

ELECTRICITE DE FRANCE
Inspection Générale pour l'Union Française
et l'Etranger.

DOCUMENTATION

NOTE HYDROLOGIQUE SUR LE KONKOURE
à la Station du PONT de TELIMELE

ETUDE DES MODULES
(en vue de l'étude de la productivité du
Barrage de SOUAPITI).

ORSTOM
HYDROLOGIE
DOCUMENTATION

70-217

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire
N° : 33131, ex 1
Cote : B

ETUDE DES APPORTS

I/ DONNÉES d'OBSERVATIONS -

I - OBSERVATIONS DIRECTES DES DEBITS -

Les premiers relevés limnimétriques ont été effectués en 1921-1922 par la Mission PECHINEY. L'échelle n'ayant pas été tarée à ce moment là, nous n'utiliserons pas ces résultats.

Les observations ont été reprises en 1944 puis, avec quelques lacunes de 1948 à 1955.

	1944	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955
module m ³ /sec.	268	303	270	382	432	352	344	478	320
lame d' eau écou- lée mm.	825	932	830	1175	1325	1085	1050	1470	980
Volumes écoulés en 10 ⁹ m ³	8,45	9,57	8,53	12,07	13,65	11,12	10,87	15,1	10,10

Superficie du bassin versant : 10.250 km².

2- OBSERVATIONS PLUVIOMETRIQUES -

On a utilisé les résultats de 6 stations situées dans le bassin ou à ses abords immédiats : KINDIA, TÉLIMÉLÉ, PITA, LABÉ, DALABA, MAMOU. Les observations antérieures à 1929 sont très incomplètes (jamais plus de 2 stations observées toute l'année). A partir de cette date, cinq postes au moins ont été régulièrement en service. Nous avons utilisé les relevés relatifs à la période 1929-1955.

Les pluviométries annuelles sur le bassin versant ont été déduites des cartes d'isohyètes établies pour chaque année particulière. Cette méthode permet d'utiliser des stations situées nettement en dehors du bassin et de tenir compte des facteurs topographiques et de la direction des vents dominants pour la répartition spatiale des pluies. Elle constitue, à notre connaissance, la meilleure forme de pondération pour l'estimation de la hauteur moyenne des précipitations.

Par contre, en ce qui concerne la répartition des pluies mois par mois, la méthode des isohyètes, outre qu'elle s'avère extrêmement laborieuse puisqu'elle nécessite l'établissement de 12 cartes par année, donne souvent des résultats décevants. Nous nous sommes contentés de faire la moyenne arithmétique des pluies mensuelles

aux diverses stations en pondérant par un coefficient fixe certaines de celles-ci lorsque leur distribution géographique l'exigeait. Les chiffres moyens trouvés pour chaque mois ont été ensuite ajustés de façon que le total annuel corresponde à celui qui avait été établi par la méthode des isohyètes.

Les résultats obtenus sont consignés sur le tableau récapitulatif N°2.

II/ RECHERCHE D'UNE RELATION ENTRE LA PLUIE ET L'ÉCOULEMENT -

Il est naturel, pour une étude de cette nature, de choisir comme variable caractérisant l'écoulement annuel la lame d'eau équivalente :
$$H = \frac{M \times 31,6 \times 10^6}{1000 S}$$

H lame d'eau en mm.

M module en m³/sec.

S surface en km².

Le problème général de la relation entre H et P (pluviométrie) est loin d'être résolu, mais si l'on considère un bassin donné, sur lequel la température moyenne varie peu d'une année à l'autre, comme c'est le cas du KONKOURÉ, les seuls facteurs variables de l'expression de H sont :

- la pluviométrie P
- la répartition spatiale de la pluie sur le bassin
- la répartition de la pluie dans l'année.

Il est à peu près certain que l'influence de la répartition spatiale de la pluie sur le bassin tropical est négligeable devant celle de la répartition dans le temps.

C'est ce dernier facteur que nous avons cherché à caractériser en définissant un indice de concentration de pluie C_p auquel nous avons donné l'expression :

$$C_p = \frac{1}{\bar{p}} \sqrt{\frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} (P_i - \bar{p})^2} \quad (1)$$

où \bar{p} représente la moyenne des pluies mensuelles $\frac{P}{12}$

Ce coefficient peut varier de 0 pour une pluviométrie uniforme à 3,45 pour une pluviométrie concentrée en 1 mois.

Nous avons admis que la relation $H = f(C_p, P)$ était de la forme :

$$H = K (A + BC_p) (P - P') \quad (2)$$

Il est clair que dans cette formule P'représente la pluviométrie pour laquelle il n'y aurait plus aucun écoulement. Elle devrait être fonction de la température et, dans une certaine mesure, de K.

K est une fonction paramétrique intégrant les facteurs géographiques et géologiques. C'est évidemment une constante pour un bassin donné.

A et B sont des coefficients de pondération de Cp. Il est commode de poser $A + B = I$.

Dans l'hypothèse que nous avons formulée d'une température moyenne constante, P' est donc également une constante pour le bassin étudié.

Après détermination des constantes, nous aboutissons à la formule :

$$H = 0,80 (0,4 + 0,6 C_p) (P - 800) \quad (3)$$

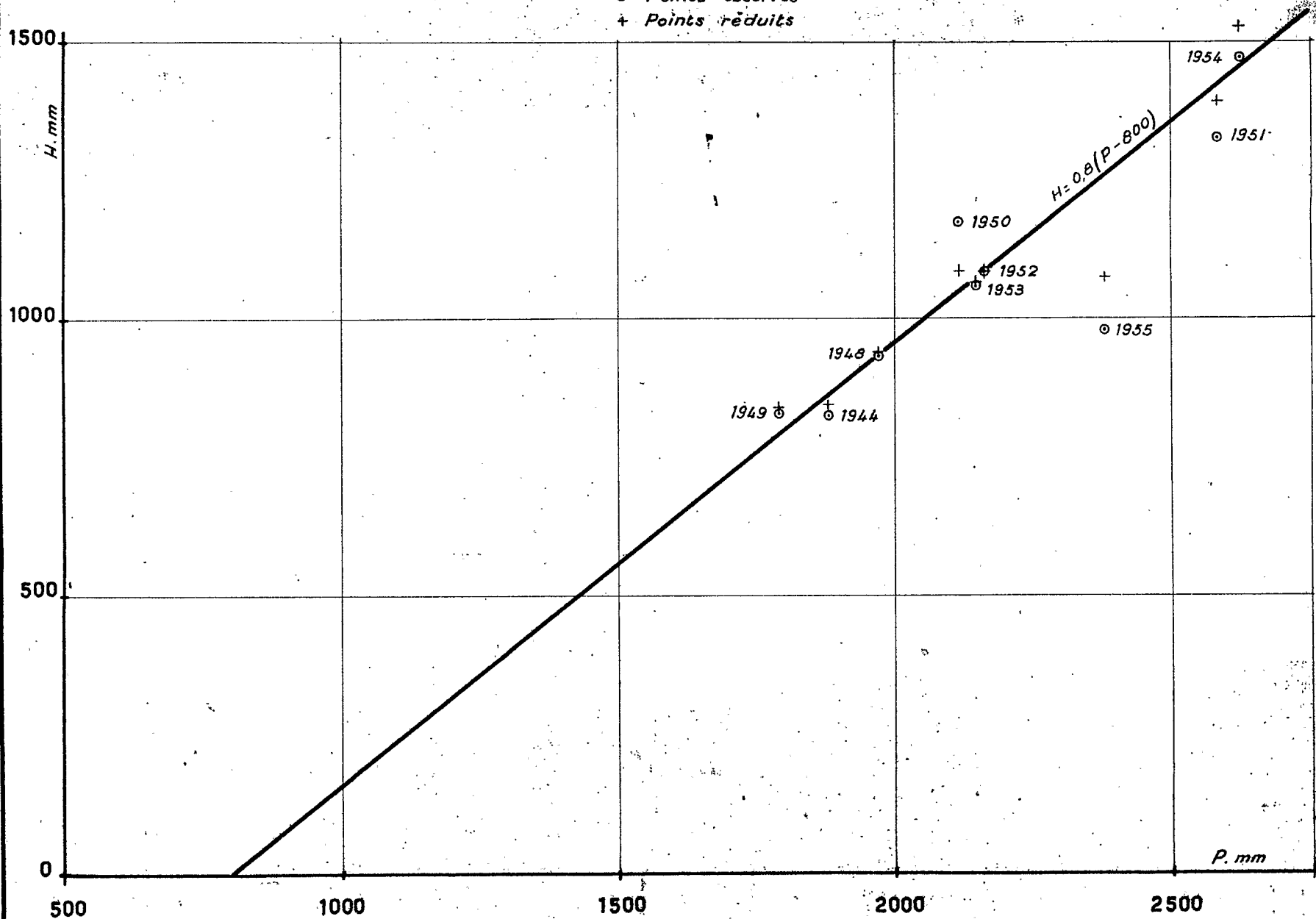
Dans le tableau suivant, nous avons étudié les écarts entre la loi préconisée et les données de l'observation.

T A B L E A U I

ANNEE:	P	Cp	H. observé:	H. calculé:	Ecart	Ecart en %
:	mm.	:	mm.	mm	mm.	de H. calculé:
I944:	I880	0,96	825	844	+ 19	+ 2,2 %
I948:	I970	0,99	932	929	- 3	- 0,3 %
I949:	I790	0,98	830	782	- 48	- 6,1 %
I950:	2115	1,14	1175	1138	- 37	- 3,2 %
I951:	2580	0,92	1325	1352	+ 27	+ 2,0 %
I952:	2160	1,00	1085	1090	+ 5	+ 0,5 %
I953:	2145	0,99	1060	1068	+ 8	+ 0,8 %
I954:	2620	0,94	1470	1403	- 67	- 4,8 %
I955:	2380	0,85	980	1128	+ 148	+ 13,1 %

Graphique de corrélation entre pluies et lames d'eau

⊙ Points observés
+ Points réduits



ED: ELECTRICITE DE FRANCE - SERVICE DES ETUDES D'OUTRE-MER
 LE: 7.6.56
 DES: Grobberd
 VISA:
 TUBE N°:
 AO

L'accord est assez satisfaisant.

Nous avons porté sur le graphique I les hauteurs d'eau observées en fonction de la pluviométrie. Les points correspondants sont figurés par des cercles. Les croix représentent les mêmes débits corrigés en fonction de la répartition de la pluie, c'est-à-dire, en fait, divisés par le coefficient $(0,4 + 0,6 C_p)$. On voit sur le graphique que l'introduction du C_p diminue l'écart entre débits calculés et débits observés. Seul le point relatif au module de 1955 reste sensiblement aberrant. Nous avons tracé également la droite correspondant à $C_p = 1$.

III/EXTENSION DE LA PERIODE D'OBSERVATIONS HYDROLOGIQUES -

La formule (3) nous a permis, connaissant les caractéristiques pluviométriques P et C_p des années antérieures d'étendre la période d'observations directes de 9 ans à une période 1929-1955 de 26 ans avec laquelle il sera plus facile de faire des prévisions d'exploitation.

Les résultats sont groupés dans le tableau 2 (I)

(I) Les chiffres soulignés correspondent aux lames d'eau obtenues par observation directe des débits.

T A B L E A U II

ANNEES	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	P. moy.	Module: m3/sec	Lame: d'eau	Cp.
															mm.	
I929	0	0	I2	7I	I70	339	323	500	446	244	I2	0	2II5	346	I065	I,02
I930	0	2	II	66	202	209	430	460	372	272	9	I7	2050	323	995	0,99
I93I	I	3	62	69	I92	I96	490	398	3I7	203	IOI	28	2060	307	945	0,89
I932	I2	4	28	I58	I86	25I	5I6	470	308	259	IO3	I5	23I0	364	II20	0,875
I933	4	25	I4	77	233	500	456	447	3II	I33	IO0	20	23I0	378	II65	0,94
I934	2	I	IO	72	44	303	329	48I	330	248	40	0	I860	286	880	I,06
I935	2	I	4	44	IO9	332	439	520	307	2I9	80	3	2060	334	IO30	I,03
I936	0	I3	29	IOI	302	253	464	499	352	22I	II3	8	2350	373	II50	0,88
I937	0	I	52	I2I	IO6	2I9	375	506	338	27I	32	I4	2035	3I3	965	0,96
I938	4	3	48	4I	I92	273	433	476	424	I75	30	2	2I00	339	IO45	I,0I
I939	0	I2	0	38	I46	330	395	504	389	236	22	3	2075	339	IO45	I,04
I940	0	0	4	68	I90	290	320	453	3I8	252	59	I	I955	279	860	0,88
I94I	3	0	24	24	I47	I90	365	395	363	I48	3I	0	I690	236	730	I,05
I942	I	0	2	9I	I84	I92	355	492	203	275	I22	I3	I930	280	865	0,93
I943	2	0	I7	97	I49	269	303	524	488	I80	53	I3	2095	3I6	975	0,90
I944	0	0	2	74	I2I	226	329	483	273	263	89	I6	I880	268	825	0,96
I945	0	0	30	I36	IO2	I83	457	623	396	278	65	0	2270	392	I2I0	I,05
I946	0	0	3	83	235	205	502	529	3I2	264	53	I9	2205	364	II24	I,00
I947	0	0	4	37	70	2I6	289	455	440	I2I	44	I4	I690	252	775	I,IS
I948	0	5	I4	5I	I59	289	306	468	366	280	30	2	I970	303	932	0,99
I949	6	0	25	57	IO0	205	345	469	287	202	43	5I	I790	270	830	0,98
I950	0	0	3	II	I54	306	387	602	429	I86	37	0	2II5	382	II75	I,II
I95I	I2	6	47	95	I95	2I9	4I5	566	45I	474	90	6	2580	432	I325	0,92
I952	2	4	20	32	I60	238	452	4II	494	26I	85	I	2I60	352	IO85	I,00
I953	I5	3	I9	58	I22	355	39I	545	306	248	66	I7	2I45	344	IO60	0,99
I954	0	5	3I	I37	I85	337	586	580	4II	I78	I54	I6	2620	478	I470	0,94
I955	4	0	IO3	I36	I63	295	482	465	400	230	75	27	2380	320	980	0,85

IV/ETUDE DE LA DISTRIBUTION STATISTIQUE DES LAMES D'EAU.-
PREVISION DES DEBITS ANNUELS.

Les lames d'eau annuelles obtenues pour la période 1929-1955 ont été classées sur le tableau 3. On appellera $F_I(H)$ les fréquences expérimentales au dépassement.

Si l'on admet pour un nombre infini d'observations une répartition suivant la loi de GAUSS, l'expression théorique de la probabilité pour qu'une lame d'eau H soit dépassée ou égale au cours d'une année prise au hasard sera :

$$F(H) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^H e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{H-\bar{H}}{\sigma}\right)^2} dH$$

ou, en utilisant la variable réduite $u = \frac{H-\bar{H}}{\sigma}$

$$F(H) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du$$

Compte-tenu des données expérimentales, nous avons trouvé :

$$H = 1025 \text{ mm.}$$

$$\sigma = 153 \text{ mm.}$$

$$\text{d'où } u = \frac{H - 1025}{153}$$

La courbe représentative $F(H)$ a été tracée sur le graphique N° 2. Comme les probabilités utilisées sont les probabilités au dépassement, pour $H < 1025$ mm les probabilités sont exprimées par la fonction $1 - F(H)$.

L'échelle des fréquences étant Gaussique sur le graphique, c'est-à-dire les abscisses proportionnelles à $F(H)$, la courbe obtenue est une droite.

Nous avons porté sur le même graphique les points expérimentaux. On voit que, dans la partie médiane de la distribution, entre les fréquences 0,1 et 0,9 la Loi de GAUSS rend compte de façon satisfaisante de la répartition statistique des lames d'eau.

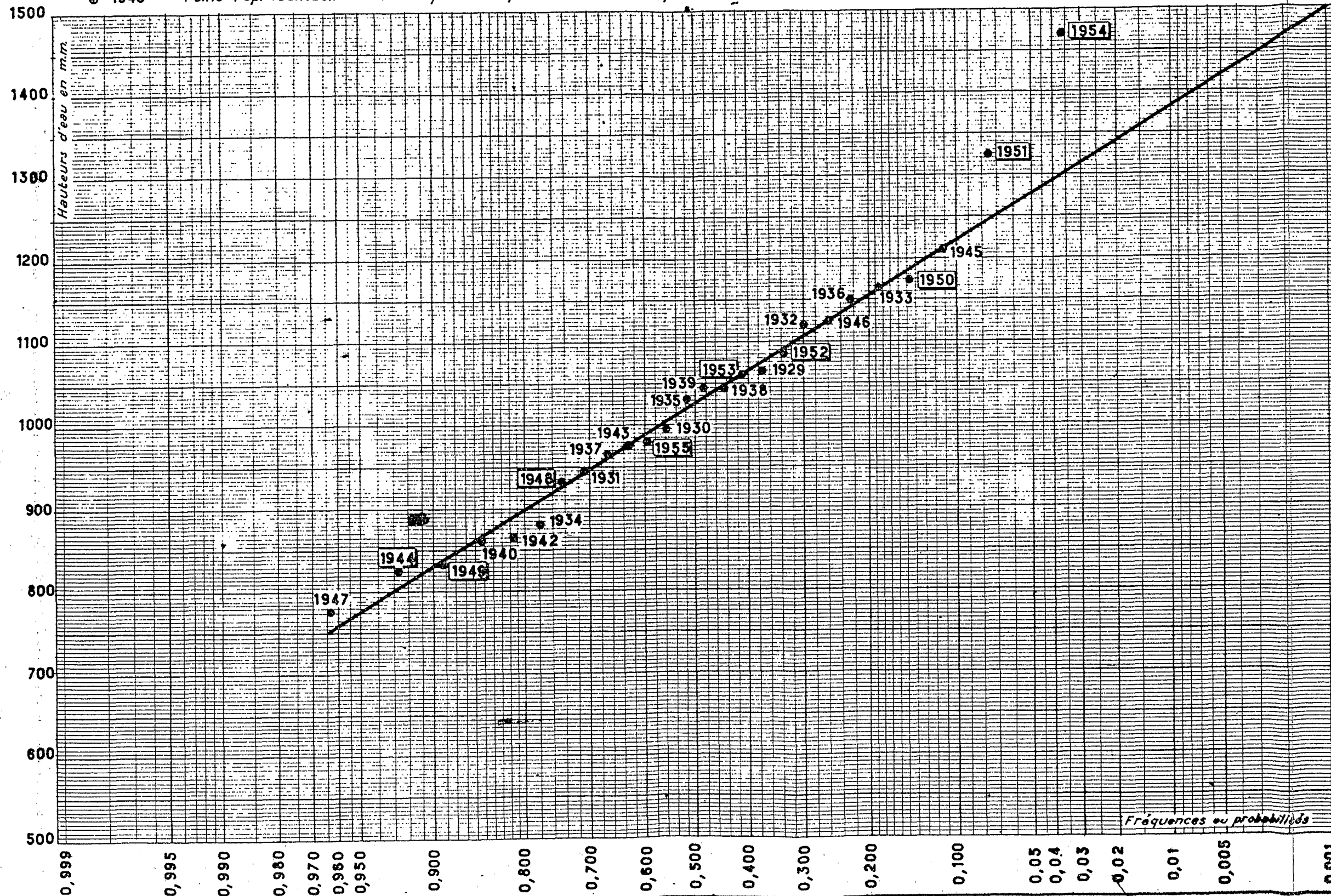
Les modules élevés ne suivent plus du tout la loi indiquée et sont beaucoup plus forts que ceux prévus par notre courbe théorique. De même, les modules faibles sont légèrement supérieurs à ceux que l'on déduit de la formule adoptée. Cependant, ces deux éléments constituent un facteur de sécurité pour l'adoption d'un débit d'équipement: il n'y a donc pas lieu de s'en inquiéter.

La partie de la courbe comprise entre les probabilités 0,1 et 0,9 est la plus intéressante pour l'exploitation du barrage. Elle permet de supputer l'avantage que l'on peut tirer de la réserve pour réaliser une régularisation

LE KONKOURÉ AU PONT DE TÉLIMÉLÉ

PROBABILITÉS DES LAMES D'EAU ÉQUIVALENTES

⊗ 1951 Année correspondant à des mesures effectives du débit . .
 ⊗ 1945 Point représentatif de la fréquence expérimentale correspondant à une année donnée.



T A B L E A U III

ANNEE	H. classées	Fréquences expérimentales $F_T(H)$	Probabilité théorique P(H)	Ecart (P-F _T)
I954	I470	0,0371	(en dehors du champs d'application de la loi préconisée.	
I951	I325	0,074		
I945	I210	0,1115	0,1115	0
I950	II75	0,148	0,162	+ 0,014
I933	II65	0,185	0,177	- 0,008
I936	II50	0,222	0,205	- 0,017
I946	II24	0,259	0,259	0
I932	II20	0,296	0,267	- 0,029
I952	I085	0,333	0,347	+ 0,014
I929	I065	0,371	0,400	+ 0,029
I953	I060	0,408	0,408	0
I938	I045	0,445	0,445	0
I939	I045	0,482	0,445	- 0,037
I935	I030	0,518	0,485	- 0,033
I930	995	0,556	0,575	+ 0,019
I955	980	0,593	0,615	+ 0,022
I943	975	0,630	0,630	0
I937	965	0,667	0,652	- 0,015
I931	945	0,704	0,700	- 0,004
I948	932	0,741	0,730	- 0,011
I934	880	0,778	0,830	+ 0,052
I942	865	0,815	0,852	+ 0,037
I940	860	0,852	0,855	+ 0,003
I949	830	0,890	0,900	+ 0,010
I944	825	0,926	0,905	- 0,021
I947	775	0,963	0,950	- 0,013
I941	730	I,000	0,973	- 0,027

interannuelle et, compte-tenu du débit le plus faible calculé sur une période de 27 ans, de déterminer dans des conditions optimales le débit d'équipement.

L'application de ces données hydrologiques sort, présentement, du cadre de nos compétences, puisqu'elle doit tenir compte des facteurs économiques mis en jeu par l'exploitation du barrage, et des facteurs industriels régissant les règlements relatifs à la fourniture du courant (constance de la productivité etc...)

Nous avons réuni dans le Tableau 4 les éléments bruts permettant le calcul du débit d'équipement, après les corrections de bassin versant et d'évaporation.

PARIS, le 5 Juin 1956,

M. ROCHE.

N.B: Ce rapport annule le précédent daté du 15 Mars 1955.

T A B L E A U IV

Probabilité au dépassement (en moyenne sur un grand nombre d'années)	Lame d'Eau écoulée en mm.	Module en m ³ /sec	Volume écou- lé en mil- liard de m ³
0,1 module dépassé 1 fois en 10ans	1.220	396	12,5
0,2 " " 2 " "	1.153	374	11,8
0,3 " " 3 " "	1.105	358	11,3
0,4 " " 4 " "	1.063	345	10,9
0,5 " " 5 " " (module médian)	1.025	332	10,5
0,6 " " 6 " "	986	320	10,1
0,7 " " 7 " "	945	307	9,7
0,8 " " 8 " "	896	290	9,2
0,9 " " 9 " "	830	270	8,5
module le plus faible observé sur 27 ans.	730	237	7,5