

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE BRAZZAVILLE

LES RIVIERES DU BASSIN DE LA LIKOUALA-MOSSAKA

- Equipement limnimétrique
- Étude statistique
- Navigabilité

par

Bernard POUYAUD
Robert GATHELIER

S O M M A I R E

LE BASSIN DE LA LIKOUALA-MOSSAKA

	Page
- EQUIPEMENT LIMNIMETRIQUE	1
- LIKOUALA-MOSSAKA à N'TOKOU	
- Historique de l'échelle	3
- Etalonnage de la station	4
- LIKOUALA-MOSSAKA à MAKOUA --	
- Historique de l'échelle	5
- Etalonnage de la station	6
- Etude statistique :	
. modules annuels	7
. modules mensuels - défaillances	10
. crue	12
. étiage	14
- LIKOUALA-MOSSAKA à ETOUMBI	
- Historique de l'échelle	17
- Etalonnage de la station	21
- Etude statistique :	
. modules annuels	22
. modules mensuels - défaillances	26
. crue	27
. étiage —	29
- MAMBILI à YENGO	
- Historique de l'échelle	30
- Etalonnage de la station	30
- Etude statistique des modules	32
- KOUYOU à LINNEGUE	
- Historique de l'échelle	36
- Etalonnage de la station	37
- Etude statistique	
. modules annuels	39
. modules mensuels - défaillances	42
. crue	43
. étiage	45
- COMPARAISON DES REGIMES aux 4 STATIONS	46

LE BASSIN DE LA LIKOUALA-MOSSAKA

La LIKOUALA-MOSSAKA se jette dans le CONGO au PK 460, un peu en aval du confluent de ce dernier avec la SANGHA. En fait ce double confluent est constitué par une multitude d'îles et de bras d'eau mettant en communication les niveaux des différentes rivières.

Equipement limnimétrique

L'ORSTOM exploite un certain nombre d'échelles limnimétriques sur le bassin de cette puissante rivière :

Cours principal de la LIKOUALA-MOSSAKA

- Echelle de N'TOKOU Aimé : cette échelle est étudiée depuis mars 1952. Elle est située au PK 195, à l'ancien poste CFHBC. Elle contrôle la LIKOUALA-MOSSAKA à son entrée dans la cuvette congolaise, proprement dite. Le bassin versant de la LIKOUALA est alors d'environ 46.000 Km².
- Echelle de MAKOUA : installée aussi depuis mars 1952, cette échelle est située au PK 312 à MAKOUA. Le bassin versant contrôlé est de 14.060 Km².
- Echelle d'ETOUUMBI : exploitée depuis 1951, l'échelle d'ETOUUMBI est au PK 455 de la LIKOUALA-MOSSAKA. Elle contrôle un bassin de 9.140 Km².

Principaux affluents

- Echelle du KOUYOU à LINNEGUE (Fort-Rousset) : le bassin versant est de 10.750 Km². L'échelle est observée depuis 1952. Le KOUYOU mêle ses eaux à celles de la LIKOUALA-MOSSAKA au PK 60 de cette rivière.
- Echelle de la MAMBILI à YENGO (Route de Ouesso). Cette dernière échelle délimite un bassin de 12.000 Km² environ. Elle n'a été installée qu'en 1961.

BASSIN VERSANT DE LA LIKOUALA A N'TOKOU (1)

BASSIN VERSANT DE LA LIKOUALA A MAKOUA (2)

BASSIN VERSANT DE LA LIKOUALA A ETOUMBI (3)

BASSIN VERSANT DE LA MAMBILI A YENGO (4)

BASSIN VERSANT DE KOUYOU A LINNEGUE (5)



Station de jaugeage

S = 46.000 Km² (1)

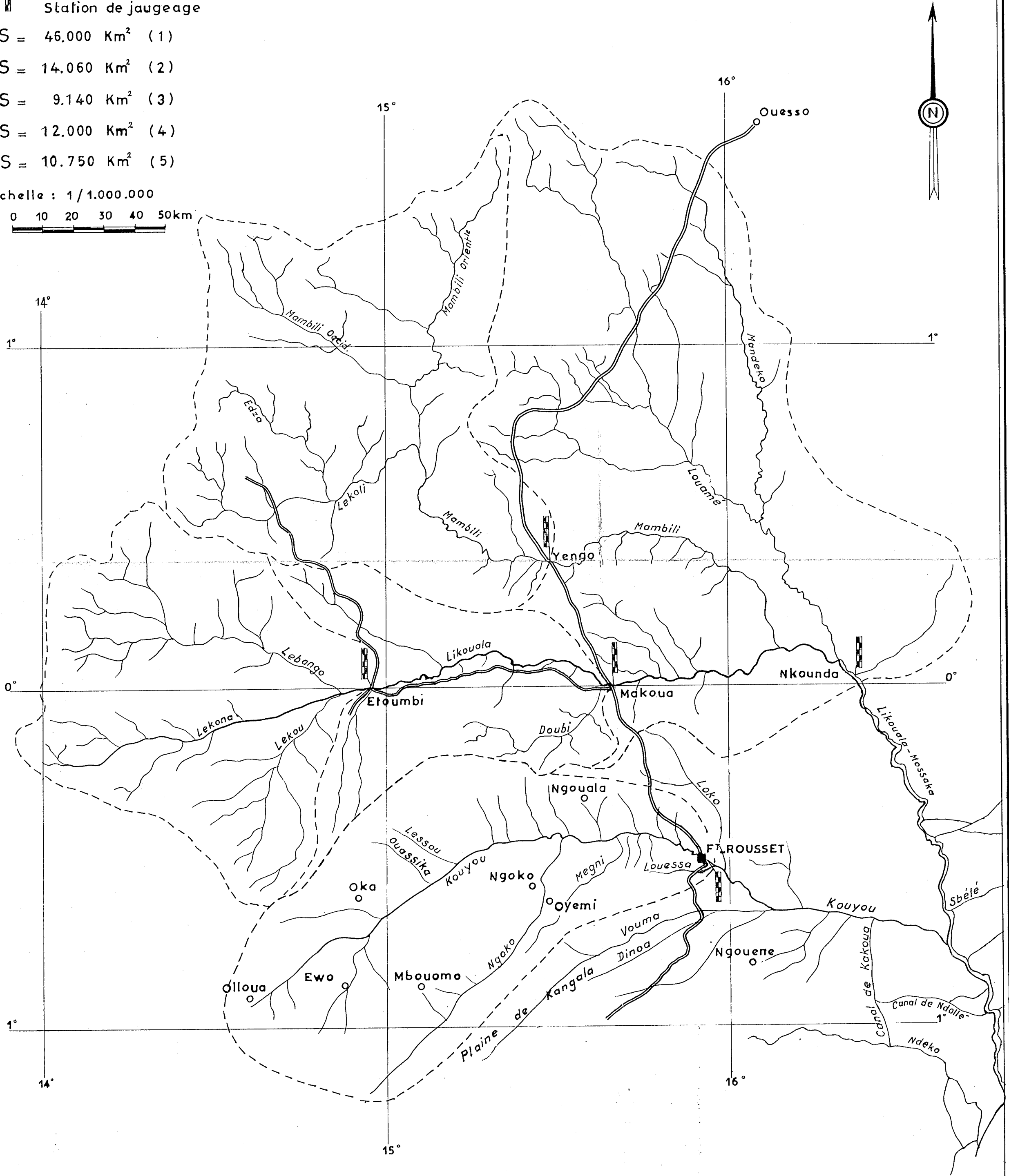
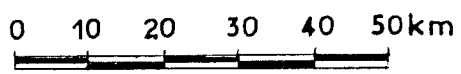
S = 14.060 Km² (2)

S = 9.140 Km² (3)

S = 12.000 Km² (4)

S = 10.750 Km² (5)

Echelle : 1/1.000.000



Plusieurs autres échelles ont été installées pour des études particulières (construction de pont, remblais, etc...) sur le haut bassin du KOUYOU, et certains de ses petits affluents. Ces échelles qui intéressent des bassins atteignant à peine 2.000 km², ne sont pas prises en compte dans cette note.

LIKOUALA-MOSSAKA à N'TOKOU

Historique de l'échelle

- Une première échelle est installée à N'TOKOU Aimé en mars 1952. Il n'y a aucun mode d'accès terrestre. L'entretien de la station est des plus difficiles, et cette dernière resta plusieurs fois longuement endommagée.

En 1960, Monsieur MERLEEN place un élément 2 à 3,00 m et un élément 3 à 4,00 m au même zéro que l'échelle 1952. En fait l'élément 3 à 4,00 m est un élément de 000-1,00. Il faut donc lire 3,00 au lieu de 000.

Le 1er Avril 1969 à 12 h 30, l'échelle est dans l'état suivant :

de bas en haut :

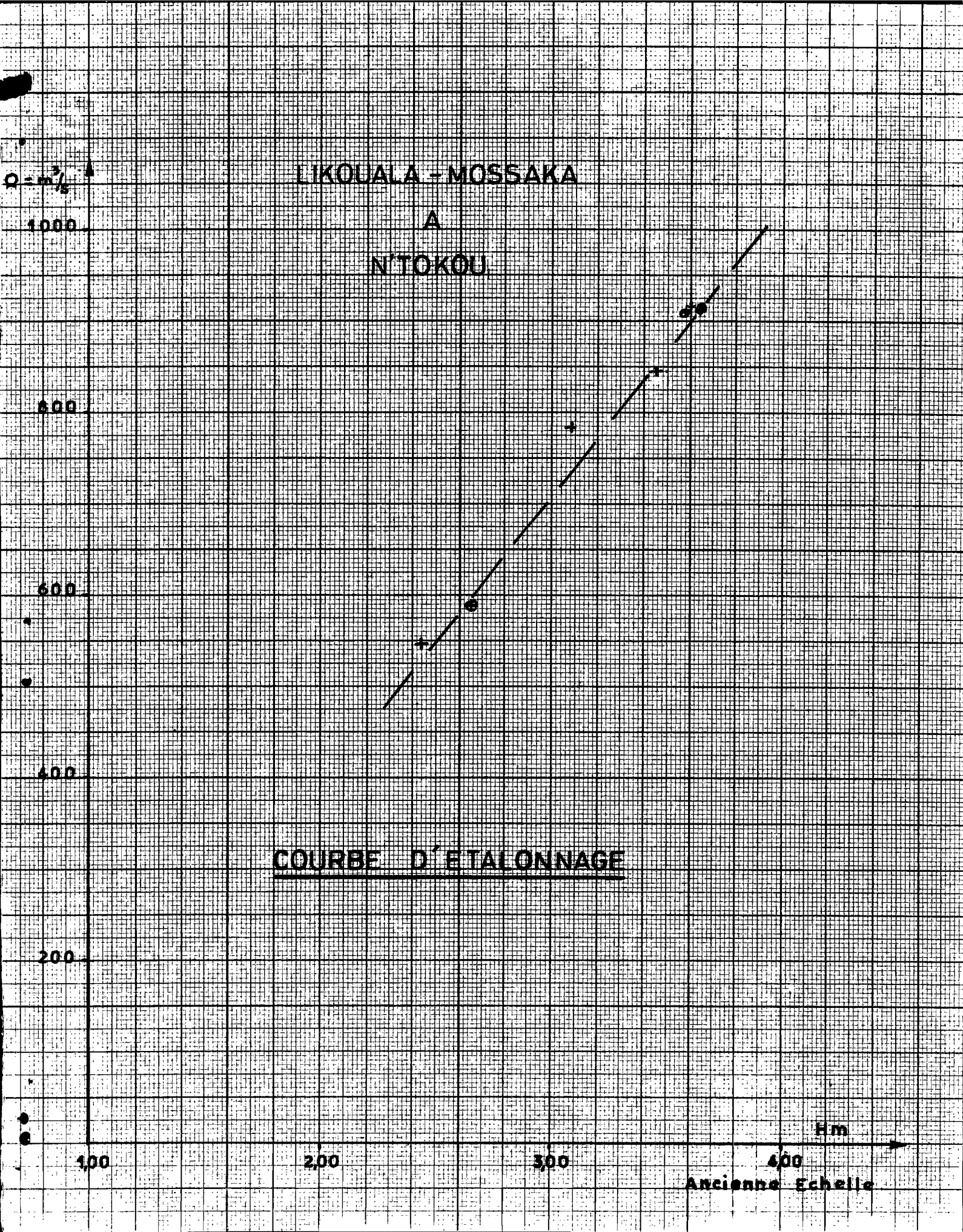
- 1 élément bronze 2,00-3,00 solidement fixé. Il nous servira de base de comparaison pour les autres échelles.
- 1 élément 0-1 m remplaçant l'élément 3 à 4 m.
- 1 élément en tôle émaillée, coupé en deux et rajusté avec du fil de fer : le morceau 4,00-4,49 est calé à une cote supérieure de 87mm
le morceau 4,49-5,00 est calé à une cote supérieure de 62mm

Les deux morceaux se recouvrant donc sur 25 mm.

4 éléments dont un négatif sont installés, ainsi qu'une borne constituée par un IPN.

Les zéros des anciens éléments étaient :

2-3 m bronze	zéro à	- 7,393 m
0-1 m "	"	- 4,390 m
4,00-4,49 m	"	- 7,306 m
4,49-5,00 m	"	- 7,331 m



LIKOUALA - MOSSAKA

A

N'TOKOU

COURBE D'ETALONNAGE

Hm
Ancienne Echelle

Les zéros des nouveaux éléments sont :

3,00 - 2,00	}	zéro tous à	- 5,693 m
2,00-1,00			
1,00-0,00			
0,00- -1,00			

Ainsi le 1er Avril 1969 : Cote 2,67 ancienne échelle
" 0,97 nouvelle échelle

Etalonnage de la section

L'étalonnage est encore insuffisant. 7 jaugeages seulement ont été faits, mais de façon plutôt mal répartie :

Date	Ancienne échelle	Echelle 1969	Débit	Opérateur
24-02-61	308		784	Ardoli
3-04-61	345		845	"
18-04-61	360		915	"
24-07-61	243		545,5	"
2-04-69	267	097	587	Pouyaud
31-10-69	364	194	914	"
3-11-69	358	188	910	"

De toutes façons la qualité des relevés est généralement très mauvaise. Seule la période 1952 à Septembre 1958 est à peu près satisfaisante, mais trop brève pour une étude statistique sérieuse.

LA LIKOUALA-MOSSAKA à MAKOUA

Historique de la station

- La première échelle est posée le 14 mars 1952 en aval de la concession C.F.H.B.C.O. Elle est en un seul tenant de 0 à 3m95. Le zéro est à 4,86 m sous le repère I. (clou planté dans un palmier)
 - Pose d'une borne en béton à une date indéterminée, zéro à - 3,495 m de la borne SH.
 - Le 31 juillet 1956 le zéro est à 6 cm au-dessous de sa position originale. L'échelle est recalée à l'ancien zéro le 31 juillet.
 - Octobre 58, rattachement de l'échelle au nivellement général. Le zéro est à la cote 317,495 et 3,579 sous la borne SH, soit 0,084 m au-dessous de sa cote originale.
 - M. ARDOLI remplace la station le 1er mars 1961.
 - Le 19 Février 1966, M. MAILHAC constate un décalage de 4 cm entre les éléments 1-2 et 2-3. L'échelle est recalée au zéro initial.
 - le 11 Octobre 1968, visite de la station. L'échelle est en bon état, sauf élément 0-1 à changer à l'étiage.
Nivellement zéro de l'échelle à - 3,474 m sous la borne SH.
L'échelle est laissée dans cet état, soit 2,1 cm au-dessus de sa position d'origine.
Des contrôles de lectures fréquents prouvent le sérieux des lectures à cette station.
-

LIKOUALA MOSSAKA

A

MAKOUA

COURBE D'ETALONNAGE

500

400

300

200

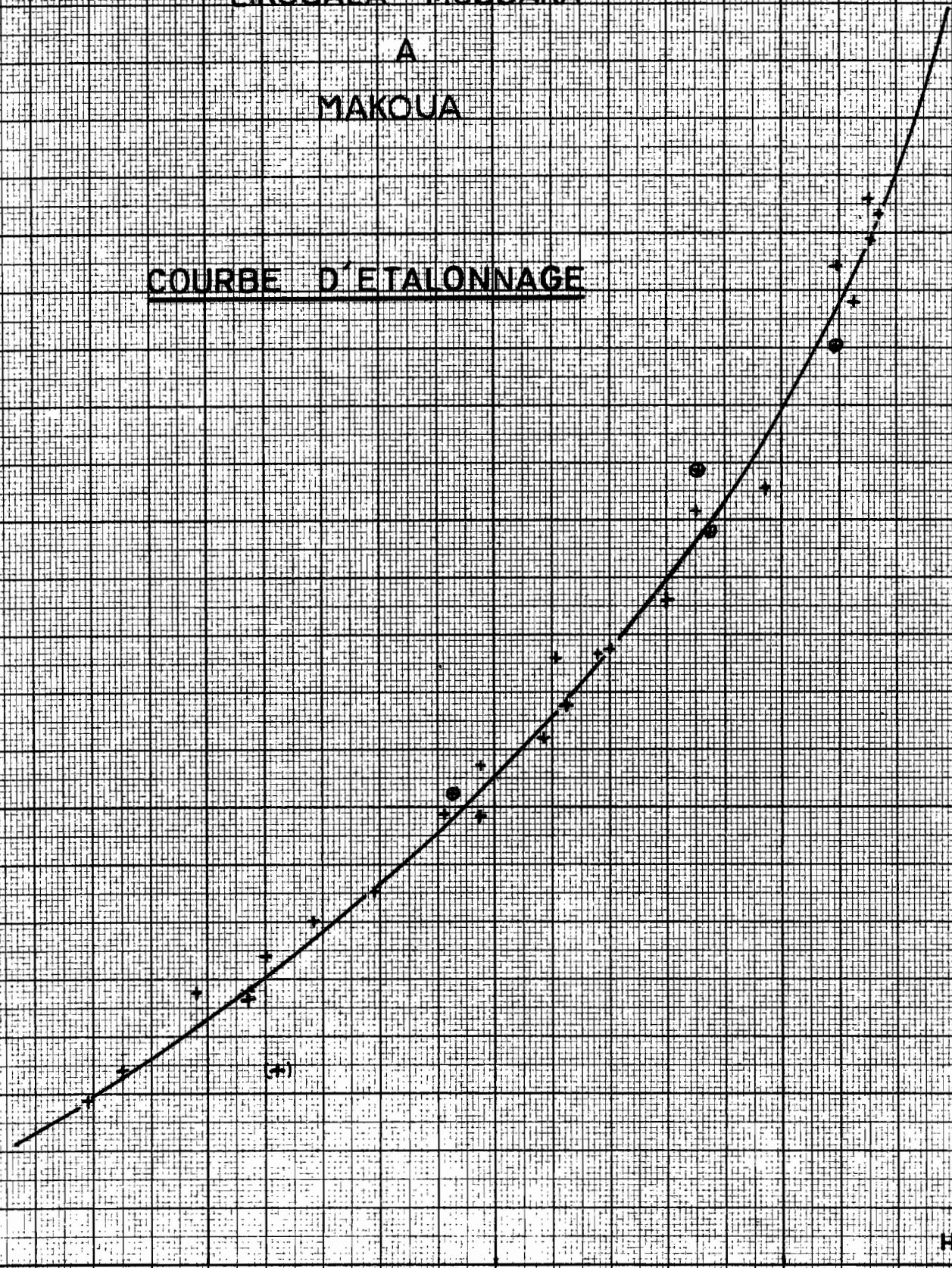
100

1,00

2,00

3,00

Hm



(H)

LIKOUALA-MOSSAKA à MAKOUA

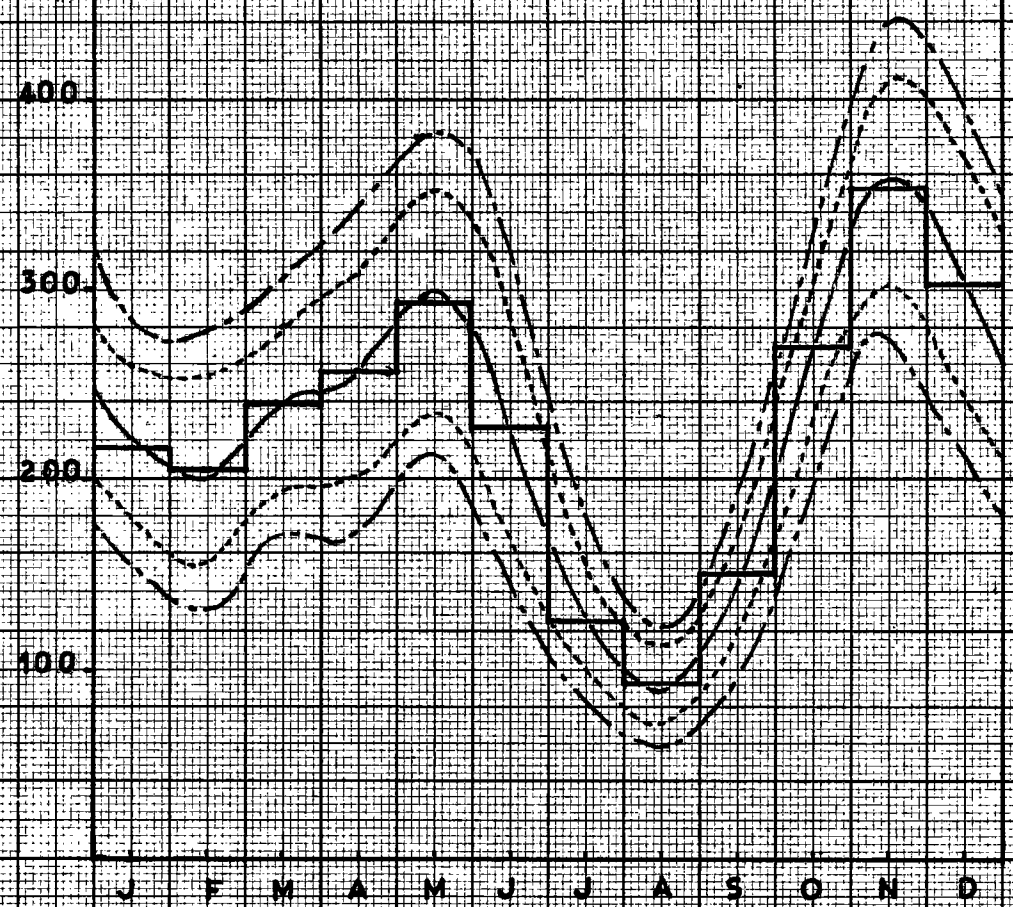
Etalonnage de la station

Un assez grand nombre de jaugeages ont été faits à cette station.

Date	Hauteur en cm	Débit en m ³ /s	Opérateur
22-09-52	195	196	Aimé
28-09-53	225	244	"
7-08-54	058	72	Aimé-Rube
16-04-55	241	268	Toissier
1-08-56	096	119	Girard
2-09-57	070	85	"
8-10-58	124	85 ?	Merlon
11-12-59	260	290	"
1-09-60	114	116	Ardoli
30-01-61	221,5	265	"
12-02-61	270,5	329	"
7-03-61	217	230	"
26-03-61	294	339	"
31-03-61	325	419	"
23-07-61	120	135	"
17-12-61	261	?	?
26-02-63	137	150	Mailhae
23-06-63	195	218	"
7-10-63	182	196,7	"
14-11-63	236	267,5	"
21-02-66	158,2	163	"
29-04-66	319,5	435	"
1-05-66	330,5	465	"
3-05-66	334	458	"
4-05-66	331,5	448	"
12-10-68	271	347,3	Barilly
8-06-69	319	401	"
27-08-69	185	206	"
18-11-69	275	316	"

MODULES MENSUELS MOYENS ET MODULES MENSUELS DE FRÉQUENCE DE RETOUR QUINQUENNALE ET DECENNALE

$Q = m^3/s$



médian
quinquennal
décennal

LIKOUALA - MOSSAKA

A

MAKOUA

LIKOUALA-MOSSAKA à MAKOUA

Etude statistique

Nous avons regroupé dans un tableau les modules moyens mensuels de la période 1952-1969. Ce qui permet d'obtenir un échantillonnage assez satisfaisant de 17 modules annuels.

Modules annuels	N° ordre
287	1
267	2
261	3
259	4
255	5
241	6
238	7
237	8
230	9
229	10
220	11
214	12
206	13
202	14
192	15
168	16
155	17

On obtient ainsi un module interannuel

$$\bar{Q} = 227,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

(Notons que, en passant par les débits moyens mensuels, le module interannuel obtenu est de $228,1 \text{ m}^3/\text{s}$, ce qui provient de l'introduction dans l'échantillon des fortes valeurs des débits du début 1969.)

L'ajustement à une loi de Gauss, fournit les valeurs suivantes :

$$\text{écart type } \sigma_{\bar{Q}} = 35,2 \text{ m}^3/\text{s}$$

ce qui, avec un intervalle de confiance de 95%, permet la précision

$$\bar{Q} = 227 \pm 17 \text{ m}^3/\text{s}$$

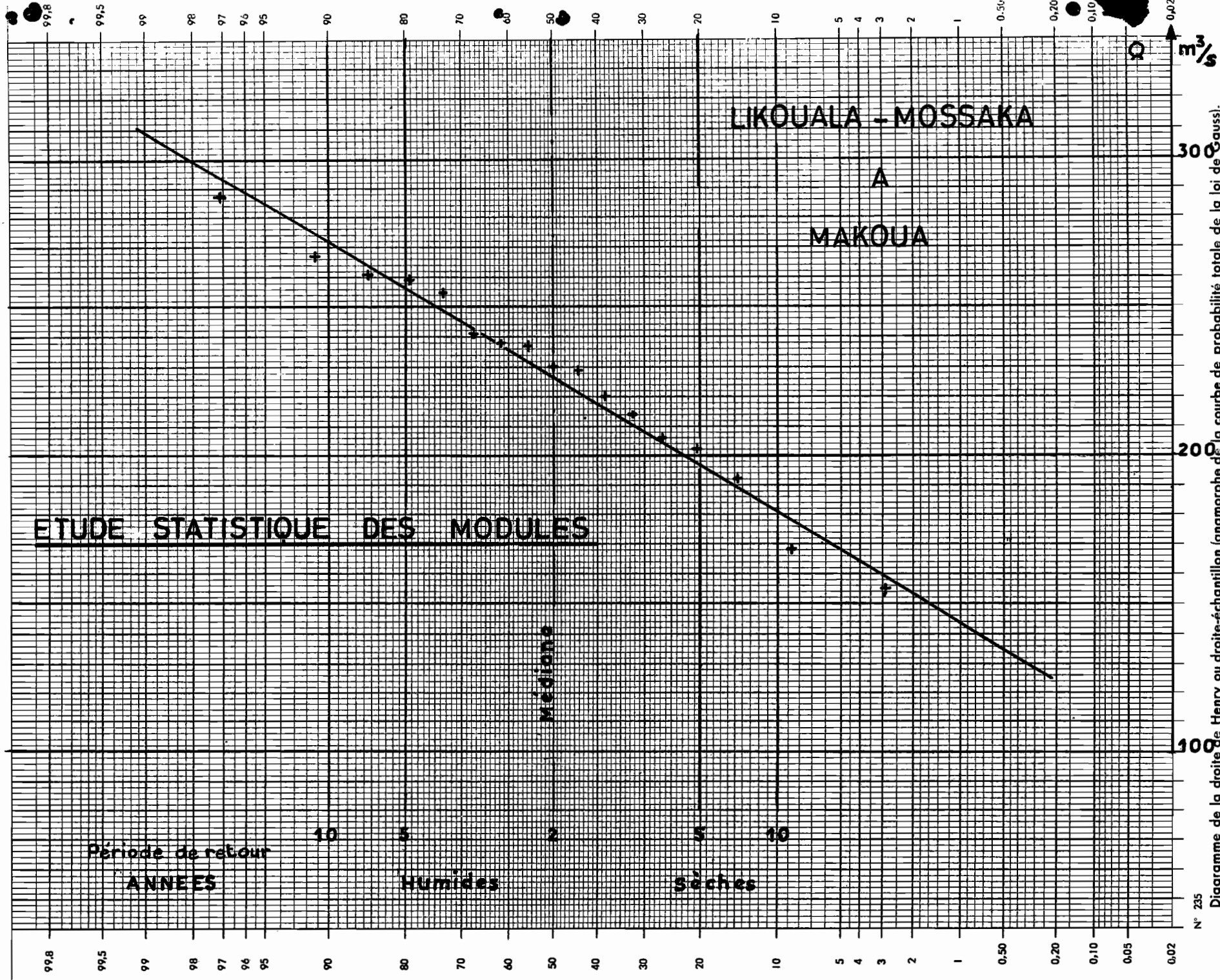
Les valeurs remarquables du module sont :

Module décennal sec	182 m^3/s
" interannuel	227 "
" décennal humide	272 "

Le coefficient d'irrégularité K_3 est de 1,49

PRODUIT :

Caractéristique :



DEBITS MOYENS MENSUELS DE LA LIKOUALA à MAKOUA

1952 - 1969

Année	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Module annuel
1952	-	-	(252)	339	290	298	168	108	143	280	416	388	(259)
1953	260	212	340	230	235	172	122	86	165	272	-	-	(229)
1954	133	193	196	193	208	279	94	-	120	-	-	172	(192)
1955	209	167	283	286	283	241	116	88	163	364	376	320	241
1956	231	180	229	248	349	213	131	84	98	211	320	272	214
1957	277	160	261	259	235	206	104	105	152	216	280	222	206
1958	161	173	178	176	232	116	67	54	84	188	204	231	155
1959	195	133	107	148	305	104	83	63	91	239	272	282	168
1960	158	186	227	248	322	401	179	136	210	338	355	306	251
1961	246	299	327	366	294	210	137	-	175	327	424	309	(267)
1962	167	197	251	249	294	204	-	-	170	295	372	340	(230)
1963	210	171	195	261	336	186	146	116	149	219	-	-	(220)
1964	324	287	327	316	304	288	158	116	148	267	416	488	287
1965	266	342	296	373	293	231	132	-	-	(305)	382	265	(261)
1966	200	183	190	272	424	285	166	-	-	216	368	307	(238)
1967	160	197	179	155	183	130	-	-	(215)	-	429	282	(202)
1968	269	254	237	234	-	200	95	86	174	300	334	361	(237)
1969	231	171	230	250	428	335							
													<u>227,1</u>
Module mensuel	217	206	239	256	295	228	126	94	150	269	353	303	
Module minimum	133	160	107	155	183	104	67	54	84	211	204	172	
Module maximum	324	342	340	373	428	401	179	136	215	364	429	488	

ETUDE STATISTIQUE DES MODULES MENSUELS

MOIS	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Module mensuel \bar{Q}	217	206	239	256	295	228	126	94	150	269	353	303
Ecart type σ	52,2	56,2	52,2	64,7	66,7	73,4	33,6	24,2	39	47,5	65,8	75
Module décennal humide $\bar{Q}_{\text{déc.h}}$	284	278	306	339	381	322	169	125	200	330	437	399
Module décennal sec $\bar{Q}_{\text{déc.s}}$	150	134	172	173	209	134	83	63	100	208	269	207
Coefficient de variation C_v	1,89	2,08	1,78	1,90	1,82	2,40	2,04	1,98	2,00	1,58	1,63	1,93
Module quinquennal humide $\bar{Q}_{5.h}$	261	254	282	310	352	290	154	114	182	309	408	366
Module quinquennal sec $\bar{Q}_{5.s}$	174	157	194	202	236	166	98	74	117	229	297	240

365 jours

300

200

100

50

0

50

100

150

200

250

300

350

400

450

500

0,40 0,60 0,80

100 150 200 250

300 350 400 450 500

Echelle

pseudo décennale sèche

pseudo quinquennale sèche

Année médiane

Pseudo quinquennale humide

pseudo décennale humide

LIKOUALA - MOSSAKA

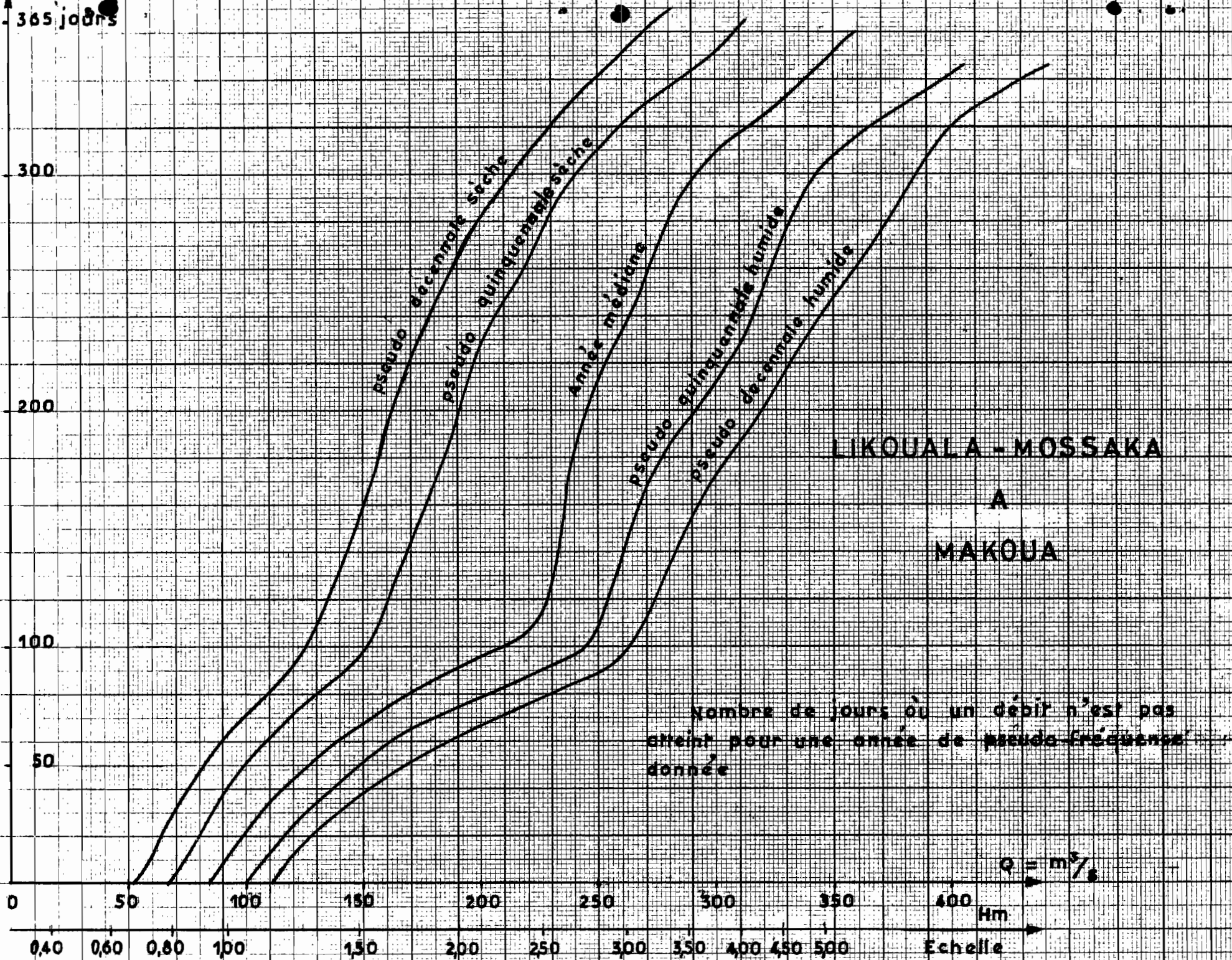
MAKOUA

Nombre de jours où un débit n'est pas atteint pour une année de pseudo fréquence donnée

$Q = m^3/s$

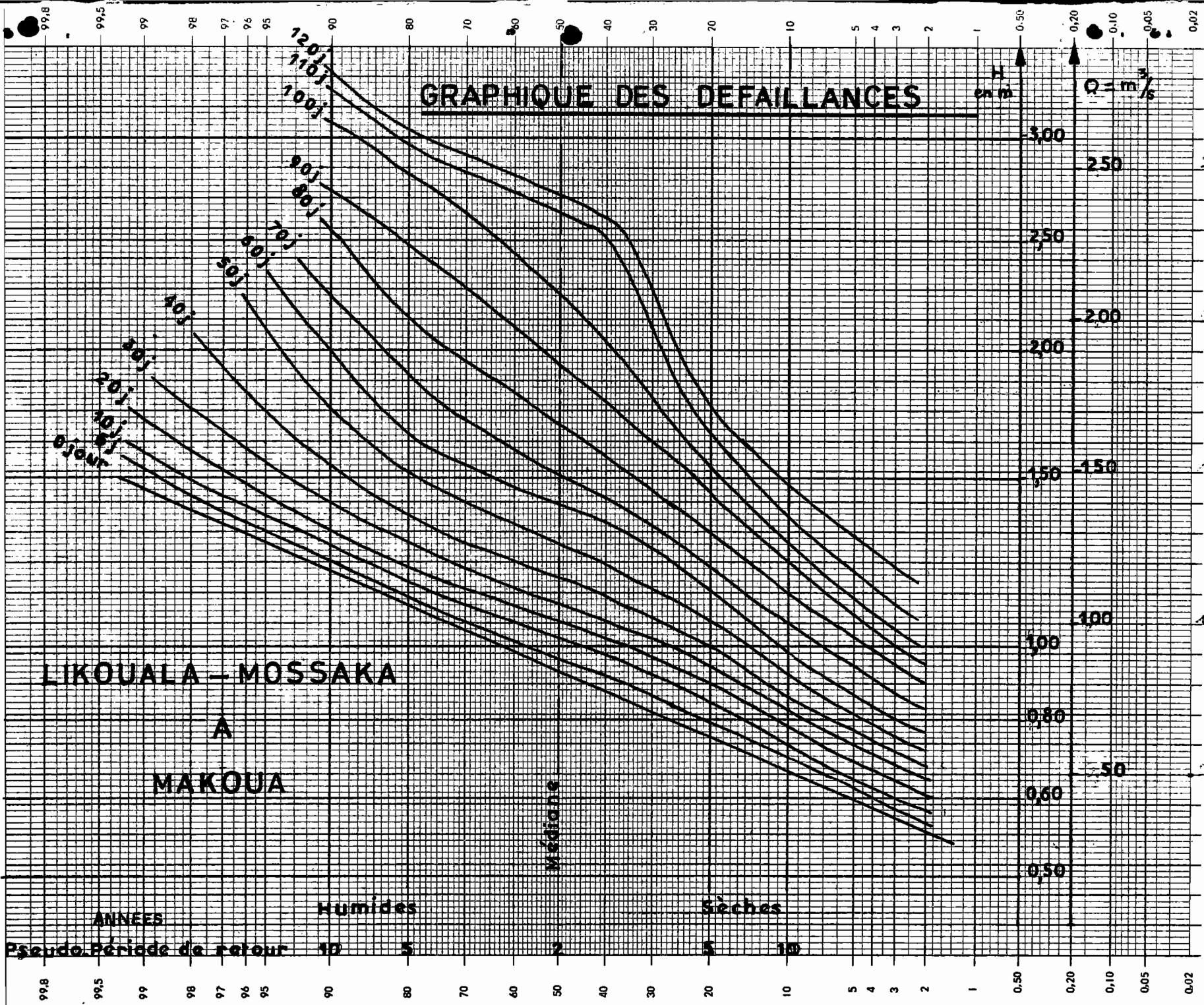
Hm

Echelle



PRODUIT :

Caractéristique :



NOMBRE DE JOURS OU UN CERTAIN DEBIT N'EST PAS ATTEINT
POUR DES ANNEES DE FREQUENCE DONNEE

Fréquences ...		Sèche		Médiane	Humide	
Cote	Débit	10 ans	5 ans	2 ans	5 ans	10 ans
042	60	12 j.	0	0	0	0
056	70	33	0	0	0	0
068	80	46	20 j.	0	0	0
080	90	61	38	0	0	0
091	100	73	52	21 j.	0	0
102	110	82	64	36	0	0
113	120	91	73	46	24 j.	0
123	130	109	82	55	36	21 j.
133	140	134	88	61	46	33
143	150	155	94	70	52	36
166	175	237	155	85	70	55
189	200	274	225	97	79	67
210	225	316	271	109	91	79
229	250	335	314	210	103	91
245	275	365	331	265	179	119
260	300	365	353	307	210	173
274	325	365	365	325	255	210
287	350	365	365	350	310	249
300	375	365	365	365	325	283
310	400	365	365	365	341	320

A MAKOUA, le bassin de la LIKOUALA est de 14,060 Km².

Les débits spécifiques moyens annuels caractéristiques deviennent :

Débit spécifique décennal sec	:	12,9 l/s/km ²
" " médian	:	16,2 l/s/km ²
" " décennal humide	:	19,4 l/s/km ²

Nous avons également conduit une étude statistique des débits mensuels. Pour cela nous ajustons une loi de Gauss à la distribution des modules moyens de chacun des douze mois.

Les divers ajustements sont assez satisfaisants, à l'exception de ceux des mois de Novembre et de Février où l'on observe une cassure très nette de la distribution.

Il ne semble pas que cela puisse s'expliquer par la seule brièveté de l'échantillonnage. Il y a probablement des raisons plus profondes à cela.

Cette étude statistique nous a permis d'établir un tableau donnant pour des années de fréquence de retour donnée, le nombre de jours où un débits et la cote correspondante sont dépassés, renseignement qui peut être utilisé sous cette forme pour déterminer les périodes de navigabilité sur cette rivière.

Il n'est pas possible de qualifier d'année décennale un assemblage de 12 modules mensuels de même fréquence décennale. Une telle année ne sera pas globalement de fréquence décennale, mais aura une période de retour supérieure à 10 ans.

Cependant, si l'on se sert des courbes moyennes de débits moyens, quinquennaux et décennaux, telles que nous les avons tracées à partir des débits mensuels de même fréquence pour le calcul du nombre de jours où un débit n'est pas atteint pour une année de fréquence donnée, l'erreur systématique commise sera peu importante tant que nous serons dans le domaine des petits nombre de jours et des faibles débits.

L'orientation de cette note fait que c'est précisément cela qui nous intéresse. En l'occurrence l'erreur va dans le sens de la sécurité, nos prévisions ne pouvant être que plus pessimistes que la réalité.

C'est ainsi que l'année constituée par les 12 modules mensuels décennaux secs, a un module de $158,5 \text{ m}^3/\text{s}$, ce qui correspond grossièrement à une année de période de 35 ans.

De même l'année constituée par les 12 modules mensuels quinquennaux secs a un module de $182 \text{ m}^3/\text{s}$, ce qui correspond en fait à la fréquence décennale.

Etude des crues

Nous avons dressé un tableau des hautes et basses eaux annuelles de la LIKOUALA-MOSSAKA à MAKOUA.

Pour cette étude statistique des crues, nous avons constitué l'échantillonnage en prenant pour crue annuelle la plus forte crue observée, qu'elle ait eu lieu durant la première saison des pluies ou durant la seconde.

Nous obtenons ainsi un échantillonnage assez représentatif de 17 crues.

Débit m ³ /s	N° ordre
631	1
605	2
506	3
482	4
482	5
482	6
467	7
452	8
452	9
452	10
441	11
420	12
413	13
400	14
392	15
336	16
314	17

La crue moyenne est de 454,5 m³/s

L'ajustement à une loi de Gauss est assez satisfaisant.

L'écart type est de 81,3 m³/s ce qui, avec un intervalle de confiance de 95%, donne la crue médiane avec la précision de :

$$\bar{Q}_c = 454 \pm 39 \text{ m}^3/\text{s}$$

Valeurs remarquables :

Fréquences	Humides				Sèches		
	20	10	5	Médiane	5	10	20
Débit m ³ /s	590	559	525	454	383	350	318
Cote m	3,76	3,66	3,54	3,31	3,03	2,87	2,70
Débit spécifique de crue l/s/km ²	42,0	39,8	33,1	31,3	27,2	24,9	22,6

Le coefficient d'irrégularité interannuelle est :

$$K_3 = \frac{559}{350} = 1,60.$$

PRODUIT :

Caractéristique :

Quadrillage N.P.P.

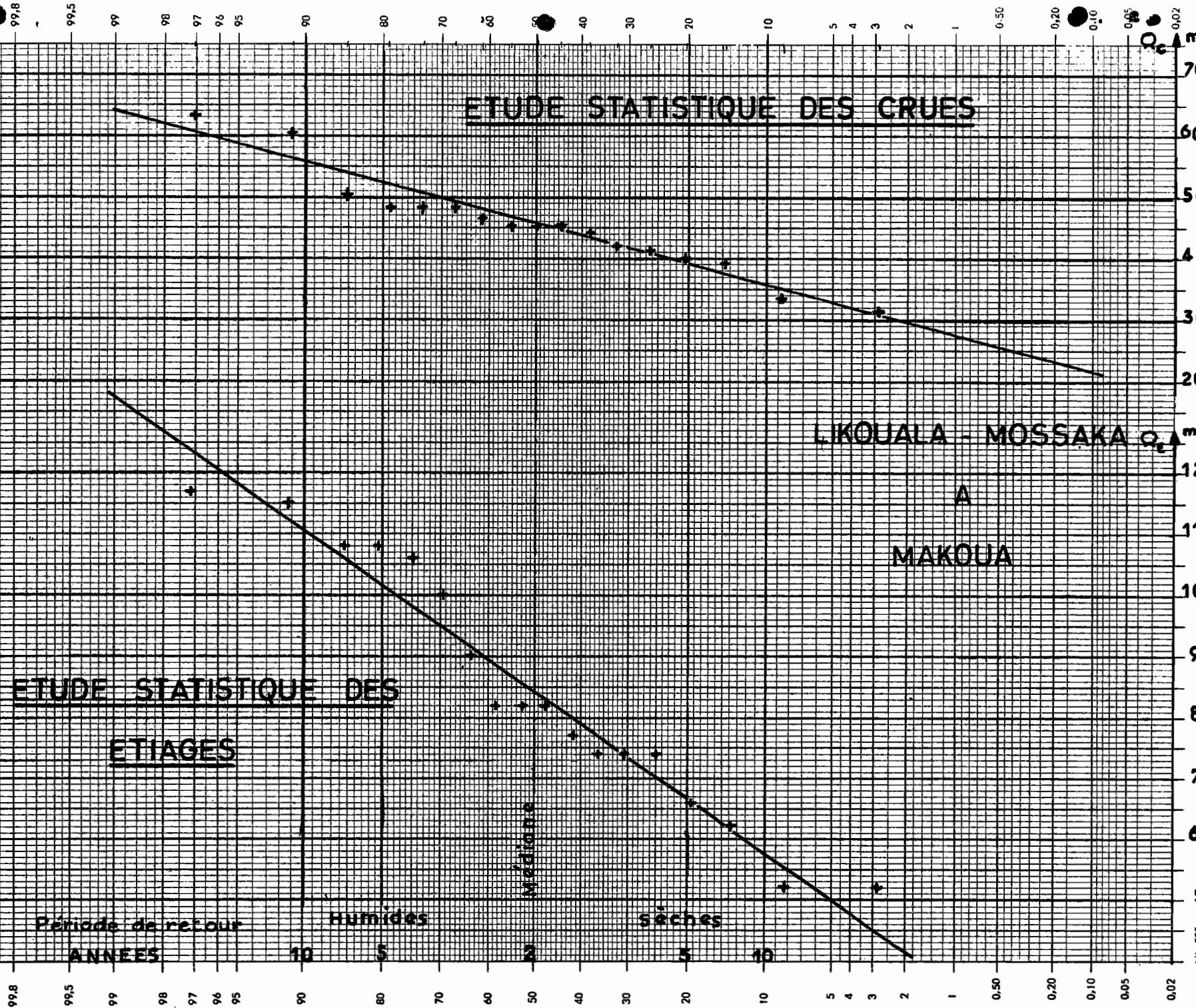
ETUDE STATISTIQUE DES ETIAGES

Période de retour
ANNÉES

Humides

sèches

Médiane



ETUDE DES ETIAGES

Contrairement aux hautes eaux, où les deux saisons des pluies se partagent presque également les crues annuelles, les basses eaux de août sont presque toujours les plus basses eaux annuelles.

L'échantillonnage est ici de 18 années.

Débit m ³ /s	N° ordre
117	1
115	2
108	3
< 108	4
106	5
100	6
90	7
82	8
82	9
82	10
77	11
74	12
74	13
74	14
66	15
62	16
52	17
52	18

La valeur moyenne des étiages est 84,5 m³/s; il lui correspond un écart-type

$$\sigma_{\bar{Q}_E} = 20,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

L'ajustement à une loi de Gauss est assez satisfaisant, il conduit, pour un intervalle de confiance de 95% à une précision sur la valeur moyenne de :

$$\bar{Q}_E = 84,5 \pm 9,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

Les valeurs caractéristiques d'étiage sont :

Fréquences	Humides			Médiane	Sèches		
	20	10	5		5	10	20
Débit m ³ /s	118,5	111,0	102,0	84,5	67,0	58,0	50,5
Cote m	1,11	1,04	0,93	0,73	0,52	0,39	0,26
Débit spécifique d'étiage l/s/km ²	8,4	7,9	8,0	6,0	4,7	4,1	3,6

Le coefficient d'irrégularité interannuelle est : $K_3 = \frac{111}{58} = 1,92$.

RELEVÉ DES HAUTES ET BASSES EAUX DE LA LIKOUALA-MOSSAKA
à MAKOUA (1952 - 1969)

Année	BASSES EAUX			HAUTES EAUX		
	Date	Cote	Débit	Date	Cote	Débit
1952	6-09	0,70	82	23-04	3,40	482
				3-11	3,40	482
				14-12	3,40	482
1953	19-08	0,60	74	8-03	3,30	452
				(30-10)	2,60	300)
				Arrêté fin		
				Octobre		
1954	26-08	(0,50)	66	5-06	3,10	400
1955	31-08	0,60	74	Début avril	2,90	356
				28-10	3,40	482
1956	10-09	0,45	62	7-5	3,20	424
				21-11	3,30	452
1957	5-09	0,65	77	Début juin	2,80	336
				20-11	2,80	336
1958	29-08	0,30	52	16-05	2,45	275
				19-12	2,68	314
1959	13-09	0,30	52	18-05	3,15	413
				4-11	2,95	366
1960	12-08	1,10	117	15-06	3,30	452
				28-10	3,20	424
1961	12-09	(1,00)	108	31-03	3,40	482
				21-11	3,40	482
1962	31-07	> 1,00	108	23-05	3,02	380
				7-11	3,18	420
1963	16-08	0,70	082	29-04	3,06	392
1964	16-08	0,80	090	30-05	3,14	405
				7-12	3,81	605

.../...

HAUTES ET BASSES EAUX DE LA LIKOUALA à MAKOUA
(suite)

Année	BASSES EAUX			HAUTES EAUX		
	Date	Cote	Débit	Date	Cote	Débit
1965	Fin juillet	> 108	115	21-04	3,27	441
				4-11	3,21	427
1966	20-09	(091)	011	2-05	3,35	467
				12-11	3,20	431
1967	3-07	<(070) sous réserve	82	28-02	2,49	281
				1-11	(3,50)	506
1968	28-08	060	74	Fin mars	(2,50)	287
				14-12	3,08	395
1969	15-07	≤ 098		27-04	3,90	631

LA LIKOUALA-MOSSAKA à ETOUMBI

Historique de la station

A - On possède des relevés grossiers depuis 1950. En janvier 1951 une échelle n° 1 est installée en rive gauche.

- jusqu'au 1.1.52 le lecteur ajoute systématiquement 1,00 m à ses lectures.

- du 1.1.52 au 31.7.52 les lectures sont faites normalement à l'échelle 1, nivelée en mars 1952 : zéro n° 1 à 5,11 m sous le sommet du pylône soutenant le câble du bac en rive droite, pris comme repère n° 1.

B - Le 1.8.1952, une échelle n° 2, émaillée, est installée en rive droite. La cote 150 à l'échelle 2 correspond au zéro de l'échelle 1 (cote à laquelle la navigation sur la LIKOUALA était interrompue à cette époque).

Nivellement échelle n° 2 : zéro à 6,65 m sous le repère n° 1.

L'échelle n° 1, à la date du nivellement, se serait enfoncée de 4 cm depuis le nivellement de mars 1952, ou pour cette cote la surface de l'eau est 4 cm plus haute à l'échelle 1 qu'à l'échelle 2.

C - Une échelle n° 3 est installée le 1.8.1953.

On signale H = 155 nouvelle échelle; H = 100 ancienne échelle, sans préciser si cette ancienne échelle est l'échelle 1 ou 2.

- toutefois une série de recoupements permet de conclure qu'il s'agit probablement de l'échelle 1.

- dans ce cas, le zéro de l'échelle 3 est 0,55 m plus bas que le zéro de l'échelle 1 et 0,95 plus haut que le zéro de l'échelle 2. Le zéro serait alors à 5,70 m sous le repère n° 1.

- Un nivellement du 27.9.1953 donne le zéro de l'échelle 3 à 5,805 m sous le repère n° 1.

- le 21.7.54 un nivellement donne le zéro ancien à 0,70 m plus haut que le zéro nouveau (?).

- le 5.8.1854 : Pose d'un élément négatif de 0 à -2,00 m.

Création de 2 nouveaux repères :

zéro à 4,87 m sous un clou repère n° 2

" à 3,495 m sous un repère ciment n° 3

Ces repères n'ont jamais été rattachés au repère 1, et n'existent plus actuellement.

D - le 25.9.1956 : pose d'une échelle n° 4 en 5 éléments par la C.F.H.B.C.

Zéro n° 4 : 1,30 m plus bas que le zéro n° 3.

soit à 7,105 m sous repère n° 1.

E - en Juin 1957 l'échelle est enfoncée de 20 cm pour constituer l'échelle n° 5.

Le zéro de l'échelle 5 est alors à 7,305 m sous le repère 1 ou à 7,20 m sous le repère 1, selon que l'on prend pour zéro de l'échelle 3, 5,70 ou 5,805 sous le repère 1.

F - le 19.10.1958 : l'échelle n° 5 est renversée et remplacée par une échelle n° 6 dont le zéro est à 0,155 m au-dessous du zéro n° 5, soit 7,460 m (ou 7,355) sous le repère n° 1.

G - le 14.12.1959 : M. MERLIEN remplace l'échelle n° 6 par l'échelle n° 7 au même zéro, c'est-à-dire 7,460 m (ou 7,355) sous le repère 1. Cette échelle est constituée de : 1 élément 0 à 3 m et 1 élément 3 à 5 m, en rive droite.

Nivellement général : Borne IGN n° 26	343,587 m
Cote zéro de l'échelle 7	338,87 m

Le 24.2.1966 : confection d'une borne SH et pose d'un élément 2-3.

REMARQUES : En août et septembre 1956, les lectures sont faites par rapport à un clou situé 0,07 m au-dessus du zéro de l'échelle n° 3. Le 26 mai 1956, un déplacement accidentel de l'échelle est signalé (le 25.5.56 H = 340; le 26.5.56 H = 390)

Etat de l'échelle

le 11.10.1968 à 16 h 00, l'échelle se trouve dans l'état suivant :

- les éléments 3-4 et 4-5, fixés sur bois, étaient tombés, le lecteur les avait refixés de sa seule initiative, 22 cm trop bas.

Donc, depuis une date indéterminée, jusqu'au 11.10.68 les lectures sur les éléments 3-4-5 étaient données avec 22 cm de trop.

Nivellement

Elément 2-3 (en bon état)	zéro à	- 5,154 m	sous borne	SH
" 3-4 recalé	"	- 5,154 m	"	" "
" 4-5 recalé	"	- 5,154 m	"	" "

Un nivellement nous a permis de mesurer la différence de cote entre la borne SH et le repère 1, sommet du pylône support du câble du bac, en rive droite.

On trouve la borne SH à 3,675 sous le repère 1

Le zéro des éléments 2-3-4-5 de l'échelle 7 serait donc au 11.10.1968 à $3,675 \text{ m} + 5,154 \text{ m} = 8,829 \text{ m}$ sous le repère 1.

Ce nivellement est particulièrement troublant. Il y a vraiment fort peu de chance que le pylône ait changé depuis 1953. Pourtant le nivellement donne 8,829 au lieu des 7,460 escomptés.

$$\begin{aligned} \text{La différence } & 8,829 - 7,460 = 1,369 \text{ m} \\ \text{ou } & 8,829 - 7,355 = 1,474 \text{ m} \end{aligned}$$

se rapproche singulièrement de la différence de cote de 1,50 m entre l'échelle 1 et l'échelle 2, ce qui infirmerait notre hypothèse de départ.

Deux éléments extérieurs importants la justifient néanmoins :

1°) Courbe de tarage : les deux jaugeages effectués avant le 1.8.1953 tombent sur la courbe dans le cas de l'hypothèse retenue, et sont complètement aberrants dans l'autre cas.

2°) Une corrélation entre les hauteurs d'eau à ETOUMBI et MAKOUA montre que l'échelle n° 3 est remontée d'environ 1 m par rapport à l'échelle n° 2.

En tout état de cause, nous adopterons les correspondances d'échelle suivantes, avec réserve pour les relevés antérieurs au 1.8.1953.

Corrections à faire pour ramener les relevés aux différentes échelles à l'échelle n° 7.

1-1-51	au 1-1-52	H + 1,205 m
1-1-52	au 31-7-52	H + 2,205 m
1-8-52	au 31-7-53	H + 0,705 m
1-8-53	au 25-9-56	H + 1,655 m
25-9-56	à juin 57	H + 0,355 m
Juin 57	au 19-10-58	H + 0,155 m
19-10-58	à x	H
x	au 11-10-68	H - 0,220 m
du 11-10-68		H

$Q = m^{3/5}$

LIKOUALA - MOSSAKA

A

ETOUMBI

COURBE D'ETALONNAGE

400

300

200

100

Echelle 7 km

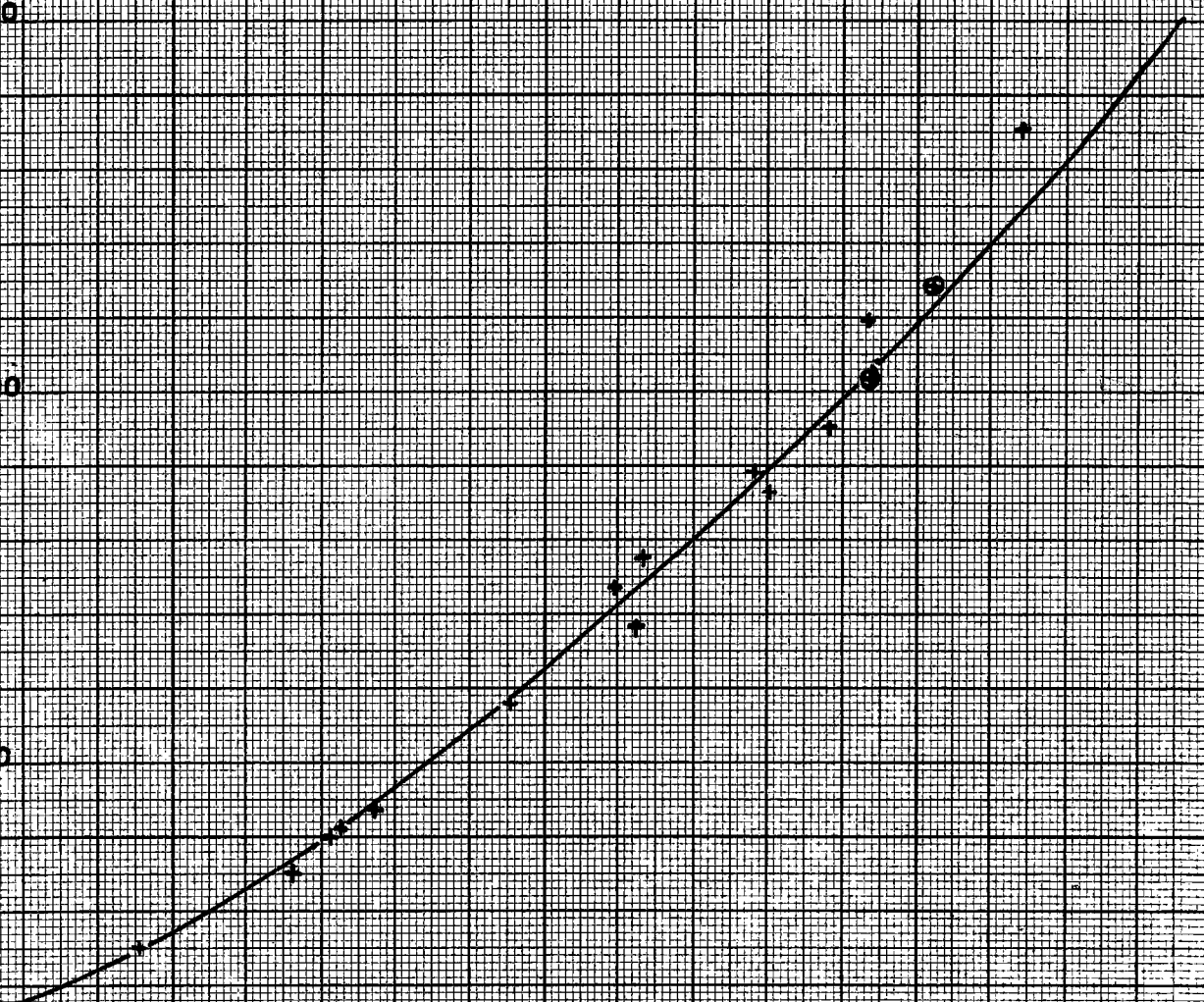
100

200

300

400

500



LIKOUALA-MOSSAKA à ETOUMBI

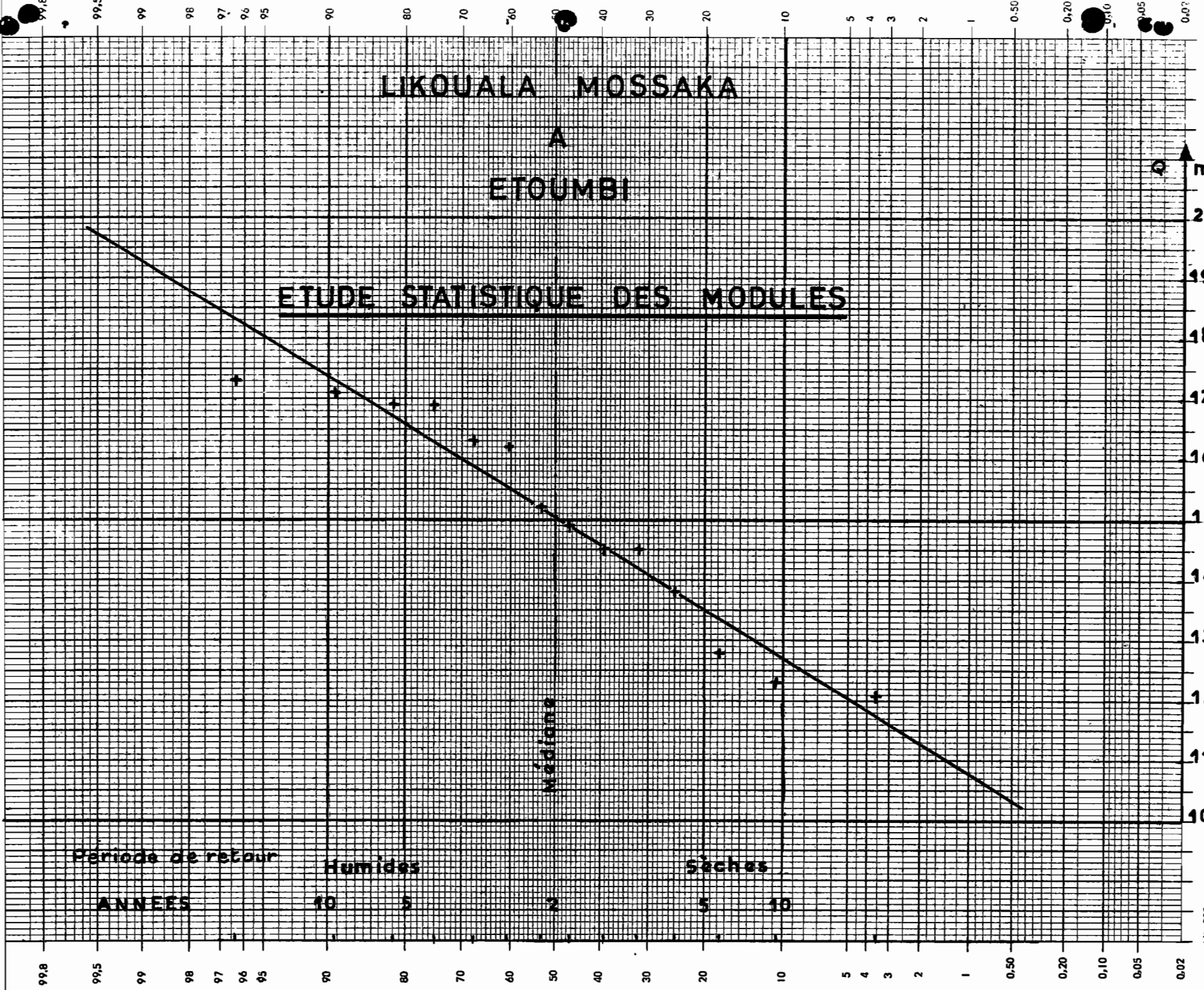
Etalonnage de la station

DATE	COTE ORIGINE	COTE CORRIGEE Echelle 7	DEBIT	AUTEUR
16-03-52	1,00	3,205	178	
20-09-52	1,68	2,385	116	
27-09-53	1,55	3,255	173	
1-06-54	2,45	4,105	271	
5-08-54	0,52	1,135	50	Aimé
23-07-56	0,12	1,775	80	Girerd
24-08-57	1,50	1,655	70	"
6-10-58	1,78	1,935	87	Merlen
15-12-59	2,82	2,82	136	"
7-09-60	1,81	1,81	82	Ardoli
7-02-61	3,46 ⁵	3,46 ⁵	190 ³	"
28-06-63	2,74 ⁵	2,74 ⁵	147 ⁵	Mailhac
10-10-63	3,58	3,58	219 ⁵	"
24-02-66	2,83	2,83	155	"
9-06-69	3,80	3,80	228	Barilly
17-11-69	3,59	3,59	203	"

La courbe d'étalonnage s'appuie sur 16 jaugeages correctement répartis.

La courbe extrapolée, qui a servi à l'établissement du barème, sous-estime peut-être les débits de hautes eaux.

PRODUIT :
Caractéristique:



LIKOUALA-MOSSAKA à ETOUMBI

ETUDE STATISTIQUE

Etude des modules mensuels et annuels

Les modules mensuels et annuels ont été regroupés dans un même tableau. Nous avons retenu un échantillonnage de 14 modules annuels. L'ajustement à une loi de Gauss est assez satisfaisant.

Modules annuels	N° ordre
173	1
171	2
169	3
169	4
163	5
162	6
152	7
149	8
145	9
145	10
138	11
128	12
123	13
121	14

Le module interannuel est $150,6 \text{ m}^3/\text{s}$

L'écart type est $\sigma = 18,1 \text{ m}^3/\text{s}$

A un intervalle de confiance de 95% correspond la précision :

$$\bar{Q} = 150,6 \pm 9,4 \text{ m}^3/\text{s}$$

Nous avons calculé les valeurs significatives suivantes :

Fréquences	Humide		Médiane	Sèche	
	10	5	2	5	10
Débit spécifique $\text{l/s}/\text{km}^2$	19,0	18,2	16,5	14,8	13,9
Module annuel m^3/s	174	166	151	135	127

Le coefficient de variation $K_3 = 1,37$.

DEBITS MOYENS MENSUELS DE LA LIKOUALA-MOSSAKA à ETOUMBI

Année	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Module annuel
1951	133	106	175	130	139	125	68	109	110	218	257	170	145
1952	111	95	123	191	175	189	-	57	102	208	237	250	(152)
1953	179	182	-	-	-	-	-	-	116	174	212	84	
1954	-	125	125	118	158	164	(69)	47	91	156	168	106	(123)
1955	134	95	190	168	202	149	56	92	119	227	220	200	138
1956	165	127	165	200	-	-	86	61	71	-	-	-	
1957	-	-	-	-	-	-	77	74	111	136	188	144	
1958	113	97	127	114	169	76	51	42	70	-	-	173	(121)
1959	145	107	81	115	207	78	69	54	77	188	201	211	(128)
1960	96	132	152	190	224	239	130	88	120	224	228	203	169
1961	-	-	222	233	204	134	91	64	117	243	278	210	(173)
1962	119	137	191	195	214	161	86	79	-	-	237	218	(162)
1963	136	103	178	226	210	125	93	76	117	166	165	189	149
1964	163	200	188	202	197	168	97	65	82	175	265	245	171
1965	171	206	217	244	214	151	-	-	-	-	223	165	
1966	-	125	116	205	243	-	-	-	-	-	-	215	
1967	-	156	-	104	99	101	65	43	118	272	276	-	(145)
1968	217	188	181	185	159	141	75	65	131	221	235	234	169
1969	175	114	173	192	-	185	118	105	116	179	198	217	(163)
													150,6
Module mensuel	147	135	163	177	188	137	82	70	104	199	224	190	151,3
Module maximum	217	206	222	244	243	239	130	109	131	272	278	250	
Module minimum	96	95	81	104	99	76	51	42	70	136	165	84	

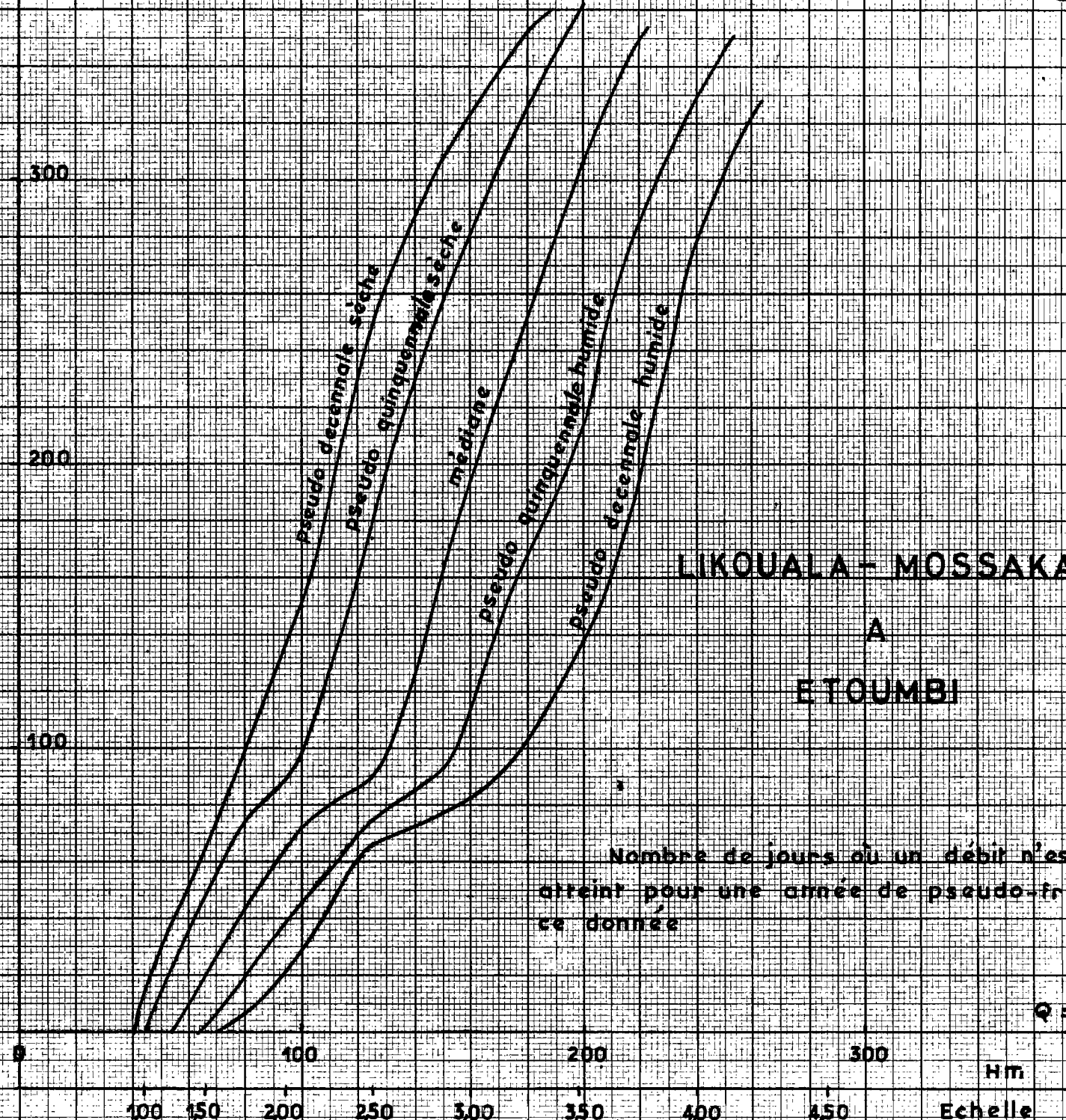
LIKOUALA-MOSSAKA à ETOUMBI

Classification des échantillons par mois

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
217	206	222	244	243	239	130	109	131	272	278	250	
179	200	217	233	224	189	118	105	120	243	276	245	
175	188	191	226	214	185	97	92	119	227	265	234	
171	182	190	205	214	168	93	88	118	224	257	218	
165	156	188	202	210	164	91	79	117	221	237	217	
163	137	181	200	207	161	86	76	117	218	237	215	
145	132	178	195	204	151	86	74	116	208	235	211	
136	127	175	192	202	149	77	65	116	188	228	210	
134	125	173	191	197	141	75	65	111	179	223	203	
133	125	165	190	175	134	69	64	110	175	220	200	
119	114	152	185	169	125	69	61	102	174	212	189	
113	107	127	168	159	125	68	57	91	166	201	173	
111	106	125	130	158	101	65	54	82	156	198	170	
96	103	123	118	139	78	56	47	77	136	188	165	
	97	116	115	99	76	51	43	71		168	144	
	95	81	114				42	70		165	106	
	95		104								84	
Module interannuel	147	135	163	177	188	137	82	70	104	199	224	190
\bar{Q}	33	37,7	38,9	44,6	39,2	43,5	21,7	20,5	19,6	37,5	34,8	45,8
\bar{Q} décennal sec	105	87	113	120	138	81	54	44	79	151	179	131
\bar{Q} décennal humide	189	183	213	234	238	193	110	96	129	247	269	249
\bar{Q}_5 sec	119	103	130	139	155	100	64	53	87	167	195	152
\bar{Q}_5 humide	175	167	196	215	221	174	100	87	121	231	253	228

Nous avons également mené une étude statistique sur les débits moyens mensuels. Nous avons ajusté l'échantillonnage des débits mensuels de chaque mois à une loi de Gauss. Ces ajustements sont, dans la plupart des cas, assez satisfaisants, et ont permis de calculer un tableau indiquant le nombre approximatif de jours où une cote n'est pas atteinte pour des années de fréquence de retour donnée avec les mêmes réserves qu'au chapitre précédent.

365 jours



LIKOUALA - MOSSAKA

A

ETOUMBI

Nombre de jours où un débit n'est pas atteint pour une année de pseudo-fréquence donnée

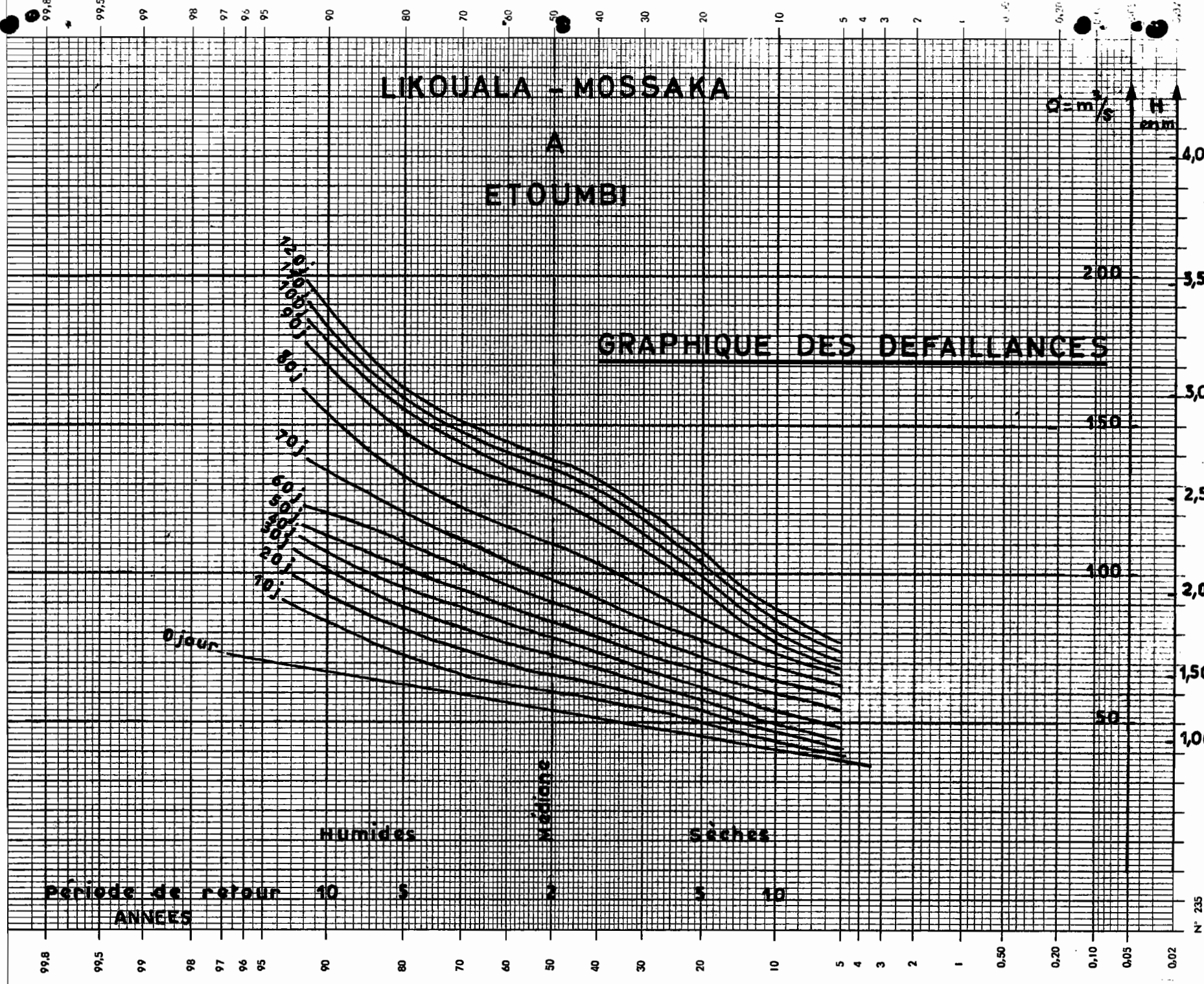
$Q = m^3/s$

Hm

Echelle

PRODUIT :

Caractéristique :



LIKOUALA-MOSSAKA à ETOUMBI

Nombre de jours où un certain débit n'est pas atteint pour des années de fréquence donnée.

Débit	Cote	Humide		Médiane	Sèche	
		10	5		5	10
40	090	0	0	0	0	0
50	112	0	0	0	0	30
75	174	0	0	33	66	84
100	208	27	45	72	96	150
125	246	66	75	90	174	249
150	285	78	93	165	255	309
175	320	96	156	237	315	345
200	350	138	207	306	365	365
225	381	216	297	365	365	365
250	412	303	365	365	365	365
275	440	365	365	365	365	365

LIKOUALA-MOSSAKA à ETOUMBI

Etude des crues

17 crues annuelles ont été conservées qui appartiennent à la première ou à la seconde saison des pluies.

Débit m ³ /s	N° ordre
> 334	1
323	2
314	3
312	4
312	5
305	6
297	7
297	8
295	9
291	10
284	11
280	12
280	13
275	14
256	15
253	16
252	17

La crue moyenne est de 292 m³/s.

Il lui correspond un écart type

$$\sigma_{Q_c} = 24,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

L'ajustement à une loi de Gauss est assez satisfaisant.

Pour un intervalle de confiance de 95%, la précision sur la crue moyenne est

$$Q_c = 292 \pm 11 \text{ m}^3/\text{s}$$

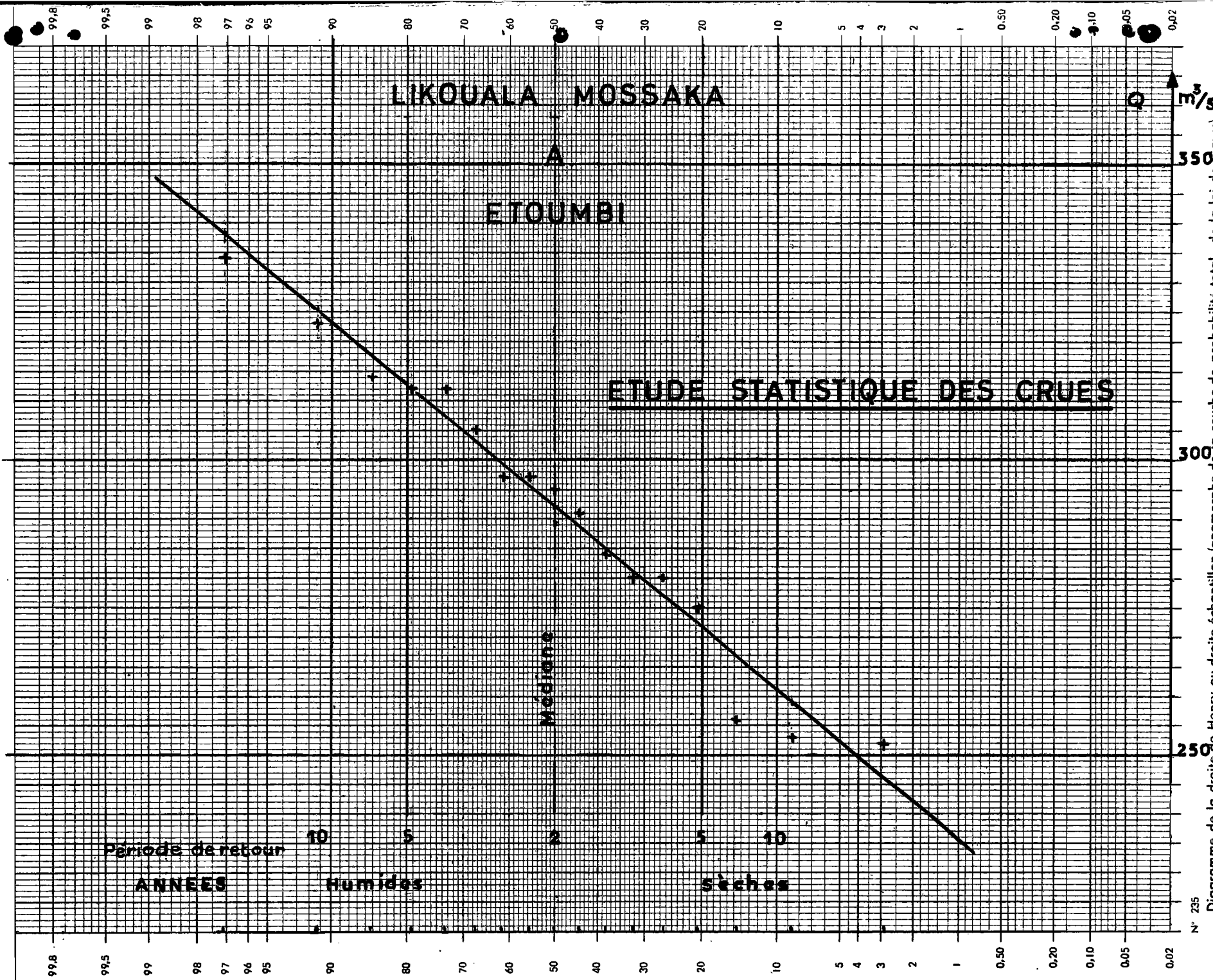
Les valeurs significatives de cet ajustement sont :

Fréquences	Humides		Médiane	Sèches	
	10	5		5	10
Débit m ³ /s	323	312	292	272	261
Débit spécifique de crue l/s/km ²	35,2	34,2	32,0	29,8	28,6

Le coefficient de variation est : $K_3 = 1,24$

PRODUIT :

Caractéristique :



RELEVÉ DES HAUTES ET BASSES EAUX DE LA LIKOUALA-MOSSAKA à ETOUMBI

1951 - 1969

Année	BASSES EAUX			HAUTES EAUX		
	Date	Cote	Débit	Date	Cote	Débit
1951				6-7/10	445	280
1952	2-09	110	49	26-10	490	323
1953	Août	Incomplet		14-01	(420)	(256)
1954	18-08	090	40	30-05	415	252
1955	15-07	145	64	31-10	445	280
1956	10-09	115	51	incomplet		
1957	3-09	130	57	12-11	416	253
1958	28-08	086	38	incomplet		
1959	11-09	100	44	12-05	458	291
1960	5-02	155	69	13-06	450	284
1961	15-08	137	60	20-11	474	305
1962	13-08	135	59	15-05	480	312
1963	19-08	130	57	22-04	440	275
1964	22-08	120	53	23-11	480	312
1965	incomplet			15-03	465	297
1966	incomplet			21-11	463	295
1967	19 au 23-8	093	41	6-11	482	314
1968	24-08	123	54	9-12	465	297
1969	16 au 20-9	159	72	21 au 27-5	>500	334

LIKOUALA-MOSSAKA à ETOUMBI

Etude des étiages

15 années ont été retenues pour cette étude des étiages.

Débit m ³ /s	N° ordre
72	1
69	2
64	3
60	4
59	5
57	6
57	7
54	8
53	9
51	10
49	11
44	12
41	13
40	14
38	15

L'étiage moyen est $\bar{Q}_E = 54 \text{ m}^3/\text{s}$

avec un écart type $\sigma_{\bar{Q}_E} = 10,3 \text{ m}^3/\text{s}$

L'ajustement à une loi de Gauss est assez satisfaisant. La précision sur le débit moyen d'étiage est :

$$\bar{Q}_E = 54 \pm 5,2 \text{ m}^3/\text{s}$$

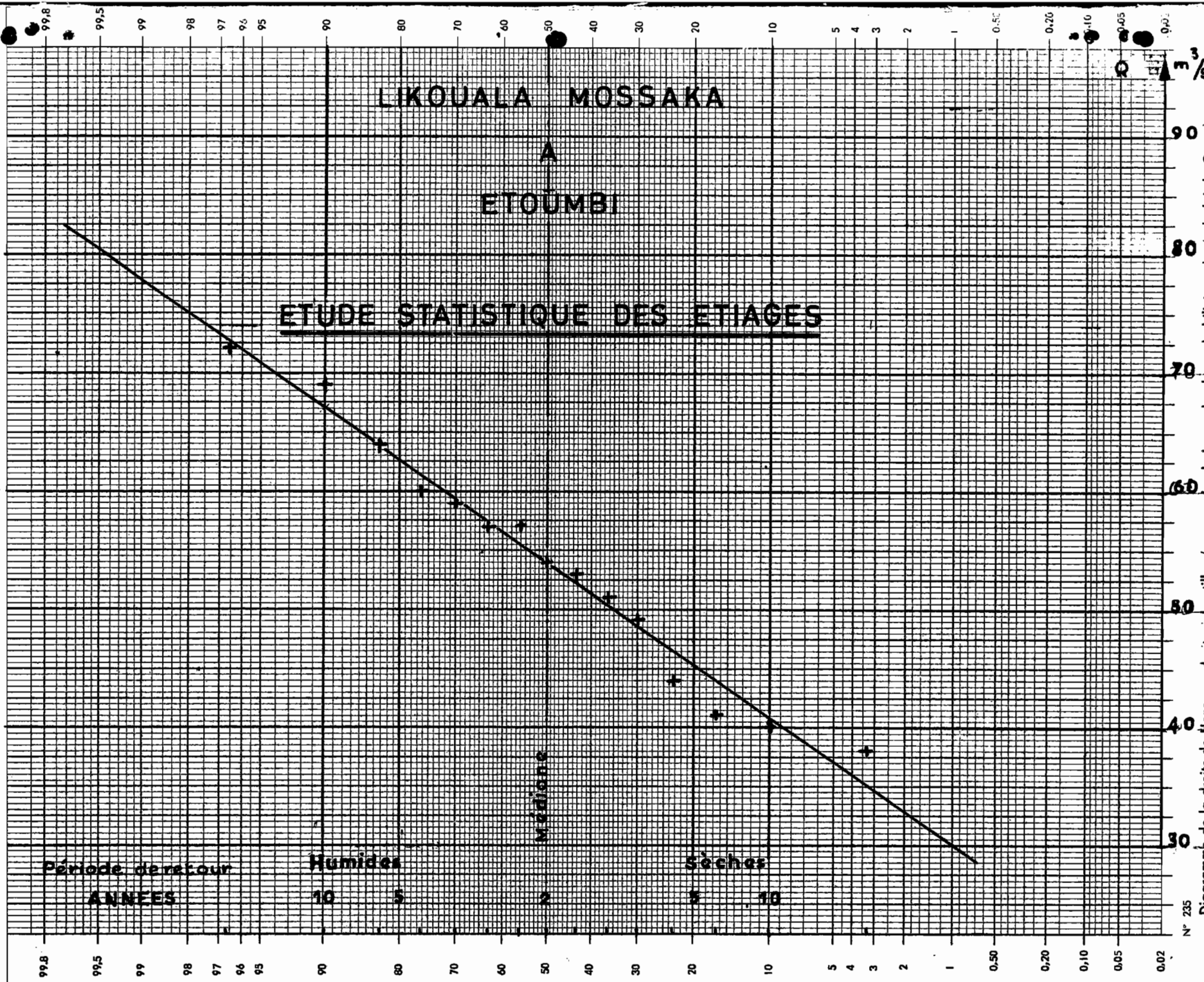
Les valeurs significatives de cet ajustement sont :

Fréquences	Humides		Médiane	Sèches	
	10	5		5	10
$\bar{Q}_E \text{ m}^3/\text{s}$	67	63	54	45	41
Débit spécifique d'étiage l/s/km ²	7,3	6,9	5,9	4,9	4,5

Le coefficient de variation est : $K_3 = 1,64$

PRODUIT :

Caractéristique :



LA MAMBILI à YENGO

Historique de la station

Une échelle de 1 à 3 mètres est installée le 28 mars 1961. Le zéro de l'échelle est 3,140 m sous le repère 1, constitué par le socle du pilier support du câble du bac.

Il manque un élément inférieur et un élément supérieur. Fermée fin 1965.

Réouverture en juillet 1966

Visite de la station le 13-10-1968.

Elément 195-295 en bon état à - 3,169 m sous le repère 1'.

Elément 095-195 remplacé par le lecteur à - 3,235 m sous le repère 1'. Cet élément n'est pas accessible. Il est laissé dans cet état.

L'élément 195-295 est remplacé par un élément émaillé 2-3 m à la même cote. Un élément supplémentaire 3-4 m est également installé, calé à la même cote.

Pose d'un repère 2 dans le socle du pilier, support du câble de bac.

Nivellement

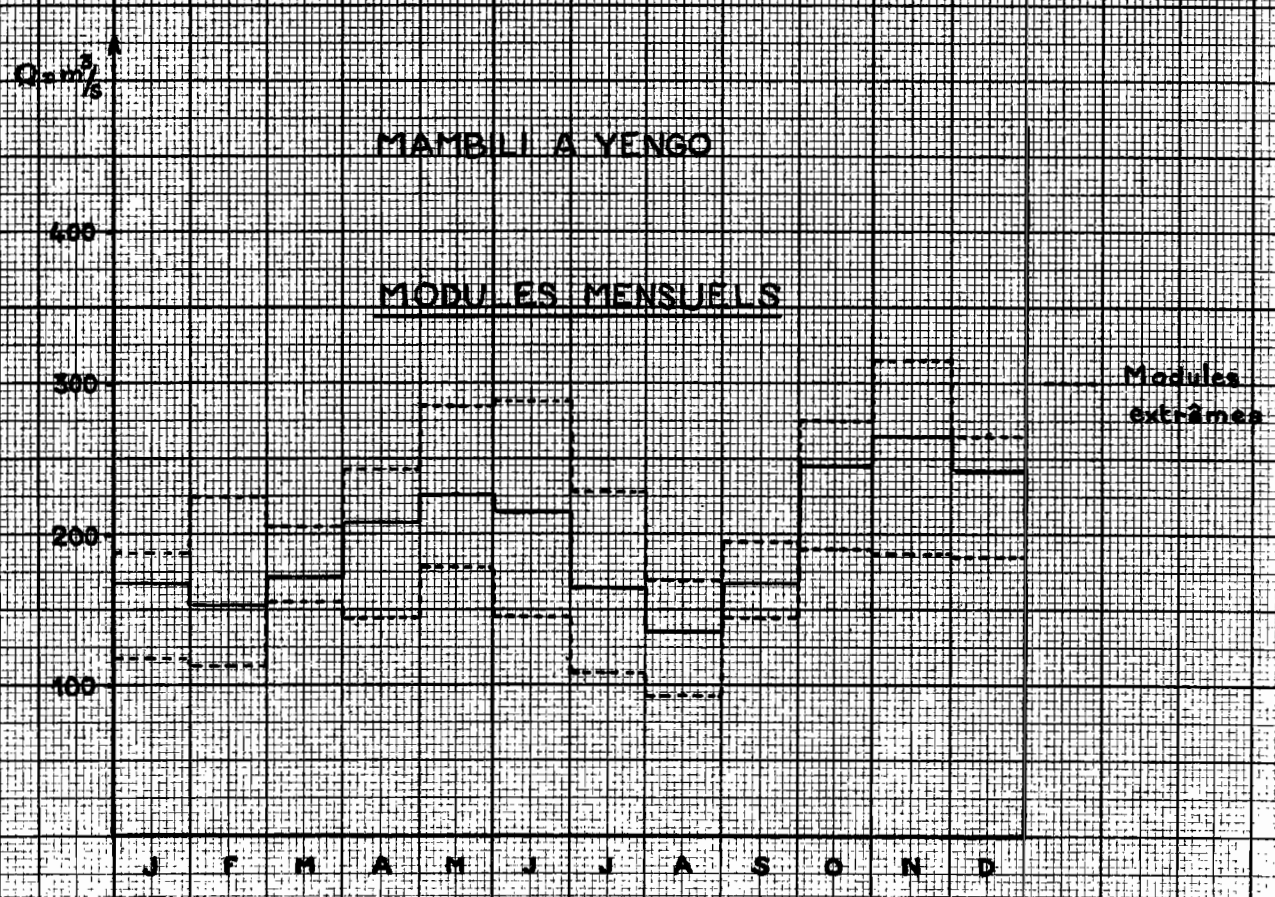
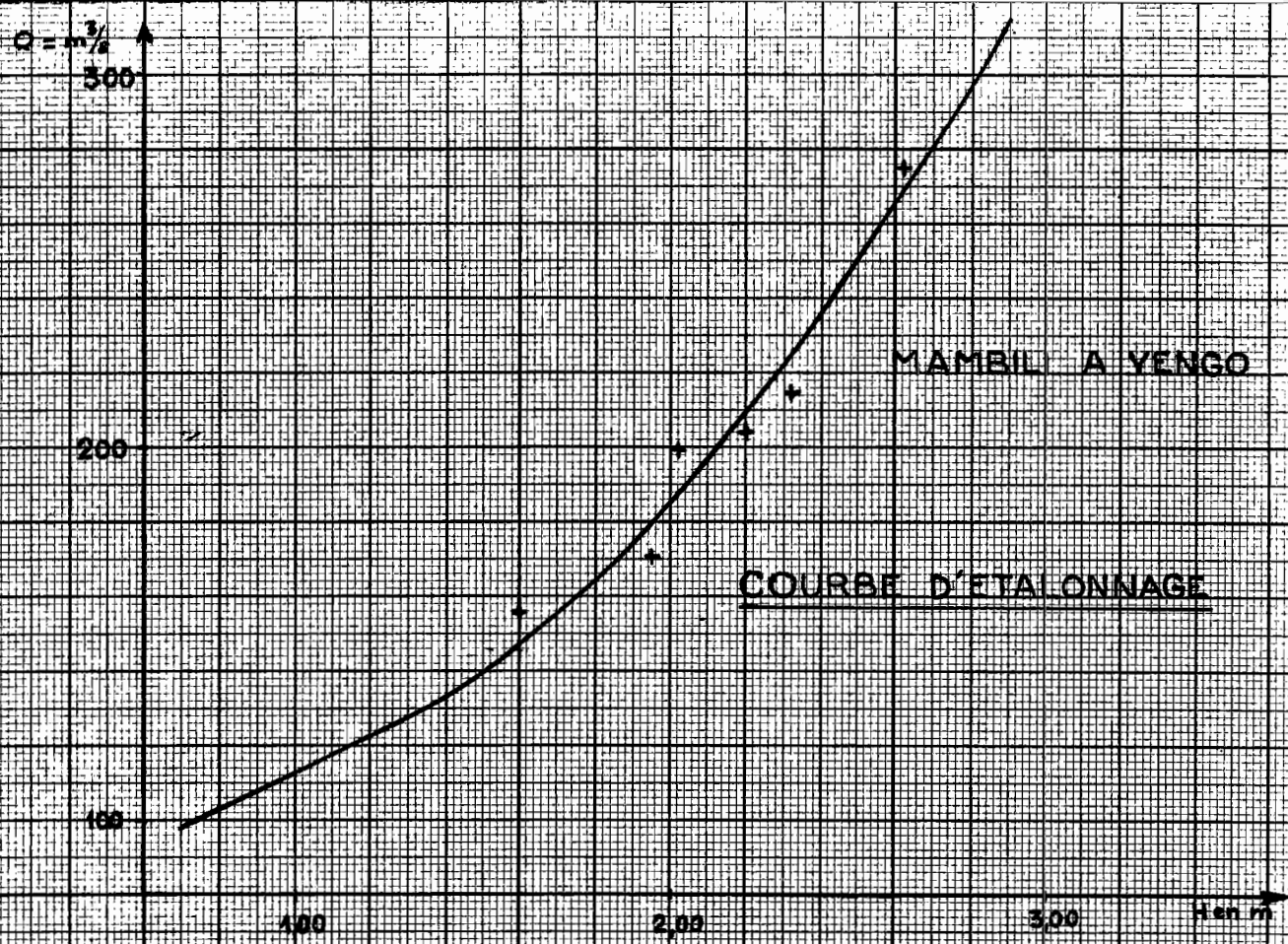
Elément 2-3	zéro à	- 3,208 m du repère 2
Elément 3-4	"	- 3,208 m du repère 2
Elément 095-195	zéro à	- 3,274 m du repère 2

donc 6,6 cm trop bas.

Jaugeages - Etalonnage de la station

6 jaugeages seulement ont été faits à cette station.

10-03-61	H = 195	Q = 171 m ³ /s
21-04-61	H = 232	Q = 215 "
8-05-61	H = 160	Q = 156 "
12-12-61	H = 220	Q = 204 "
21-06-63	H = 202	Q = 199,6 "
8-10-63	H = 262,5	Q = 275 "



Aussi, l'étalonnage est-il assez sommaire, d'autant que, en fait, ces jaugages concernent le bras principal de la MAMBILI seulement. A travers les 10 Km de digue qui, de part et d'autre, barrent la vallée, sont percés de nombreux ponts en troncs d'arbre. Ces ponts permettent l'écoulement compliqué d'un réseau de petites rivières, émissaires ou affluents (ou les deux à la fois) de la MAMBILI.

Il n'est bien sûr pas question de jauger tous ces bras.

MAMBILI à YENGO

Modules mensuels et annuels

Nous disposons de fort peu de résultats à cette station. On parvient seulement à un échantillon de 7 modules annuels, dont 4 seulement correspondent à des années complètes.

L'ajustement de cet échantillon à une loi de Gauss n'est guère concluant.

Débit m ³ /s	N° ordre
208	1
201	2
197	3
195	4
193	5
188	6
187	7

On obtient un module interannuel \bar{Q} de 196 m³/s avec un écart type $\sigma_{\bar{Q}} = 7,4$ m³/s

ce qui pour un intervalle de confiance de 95% donnerait au module interannuel la précision :

$$\bar{Q} = 196 \pm 6 \text{ m}^3/\text{s}$$

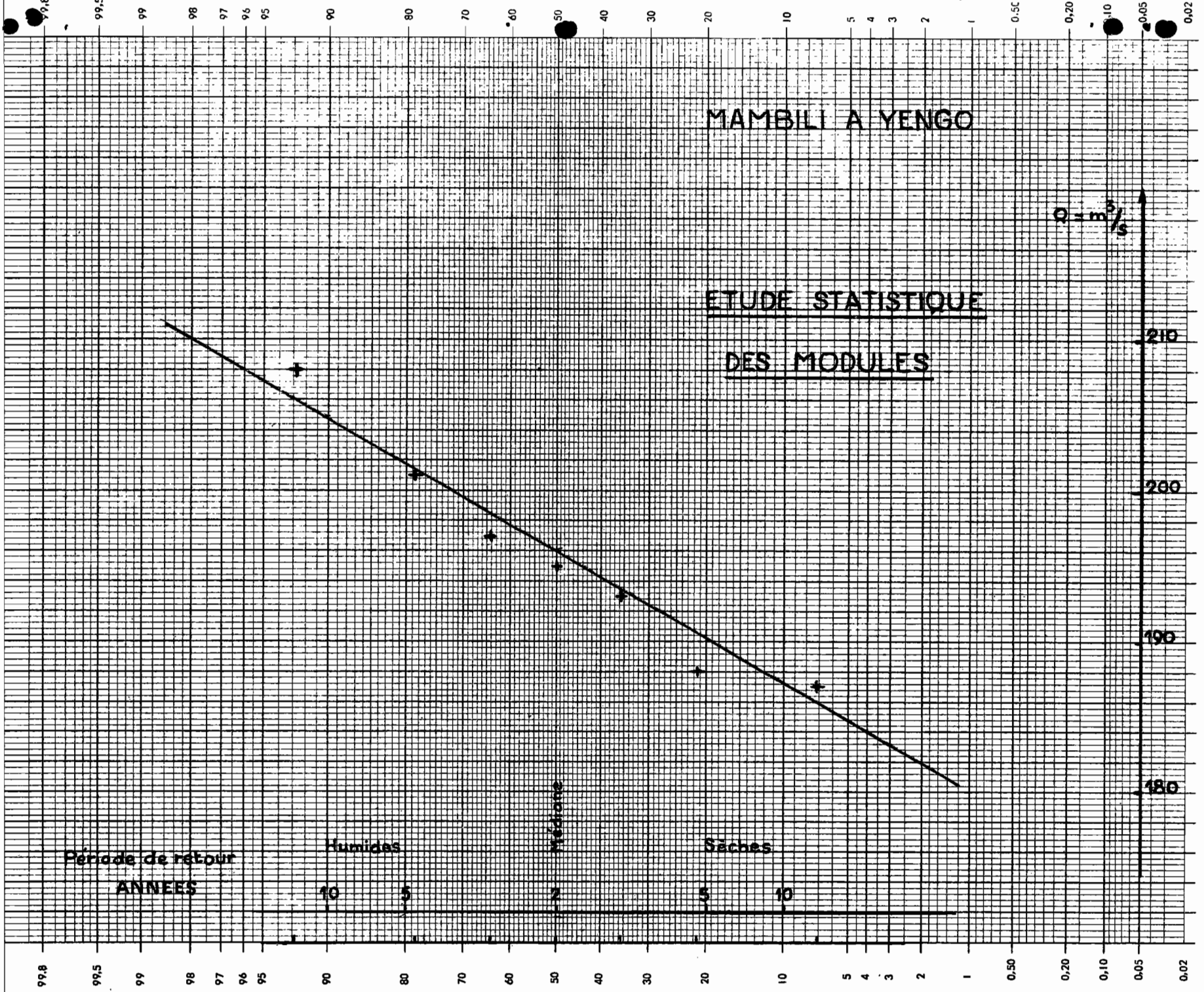
Valeurs remarquables :

Fréquences	Humides		Médiane	Sèches	
	10	5		5	10
Débits m ³ /s	205	202	196	190	187
Débit spécifique moyen l/s/km ²	17,1	16,8	16,3	15,8	15,6

Le coefficient de variation est : $K_3 = \frac{205}{177} = 1,10$

PRODUIT :

Caractéristique :



DEBITS MOYENS MENSUELS DE LA MAMBILI à YENGO

Année	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Module annuel
1961				214	183	147	144	111	144	266	313	232	(187)
1962	118	132	167	201	243	251	134	114	150	256	309	288	197
1963	182	163	172	238	266	224	197	147	194	275	265	266	208
1964	156	114	156	227	285	288	229	167	176	198	200	221	201
1965	189	224	205	243	187	167	183	169	180	190	186	185	193
1968				145	179	199	109	093	184	272	315	263	(188)
1969	182	134	163	186	242	225	153	148	148	253			(195)
													(196)
Module mensuel	167	153	173	208	226	214	164	136	168	244	264	242	197
Module minimum	118	114	156	145	179	147	109	093	144	190	186	185	187
Module maximum	189	224	205	243	285	288	229	169	194	275	315	266	208

MAMBILI à YENGO

Hautes et basses eaux

Les observations en notre possession sont beaucoup trop étriquées pour tenter une étude statistique, même grossière.

- les plus hautes eaux connues seraient le 29 mai 1969.

Cote = 323 soit environ $376 \text{ m}^3/\text{s}$

A cette cote le remblais soutenant la route est inondé sur une grande largeur. Etant donné alors les dimensions importantes de la section mouillée, il est probable que cette cote n'est guère dépassée, même si le débit peut encore s'accroître dans de sensibles proportions.

Le débit spécifique de cette crue, $31,3 \text{ l/s/km}^2$, est moyen.

- les plus basses eaux connues seraient celles du mois d'août 1968.

Cote = 044 soit $88 \text{ m}^3/\text{s}$ environ.

Le débit spécifique correspondant, $7,3 \text{ l/s/km}^2$, est plutôt fort et laisserait penser que les basses eaux de la MAMBILI puissent être encore beaucoup plus sévères. En fait la période d'observation ne comprend pas les années 1954, 1958 et 1959 à étiage particulièrement sévère, ce qui tend à une certaine surestimation.

RELEVÉ DES HAUTES ET BASSES EAUX
de la MAMBILI à YENGO

Année	BASSES EAUX			HAUTES EAUX		
	Date	Cote	Débit	Date	Cote	Débit
1961	août	< 100	< 112	8 Avril	265	272
	septembre			17 au 28/4	> 297	330
1962	Début août	< 100	< 112	19 mai	270	282
				début.Déc.	> 297	330
1963	Mi-août	100	112	29 mai	285	308
				15 décembre	285	308
1964	10 août	100	112	25 avril	256	262
				1 décembre	299	335
1965	14 août	164	151	29 avril	259	267
				18 novembre	259	267
1968	Août	044	88	24 mai	234	229
				5 novembre	308	349
1969	9 août	105	115	29 mai	323	376

LE KOUYOU à LINNEGUE (Fort-Rousset)

Historique de l'échelle

Une première échelle n° 1, posée par la C.F.H.B.C. est détruite par la crue de novembre 1951, sans qu'aucun relevé n'ait été fait.

- Monsieur AIME installe le 27 septembre 1952 une échelle ORSTOM en fonte d'aluminium de 1 à 4 mètres. Le zéro est à 2,16 m sous un repère n° 1, situé à l'angle du quai C.F.H.B.C.
- Monsieur ALDEGHERI pose le 8-8-1954 un élément négatif. Le zéro n'est pas modifié.
- le 2-8-1956, Monsieur GIRERD trouve l'échelle penchée. Elle indique 1,5 cm de plus qu'elle ne devrait.
- le 18-10-1958, l'échelle est inclinée à 45°. Pose d'un nouveau repère n° 2 (cornière de 60 enfoncée dans l'angle du quai C.F.H.B.C.) par M. MERLEN.

Une échelle n° 2 est installée 100 m en amont de la précédente.

Le zéro est 2,065 m sous le repère 2

2,195 m sous le repère 1 (pour autant que ce dernier n'ait pas bougé ?)

- le 31 août 1960, Monsieur MERLEN trouve le zéro à 2,175 m sous le repère n° 1, et 0,92 m sous un troisième repère n° 3 constitué par un clou dans une racine voisine.

L'élément 1-2 est enfoncé de 1 cm.

" 3-4 " " 4,6 cm.

- le 22 mars 1961, le zéro est à - 2,165 m sous le repère n° 1 du quai C.F.H.B.C.

En Juin 1961, Monsieur ARDOLI signale le zéro à 2,18 m sous le même repère.

- le 8 avril 1963, Monsieur HIEZ, situe le zéro à 3,535 m sous le massif de la station de pompage CFHBC. Il précise que le niveau des plus hautes eaux 61 aurait atteint 3,865 m à l'échelle, et non 342 comme indiqué.

L'élément 1-2 serait à remonter de 8 mm ; le 2,95-3,95 de 5 mm.

Repères : Boulon sur mât de traille de rive droite 314,0089
Garage CFHBC LINNEGUE n° 128 320,2262

- le 17 février 1966, Monsieur MAILHAC change les deux éléments de hautes eaux et construit une borne SH repère n° 4.

- le 9 octobre 1968, l'échelle est dans l'état suivant :

Eléments 0-1 et 1-2 couchés, néanmoins lus par le lecteur (?)
" 2-3 et 3-4 en bon état.

Les éléments 0-1 et 1-2 sont remplacés et calés au même zéro.

Nivellement par rapport au repère n° 4

Zéro élément 0-1 à	- 4,084	sous borne SH repère n° 4
" " 1-2	- 4,084	" " "
" " 2-3	- 4,084	" " "
" " 3-4	- 4,087	" " "

Etalonnage de la station

Avec 22 jaugeages assez équitablement répartis, la section peut être considérée comme bien étalonnée.

KOUYOU A LINNEGUE

COURBE D'ETALONNAGE

400

300

200

100

0,60

1,00

2,00

H m

3,00

Q m³/s

KOUYOU à LINNEGUE

Jaugages effectués à cette station :

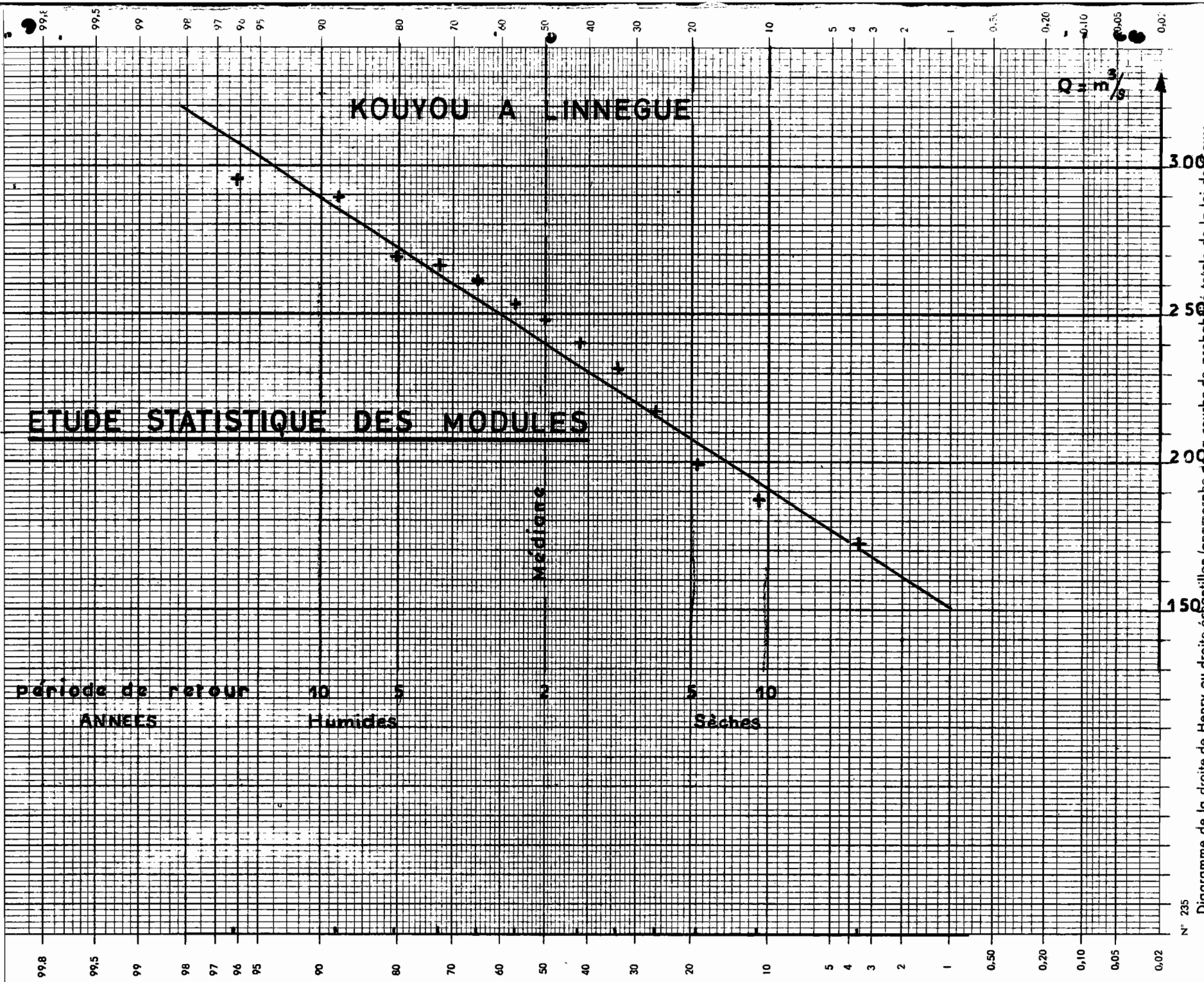
Date	Hauteur cm	Débit m ³ /s	Opérateur
27-09-52	120	248,5	
26-09-53	072	189	
9-08-54	-15	103	Aimé
21-04-55	169	314	Teissier
2-08-56	009	130	Girard
19-10-58	056	160	Merlen
31-08-60	037	153	Ardoli
31-08-60	039	157	"
16-02-61	112	246,5	"
22-03-61	269	455	"
13-12-61	199	359	"
8-03-63	119,5	248,5	Lorique
26-06-63	118,5	250,7	Mailhac
6-10-63	100	227,4	"
15-02-66	155,5	294	"
18-02-66	181,9	354	"
26-04-66	251	456	"
28-04-66	233,7	417	"
20-05-66	179,5	340	"
10-06-69	162	293	Barilly
28-08-69	087	212	"
20-11-69	253	450	"

DEBITS MOYENS MENSUELS DU KOUYOU à LINNEGUE 1951-1968

Année	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Module annuel
1952	-	-	-	-	-	-	-	-	158	309	263	284	
1953	212	185	297	239	215	171	133	115	162	238	242	180	199
1954	171	210	240	230	253	219	122	122	127	178	193	173	187
1955	187	151	266	269	277	203	130	120	161	291	353	381	232
1956	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1957	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1958	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1959	171	208	141	168	-	135	119	112	126	184	176	229	(172)
1960	180	174	237	266	330	349	161	145	228	330	329	305	253
1961	266	257	390	439	394	270	193	155	174	297	385	319	295
1962	220	236	246	224	264	285	150	149	206	341	315	338	248
1963	274	268	226	293	347	227	183	175	185	238	330	381	261
1964	373	327	315	333	362	321	182	151	176	263	371	289	289
1965	246	293	283	273	275	194	141	151	176	-	316	266	(240)
1966	301	297	260	315	-	217	178	186	224	247	367	338	(269)
1967	176	207	192	182	196	205	125	179	178	293	368	297	217
1968	372	291	275	263	347	196	143	141	203	264	331	366	266
													<u>240,6</u>
Module mensuel	(242)	(238)	(259)	(269)	(296)	(230)	(151)	(146)	(177)	(267)	(310)	(296)	(240,1)
Module minimum	(171)	(151)	(141)	(168)	(196)	(135)	(119)	(112)	(126)	(178)	(176)	(173)	
Module maximum	(373)	(327)	(390)	(439)	(394)	(349)	(193)	(186)	(228)	(341)	(385)	(381)	

PRODUIT :

Caractéristique :



KOUYOU à LINNEGUE

Etude statistique

Etude des modules annuels et mensuels

Nous avons réuni dans un même tableau l'ensemble des modules moyens mensuels qui nous sont connus depuis 1952.

Cela nous fournit un échantillonnage de 13 modules annuels seulement.

Débit m ³ /s	N° ordre
295	1
289	2
269	3
266	4
261	5
253	6
248	7
(240)	8
232	9
217	10
199	11
187	12
(172)	13

Le module moyen interannuel est

$$\bar{Q} = 240,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

il lui correspond un écart type

$$\sigma_{\bar{Q}} = 38,0 \text{ m}^3/\text{s}$$

L'ajustement à une loi de Gauss n'est pas très satisfaisant (sans doute à cause de la brièveté de l'échantillonnage).

A un intervalle de confiance de 95% correspond la précision suivante sur le module interannuel :

$$\bar{Q} = 240 \pm 21 \text{ m}^3/\text{s}$$

Les valeurs statistiques remarquables du module sont :

Fréquences ..	Humide		Médiane	Sèche	
	10	5	2	5	10
Débit m ³ /s	289	273	240	208	191
Débit spécifique moyen l/s/km ²	26,8	25,4	22,3	19,4	17,7

Le coefficient de variation $K_3 = \frac{289}{191} = 1,51$

KOUYOU à LINNEGUE

Classification des échantillons par mois

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
	373	327	390	439	394	349	193	186	228	341	385	381
	372	297	315	333	362	321	183	179	224	330	371	381
	301	293	297	315	347	285	182	175	206	309	368	366
	274	291	283	293	347	270	178	155	203	297	367	338
	266	268	275	273	330	227	161	151	185	293	353	338
	246	252	266	269	277	219	150	151	178	291	331	319
	220	236	260	266	275	217	143	149	176	264	330	305
	212	210	246	263	264	205	141	145	176	263	316	297
	187	208	240	239	253	203	133	141	174	247	315	289
	180	207	237	230	215	196	130	122	162	238	263	284
	176	185	226	224	196	194	125	120	161	238	242	266
	171	174	192	182		171	122	115	158	184	193	229
	171	151	141	168		135	119	112	127	178	176	180
									126			173
\bar{Q} module	242	238	259	269	296	230	151	146	177	267	310	296
σ_Q	71,8	54,4	59,9	69,5	63,7	60,3	25,9	24,3	30,8	50,2	69,1	66,6
\bar{Q} décennal sec	150	168	182	180	214	153	118	115	138	203	222	211
\bar{Q} décennal humide	334	308	336	358	378	307	184	177	216	331	398	381
C_v	2,226	1,83	1,846	1,988	1,765	2,006	1,541	1,539	1,565	1,630	1,792	1,805
\bar{Q}_5 sec	182	192	209	211	242	179	129	126	151	225	252	240
\bar{Q}_5 humide	302	284	309	327	350	281	173	166	203	309	368	352

365 jours

300

200

100

KOUYOU A LINNEGUE

nombre de jours où un débit n'est pas atteint pour
une année de pseudo fréquence donnée

100
0,00

200
1,00

300

400

Hm
Echelle

$Q = \frac{m^3}{s}$

pseudo
decennale
seche

pseudo
quinquennale
seche

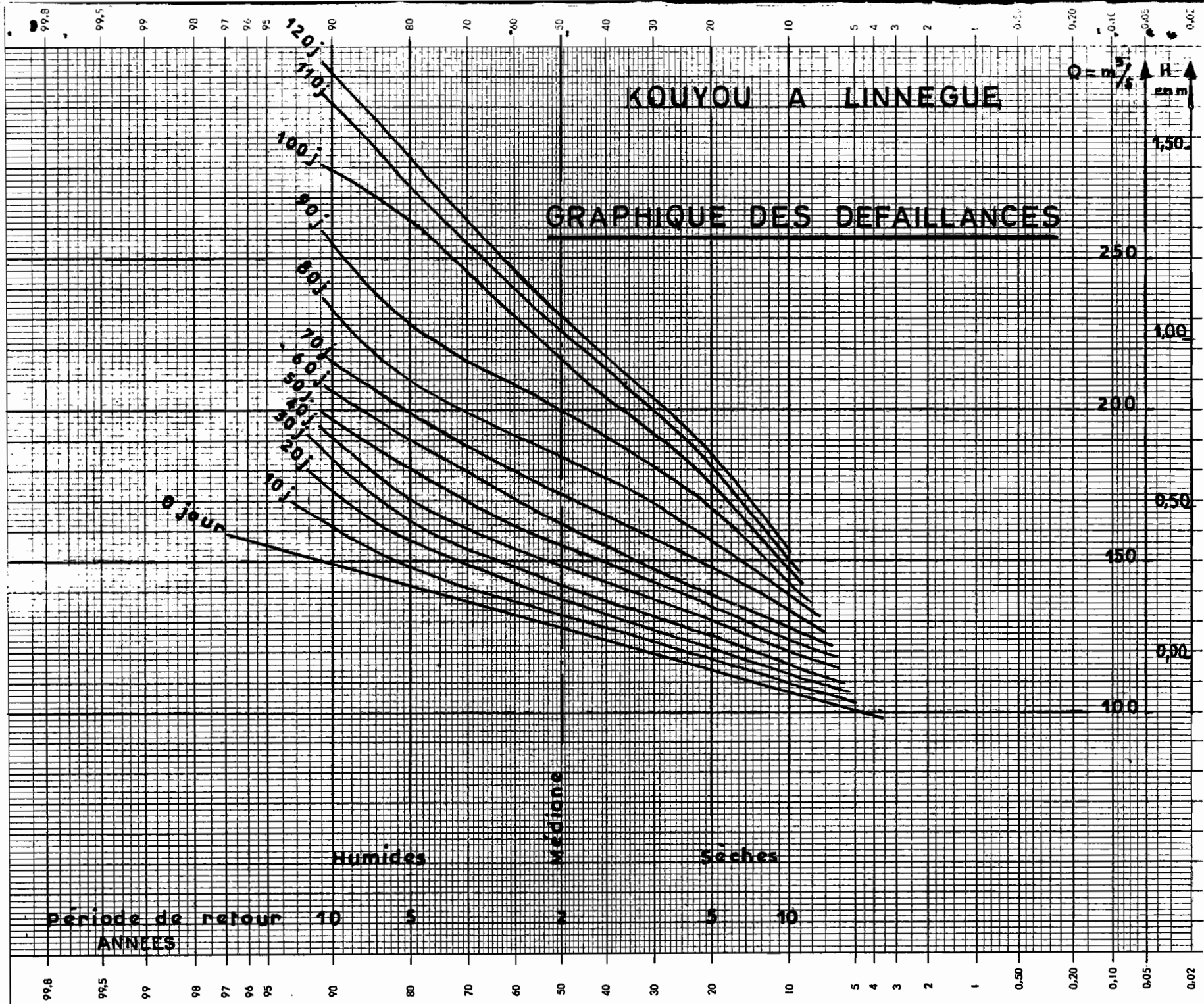
mediane

pseudo
quinquennale
humide

pseudo
decennale
humide

PRODUIT :

Caractéristique :



KOUYOU à LINNEGUE

Nombre de jours où un certain débit n'est pas atteint pour des années de fréquence donnée

Débit	Cote	Humide		Médiane	Sèche	
		10	5		5	10
110	002	0	0	0	0	8
120	006	0	0	0	12 j	43
140	026	0	0	27 j	60	81
160	046	0	26 j	57	82	138
180	065	24 j	52	78	102	192
200	083	58	72	90	177	255
220	098	75	87	105	246	339
240	115	84	96	138	306	365
260	127	93	99	207	365	365
280	142	102	114	263	365	365
300	157	111	171	365	365	365
325	172	170	243	365	365	365
350	190	231	312	365	365	365
375	205	300	365	365	365	365
400	223	365	365	365	365	365

Une étude statistique des débits moyens mensuels a également été faite. L'ajustement de chaque échantillonnage mensuel à une loi de Gauss permet de construire un tableau donnant pour des années de fréquences données le nombre de jours où un débit n'est pas atteint.

Etude statistique des crues

Nous avons retenu pour chaque année la crue la plus forte, qu'elle ait eu lieu durant la première ou la deuxième saison des pluies. Un échantillon de 13 crues annuelles a été ainsi réuni.

Débit m ³ /s	N° ordre
597	1
565	2
525	3
(487)	4
482	5
472	6
471	7
436	8
427	9
413	10
380	11
364	12
352	13

La crue moyenne est $\bar{Q}_c = 459 \text{ m}^3/\text{s}$

Il lui correspond un écart type

$$\sigma_{\bar{Q}_c} = 74,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

L'ajustement à une loi de Gauss est assez satisfaisant.

A un intervalle de confiance de 95%, correspond une précision sur la crue moyenne :

$$\bar{Q}_c = 459 \pm 40 \text{ m}^3/\text{s}$$

Valeurs remarquables :

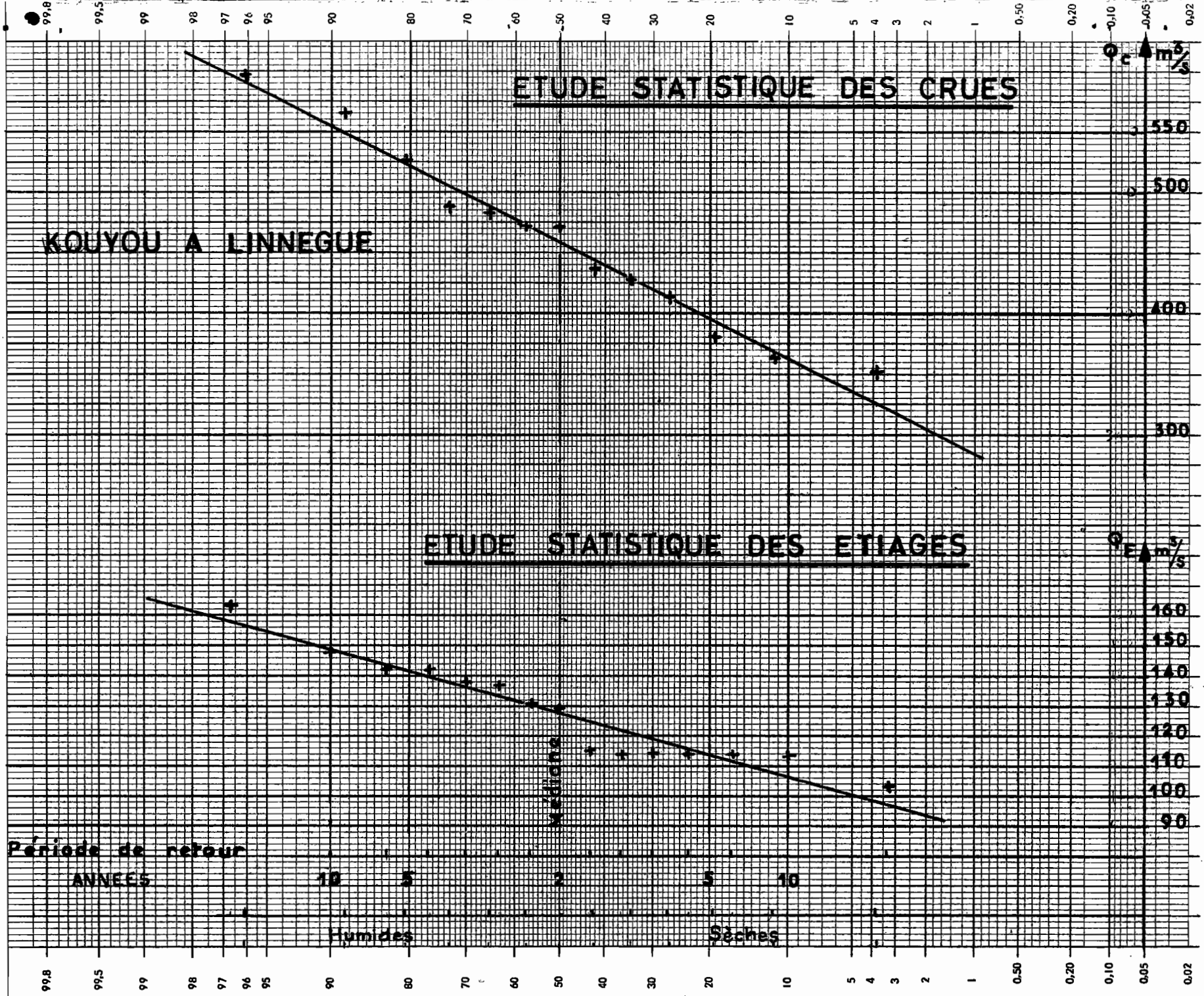
Fréquences ...	Humides		Médiane	sèches	
	10	5	2	5	10
Débit m ³ /s	555	520	459	398	363
Débit spécifique de crue l/s/km ²	51,5	48,4	42,7	37,0	33,8

Le coefficient de variation est $K_3 = 1,53$

RELEVÉ DES HAUTES ET BASSES EAUX du KOUYOU à LINNEGUE

ANNEE	BASSES EAUX			HAUTES EAUX		
	Date	Cote	Débit	Date	Cote	Débit
1952	Données incomplètes			données incomplètes		
1953	Août	0	114	28-03	194	364
1954	28-7/9-8	-007	103	4-5/6-6	190	352
1955	10-8 au 25	0	114	12-15/12	270	482
1956	9-8 au 3-9	0	(114)	26-27/3	(270)	(482)
1957	6 au 28/8	0	(114)	11-03	(275)	(487)
1958	-	-	-	-	-	-
1959	10-8 au 5-9	0	(114)	-	-	-
1960	11-08	025	135	30-09	245	436
1961	(30-31/8 et 3-4/9	028	142	28-03	342	597
1962	13-08	016	129	12-06	295	525
1963	21-08	034	148	26-12	238	427
1964	20-24/08	028	142	30-05	319	565
1965	10-07	024	137	17-11	210	380
1966	24-7 au 1/8	049	163	23-04	266	475
1967	9-10/08	001	115	11-11	230	413
1968	16-08	019	131	18-01	265	472

PRODUIT :
Caractéristique :



KOUYOU à LINNEGUE

Etude des basses eaux

Un échantillonnage de 15 basses eaux annuelles a pu être réuni. Elles se situent toutes aux mois d'Août-Septembre.

Débit m ³ /s	N° ordre
163	1
148	2
142	3
142	4
138	5
137	6
131	7
129	8
115	9
114	10
114	11
(114)	12
(114)	13
(114)	14
103	15

Les basses eaux moyennes sont :

$$\bar{Q}_E = 127,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

Il leur correspond un écart type

$$6\bar{Q}_E = 16,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

ce qui, pour un intervalle de confiance de 95%, donne la précision :

$$\bar{Q}_E = 127,9 \pm 8,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

On obtient avec l'ajustement, peu satisfaisant, à une loi de Gauss les valeurs caractéristiques suivantes :

Fréquences ...	Humides		Médiane	Sèches	
	10	5	2	5	10
Débit m ³ /s	149,5	142	127,9	114	106,3
Débit spécifique d'étiage l/s/km ²	13,9	13,2	11,9	10,6	9,9

Le coefficient de variation est alors :

$$K_3 = \frac{149,5}{106,3} = 1,41$$

REGIMES

Les trois rivières étudiées sont de type équatorial pur.

MODULES

- les modules mensuels maxima s'observent en mai et novembre. Pour le KOUYOU à LINNEGUE, ces deux modules moyens mensuels sont presque égaux; la MAMBILI et la LIKOUALA-MOSSAKA surtout, présentent par contre un module mensuel de novembre nettement supérieur à celui de mai.

- l'examen du rapport $K = \frac{\text{plus fort module mensuel annuel}}{\text{plus petit module mensuel annuel}}$

est intéressant.

Ce rapport présente des valeurs tout à fait comparables pour la LIKOUALA-MOSSAKA à MAKOUA et ETOUNBI; il devient beaucoup plus faible lorsque l'on passe à la MAMBILI ou au KOUYOU.

* le cas du KOUYOU peut facilement s'expliquer par l'influence du régime batéké sur les caractéristiques de cette rivière qui tient ainsi une place intermédiaire entre l'ALIMA et la LIKOUALA.

* Le cas de la MAMBILI est plus nébuleux. Sans doute convient-il d'y voir une conséquence de l'influence de la forêt équatoriale, le plus souvent inondée, qui recouvre son bassin. Cette dernière assurerait en quelque sorte une régulation des débits à l'échelle mensuelle au moins. Ce phénomène se verrait encore amplifié par les tracés sinueux et souvent multiples de la MAMBILI qui, d'année en année, s'ouvre de nouveaux passages dans la forêt équatoriale.

- Les modules spécifiques moyens annuels de la LIKOUALA-MOSSAKA et de la MAMBILI sont très voisins. Ils traduisent bien les similitudes de sol, de végétation et de climat des deux bassins. Par contre, le KOUYOU à LINNEGUE présente un module spécifique nettement supérieur. Cela tient en grosse partie au terrain beaucoup plus profond, limitant l'ETP et aussi à l'apparition conséquente de grandes zones de savane.

$Q = m^3/s$

LIKOUALA MOSSAKA A MAKOUA

400
300
200
100

module decennal
module moyen
mensuel

$Q = m^3/s$

LIKOUALA MOSSAKA A ETOUMBI

300
200
100

module decennal
module moyen
mensuel

$Q = m^3/s$

MANBILI A YENGO

300
200
100

module extremes
module moyen
mensuel

$Q = m^3/s$

KOUYOU A LINNEGUE

400
300
200
100

module decennal
module moyen
mensuel

J F M A M J J A S O N D

COMPARAISON DES CARACTERISTIQUES DE L'ECOULEMENT
DES RIVIERES DU BASSIN DE LA LIKOUALA-MOSSAKA

		LMM	LME	MY	KL
Module \bar{Q}	m ³ /s	227	151	197	240
Module décennal sec	m ³ /s	182	127	187	191
Module décennal humide	m ³ /s	272	174	205	289
Débit spécifique moyen	l/s/km ²	16,2	16,5	16,3	22,3
Débit spécifique décennal sec	l/s/km ²	12,9	13,9	15,6	17,7
Débit spécifique décennal humide	"	19,4	19,0	17,1	26,8
K_3		1,49	1,37	1,10	1,51
K		3,75	3,20	1,94	2,12
Débit moyen de crue	m ³ /s	454	292	376 (Q _{max.obs})	459
Débit décennal de crue	m ³ /s	559	323	-	555
Débit spécifique de crue moyenne	l/s/km ²	31,3	32,0	(31,3)	42,7
Débit spécifique de crue décennale	l/s/km ²	39,8	35,2	-	51,5
Débit d'étiage moyen	m ³ /s	84,5	54	88 (Q _{min.obs})	127,9
Débit décennal d'étiage	m ³ /s	58,0	41	-	106,3
Débit spécifique d'étiage moyen	l/s/km ²	6,0	5,9	(7,3)	11,9
Débit spécifique d'étiage décennal	l/s/km ²	4,1	4,5	-	9,9

K_3 : Coefficient de variation = $\frac{\text{Module décennal humide}}{\text{Module décennal sec}}$

K : $\frac{\text{Plus grand module mensuel annuel}}{\text{Plus petit module mensuel annuel}}$

LMM : Likouala-Mossaka à MAKOUA
LME : Likouala-Mossaka à ETOUMBI
MY : MAMBILI à YENGO
KL : KOUYOU à LINNEGUE.

CRUES

- Les débits spécifiques moyens de crue sont voisins aux deux stations de la LIKOUALA-MOSSAKA. Par contre, le débit spécifique moyen de crue du KOUYOU est nettement plus fort. Les conditions générales de ruissellement doivent être beaucoup plus favorables pour le bassin du KOUYOU que pour celui de la LIKOUALA-MOSSAKA.

ETIAGE

- Les conclusions que l'on peut tirer de l'examen des débits spécifiques d'étiage sont en tout point semblables. On note toujours le même comportement particulier du bassin du KOUYOU, dont les débits spécifiques d'étiage sont nettement supérieurs à ceux de ses voisins.

D'une façon générale, il faut insister sur les distributions gaussiennes normales des étiages et surtout des crues pour l'ensemble des rivières du bassin de la LIKOUALA-MOSSAKA.

Ceci tient au caractère particulièrement régulier des régimes de ces rivières, ainsi que le mettent bien en évidence les faibles valeurs du coefficient de variation K_3 des distributions des modules.
