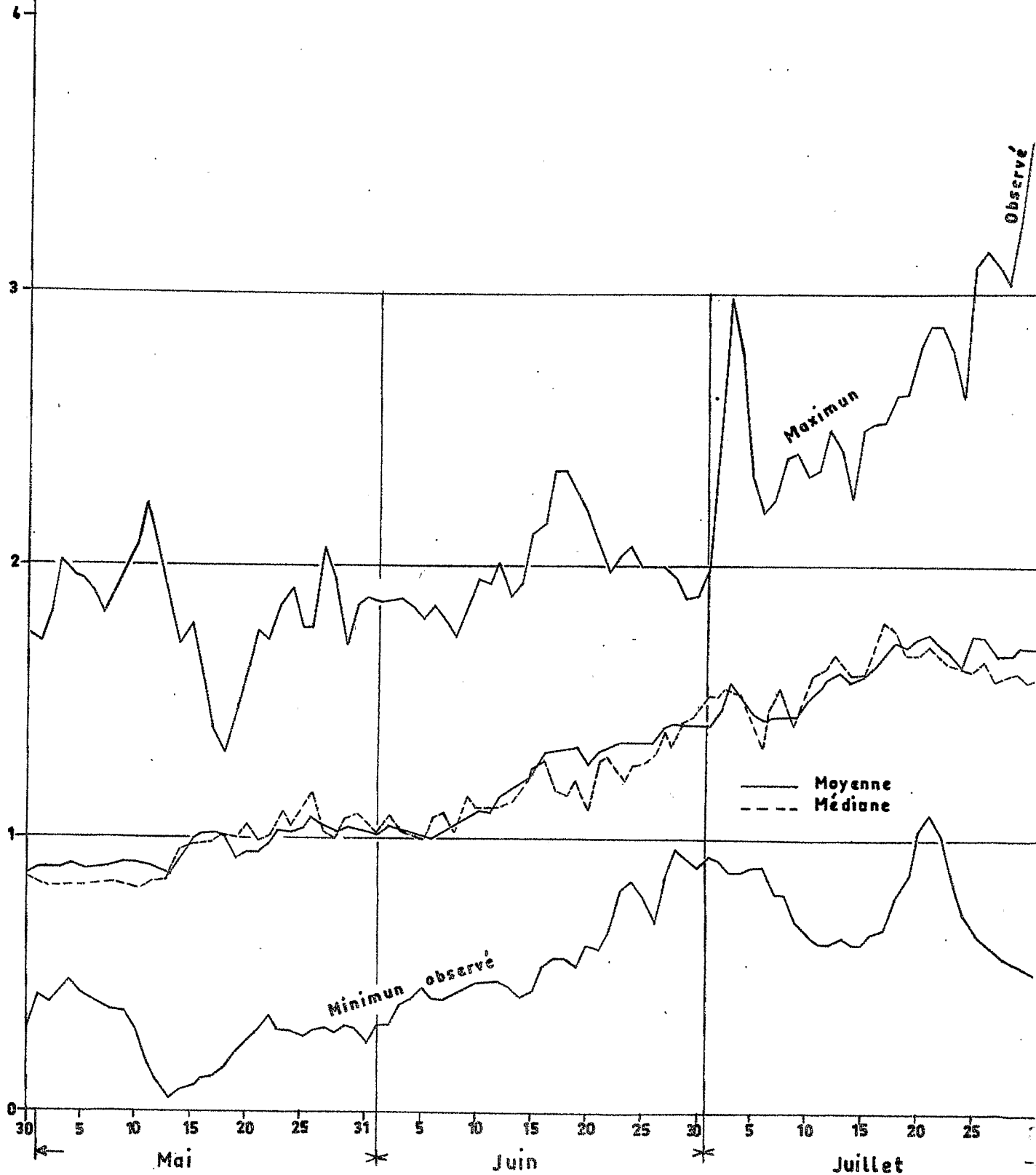
En utilisant les cotes minimales pour l'année entière, une hauteur d'eau supérieure à 0,50m est toujours rencontrés, du 29 Août au 16 Janvier. Une hauteur supérieure à 1,00 m est toujours rencontrée du 1er Septembre au 19 Décembre. Mais ce sont là des hypothèses extrêmement pessimistes.

Les hauteurs médianes sont celles qui ont 50% de chance d'être atteintes ou dépassées : elles correspondent à une période de retour d'un an sur deux.

La Sangha à SALO

Courbes enveloppe des hauteurs d'eau

Période 1953 - 1970



HAUTEURS D'EAU MAXIMALE, MINIMALE, MOYENNE ET
MÉDIANE OBSERVÉES A SALO (Période 1953-1970)

Date	Maximum	Moyenne	Médiane	Minimum
1er Mai	1,72	0,89	0,83	0,43
5	1,95	0,89	0,82	0,44
10	2,07	0,91	0,81	0,30
15	1,79	0,99	0,98	0,09
20	1,61	0,96	1,05	0,26
25	1,61	0,96	1,05	0,26
1er Juin	1,87	1,02	1,03	0,32
5	1,81	1,01	1,01	0,45
10	1,95	1,11	1,11	0,47
15	2,12	1,24	1,26	0,45
20	2,20	1,28	1,11	0,61
25	2,00	1,36	1,28	0,80
1er Juillet	1,98	1,42	1,52	0,94
5	2,33	1,46	1,43	0,90
10	2,33	1,51	1,52	0,65
15	2,50	1,60	1,60	0,62
20	2,80	1,75	1,68	1,03
25	3,10	1,75	1,62	0,66
1er Août	3,74	1,69	1,49	0,46