

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE BRAZZAVILLE

SECTION D'HYDROLOGIE

LE BASSIN DE LA SANGHA

- La Sangha à Ouesso
- Le Dja à Fort-Soufflay

(par B. POUYAUD & A. BARILLY)

Brazzaville, Novembre 1971

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

Centre de Brazzaville

Section d'HYDROLOGIE

LE BASSIN DE LA SANGHA

- LA SANGHA A DUESSO
- LE DUESSO A FORT-SOUFELAY

(par B. POUYAUD & A. BARILLY)

D8
POU

Brazzaville, Novembre 1971

24 MAI 1972



11246

O M M A I R E

-0000000-

-000-

-0-

* /_ I M I T E D E L ' E T U D E

I.- DESCRIPTION GEOGRAPHIQUE SOMMAIRE.

II.- LES STATIONS LIMNIMETRIQUES
ET LEUR ETALONNAGE.

- LA SANGHA

- LE D'JA

III.- ETUDES DES MODULES, BILAN HYDRIQUE.

- LA SANGHA A OUESSO

- LE D'JA

IV.- ETUDE DES CRUES.

V.- ETUDE DES ETIAGES.

VI.- GRAPHIQUE DES DEFAILLANCES -

- NAVIGABILITE -

-000-

-0-

* LIMITES DE L'ETUDE.

Nous nous proposons d'utiliser, dans cette courte note sur les rivières du bassin de la Sangha, les observations faites depuis bientôt 20 ans par le service hydrologique du Centre ORSTOM de Brazzaville. Nous ne citerons que pour mémoire, les stations qu'exploite le Service Hydrologique du Centre ORSTOM de Bangui sur le bassin de la Haute Sangha. Cette étude se borne donc en fait aux seules stations de Ouesso sur la Sangha et de Fort-Soufflay sur le D'Ja. Les deux stations de la Likouala-aux-Herbes (Epéna et Botouali) ont déjà fait l'objet d'une note précédente du Service Hydrologique du Centre ORSTOM de Brazzaville.

-000-

I.- DESCRIPTION GEOGRAPHIQUE SOMMAIRE.

a)- LE BASSIN DE LA SANGHA EN AMONT DE OUESSO.

Ce bassin est très important (158.350 km²). Le principal affluent de la Sangha est le D'Ja (ou N'Goko), affluent rive droite de la Sangha à quelques km en amont de Ouesso. Le D'Ja est presque aussi important que la Sangha (67.000 km² à Moloundou, 38.600 km² à Fort-Soufflay).

La géologie de ces bassins est complexe. On note avant tout une grande extension des formations précambriennes des séries de Sembe-Ouesso et de Nola, avec de nombreuses intrusions de nature variée :

- complexes tillitiques du D'Ja et de la Bandja.
- dolerites intrusives, etc...

Des granites indifférenciés prennent une grosse importance sur les têtes de bassins.

Le Nord-Est du bassin (République Centrafricaine) est en majeure partie constitué de grès de Carnot.

Les sols sont surtout des sols ferrallitiques appauvris modaux ou ferrallitiques remaniés modaux, sur roches basiques.

Dans les vallées se retrouvent des juxtapositions de sols ferrallitiques et de sols hydromorphes à pseudo-gleys.

Les reliefs sont souvent très accusés surtout sur la partie Ouest comprenant le bassin du D'Ja. La quasi-totalité du bassin est couverte d'épaisses forêts ombrophiles équatoriales, le plus souvent totalement vides d'habitants, à l'exception des quelques villages qui émaillent de loin en loin les rives des principales de ces rivières, hachées de rapides et de chutes parfois importantes (chutes de N'Ki sur le D'Ja, etc...).

A l'extrême Nord du bassin de la Sangha apparaissent les premières savanes arborées de plateau.

-000-

-0-

./...

./...

b)- LE BASSIN DE LA SANGHA AU SUD DE OUESSO.

La Sangha pénètre alors sur les alluvions quaternaires de la Cuvette Congolaise. La Sangha et ses affluents de faible importance d'ailleurs, coulent en direction Nord-Sud entre des bourrelets de berges, exondés en permanence seulement de loin en loin, là où se sont formées des cuirasses latéritiques. Une forêt ombrophile équatoriale très dense, inondée 6 mois par an recouvre toute cette zone.

Le seul affluent important est la Likouala-aux-Herbes, rivière typique de la Cuvette Congolaise qui fit déjà l'objet d'une note du service hydrologique du Centre ORSTOM de Brazzaville.

La Sangha se jette alors dans le Congo par un delta commun avec la Likouala-Mossaka.



II.- LES STATIONS LIMNIMÉTRIQUES,
ET LEUR ÉTALONNAGE.

a)- LA SANGHA.

De fort nombreuses échelles de navigation ont été placées par l'A.T.E.C., la C.G.T.A., etc... au long du cours de la Sangha. Certaines demeurent :

- échelle de Tsossolo PK 60
- échelle de Picounda PK 330 mise en place le 31 Mars 1967, calée (?) sur le zéro de Ouesso.
- échelle de Ouesso PK 500 (voir plus loin)
- échelle de Salo Pk 736)
- échelle de Nola Pk 787) font partie du réseau hydrométrique de la R. C. A.

Seules les trois dernières stations sont, à notre connaissance, étalonnées.



./...

./...

b)- LE D'JA.

Il existe également quelques échelles sur le D'Ja :

- échelle de Moloundou PK 138
- échelle de Boloso PK 140
- échelle de Fort-Soufflay PK 192 (voir plus loin)

Seule l'échelle de Fort-Soufflay est étalonnée.

-ooo-

-o-

c)- LA SANGHA A OUESSO.

1) Historique de l'échelle.

Monsieur ROBINEAU de la CGSL installait une première échelle limnigraphique en Novembre 1947, dont les relevés sont continus et sérieux jusqu'en 1951. Cette échelle n° 1 sera arrachée par une barge en Mai 1952.

Le 25.6 1952 une échelle n° 2 la remplace, calée 1,97 m au-dessus de l'échelle 1 (les deux échelles ont été nivelées par rapport au même repère).

Deux repères anciens sont signalés :

- Repère n° 1 : Ancienne bitte en ciment entre les piliers de l'ancien quai : zéro échelle n° 2 à -7,115 m.

- Repère n° 2 : Dessus de la bitte d'amarrage (?) zéro échelle 2 à -7,86 m.

Un nivellement ORSTOM fait en Octobre 1958 à partir du repère IGN-OUESSO n° 10, coté 336,535 m donne pour le zéro de l'échelle n° 2 la cote 325,787 m. Ce repère IGN n° 10 sera le repère ORSTOM - S.H n° 3.

Le 5-9-1960 l'ORSTOM pose une borne repère SH n° 4. Le zéro de l'échelle n° 2 est à -7,747 m sous cette borne (située entre un palmier et l'élément supérieur). Un élément de 6 à 7 m est posé à une date ultérieure.

Un 1969 les importants travaux de construction du port fluvial de Ouesso entraîne la destruction de l'échelle ORSTOM n° 2, ainsi que les bornes ORSTOM repère SH n° 4, et IGN-OUESSO n° 10 repère ORSTOM n° 3.

./...

./...

Un repère (repère SH n° 5) demeure, sur le versant sud du bureau de l'ex-CGTA, posé par l'A.T.C., indiquant le zéro à -7,992 m.

Le 24.10.69 un nivellement ORSTOM donne :

- Zéro à -7,977 m sous repère SH n° 5 pour l'échelle ATC (n° 3 ORSTOM) posé sur le parement amont du quai.

- Zéro à -8,084 m sous repère SH n° 5 pour l'échelle provisoire posée sous l'ancien embarcadère CGTA. Cette échelle était en très mauvais état fin novembre 1969.

Monsieur BOURDIN, représentant local de la CGTA, assure que l'affaissement de cette échelle, lue durant la construction du port après l'enlèvement de l'échelle ORSTOM n° 2, se serait produit après son abandon au profit de l'échelle n° 3. Aucun nivellement écrit ne vient appuyer cette affirmation.

-000-

-0-

2) Etalonnage de la Sangha à Ouesso.

17 jaugeages, assez bien répartis, ont été faits à ce jour :

Date	Cote cm	Débit m ³ /s.
18 - 9 - 51	275	2190
11 - 3 - 52	065	700
24 - 9 - 52	350	2570
30 - 9 - 53	341	2320
31 - 8 - 57	305	2145
10 - 10 - 58	274	1875
17 - 10 - 69	466	3522
23 - 10 - 69	453	3361
6 - 4 - 70	137	930
10 - 4 - 70	123,5	824
8 - 4 - 71	164	1090
15 - 4 - 71	168	1125
16 - 11 - 71	441	3280
24 - 11 - 71	362	2560
7 - 12 - 71	320	2180

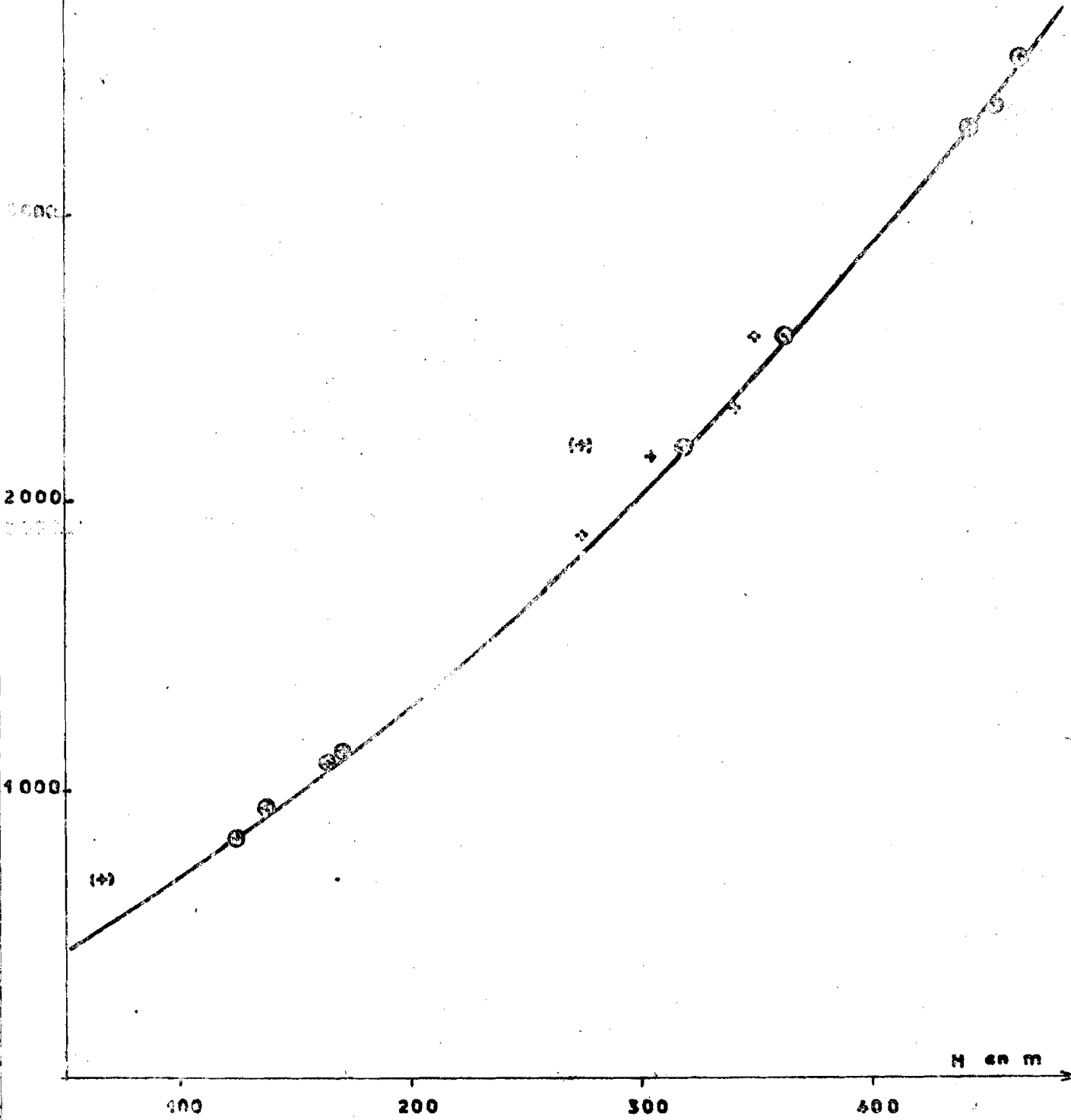
./...

SANGHA

A

OUESSO

ΔQ en m^3/s



./... La courbe d'étalonnage paraît satisfaisante, elle manque toutefois de jaugeages de vérification en moyennes eaux et de jaugeages en crue extrême (>5 m).

--000--

--0--

d)- LE D'JA A FORT-SOUFFLAY.

1) Historique de l'échelle.

- le 27-5-54, MM. ALDEGHERI et TEISSIER installent une échelle n° 1 en fonte d'aluminium de 0 à 5 m. Un repère SH n° 1 (2 clous plantés dans un fromager) est laissé à l'angle de la case TRAGOS.

Zéro de l'échelle n° 1 à 8,376 m sous repère SH n° 1.

- le 19-4-55, pose d'un élément 0-100 (échelle n° 2) sous le zéro de l'échelle n° 1. Les lectures sont précédées du signe - pour les distinguer de lectures de 0 à 100 sur l'échelle n° 1.

Pour être ramenées à l'échelle 1, ces lectures h_2 sont transformées en lectures h_1 par la relation :

$$h_1 = -(100 + h_2)$$

- le 9-3-56, les échelles 1 et 2 sont remplacées par une échelle n° 3 en éléments centimétriques de 0 à 500, un élément 0-100 fait fonction de 500-600.

Le zéro de l'échelle n° 3 est 1,55 m sous le zéro de l'échelle n° 1 soit zéro échelle n° 3 à 9,926 m sous repère SH n° 1, pour 0-500.

" " " à 4,926 m sous repère " " , pour 500-600

- le 29-8-57 pose d'un élément 500-600 centimétrique au même zéro.
- le 13-10-58 pose de deux éléments 600-700 et 700-800 au même zéro.

Le repère SH n° 1 est alors remplacé par un repère SH n° 2. Il s'agit d'un piquet bois avec tirefond situé 7 m au-dessus du zéro de l'échelle n° 3.

- le 4-9-60 le repère SH n° 2 a disparu. Poss d'une borne SH repère SH n° 3 à 8,916 m au-dessus du zéro de l'échelle n° 3.

- la Station est fermée en Juillet 1965.

- Elle sera réouverte en Avril 1967 (pas de renseignements à ce sujet)

- Le 20-10-69, visite de la station :

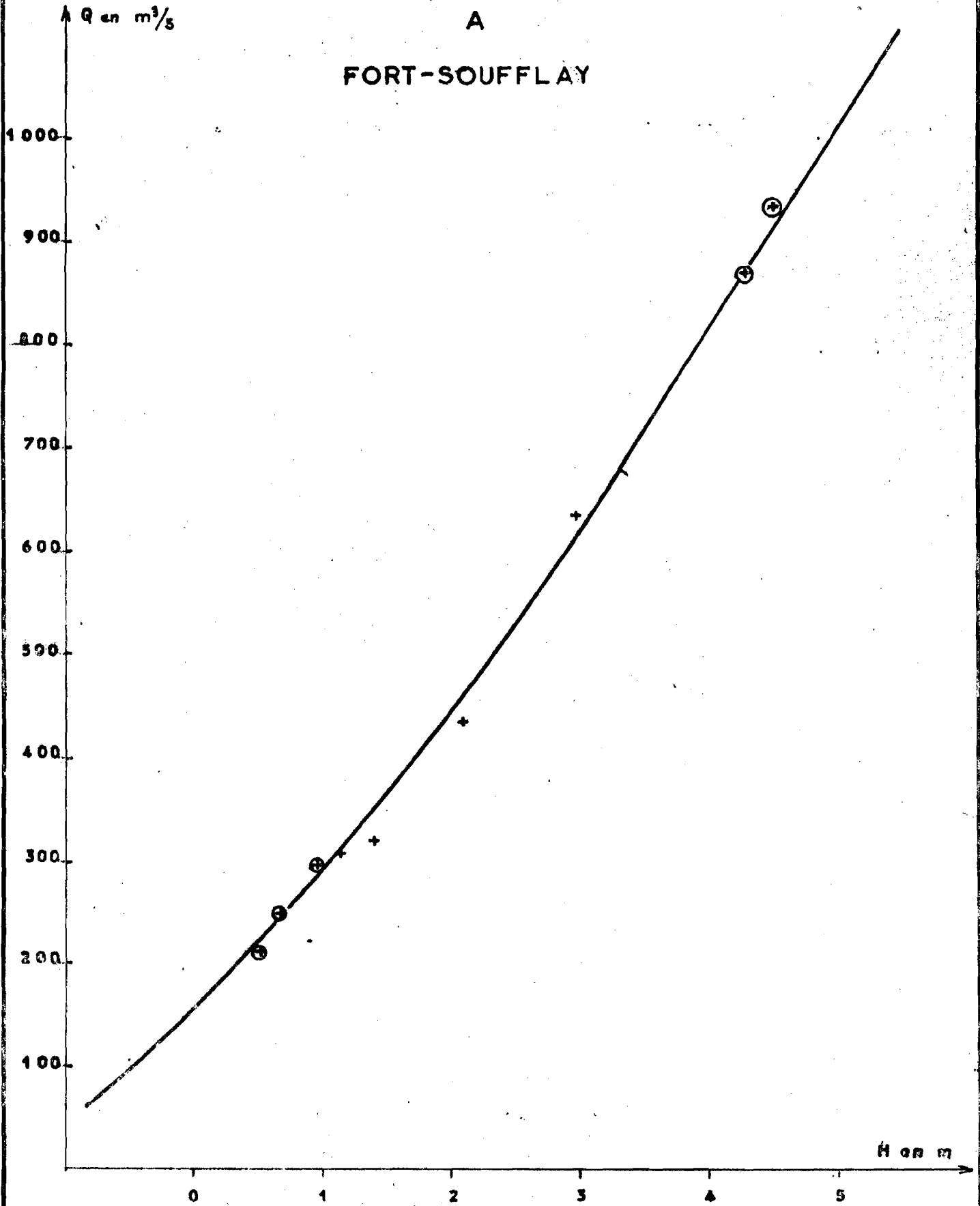
Nous adoptons pour borne SH repère n° 3, une borne en ciment, surmontée d'un tirefond peint en rouge, qui se trouve sur la droite de la saignée permettant de descendre à l'eau et le long de laquelle se trouvent les échelles ;

./...

DJA

A

FORT-SOUFFLAY



./...

la borne est sur le terre-plein dégagé.

- L'élément 7-8 est en bon état et son support solide, son zéro est à 8,859 m sous la borne.

- Un élément 0-1 (?) réparé par le lecteur est fixé sur une planche en bois depuis une date indéterminée. Son zéro est 2,502 m sous la borne.

- Un élément 5-6 placé sur un rail étroit peu solide paraît avoir glissé. Son zéro est à 8,477 m sous la borne.

- Deux éléments 3,95 - 4,95 et 2,95 - 3,95 accouplés sont placés sur un support peu solide et incliné. Leur zéro (mesuré sur le sommet 4,95 des éléments) est à 8,705 m sous la borne.

Nous laissons l'élément 7-8 inchangé et calons les autres éléments au même zéro soit : 7-8, 6-7, 5-6, 4-5 et 3-4 à 8,859 m sous la borne, ce qui compose l'échelle n° 4.

L'échelle 4 serait donc 0,057 m au-dessus de l'échelle 3 si l'on suppose la borne fixe. Nous pencherions plutôt pour un affaissement du remblais supportant la borne.

- le 8-4-70

état des éléments de basses eaux découverts de l'ancienne échelle n° 3 :

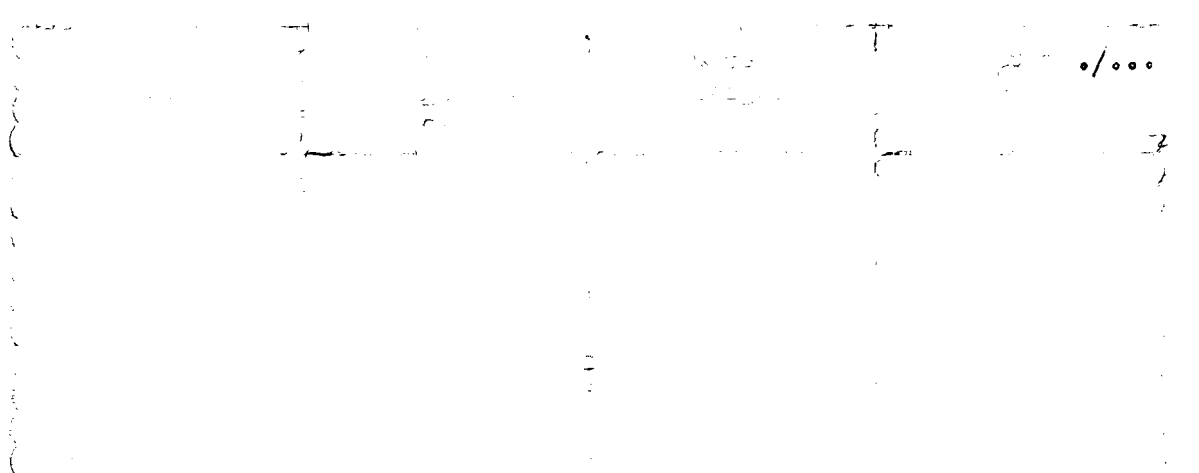
élément 2-3 zéro à -9,259 m sous la borne.
1-2 " -9,284 m " "

Nous posons des éléments neufs aux mêmes cotes que l'échelle n° 4, soit élément 0-1, 1-2, 2-3 à -8,859 m sous la borne.

-000-
-0-

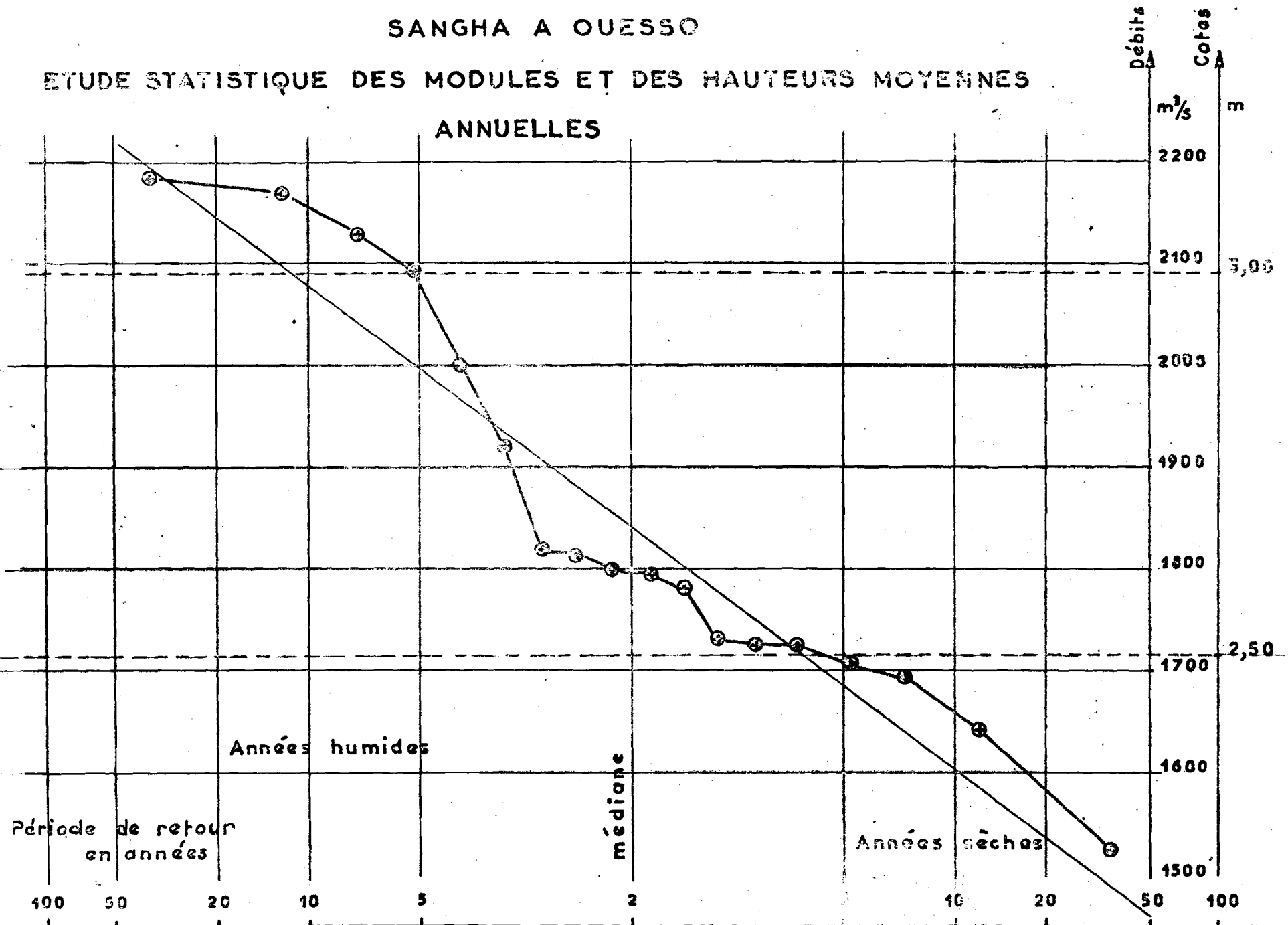
2) Étalonnage du D'Ja à Fort-Soufflay.

11 jaugeages existent à ce jour, la courbe d'étalonnage, assez satisfaisante, manque de jaugeages de hautes eaux.



SANGHA A OUESSO

ETUDE STATISTIQUE DES MODULES ET DES HAUTEURS MOYENNES ANNUELLES



Date	Cote originale cm	Cote corrigée cm	Débit m ³ /s
19 - 4 - 55	- 044	111	305
29 - 8 - 57	208	208	435
13 - 10 - 58	140	140	318
4 - 9 - 60	296	296	633,5
22 - 12 - 61	037	037	-
20 - 10 - 69	427	427	868
8 - 4 - 70	053	053	200
11 - 4 - 71	067	067	249
13 - 4 - 71	097	097	297
19 - 11 - 71	450	450	035

-000-

-0-

III.- ETUDE DES MODULES, BILAN HYDRIQUE.

a)- LA SANGHA A OUESO.

Nous fournissons ci-après un tableau des modules mensuels et annuels observés à la station de Ouesso de 1955 à 1970.

1) Etude du module annuel.

Nous disposons d'un échantillon de 18 modules annuels. L'ensemble des points expérimentaux peut s'ajuster sur une loi de Gauss.

On obtient : module interannuel $\bar{Q} = 1842 \text{ m}^3/\text{s}$ auquel correspond un écart-type $\sigma_{\bar{Q}} = 185 \text{ m}^3/\text{s}$

Ce qui, avec un intervalle de confiance de 90 %, permet la précision

$$\bar{Q} = 1842 \pm 70 \text{ m}^3/\text{s}$$

Nous regroupons dans le tableau suivant quelques modules annuels de période de retour donnée, ainsi que les modules spécifiques correspondants :

./...

Période de retour	années humides						années sèches					
	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100	
Débit moyen annuel m ³ /s	2270	2220	2145	2080	1995	1842	1685	1605	1535	1460	1410	
Cote moyenne correspondant m	3,22	3,16	3,07	2,99	2,87	2,67	2,46	2,35	2,26	2,16	2,09	
Débit spécifique L/s/km ²	14,3	14,0	13,6	13,1	12,6	11,6	10,6	10,1	9,7	9,2	8,9	

Le coefficient d'irrégularité K₃ est de 1,30, valeur tout à fait normale pour ce régime hydrologique.

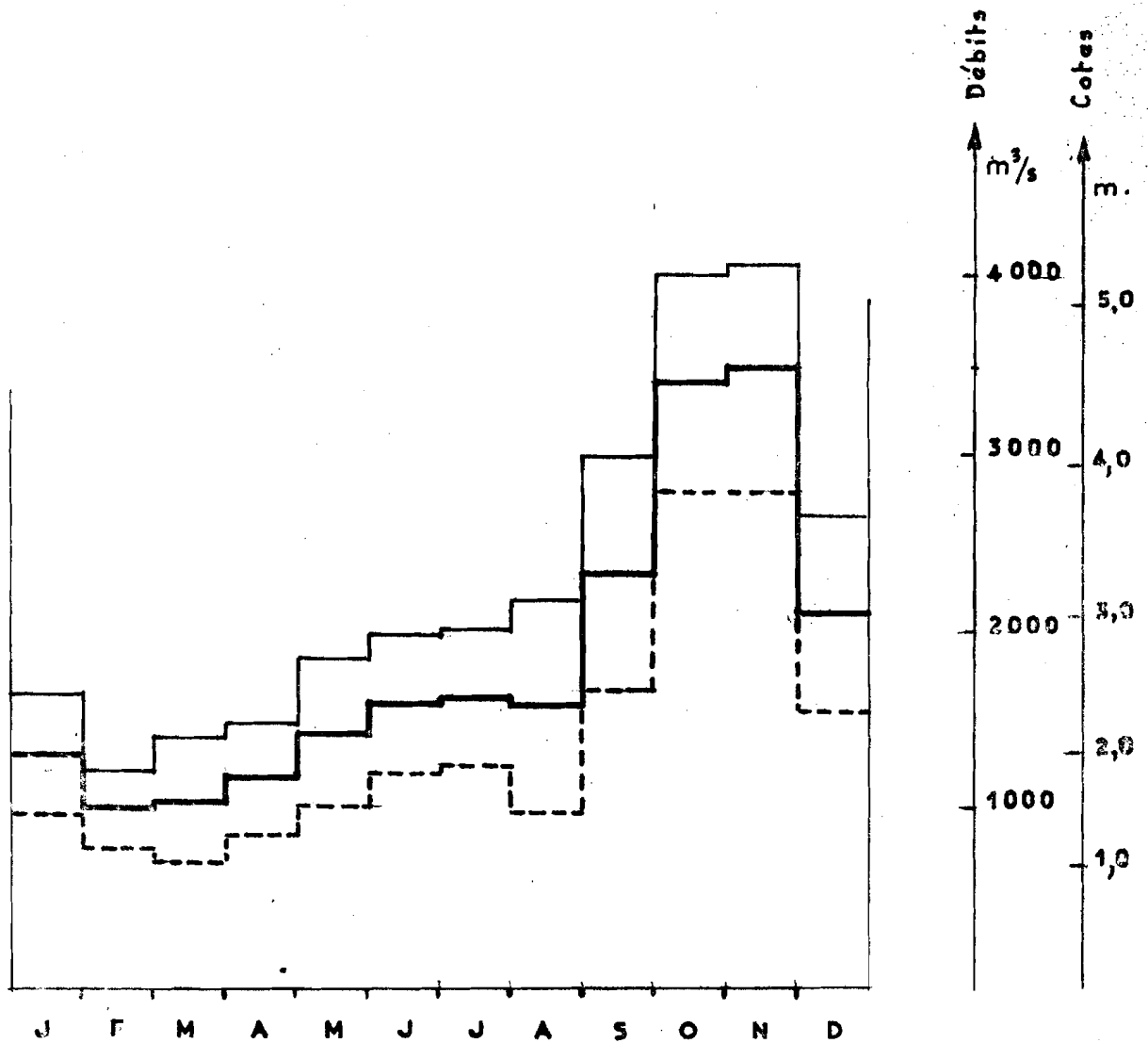
Le coefficient d'irrégularité est le rapport entre le débit décennal humide et le débit décennal sec.

MODULES MENSUELS ET ANNUELS DE LA SANGHA A OUESSO - Station N° 28

Années	JANV.	FEVR.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	Module annuel
1953	1442	990	1206	1047	1080	1326	1416	1151	1975	2920	3255	1891	1641
1954	1131	1204	1274	1200	1544	1822	1495	1012	1920	3221	2948	2017	1732
1955	1220	1051	1087	1340	1264	1569	1778	1834	2638	3678	3525	2067	1920
1956	1356	1037	1525	1498	1527	1920	1657	1120	1680	2890	3112	2313	1802
1957	1340	944	935	1150	1360	1904	2007	1908	3250	4090	4240	2920	2170
1958	1717	1195	1144	1291	1830	1770	1100	890	1356	2092	2236	1660	1523
1959	1060	770	619	980	1560	1460	1527	1710	2220	3427	4115	2390	1819
1960	1345	1020	1065	1238	1435	1345	1406	1783	2700	4081	4239	2361	2001
1961	1640	1169	834	1009	1086	1210	1620	1386	2175	3526	3316	1351	1693
1962	(585)	705	860	1213	1349	(1302)	1405	1195	2059	3562	3922	2531	(1724)
1963	1498	1285	1416	1759	2298	2039	2240	2059	2868	3777	3047	1930	2184
1964	1530	1129	990	1300	1442	1751	1455	918	(1796)	3448	3750	2042	(1795)
1965	1415	1120	1096	1195	1230	1150	1154	1182	2380	3200	3050	1632	1708
1966	(1081)	850	747	1010	1665	2155	1974	1897	2900	3350	4025	2855	(2042)
1967	1541	1008	844	715	860	1308	1732	1670	2340	3700	3190	1820	1727
1968	1237	828	830	920	1617	1855	1845	1719	2415	3092	3220	2207	1815
1969	1242	994	1537	1442	1555	1524	1913	2555	2943	3548	3609	2101	2080
1970	1317	971	950	991	1133	1403	1402	2056	-	3683	3885	1808	(1781)
Moyenne mensuelle	1316	1015	1053	1183	1435	1600	1618	1596	2330	3404	3482	2105	1842

Moyenne inter-annuel

MODULES MENSUELS MOYENS ET DECENNAUX
 SECS ET HUMIDES
 DE LA SANGHA A OUESSO



./...

2) Etude des modules mensuels - Régime.

Nous avons également ajusté des lois de Gauss sur chacun des échantillons de débit mensuels.

Nous regroupons les résultats obtenus dans le tableau suivant :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Débit moyen m ³ /s	1317	1015	1053	1183	1435	1600	1618	1597	2333	3405	3482	2405
$\sigma_{\bar{Q}}$ m ³ /s	258	157	261	242	324	307	302	464	511	471	535	410
Débit décennal sec m ³ /s	984	813	707	871	1017	1204	1229	999	1674	2798	2792	1577
Débit quinquennal sec m ³ /s	1126	899	860	1004	1195	1373	1394	1253	1955	3057	3086	1801
Débit quinquennal humide m ³ /s	1508	1131	1246	1362	1675	1827	1842	1941	2711	3753	3878	2409
Débit décennal humide m ³ /s	1650	1217	1399	1495	1853	1996	2007	2195	2992	4012	4172	2633
Cote moyenne m	1,97	1,52	1,57	1,77	2,13	2,35	2,37	2,34	3,30	4,53	4,61	3,02
K ₃	1,67	1,50	1,97	1,72	1,82	1,66	1,64	2,19	1,79	1,43	1,49	1,68
Débit spécifique moyen l/s km ²	8,3	6,4	6,7	7,5	9,1	10,1	10,2	10,1	14,7	21,5	22,0	13,3

La variation du coefficient K₃ pour les divers mois de l'année est particulièrement significative, on voit que K₃, c'est-à-dire l'irrégularité est faible les mois où le type de saison est bien établi :

- Février pour les basses eaux.
- Juin-Juillet et surtout Octobre-Novembre pour les hautes eaux.

Le régime de la Sangha est caractéristique d'un climat équatorial de transition boréal.

La crue la plus importante se produit très régulièrement en Octobre ou Novembre.

Elle est en moyenne deux fois supérieure en débit à la crue intermédiaire du mois de Juin.

Les basses eaux sont généralement au mois de Mars. Cependant les deux périodes de hautes eaux sont séparées en Juillet-Août par une période de basses eaux généralement moins importantes que celles de Mars, mais assez régulières.

./...

./...

Nous avons également construit un graphique mettant en évidence le régime de la Sangha en année moyenne et en année de périodes pseudo-quinquennales et pseudo-décennales sèches et humides.

En effet il n'est pas possible de qualifier par exemple 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.

Ainsi par exemple le module annuel de l'année obtenue en ajoutant les 12 mois décennaux secs n'est que de $1389 \text{ m}^3/\text{s}$, ce qui en fait une année de période plus que centenaire.

3) Bilan Hydrique.

Le module annuel de la Sangha correspond à une lame d'eau écoulée de
365,8 mm sur l'ensemble du bassin en année moyenne.
318,0 mm " " en année décennale sèche
413,0 mm " " en année décennale humide

Comparons l'hydraulicité et la pluviométrie d'année de même fréquence :

Nous caractériserons la pluviométrie sur le bassin par les 3 postes congolais pour lesquels nous avons déjà fait l'étude des précipitations annuelles, soit :

	<u>décennale sèche</u>	<u>médiane</u>	<u>décennale humide</u>
Ouessou	1320	1635	1950
Sembé	1350	1584	1825
Souanke	1435	1730	2025

Nous adoptons pour le bassin de la Sangha :

1350 m en année décennale sèche
1600 m en année moyenne
1850 m en année décennale humide

Il leur correspondent les déficits hydriques.

1032 mm en année décennale sèche
1236 mm en année médiane
1437 mm en année décennale humide (valeur un peu forte laissant supposer que $P = 1850 \text{ mm}$ est trop fort).

Ce qui donne une valeur approchée de la moyenne journalière de l'ETR :
(l'ETR est l'évapotranspiration réelle).

2,8 mm en année décennale sèche
3,5 mm en année moyenne
3,9 mm en année décennale humide

./...

o/...

b) → LEND'JA A FORT-SOUFFLAY.

Nous fournissons ci-après un tableau récapitulatif des modules mensuels et annuels observés à la station de Fort-Soufflay. Les périodes d'observations sont 1954 - 1965 et 1968 - 1970. Les lacunes sont fort nombreuses. Les basses et hautes eaux n'ont la plupart un temps pas pu être relevées par suite du manque des éléments d'échelles correspondants. Les divers lecteurs qui se sont succédés à Fort-Soufflay ont le plus souvent manqué de sérieux.

1) Etude du Module annuel.

Nous avons cependant rassemblé un échantillon de 12 modules annuels plus ou moins approximatifs. L'ajustement à une loi de Gauss normale de cet échantillon est encore moins satisfaisant que pour la Sangha.

Nous avons obtenu les valeurs suivantes :

module interannuel $\bar{Q} = 466 \text{ m}^3/\text{s}$

auquel correspond l'écart type $\sqrt{\frac{Q}{Q}} = 71 \text{ m}^3/\text{s}$

Ce qui avec un intervalle de confiance de 90 % permet la précision.

$$\bar{Q} = 466 \pm 33 \text{ m}^3/\text{s}$$

Nous avons regroupé dans le tableau suivant quelques modules annuels de périodes de retour données, ainsi que les modules spécifiques correspondants.

o/...

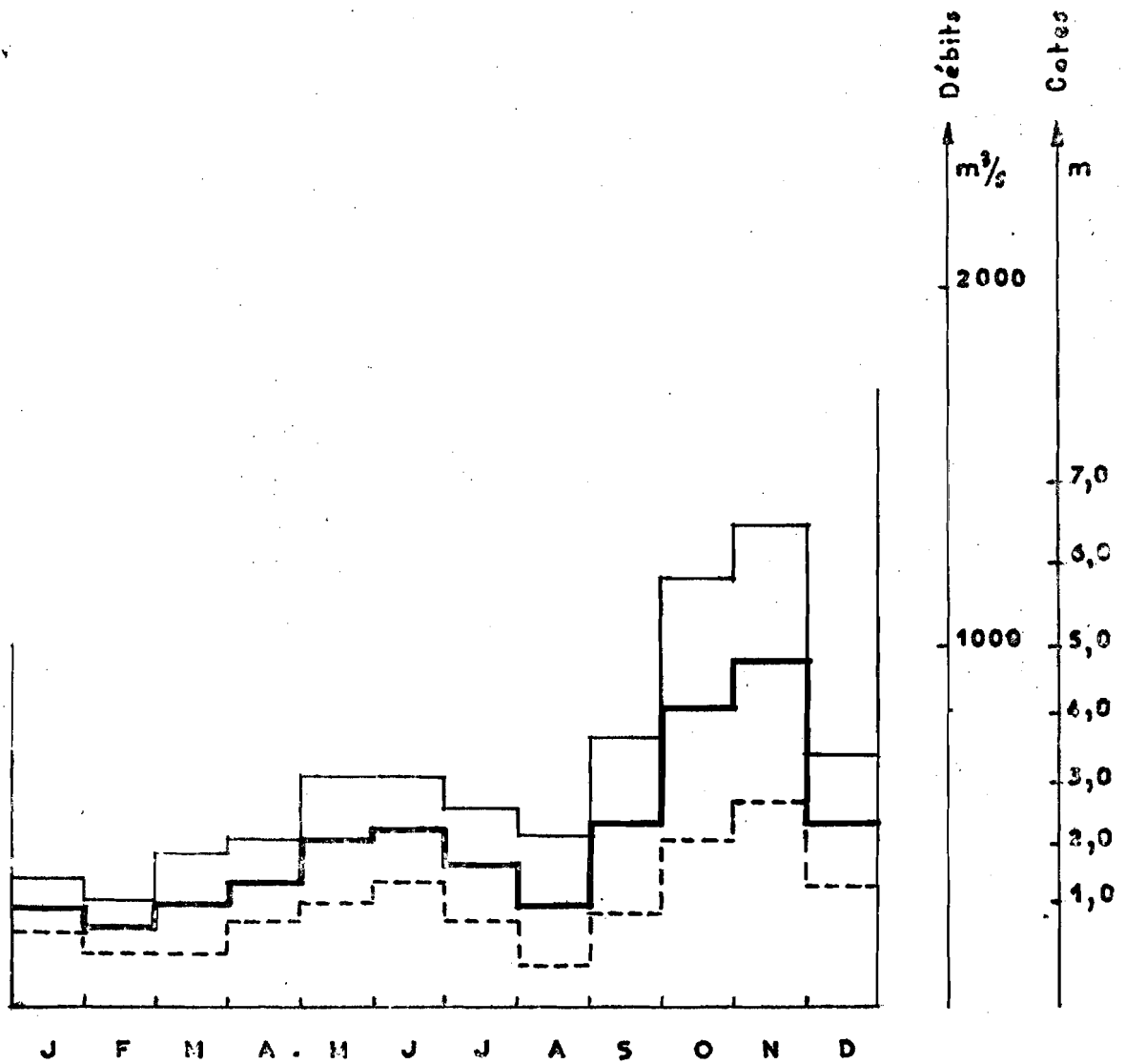
./...

MODULES MENSUELS ET ANNUELS
DU D'JA A FORT-SOUFFLAY

Années	JANV.	FEV.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	Module annuel
1954						547-				760-	666-	(582)	
1955				(350)	(350)-	423-	(398)-	(272)	477-	697-	740-	366-	
1956	290-	246-	414-	440-	557-	563-	381-	166-	247-	612-	888-	624-	452
1957	293-	(207)	195-	302-	479-	592-	528-	395-	778-	(1212)	(1137)	728-	(520)
1958	351-	219-	220-	311-	529-	462-	(169)-	(132)-	(175)-	438-		350-	(360)
1959	(174)-	(130)		228-	370-	366-	366-	332-	469-	1031-	1167-	605-	(460)
1960	279-	219-	242-	368-	395-	431-	368-	438-	709-	1242-	1231-	601-	(543)
1961	347-	230-	(170)-	260-	254	281-	296-	(130)-	(212)-	648-	724-	295-	320
1962	(155)	(155)	(248)-	430-	446-	360-	292-	(192)	450-	1071-	1045-	618-	(455)
1963	282-		322-	474-	773-	656-	641-	458-	732-	940-	748-	371-	(551)
1964	283-	200-	193-	375-	372-	560-	333-	171-	572-	1096-	1378-	623-	513
1965	338-	270-	349-	410-	426-								
1966													
1967				195-									
1968	249-	(180)	(206)-	252-	627-	627-			620-	757-	838-	578-	(468)
1969	(301)-	323-	(543)-	458-	543-	562-	462-	554-	660-	303-	935-	502-	517
1970	285-	240-	(283)-	259-	(295)-	420-	427-	309-	516-	817-	995-	337-	432
Modules moyens men- suels	279	218	282	340	458	489	398	295	510	830	960	517	(465)

./...

MODULES MENSUELS MOYENS ET DECENNAUX
 SECS ET HUMIDES
 DU DJA A FORT-SOUFFLAY



Période de retour	Années humides					Années sèches				
	50	20	10	5	2	5	10	20	50	
Débit moyen annuel m^3/s	612	582	557	525	466	405	375	350	320	
Cote moyenne correspondante m	2,96	2,78	2,64	2,46	2,11	1,74	1,57	1,40	1,20	
Débit spécifique $l/s/km^2$	15,9	15,1	14,4	13,6	12,1	10,5	9,7	9,1	8,3	

le coefficient d'irrégularité K_3 est de 1,48

2) Etude des débits mensuels d'étiage.

Nous avons également ajusté des lois de Gauss à chacun des échantillons de débits mensuels.

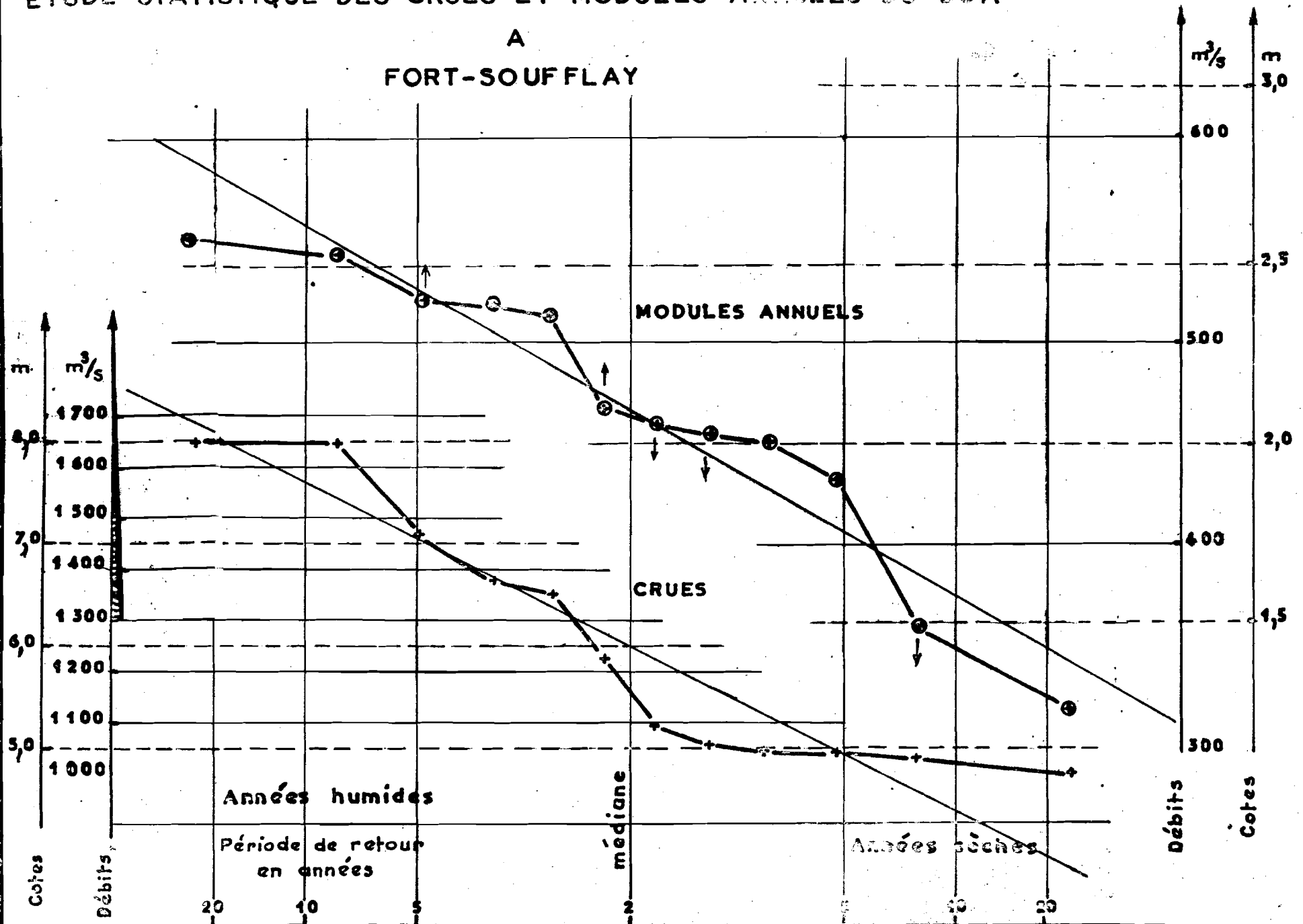
Nous regroupons les résultats obtenus dans le tableau :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Débit moyen m^3/s	279	218	282	340	458	489	398	295	510	830	960	517
6σ	59	51	110	90	139	112	121	142	192	282	222	143
Débit quinquennal sec	229	175	190	265	341	395	296	176	349	593	774	397
Débit quinquennal humide	329	261	374	415	575	583	500	414	671	1067	1146	637
Débit décennal sec	203	153	141	225	280	345	243	113	264	468	575	334
Débit décennal humide	355	283	423	455	636	633	553	477	756	1192	1545	700
Cote moyenne m	0,93	0,51	0,95	1,34	2,05	2,26	1,71	1,03	2,37	4,08	4,70	2,41
Débit sec moyen $l/s/km^2$	7,2	5,6	7,3	8,8	11,9	12,7	10,3	7,6	13,2	21,5	24,9	13,4
K_3	1,75	1,85	3,00	2,02	2,27	1,83	2,27	4,23	2,86	2,55	2,34	2,10

ETUDE STATISTIQUE DES CRUES ET MODULES ANNUELS DU DJA

A

FORT-SOUFFLAY



./...

Les valeurs des K_3 obtenues sont relativement élevées.

Les basses eaux sont néanmoins assez régulières (Janvier - Février)

La crue intermédiaire (Avril - Mai) est déjà assez irrégulière.

Les basses eaux intermédiaires du mois d'Août sont très irrégulières, il paraîtrait même que les plus basses eaux se situent à cette époque en cas de petite saison des pluies très déficitaire.

La grande crue des mois d'Octobre - Novembre a une importance très variable d'une année à l'autre.

Le régime du D'Ja, comme celui de la Sangha, est donc caractéristique d'un climat équatorial de transition boréal. Le type équatorial est cependant mieux marqué que pour la Sangha.

Nous avons construit un graphique représentant les modules mensuels du D'Ja en année moyenne et en année de périodes pseudo-quinquennales et pseudo-décennales sèches et humides.

Avec les mêmes restrictions que pour la Sangha, on peut noter que le module annuel de l'année fictive obtenue en ajoutant les 12 mois décennaux secs n'est que de $279 \text{ m}^3/\text{s}$, ce qui en fait une année d'occurrence plus que centenaire.

3) Bilan Hydrique.

Le module annuel du D'Ja correspond à une lame d'eau écoulée de

387,5 mm	sur l'ensemble du bassin	en année moyenne
306,4	"	" décennale sèche
455,1	"	" décennale humide.

Si nous adoptons pour la pluviométrie annuelle les mêmes chiffres que pour la Sangha, soit :

1350 mm en année décennale sèche
1600 mm en année moyenne
1850 mm en année décennale humide

Il leur correspond des déficits hydriques

963 mm en année décennale sèche
1294 mm en année moyenne
1395 mm en année décennale humide.

./...

./...

ce qui donne les valeurs moyennes journalières suivantes de l'ETR.

2,6 mm en année décennale sèche
3,5 mm en année moyenne
3,8 mm en année décennale humide

Ces chiffres sont légèrement inférieurs à ceux de la Sangha, sans doute car nous avons sous-estimé la pluviométrie sur les reliefs du bassin du D'JA qui pourrait être supérieure à la pluviométrie moyenne sur le bassin de la Sangha qui a une tendance plus tropicale, c'est-à-dire moins arrosée.

-000-

-0-

IV.- ETUDE DES CRUES.

a)- LA SANGHA A OUESSO.

Nous avons pu rassembler un échantillon de 19 crues maximales annuelles. Toutes ces crues ont leurs maxima entre le 20 Octobre et le 20 Novembre, elles présentent donc une bonne régularité.

Il n'y a malheureusement qu'une seule lecture par jour, aussi la cote journalière fournie par le lecteur est-elle, en cas de crue, systématiquement inférieure au vrai maxima de la crue. Cela n'est cependant pas très grave car les pointes de crues de la Sangha, sauf extraordinaire, sont très applaties et peuvent le cas échéant durer plusieurs jours.

Nous avons réuni dans un seul tableau toutes les hauteurs caractéristiques de hautes et basses eaux connues depuis 1952.

Une loi de Gauss est ajustée à cet échantillon de 19 valeurs, l'ajustement est assez satisfaisant. Seules les crues les plus fortes et les plus basses observées, s'écartent de façon notable de la droite d'ajustement. Les plus fortes parce que la distribution est peut-être hypo-gaussienne sans qu'il soit prudent de tirer des conclusions sur ce point, la plus faible 1958 représente une probabilité très faible.

La crue moyenne annuelle est : $\bar{Q}_0 = 3926 \text{ m}^3/\text{s}$, à laquelle correspond un écart-type $\sigma = \frac{Q_c}{\bar{Q}_0} = 419 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ce qui, avec un intervalle de confiance de 90 %, permet la précision $\bar{Q}_0 = 3930 \pm 160 \text{ m}^3/\text{s}$.

./...

./...

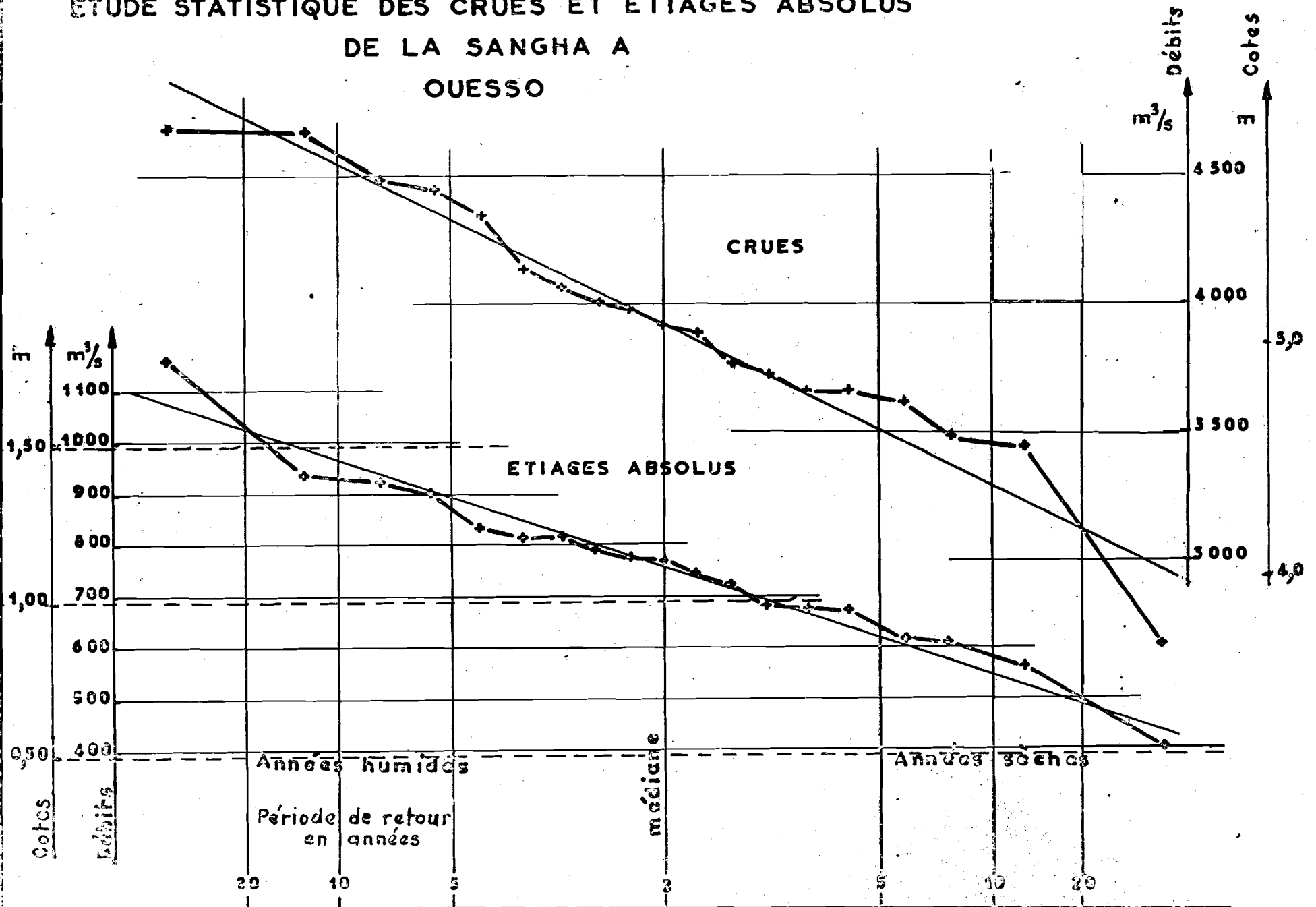
SANGHA A OUESSO - Station n° 28

Hauteurs caractéristiques

Années	1e saison des pluies			2e saison des pluies			Etiage		
	Date	H	Q	Date	H	Q	Date	H	Q
1952				7.11	455	3422		065	505
1953	19. 7	265	1827	1.11	475	3605	29.4	100	901
1954	12. 6	290	2015	26.10	480	3650	19.8	125	842
1955	9. 7	295	2052	7.11	515	3975	22.2	122	823
1956	16. 6	287	1992	12.11	460	3470	24.2	140	940
1957	30. 6	330	2335	25.10	575	4497	25.3	115	792
1958	14. 5	337	2394	5.11	370	2665	4.8	122	823
1959	10. 5	255	1752	10.11	570	4445	19.3	078	570
1960	25. 5	240	1640	6.11	583	4681	2.4	134	940
1961	27. 7	338	2403	1.11	514	3966	29.3	115	780
1962	17. 5	232	1580	2.11	582	4671	26.1	047	415
1963	26.6	365	2622	20.10	505	3885	24.2	174	1161
1964	15.6	302	2106	8.11	525	4072	26.8	110	750
1965	16.7	250	1715	4.11	492	3764	6.3	138	927
1966	19. 6	340	2420	24.11	532	4146	6.3	087	618
1967	20. 6	228	1550	2.11	519	4011	17.5	088	624
1968	23. 6	325	2292	4.11	480	3650	14.4	098	679
1969	26.5	317	2226	10.11	508	3912	17.2	118	798
1970	5. 7	275	1902	9.11	551	4345	13.4	106	744
1971							10.5	99	

./...

ETUDE STATISTIQUE DES CRUES ET ETIAGES ABSOLUS DE LA SANGHA A OUESSO



./...

Nous avons regroupé dans le tableau suivant les débits de crue de fréquence de retour donné, ainsi que les cotes et les modules spécifiques correspondant.

Période de retour année	Années humides						Années sèches				
	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100
Débit de crue m ³ /s	5070	4930	4730	4556	4340	3926	3500	3296	3110	2910	2780
Cote correspondante m	6,20	6,07	5,88	5,71	5,50	5,10	4,64	4,42	4,21	3,99	3,84
Débit spécifique de crue	32,0	31,1	29,9	28,8	27,4	24,8	22,1	20,8	19,6	18,4	17,6

Le coefficient d'irrégularité internannuelle K_3 est de 1,38.

b)- LE D'JA A FORT-SOUFFLAY.

Nous n'avons pu réunir qu'un échantillon de 12 crues seulement. Encore ne sommes-nous guère sûrs des hauteurs de la moitié au moins de ces crues.

Ces 12 crues maximales annuelles, toutes situées en Octobre-Novembre ont une moyenne $\overline{Q_c} = 1248 \text{ m}^3/\text{s}$.

L'ajustement à une loi de Gauss n'est guère satisfaisant, surtout pour les faibles crues. Nous ne pensons pas toutefois qu'il soit justifié d'adapter une loi plus sophistiquée à un échantillon si incertain.

L'écart type $\sigma_{\overline{Q_c}}$ est $249 \text{ m}^3/\text{s}$.

ce qui avec un intervalle de confiance de 90 % permet pour $\overline{Q_c}$ la précision.

$$\overline{Q_c} = 1248 \pm 120 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Nous avons rassemblé dans le tableau suivant quelques débits caractéristiques de crue d'occurrence donnée.

Période de retour	humides			sèches	
	10	5	2	5	10
Débit m ³ /s	1570	1460	1248	1040	930
Cote correspondante m	7,65	7,11	6,09	5,09	4,55
Débit spécifique l/s km ²	40,7	37,8	32,2	27,0	24,1

$$K_3 = 1,69$$

./...

./...

D'JA A FORT-SOUFFELAY - Station N° 30

Hauteurs caractéristiques

Années	1e saison des pluies			2e saison des pluies			Etiage		
	Date	H	Q	Date	H	Q	Date	H	Q
1954				5.10	510	1042	Août	<155	<372
1955				30.10	-		Fin Juil.	20	180
1956	21. 5	320	660	19.11	517	1059	1er Sept.	000	155
1957	25. 6	394	803	Oct.Növ	>8,00	>1645	16.28.2	<000	<155
1958	9. 5	382	779		-		Août-Sep.	< 52	(98)
1959	10. 5	229	496	8.11	714	1466	Février	(-45)	(105)
1960	25. 5	251	534	3.11	657	1349	19.3	007	164
1961	2. 1	218	477	9.11	492	1004	Août/Sep.	(-54)	96
1962	3. 5	284	592	4.11	669	1371	Jan/Fev	<<0	<<155
1963	21. 5	430	875	14.10	509	1040	24.1	(047?)	(213)?
1964	16. 6	360	735	8.11	800	1645	Août	(-40)	(110)
1965	1. 5	247	527	-	-	-		(070)	
1967	-	-	-	-	-	-		(011)	
1968	28. 5	396	807	29.10	505	1031		< 0	
1969	4. 3	394	803	1 oct 8.11	534	1095	22.1	(077)	(263)
1970	13. 6	230	497	9.11	598	1226	11.4	020	180
1971								< 0	<155

./...

V.- ETUDE DES ETIAGES.

à)- LA SANGHA A OUESSO.

Nous avons obtenu un échantillon de 19 Valeurs d'étiage absolu, auquel nous avons ajusté de façon satisfaisante une loi de Gauss normale.

Le débit d'étiage moyen interannuel est $\overline{Q_E} = 765 \text{ m}^3/\text{s}$ auquel correspond un écart-type $\sigma_{Q_E} = 161 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ce qui, avec un intervalle de confiance de 90 %, permet la précision

$$\overline{Q_E} = 765 \pm 61 \text{ m}^3/\text{s}$$

Nous avons rassemblé dans le tableau suivant les débits caractéristiques d'étiage de périodes de retour données :

	Années humides						Années sèches					
Période de retour années	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100	
Débit d'étiages m^3/s	1145	1100	1030	972	900	765	630	558	500	430	390	
Cote correspondante m	1,71	1,65	1,54	1,45	1,34	1,12	0,90	0,75	0,64	0,50	0,42	
Débit spécifique d'étiage l/s/km^2	7,3	7,0	6,5	6,1	5,7	4,8	4,0	3,5	3,2	2,7	2,46	

Le coefficient d'irrégularité K_3 est de 1,74.

L'ajustement de l'échantillon des hauteurs absolues d'étiage à une loi de Gauss donne des valeurs légèrement différentes :

$$\overline{H} = 1,11 \text{ m}$$

$$\sigma_H = 0,27 \text{ m}$$

et les hauteurs caractéristiques d'années de périodes de retour données sont,

	humides						sèches					
Période de retour années	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100	
Cote m	1,73	1,66	1,55	1,45	1,33	1,11	0,88	0,76	0,67	0,56	0,48	

Le coefficient d'irrégularité K_3 est 1,90.

./...

./...

b)- LE D'JA A FORT-SOUFFLAY.

Nous avons réuni un échantillon de 16 valeurs. Malheureusement l'échelle négative n'ayant été installée qu'en 1971, les cotes de 9 de ces valeurs inférieures à 0 ne sont connues approximativement que pour certaines d'entre elles.

Aussi ne faut-il se faire guère d'illusions sur la précision et la représentativité de l'étude qui en résulte.

Le débit moyen interannuel d'étiage est

$$\overline{Q_E} = 175 \text{ m}^3/\text{s}$$

il lui correspond un écart type

$$\sigma_{Q_E} = 70 \text{ m}^3/\text{s}$$

L'ajustement à une loi de Gauss n'est pas satisfaisant.

Cependant la connaissance des étiages exacts arrangerait probablement beaucoup cet ajustement.

Nous rassemblons dans le tableau ci-dessous les estimations des étiages d'occurrence donnée :

	humides			sèches	
Période de retour	10	5	2	5	10
Débit m ³ /s	265	230	175	115	85
Cote m	0,83	0,60	0,16	-0,35	-0,65
Débit spécifique l/s/km ²	6,9	6,0	4,5	3,0	2,2

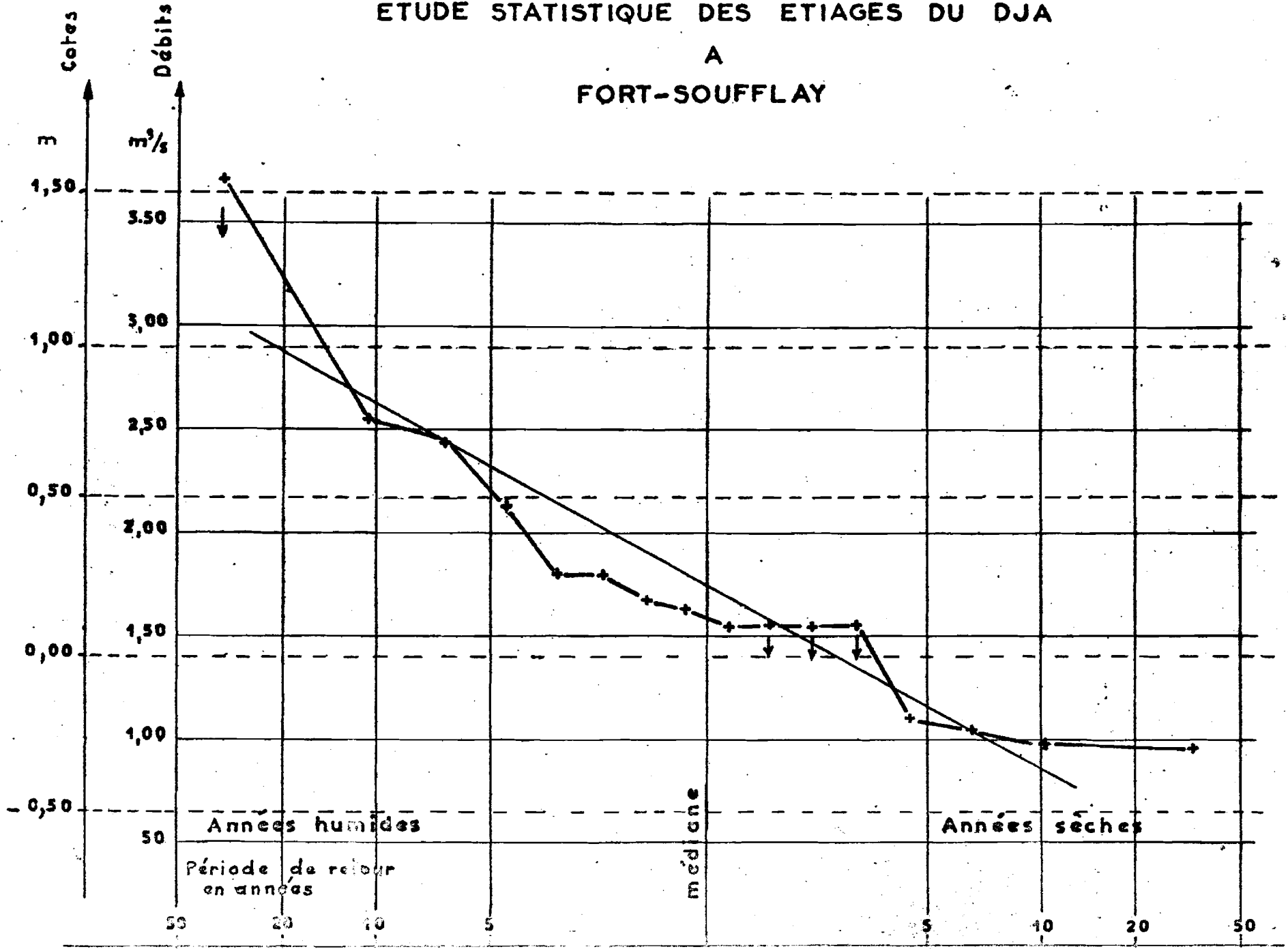
$$K_3 = 3,12$$

./...

./...

ETUDE STATISTIQUE DES ETIAGES DU DJA

A FORT-SOUFFLAY



./...

VI.- GRAPHIQUE DES DEFAILLANCES
NAVIGABILITE -

a)- La Sangha à Ouessou.

1) GRAPHIQUE DES DEFAILLANCES.

Nous avons volontairement borné notre étude aux cotes inférieures à 1,50 m, cote déjà très supérieure à la cote limite de navigabilité de la Sangha.

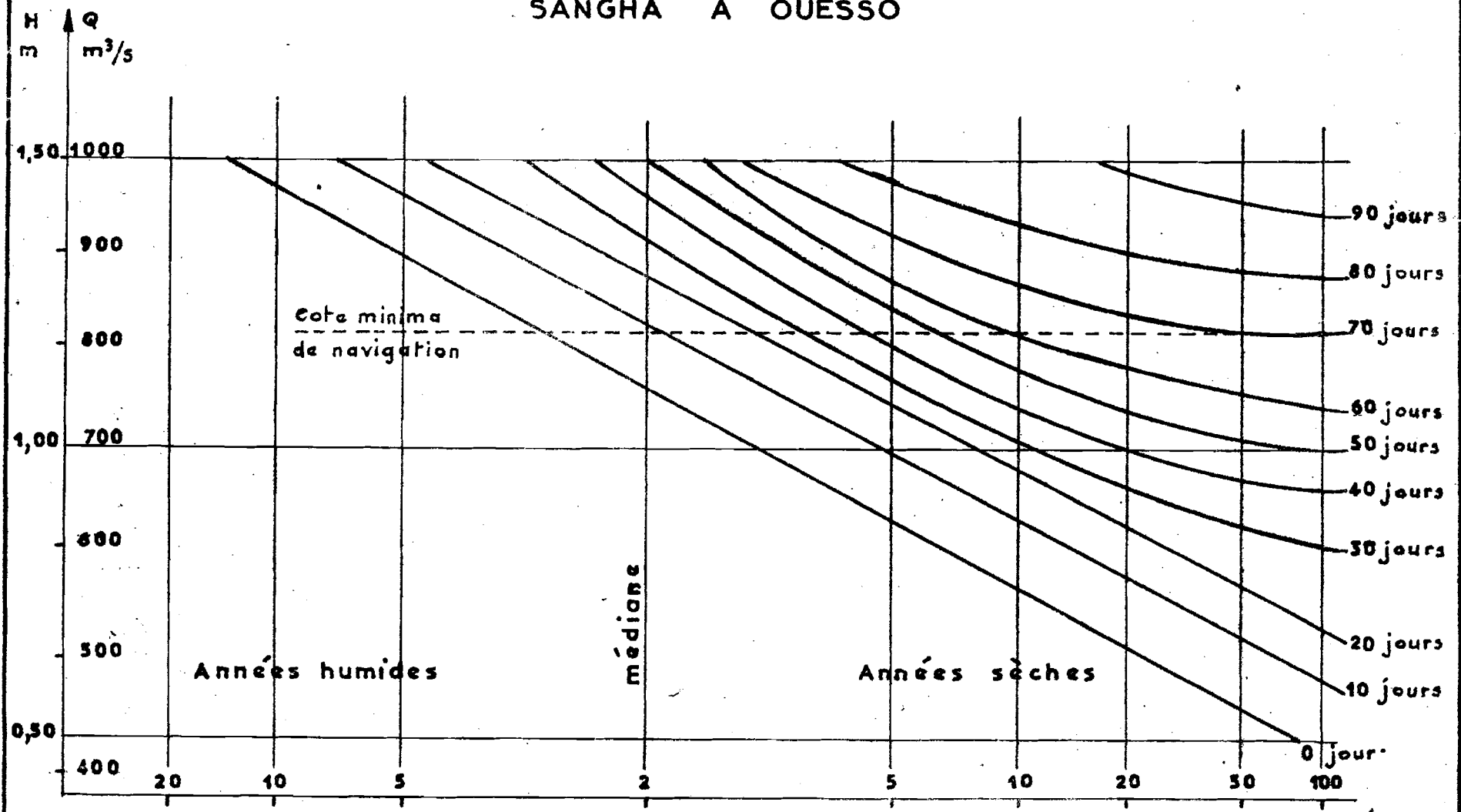
Nous disposons d'un échantillon de 19 années d'observations complètes.

Nous donnons dans le tableau ci-après les cotes qui ne sont pas atteintes pendant un nombre de jours donnés, en nous limitant à la cote 1,50 m.

	10 jour	10 j	20 j	30 j	40 j	50 j	60 j	70 j	80 j	90 j	100 j
1971	99	102	105	109	113	117	121	126	131	138	>150
70	106	116	125	132	138	143	147	>150	150	150	150
69	118	140	>150								
68	98	105	111	114	119	123	128	137	147	>150	
67	88	98	104	109	115	121	125	128	140	>150	
66	87	95	104	111	118	127	135	144	>150		
65	138	144	>150								
64	110	118	126	133	139	145	150	>150			
63	174	>150									
62	47	70	82	93	97	101	105	124	145	>150	
61	115	120	125	130	141	147	>150				
60	134	140	145	149	>150						
59	78	80	84	97	108	120	128	134	145	>150	
58	122	135	146	>150							
57	115	119	127	134	140	146	>150				
56	140	>150									
55	122	134	143	>150							
54	125	131	138	150	>150						
53	100	126	135	139	144	>150					

./...

GRAPHIQUE DES DEFAILLANCES DE LA SANGHA A OUESSO



Période de retour
en années

*Nombre de jours où un débit ou une cote donnée ne sont pas atteints
pour une année de période de retour fixés.*

./...

Les divers échantillons de 19 valeurs, correspondant à 0, 10, 20 jours, etc... ont ensuite été classés, chaque valeur a été reportée sur un graphique en regard de sa fréquence. (voir graphique).

L'échantillon des cotes non atteintes 0 jour par an a déjà fait l'objet d'une étude statistique qui est celle des étiages absolus annuels. Nous avons ajusté des courbes sur les autres échantillons, d'où le graphique des défaillances, permettant, pour une année de période de retour donnée, de connaître le nombre de jours où un débit et la cote correspondante ne sont pas atteints.

Nous avons regroupé ces résultats dans le tableau suivant :

Nombre de jours où un débit et la cote correspondante n'est pas atteint pour une année d'occurrence d'année :

Période		Années sèches					Années humides		
Cote	Débit	100	50	20	10	5	2	5	10
1,50	1005	98	95	92	89	83	49	16	5
1,40	940	90	87	84	81	74	33	6	0
1,30	875	81	78	75	71	60	20	0	0
1,20	810	71	69	65	58	42	9	0	0
1,10	750	61	58	53	42	23	0	0	0
1,00	690	50	46	38	26	11	0	0	0
0,90	635	37	34	24	12	2	0	0	0
0,80	580	28	23	12	3	0	0	0	0
0,70	530	19	13	3	0	0	0	0	0
0,60	480	10	3	0	0	0	0	0	0
0,50	430	2	0	0	0	0	0	0	0
0,40	380	0	0	0	0	0	0	0	0

2)- NAVIGABILITE.

Les principaux obstacles à la navigation sur le bief aval de Ouesso sont les nombreux bancs de sable divaguant. La navigation demeure cependant possible presque toute l'année aux convois ne calant pas plus de 1 m.

./...

./...

Le bief amont jusqu'à Salo et Nola, présente en plus des bancs de sables des passes rocheuses dangereuses ou infranchissables aux basses eaux, malgré les importantes campagnes de déroctage qui ont déjà été réalisées.

-000--
-0-

b)- LE D'JA A FORT-SOUFFLAY.

1) Défaillances.

Etant donné le peu de précision de ce que nous savons des basses eaux de cette rivière, il n'est pas question de faire les mêmes calculs que pour la Sangha.

Nous nous contenterons de décrire qualitativement ces défaillances :

- 8 années, sur les 16 de l'échantillon, eurent des jours où la cote 0,00 n'était pas atteinte.

- Pour 5 de ces 16 années la cote -40 ne fut pas atteinte certain jour, et la durée où la cote 00 n'était pas atteinte était pour ces 5 années supérieure à 2 mois.

- Enfin la cote 0,80 m n'est dépassée toute l'année qu'une fois tous les 10 ans.

Les basses eaux de Janvier - Février sont les plus régulières, mais les basses eaux du mois d'août, si elles sont très irrégulières donnent cependant les étiages extrêmes les plus sévères, lorsque les pluies d'Avril - Mai sont déficitaires.

2) Navigabilité.

a) BIEF OUESSO-MOUMOUNDOU-BOLOZO.

On note la présence de quelques bancs de graviers très gênants en basses eaux où la lame d'eau ne dépasse parfois pas un mètre sur certains seuils. Il existe aussi quelques seuils rocheux qui sont cependant toujours contournables.

Ce bief demeure cependant navigable la majeure partie de l'année en années moyennes.

b) BIEF BOLOZO-FORT-SOUFFLAY.

Les seuils rocheux sont très nombreux et peu profonds. Le passage libre est parfois très étroit. L'obstacle majeur est la passe rocheuse de Sangha-Longuo.

./...

./...

La navigation n'est possible, en année moyenne, que 6 mois sur douze. Il convient surtout de faire très attention aux baisses très rapides des eaux (jusqu'à 20 cm/jour à Fort-Soufflay pendant plusieurs jours).

c) BIEF-FORT-SOUFFLAY - CHUTES DE N'KI (Cameroun)

On retrouve des bancs de gravier divaguant qui font obstacle à la navigation en basses eaux, surtout au droit des îles nombreuses sur cette partie du cours d'eau. Le principal obstacle demeure la série de rapides des chutes Chollet (à 70 km de Fort-Soufflay).

Aisément franchissables en Zodiac, pour toutes les cotes du fleuve (quoiqu'il faille se méfier à la descente du dernier rapide), nous ne pensons pas que ces rapides soient franchissables avec des bateaux de plus grande taille.

Une pinasse à hauts bords, munie d'un moteur très puissant pourrait certainement remonter sans trop de peine les rapides de la chute Chollet, la descente serait cependant des plus périlleuses. Par contre le passage en billes perdues de bois flottant ne pose pas de problème. La proportion de bois perdu serait certainement très faible, vu la propreté des rives de ces rapides, abruptes et sans eaux mortes.

Ces rapides sont curieusement le plus aisément franchissables en basses eaux et moyennes eaux. Leur franchissement en hautes eaux (450 m à de très grosses vagues de résonnance.

En amont des chutes Chollet, le D'Ja s'étale à nouveau dans une vallée luxuriante. On note toujours la présence de nombreux bancs de graviers. Les passes rocheuses sont de plus en plus nombreuses et délicates aux abords des chutes de N'Ki. On arrive en Zodiac au pied du dernier rapide avant la chute qui est fort belle.

La navigation sur l'ensemble de ce bief (Fort-Soufflay - Chute de N'Ki) est possible durant la même période et avec les mêmes tirants d'eau que sur le bief précédent Bolozo - Fort-Soufflay, -si l'on excepte les difficultés propres à la chute Chollet.

-000-

-0-