

# COEFFICIENTS D'ÉCOULEMENT DES CRUES EN SAVANE GUINÉENNE

par

**M. ROCHE**

*Ingénieur diplômé E. C. L.*

*Ingénieur Hydrologue à l'Électricité de France*

*Inspection Générale pour l'Union Française et l'Étranger*

Parmi les différents problèmes hydrologiques que pose la construction d'un grand ouvrage, la détermination des crues exceptionnelles, auxquelles il doit résister, est certainement le plus délicat.

Dans le cas d'un pont ou d'un barrage créant une faible retenue, il faut connaître les débits de pointe de probabilité donnée ou, tout au moins, essayer de fixer une limite supérieure de ces débits : le problème est souvent difficile à résoudre, surtout dans les Territoires d'Outre-Mer où les observations hydrologiques portent généralement sur de très courtes périodes et où l'on ne dispose pas toujours d'un réseau de pluviomètres suffisant pour mener à bien une étude analytique.

Dans le cas d'un barrage créant une grande retenue où les possibilités de laminage des crues sont considérables, le problème se trouve simplifié du fait qu'on peut se contenter, pour le calcul des ouvrages d'évacuation, de la connaissance des volumes globaux évacués par les crues exceptionnelles. Lorsque la période d'observations hydrologiques est courte, il est indispensable de procéder à une étude analytique préalable, puis à une étude statistique des observations pluviométriques effectuées en général depuis plus longtemps.

On voit tout l'intérêt que présente, dans ce cas, l'étude des coefficients d'écoulement de crues. C'est cette étude, effectuée pour le bassin du KONKOURÉ à l'occasion de la mise au point du projet de barrage de SOUAPITI (11 milliards de m<sup>3</sup>), que nous présentons dans cette note. Nous ferons état également de quelques résultats obtenus sur le SAMOU, affluent du BADI, qui se jette lui-même dans le cours inférieur du KONKOURÉ.

## I.) APERÇU DES CONDITIONS CLIMATIQUES

D'une façon générale, et en négligeant certaines influences locales telles que le relief et la végétation, on peut dire que les précipitations en Afrique Noire sont régies par les déplacements saisonniers du Front Intertropical (F.I.T.). Ce front est défini comme la surface de discontinuité entre l'Harmattan, vent du N-E sec et chaud, issu du continent africain, et la mousson, vent frais et humide du secteur S-O, qui n'est autre que l'alizé austral dévié à son passage à l'équateur par l'accélération de Coriolis due à la rotation de la terre. On donne également le nom de F.I.T. à la trace au sol de cette surface de discontinuité : c'est dans ce dernier sens que nous l'utiliserons.

Le F.I.T. suit, avec un léger retard, les déplacements apparents du soleil en latitude au cours de l'année.

En Guinée sa position extrême vers le Sud se situe un peu au Nord de CONAKRY.

Au début de l'année, lorsque le F.I.T. progresse vers le Nord, on observe d'abord, sur le bassin du KONKOURÉ, des averses se déplaçant grossièrement d'Est en Ouest, réparties sur des "lignes de grains" perpendiculaires au F.I.T. Ce sont les "tornades" du début de la saison des pluies (Avril à Juin). Elles donnent souvent des pluies intenses mais leurs zones d'influence sont de faible étendue.

En Juillet et Août, les tornades font place à ce qu'on appelle les pluies de mousson; quasi stationnaires, elles durent, en général, assez longtemps et intéressent des zones de superficie parfois considérable. Les tornades reprennent à partir de Septembre avec la période des "Orages de fin de saison". L'activité orageuse y est particulièrement intense. C'est l'époque de prédilection des coupures de courant.

Cet exposé est évidemment très schématique.

La période des pluies de mousson, notamment, peut être très longue comme en 1954, ou courte comme en 1955. Il serait possible, pour chaque année, de déterminer avec précision ces limites en exploitant sur les minutes d'observations pluviométriques les notes marginales concernant l'activité orageuse. Notons, enfin, que des poussées d'alizé survenant à une date tardive peuvent rétablir temporairement le régime de pluies de mousson, mais toujours pour une durée n'excédant pas quelques jours.

## II.) MISE EN ŒUVRE DES ÉLÉMENTS D'INFORMATION

Pour les crues étudiées dans le présent article, nous disposons des débits journaliers au pont et parfois même de relevés effectués toutes les trois heures ou toutes les quatre heures. La crue de 1955 a été observée par nos soins.

On peut considérer que les débits de très hautes eaux sont connus avec une bonne précision. Sept jaugeages, effectués avec deux moulinets différents, dépassent  $1.500 \text{ m}^3/\text{sec}$  alors que le maximum moyen annuel est de  $2.000 \text{ m}^3/\text{sec}$  environ. L'extrapolation pour les fortes crues est insignifiante: maximum mesuré  $2.650 \text{ m}^3/\text{sec}$ , maximum atteint  $2.890 \text{ m}^3/\text{sec}$ ; la dispersion des points de mesures, très faible, est d'ailleurs indécélable si l'on tient compte des plages de variation de la hauteur d'eau pendant les jaugeages (voir figure 1).

Les données pluviométriques ont été recueillies à CONAKRY sur les minutes originales des observateurs. Une étude critique sévère a été effectuée et nous savons à peu près quel degré de confiance on peut accorder aux différentes observations.

Nous disposons, en général, de cinq postes: TÉLIMÉLÉ, LABÉ, PITA, DALABA et KINDIA. Il existe une sixième station: MAMOU, nous n'avons malheureusement que deux années d'observations pour ce poste.

La très forte crue de 1955 a bénéficié d'une documentation pluviométrique plus étendue comportant les résultats des pluviomètres installés depuis le début de l'année par la Mission du Konkouré. Cette crue, étudiée plus en détail, fera l'objet d'un chapitre spécial.

Pour chaque crue, nous avons calculé le volume total écoulé et le volume total de pluie tombé sur le bassin. Le point délicat est la détermination du volume d'écoulement à attribuer à une pluie ou un ensemble de pluies donné. Pour cela nous nous sommes efforcés de découper dans l'hydrogramme général de l'année des tranches telles que la position des réserves soit à peu près la même au début et à la fin de la période considérée. Nous ne pensons pas être parvenus de façon parfaite, mais nous croyons nous en être approchés en choisissant des débits égaux avant et après la crue, tout en ayant soin de prendre les dates extrêmes dans des "trous pluviométriques". Lorsqu'il a été impossible d'atteindre en fin de crue le débit initial, par suite d'une pluie perturbatrice, nous avons estimé une courbe de tarissement d'après les décrues que nous connaissons.

Nous avons ensuite essayé, après avoir fait le bilan de chacune des crues, de lier les variables caractéristiques de ce bilan, en l'occurrence le déficit d'écoulement de la période (soit, en fait, l'évapotranspiration) et le coefficient d'écoulement, à la pluviométrie.

Cette tentative demande quelques explications. Supposons, par exemple, que nous voulions lier l'évapotranspiration, déduite des observations hydrométriques et pluviométriques, à l'intensité de pluie moyenne en mm/jour pour une crue donnée. Il est bien évident que cette intensité n'est pas le seul facteur qui va régir l'évapotranspiration. Mais elle lui est liée indirectement par son influence sur l'humidité, la température, etc... Il est donc normal de s'attendre à ce qu'il existe une certaine corrélation entre les deux phénomènes. Les facteurs conditionnels de l'évapotranspiration qui ne sont pas inclus dans l'intensité de la pluie ou dans les facteurs conséquents à cette intensité vont créer une certaine dispersion, de sorte que même si l'on connaissait exactement les vraies valeurs des deux variables proposées, il ne serait pas possible de représenter leurs variations simultanées par une fonction univoque. Il faudra donc adopter une "bande représentative" dont la largeur donne précisément une mesure des écarts dûs aux facteurs étrangers ou faiblement liés à la pluie moyenne journalière.

Les résultats obtenus sont, comme nous le verrons, suffisamment intéressants pour justifier le procédé que nous venons d'exposer.

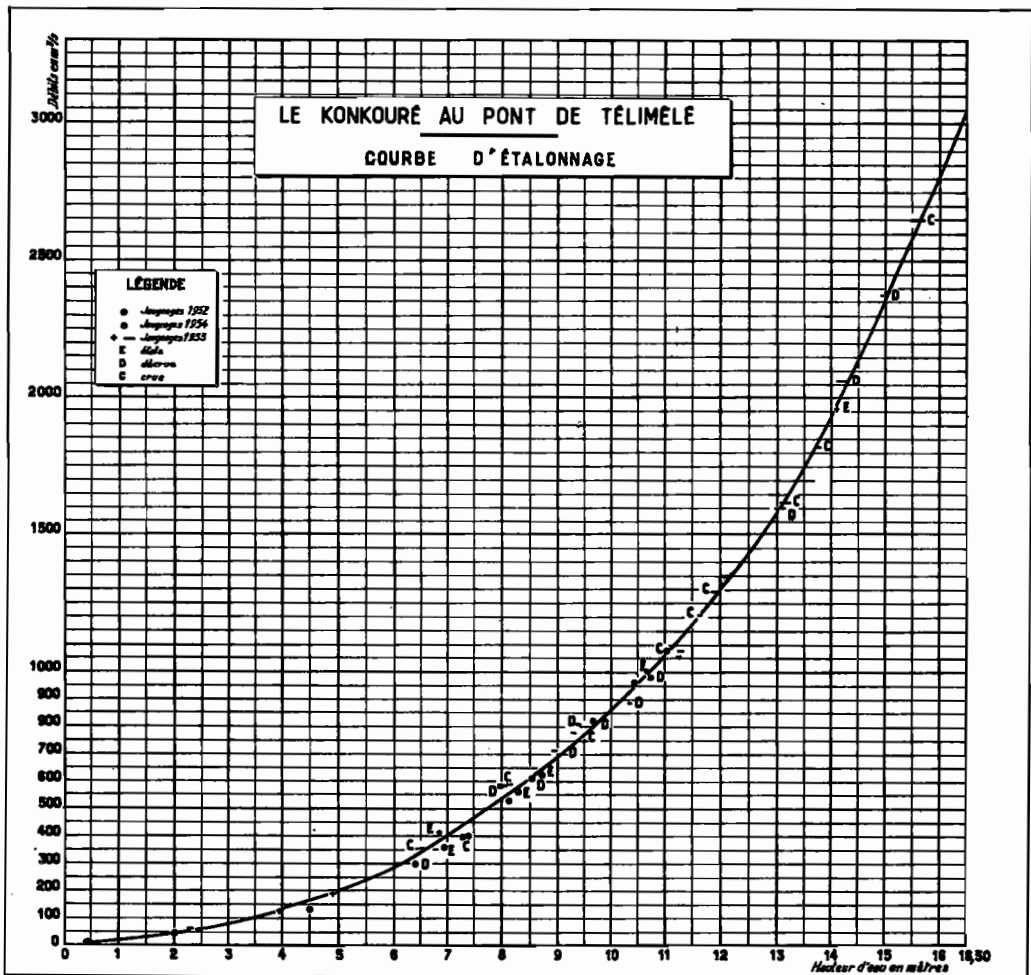


Fig. 1

### III.) ÉTUDE DES DIFFÉRENTES CRUES

Nous étudions dans ce chapitre la plus forte crue observée chaque année pour 1948, 1949, 1950, 1952, 1953 et 1954. Nous n'avons pas tenu compte de la crue de

1951; elle n'offre que peu d'intérêt et, par ailleurs, l'établissement de son bilan présente des incertitudes difficiles à éliminer. La crue de 1955 fera l'objet d'un chapitre spécial.

Les réseaux d'isohyètes que nous avons tracés ne sauraient représenter fidèlement la répartition spatiale de la pluie pendant la durée des crues. Mais l'influence d'une erreur de détail sur la pluviométrie moyenne calculée à partir de ces réseaux reste faible tant que le gradient pluviométrique n'est pas exagéré. Cette condition est, en général, bien réalisée, sauf pour la crue de 1952 dont la pluviométrie moyenne calculée sera donnée avec les plus grandes réserves.

Nous appelons coefficient d'écoulement d'une crue le rapport entre le volume d'écoulement total recueilli à l'exutoire et le volume total des pluies tombées sur le bassin pendant la durée de la crue. Nous le désignons dans ce rapport par la lettre  $K_e$ . Les précautions prises pour la détermination des volumes écoulés ont été exposées au paragraphe II.

La lame d'eau équivalente est le volume écoulé total rapporté à la superficie du bassin. On la désigne par la lettre  $H_e$  :

$$H_e \text{ mm} = \frac{\text{Volume écoulé en m}^3}{1\,000 S_{\text{km}^2}}$$

Le déficit d'écoulement (D) est la différence entre la pluie et la lame d'eau exprimées en mm. Lorsque l'état des nappes est supposé le même avant et après la période sur laquelle porte le bilan, le déficit est égal à la lame d'eau évaporée par le sol et transpirée par les végétaux (\*). Il prend alors le nom d'Evapotranspiration (abréviation : Evpt - symbole : E).

Au risque d'alourdir le présent texte, nous avons cru nécessaire de donner, ci-après, les caractéristiques principales des différentes crues annuelles pour mieux montrer le type des répartitions des averses et comment "réagit" le bassin.

- Année 1948 :

CRUE du 12 au 25 AOUT

DÉBITS OBSERVÉS			
Dates	Q m <sup>3</sup> /sec.	Dates	Q m <sup>3</sup> /sec.
12	860	19	1.650
13	870	20	1.830
14	970	21	1.510
15	1.080	22	1.140
16	1.210	23	970
17	1.350	24	860
18	1.500	25	840

Cette crue est tout-à-fait moyenne. Elle est due à de fortes précipitations localisées sur le bassin du HAUT-KONKOURÉ, la zone des pluies étant centrée approximativement sur DALABA. Il s'agit donc d'une crue non généralisée à l'ensemble du bassin, avec quelques apports du KOKOULO. Une seule pointe, crue et décrue uniques.

Précipitation journalière maximum : 99 mm à DALABA le 10 Août.

Le gradient pluviométrique dans l'espace, très fort, n'est guère favorable à une estimation correcte de la hauteur moyenne des précipitations tombées pendant cette période sur le bassin. Le planimétrage des isohyètes donne  $H_m = 194$  mm, soit un volume total de :  $1,99 \times 10^9$  m<sup>3</sup> (voir figure 2).

(\*) Les pertes définitives par infiltration sont pratiquement nulles pour le bassin du KONKOURÉ au Pont de TELIMÉLÉ.

Le volume écoulé, obtenu par sommation arithmétique, est de  $1,44 \times 10^9 \text{ m}^3$ , soit une lame d'eau He de 140 mm.

Coefficient d'écoulement : 72 %.

Évapotranspiration : 54 mm, soit 3,86 mm/jour.

- Année 1949 -

CRUE du 9 AOUT au 4 SEPTEMBRE

DÉBITS OBSERVÉS			
Dates	Q m <sup>3</sup> /sec.	Dates	Q m <sup>3</sup> /sec.
9 Août	720	23	1.040
10	780	24	1.010
11	820	25	960
12	870	26	890
13	1.040	27	960
14	1.100	28	980
15	400	29	960
16	1.840	30	1.000
17	1.760	31	1.000
18	1.840	1 Sept.	1.020
19	1.780	2	960
20	1.690	3	800
21	1.510	4	740
22	1.270		

Pluie de mousson relativement uniforme. Les maxima journaliers observés aux différentes stations sont du même ordre. Le plus fort est enregistré à PITA avec 69,0 mm le 9 Août et le plus faible à LABÉ avec 40,6 mm le 13 Août.

Le planimétrage des isohyètes, figure 3, donne Hm = 415 mm, d'où le volume total de pluie de  $4,25 \times 10^9 \text{ m}^3$ . Volume écoulé obtenu par sommation arithmétique :  $2,66 \times 10^9 \text{ m}^3$ , soit une lame d'eau de 259 mm.

Coefficient d'écoulement : 61 %.

Évapotranspiration : 156 mm en 27 jours, soit 5,8 mm/jour.

- Année 1950 :

CRUE du 29 JUILLET au 30 AOUT

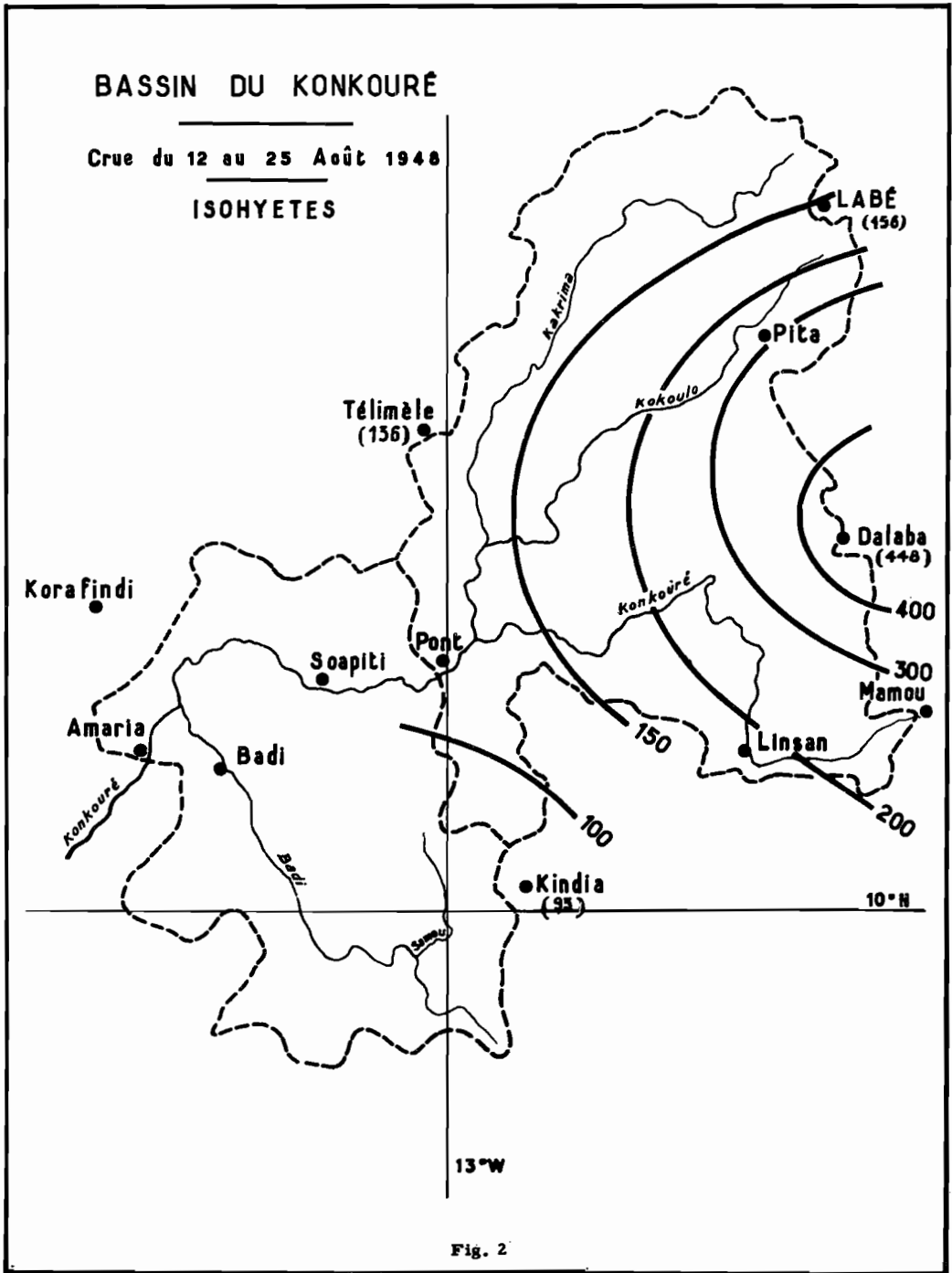
Les débits sont donnés par l'hydrogramme ci-joint (figure 4). Cette crue est complexe, formée de toute une série d'hydrogrammes élémentaires (au moins quatre) qu'il n'a pas été possible de dissocier. Les deux pointes principales, séparées par une décrue très nette, ont dû elles-mêmes être considérées dans leur ensemble.

De plus, par suite de pluies perturbatrices survenant à la fin de la deuxième pointe et amorçant une nouvelle crue secondaire, il a été nécessaire de se donner une courbe de tarissement de façon à retomber, pour l'évaluation du volume écoulé, sur le débit initial.

La crue complexe ainsi définie est la plus forte observée après celle de 1955, tout au moins en ce qui concerne les débits de pointe évalués à  $2.780 \text{ m}^3/\text{sec}$ .

Le volume écoulé, déterminé par planimétrage de l'hydrogramme est de  $2,30 \times 10^9 \text{ m}^3$ .

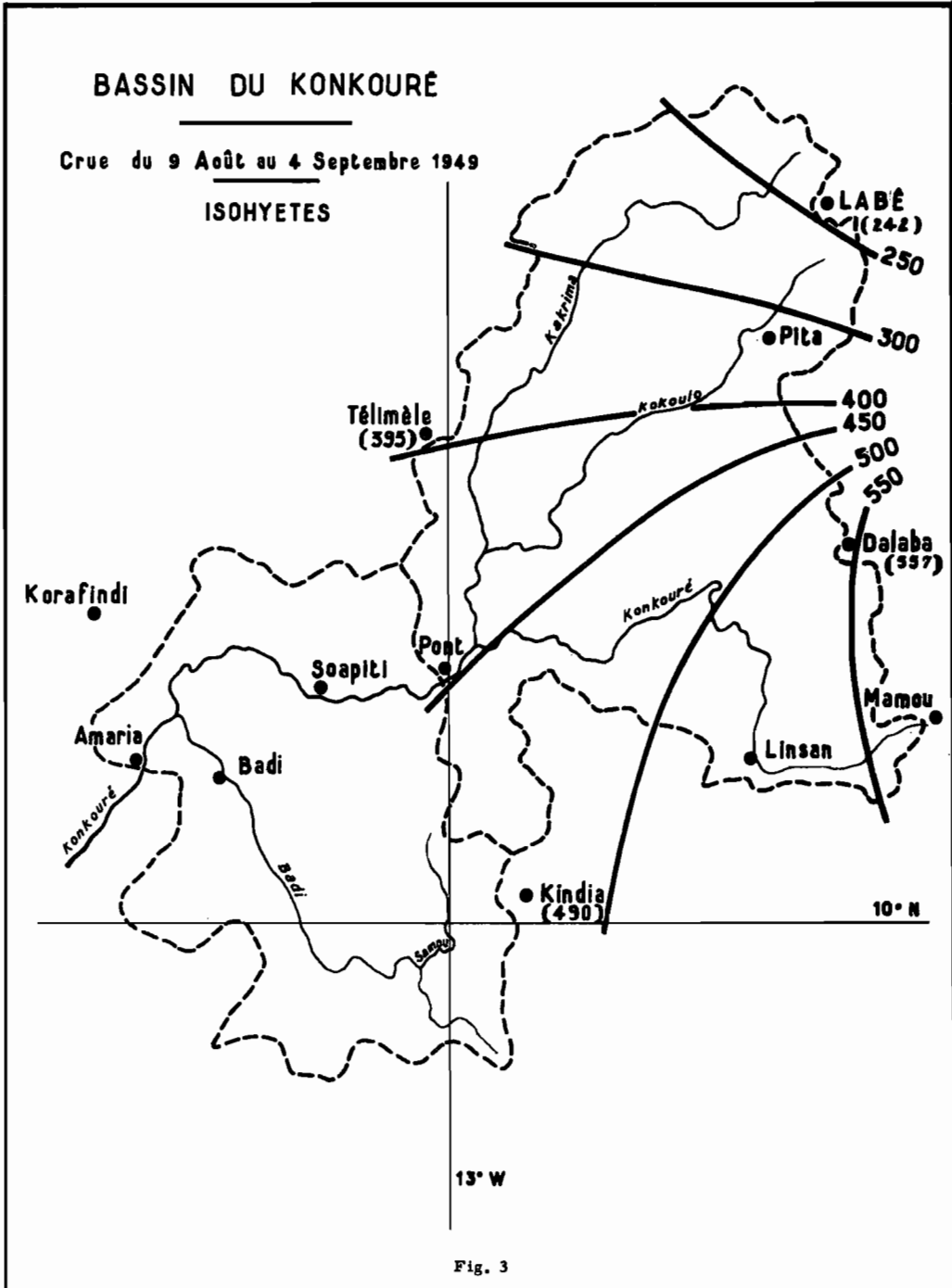
Le maximum journalier s'est produit à LABÉ le 3 Septembre avec 63,6 mm. Les précipitations sont assez homogènes bien que leur activité se soit davantage manifestée dans le bassin du KONKOURÉ MOYEN; ce qui concourt du reste à l'excellent rendement de cette pluie.



La pluie totale Hm, déterminée par planimétrie des isohyètes (figure 5) est de 275 mm. On a :

- volume de pluie .....  $2,82 \times 10^9 \text{ m}^3$
- lame d'eau équivalente à l'écoulement ... 225 mm

- évapotranspiration ..... 50 mm en 14 jours, soit 3,56 mm/jour
- coefficient d'écoulement ..... 82 %.



- Année 1952 :

**CRUE du 18 au 26 AOUT**

C'est une crue tout-à-fait modérée, due à des précipitations fortement centrées sur DALABA. Donc, crue partielle du HAUT-KONKOURÉ. Le nombre de pluviomètres existants est insuffisant, étant donné le fort gradient pluviométrique, pour déterminer la pluie moyenne sur le bassin avec quelque précision. Nous avons tracé

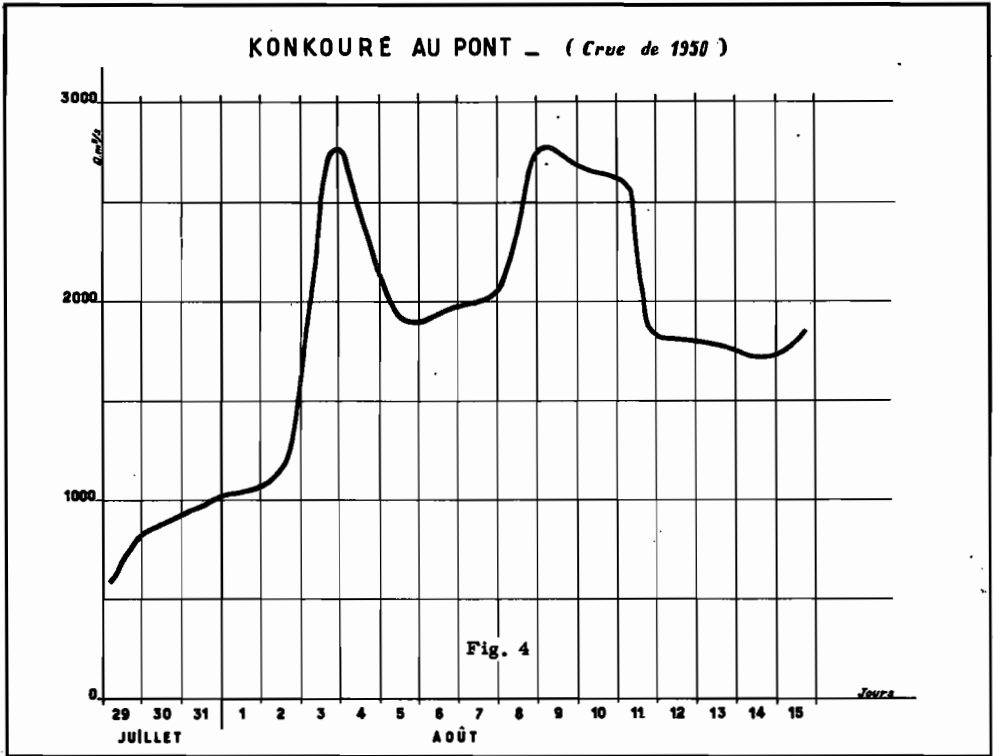


Fig. 4

néanmoins un réseau d'isohyètes (figure 7) dont le planimétrage donne  $H_m = 170$  mm. Il est fort possible que ce résultat soit surestimé et que les très fortes précipitations de la bordure Est soient beaucoup plus localisées que ne l'indique le tracé adopté.

Le volume écoulé, déduit de l'hydrogramme que nous donnons ci-joint (figure 6) est de  $1,02 \times 10^9$  m<sup>3</sup> ( $H_e = 100$  mm).

- Volume de précipitations .....  $1,74 \times 10^9$  m<sup>3</sup>
- Coefficient d'écoulement ..... 59 %
- Évapotranspiration ..... 70 mm en 9 jours, soit 7,8 mm/jour

Ce dernier chiffre paraît énorme pour une saison où l'évaporation sur nappe d'eau libre n'excède pas 2 à 3 mm par jour.

- Année 1953 :

CRUE du 2 AOÛT au 7 SEPTEMBRE

DÉBITS OBSERVÉS					
Dates	Q m <sup>3</sup> /sec.	Dates	Q m <sup>3</sup> /sec.	Dates	Q m <sup>3</sup> /sec.
2 Août	990	15 Août	1.620	28 Août	1.300
3 "	1.040	16 "	1.770	29 "	1.100
4 "	960	17 "	1.760	30 "	1.200
5 "	860	18 "	1.460	31 "	1.100
6 "	980	19 "	1.190		
7 "	960	20 "	1.140	1 Sept.	1.040
8 "	890	21 "	990	2 "	930
9 "	950	22 "	1.040	3 "	930
10 "	1.200	23 "	1.340	4 "	1.120
11 "	1.600	24 "	1.400	5 "	1.010
12 "	1.740	25 "	1.480	6 "	890
13 "	1.650	26 "	1.470	7 "	840
14 "	1.450	27 "	1.420		



"Pluie de mousson" bien caractéristique, les zones les plus arrosées étant l'Ouest et le Sud du bassin. Le maximum journalier observé pendant cette période

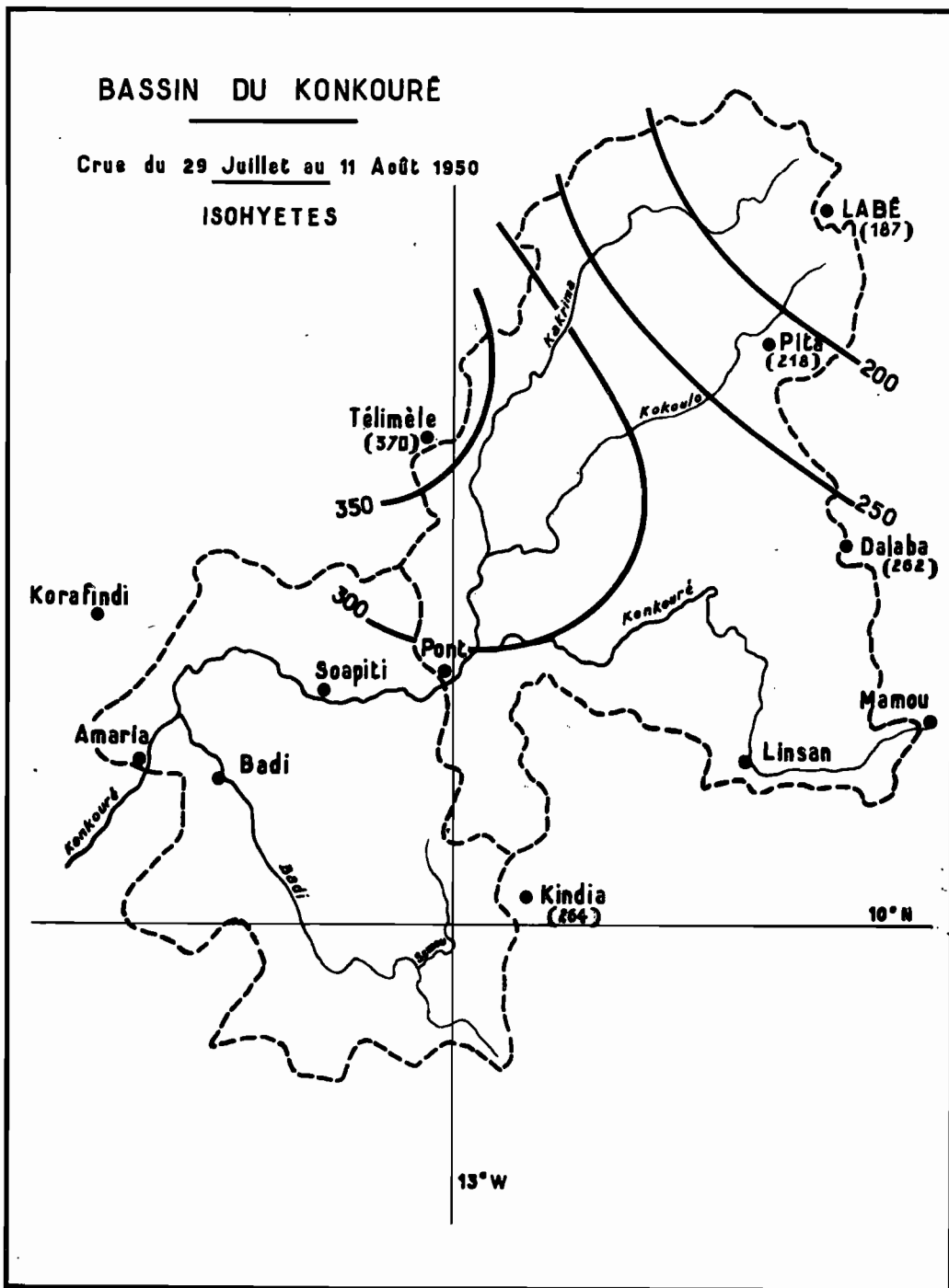


Fig. 5

est fort, avec 106,2 mm, le 1er Août à KINDIA. L'hydrogramme est compliqué, les débits de pointe jamais très forts. Il faut s'attendre à un rendement assez faible des précipitations.

Le volume écoulé est de  $3,87 \times 10^9 \text{ m}^3$  (Hm = 378 mm).

Pluviométrie moyenne : 580 mm. D'où un volume de pluie de  $5,95 \times 10^9 \text{ m}^3$ .

Évapotranspiration : 202 mm en 37 jours, soit 5,45 mm/jour .

Coefficient d'écoulement : 65 % .

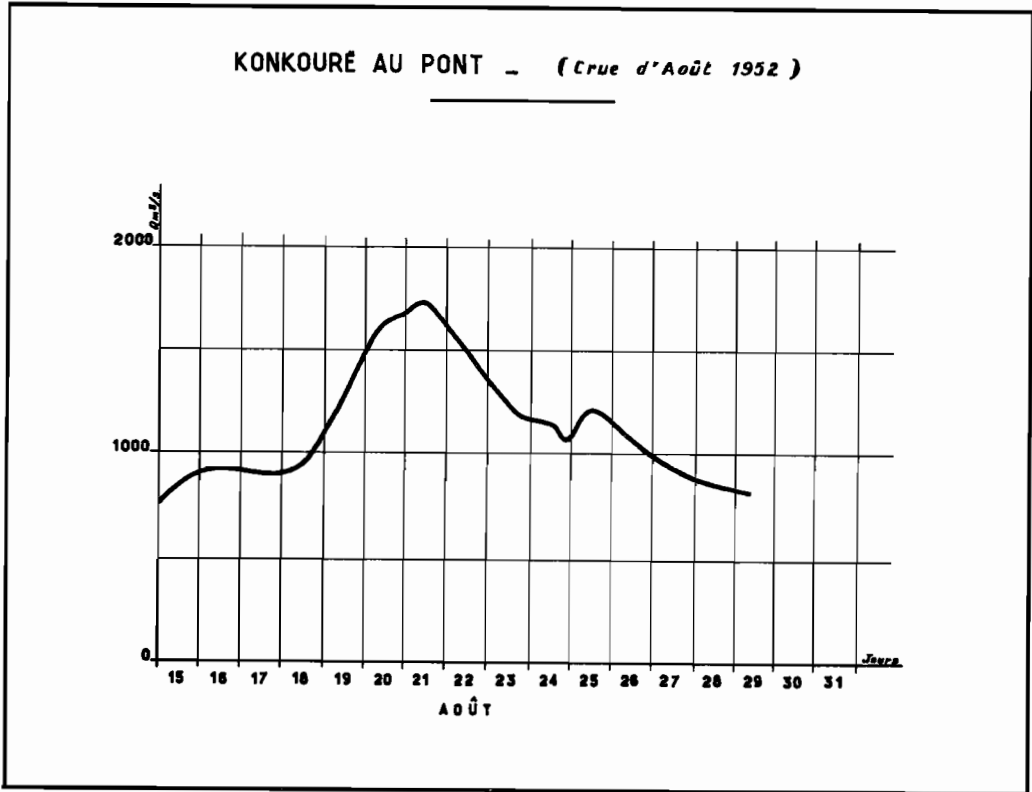


Fig. 6

- Année 1954 :

CRUE du 8 AOUT au 15 SEPTEMBRE

DÉBITS OBSERVÉS					
Dates	Q m <sup>3</sup> /sec.	Dates	Q m <sup>3</sup> /sec.	Dates	Q m <sup>3</sup> /sec.
8 Août	900	22 Août	1.740	4 Sept.	1.580
9 "	1.000	23 "	1.680	5 "	1.520
10 "	1.350	24 "	1.380	6 "	1.430
11 "	1.710	25 "	1.340	7 "	2.140
12 "	1.670	26 "	2.050	8 "	2.160
13 "	2.150	27 "	2.000	9 "	1.920
14 "	2.160	28 "	1.910	10 "	(1.750)
15 "	2.280	29 "	1.800	11 "	1.440
16 "	2.070	30 "	2.060	12 "	1.340
17 "	1.980	31 "	2.370	13 "	1.380
18 "	1.920			14 "	1.240
19 "	2.320	1 Sept.	2.420	15 "	1.080
20 "	2.180	2 "	2.140		
21 "	2.150	3 "	1.870		

Les régions les plus arrosées sont le MOYEN et le HAUT KONKOURÉ. On peut considérer la répartition pluviométrique comme assez homogène (figure 9).

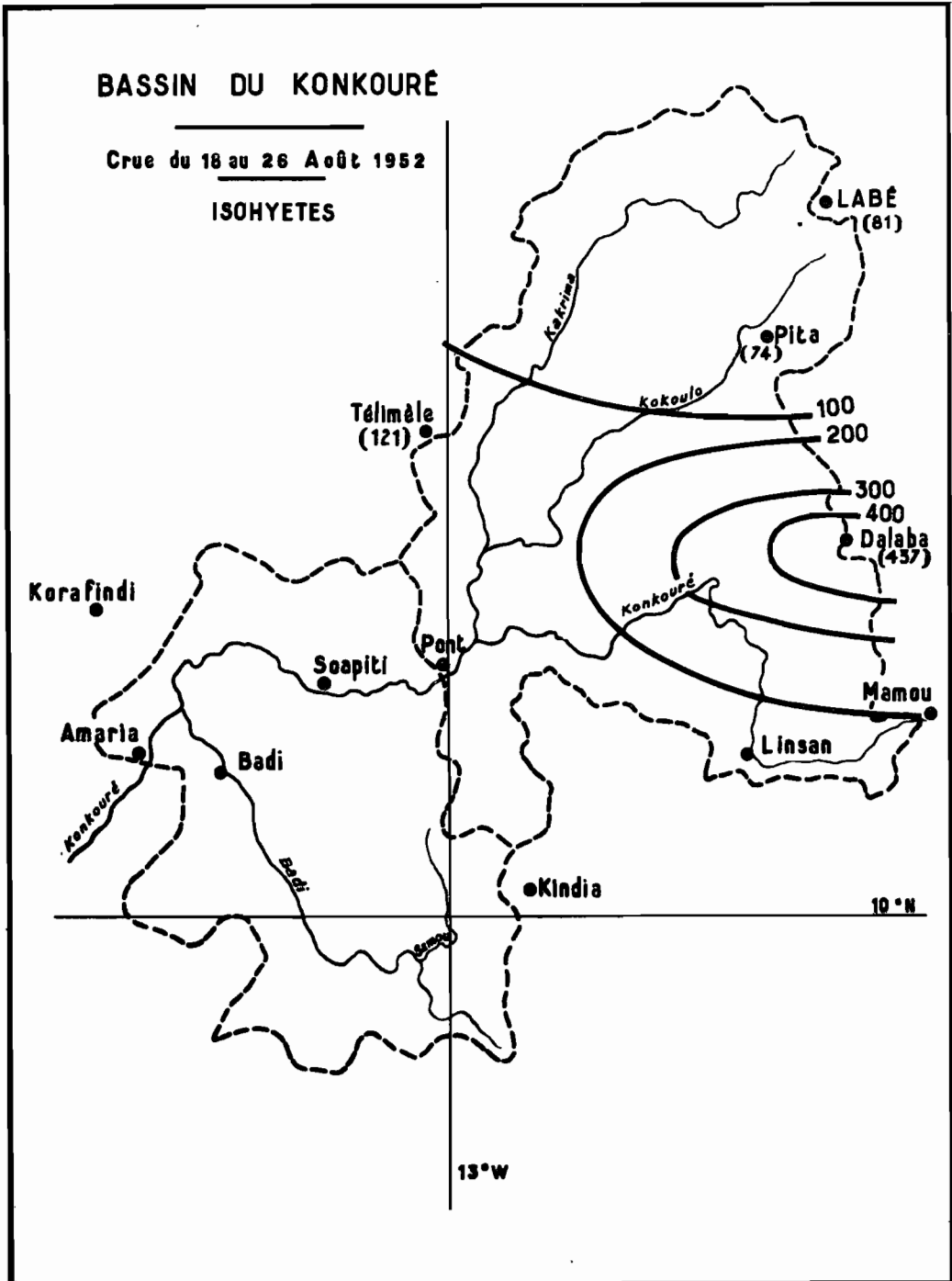


Fig. 7

L'hydrogramme met en évidence plusieurs pointes de crue nettement marquées dont les débits maxima sont forts. Il n'est guère possible, cependant, de les différencier dans l'établissement du bilan sans risquer des erreurs importantes. Il nous a paru plus raisonnable d'établir le bilan global de cette série de crues. Signalons enfin le maximum journalier très fort observé à TÉLIMÉLÉ : 127,8 le 24 Août.

Le volume écoulé est de  $6,02 \times 10^9 \text{ m}^3$  ( $H_e = 587 \text{ mm}$ ).

Le volume de pluie est de  $7 \times 10^9 \text{ m}^3$  ( $H_m = 680 \text{ mm}$ ).

Ce qui conduit à un coefficient d'écoulement de 86 % et à une évapotranspiration de 93 mm en 39 jours, soit 2,38 mm/jour.

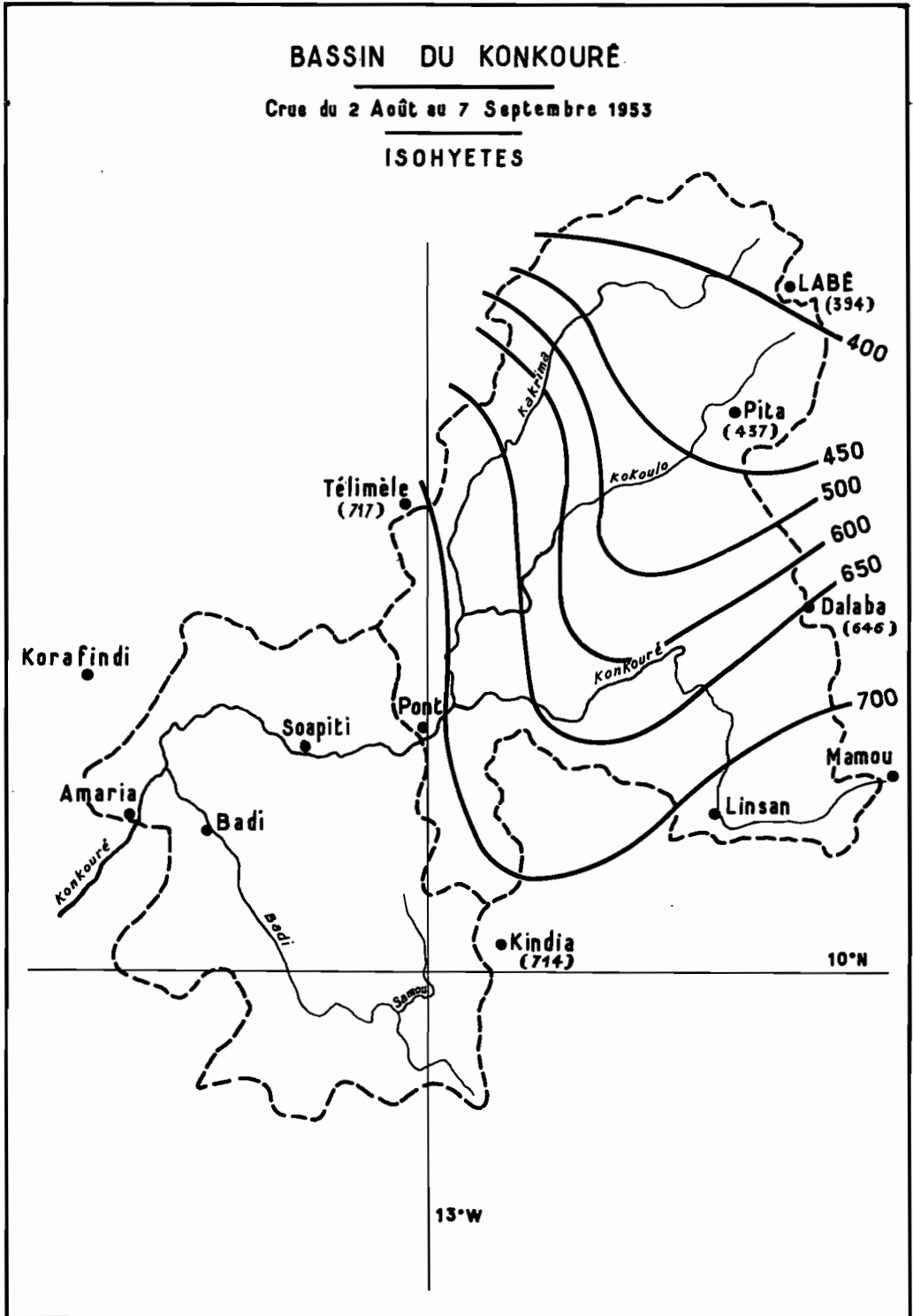


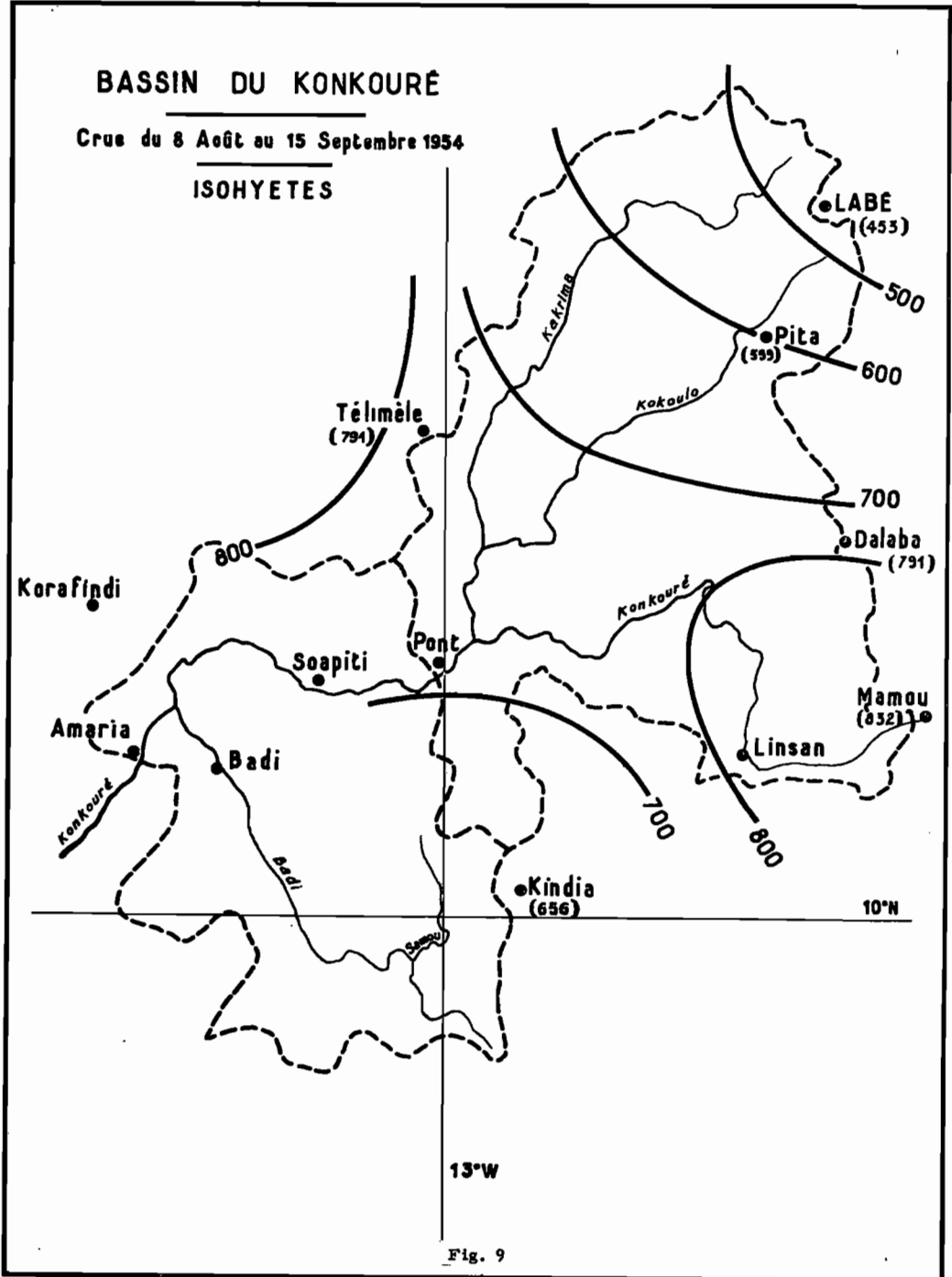
Fig. 8

#### IV.) ÉTUDE PARTICULIÈRE DE LA CRUE DE 1955 DU 27 JUILLET AU 7 AOUT

1° Observations :

a) Débits

Nous étions en pleine campagne de jaugeages au Pont de TÉLIMÉLÉ lorsque cette crue est arrivée. Le 25 Juillet au soir la cote 10,70 m à l'échelle était atteint-



te. Cette cote se maintint dans la journée du 26 où un jaugeage nous donna 1.000 m<sup>3</sup>/sec pour 10,68 m. Le 27, la situation n'avait guère évolué, une légère décrue fut même enregistrée pendant le jaugeage du matin.

A partir du 28, l'eau ne cessa de monter jusqu'au matin du Samedi 30. Cinq jaugeages furent effectués durant ces trois jours. Il nous sembla le Samedi matin avoir atteint avec 14,10 m la cote maximum. Le niveau se mit, en effet, à descendre et le soir il n'y avait plus que 14 m. Nous avions cependant décidé de rester à tout hasard. Le Dimanche matin l'eau avait dépassé 15 m à l'échelle.

Le jaugeage exécuté tandis que le niveau continuait à monter, entre les cotes 15,50 m et 15,75 m, fut particulièrement acrobatique. Le câble installé à la section de jaugeage était noyé à ses deux extrémités et la poussée du courant sur les corps morts accrochés au filin avait déraciné le palmier sur lequel était installé le treuil de manoeuvre. Fort heureusement, le câble lui-même n'avait pas cédé. Par mesure de sécurité et malgré la pluie fine et persistante, nous avons enlevé l'abri bâché installé sur la portière faite de deux canoës légers. Le dégagement par 2 m/sec de vitesse des corps flottants accrochés au câble nous donna beaucoup de mal. Un arbre entier, en particulier, nous prit une vingtaine de minutes; la portière embarquait à chaque instant et il fut plusieurs fois question d'abandonner. Le dépouillement, effectué sur le champ, nous donna 2.650 m<sup>3</sup>/sec.

Nous continuâmes nous-mêmes de relever la cote de l'eau d'heure en heure, jour et nuit, jusqu'au Lundi 14 h. l'eau atteignit rapidement les poutres métalliques du tablier puis les dépassa. On apprit que la route de KINDIA était coupée. Le KONKOURÉ reflua dans le MAYONKOURÉ, lui-même soumis pour son propre compte à une crue sévère.

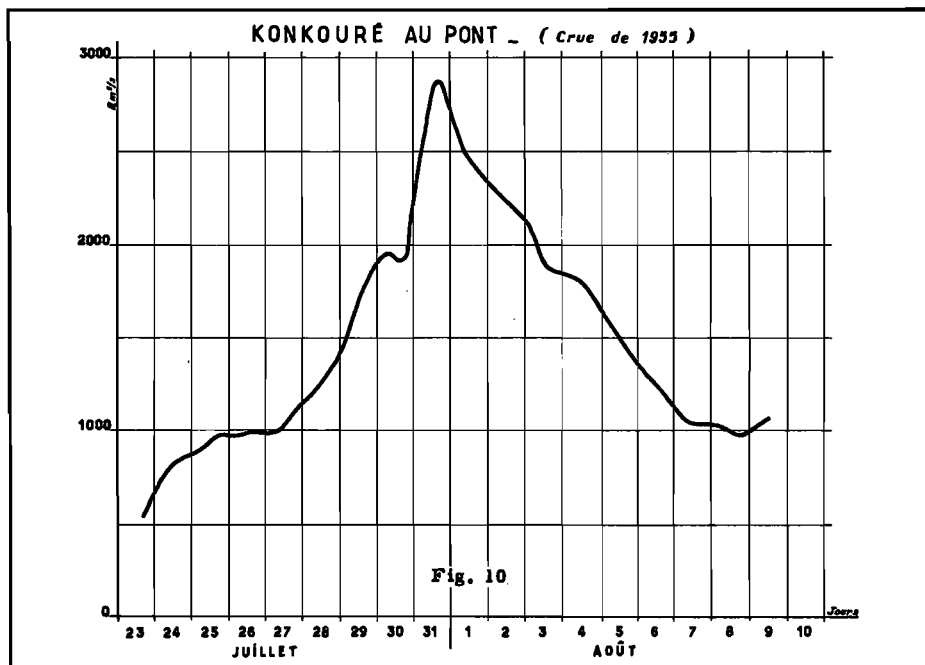
La cote maximum, mesurée à 17 h 15, fut de 16,16 m à l'échelle, 32 cm sous la tête du macaron I.G.N. situé sur la culée rive gauche, soit en cote absolue 169,66 m dans les systèmes de nivellement I.G.N. Elle se maintint pendant une demi-heure environ.

TABLEAU I  
CRUE DE JUILLET - AOUT 1955 - Pluies journalières en mm.

Dates	LABÉ	PITA	DALABA	MAMOU	LINSAN	KINDIA	PONT	TÉLI-MÉLÉ	SOUA-PITI	AMARIA	KORO-FINDI
22/7	20,6	0	2,4	2,3	15,0	3,7	8,8	15,5	44,3	33,3	3,6
23	13,9	7,7	17,7	53,8		9,0	8,3	0,5	27,0	17,3	32,3
24	39,3	22,4	28,0	16,1	80,0	42,3	119,4	60,6	226,4	23,5	37,1
25	14,6	16,1	11,8	8,7		20,9	8,5	3,5	56,0	75,0	21,2
26	3,6	4,3	6,2	6,8	30,0	0,3	22,9	0	12,5	31,5	8,1
27	73,4	69,0	40,6	7,7		30,0	2,0	28,0	91,0	30,5	16,2
28	27,5	32,1	49,1	42,4	52,0	23,8	6,6	0	16,8	38,8	59,2
29	0	0	7,1	3,2		0	52,4	115,5	29,8	37,5	15,5
30	34,9	40,8	23,1	44,3	56,0	3,9	0	25,0	27,1	6,8	58,3
31	0	47,2	25,7	7,2		0	109,6	0	154,0	139,3	82,8
1/8	7,3	17,0	14,8	-	30,0	22,3	32,3	24,0	49,9	44,0	-
2	0	0	12,1	-		15,0	8,2	5,4	7,0	40,3	-
3	0,7	15,5	47,0	-	0	23,0	8,9	10,3	5,2	6,0	-
4	3,3	0	0,4	-	15,0	0,2	0	0,3	31,3	25,2	-

Au cours de la décrue qui suivit, quatre jaugeages furent encore effectués par un autre opérateur du 2 au 5 Août. Leurs résultats concordent parfaitement avec ceux des jaugeages exécutés à la crue, sauf pour celui du 4 Août au cours duquel nous savons que le moulinet s'est ensablé à plusieurs reprises.

Les débits, tels qu'ils résultent de la nouvelle courbe d'étalonnage mise au point après ces mesures, sont donnés sous forme de diagramme sur la figure 10.



b) Pluies :

Nous avons relevé les observations pluviométriques jour par jour du 24 Juillet au 4 Août, à tous les postes que nous avons pu atteindre.

En plus des stations exploitées par le Service Météorologique (LABÉ, PITA, DALABA, MAMOU, TÉLIMÉLÉ, KINDIA) nous disposons de cinq stations installées et suivies par la Mission du KONKOURÉ. Deux sont placées dans le bassin qui nous intéresse (LINSAN et Pont du KONKOURÉ). Les trois autres, SOUAPITI, AMARIA et KORAFINDI, bien que nettement en dehors, sont utiles pour préciser la forme des isohyètes aux limites. Le pluviomètre de LINSAN n'a pas été relevé tous les jours et nous n'avons pu utiliser ses observations que pour l'évaluation des précipitations globales pendant la durée de la crue.

Nous donnons, ci-contre, le tableau I des observations.

Ce tableau nous a servi à établir les cartes d'isohyètes jour par jour dont nous tirons les conclusions suivantes (tableau II).

PLUIE MOYENNE SUR LE B.V. DU KONKOURÉ AU PONT  
DU 24 JUILLET AU 4 AOUT 1955

Dates	Pluies journalières	Pluies cumulées	Observations
24 Juil.	46,5	46,5	Pluie de mousson centrée sur SOUAPITI (KONKOURÉ MOYEN). Relativement homogène. Axe SOUAPITI-DALABA, SOUAPITI : 276,4, DALABA : 28,0
25 Juil.	environ 8	54,5	Pluie fine, homogène

Dates	Pluies journalières	Pluies cumulées	Observations
26 Juil.	6,7	61,2	Centrée sur TÉLIMÉLÉ, intéresse surtout MOYEN KONKOURÉ
27 Juil.	55,5	116,7	Centrée sur TÉLIMÉLÉ, intéresse surtout le bassin de la KAKRIMA. Précipitations également importantes sur bassin du KOKOULO. Gradient positif du Sud au Nord
28 Juil.	22,4	139,1	Centrée sur DALABA. Intéresse surtout HAUT KONKOURÉ. Pas de pluie à TÉLIMÉLÉ. Axe des minima TÉLIMÉLÉ-KINDIA. Gradient positif d'Est en Ouest.
29 Juil.	24,2	163,3	Centrée sur TÉLIMÉLÉ. Pluies intenses dans la région de TÉLIMÉLÉ, nulles dans le Nord du bassin et dans le Sud. Intéresse la Basse KAKRIMA.
30 Juil.	25	188,3	Pôles : PITA et MAMOU. Pluie nulle sur MAYONKOURÉ. Intéresse surtout HAUT-KONKOURÉ, HAUT-KOKOULO, HAUTE-KAKRIMA.
31 Juil.	31	219,3	Centrée sur SOUAPITI. Axe SOUAPITI-PITA. Intéresse surtout MOYEN-KONKOURÉ et Vallée du KOKOULO.
1er Août	19,2	238,5	Centrée sur SOUAPITI. Gradient négatif de SW en NE. Intéresse surtout les bassins bas et moyens des divers affluents.
2 Août	6,3	244,8	Gradient positif du NW au SE
3 Août	16,2	261,0	Centrée sur DALABA
4 Août	Pluie faible, inférieure en moyenne à 1 mm.		

## 2° Essai d'interprétation de l'hydrogramme :

L'hydrogramme complet se présente manifestement comme une somme d'hydrogrammes élémentaires dûs à des crues qui ne proviennent pas toutes des mêmes régions du bassin.

La pluie du 24 Juillet a servi, en quelque sorte, à "préparer le terrain", remplir les réserves, gonfler les nappes. Elle a porté le débit du KONKOURÉ à 1.000 m<sup>3</sup>/sec et son action a été soutenue les 25 et 26 Juillet par des pluies faibles, mais réparties sur tout le bassin, dont le rôle a consisté surtout à maintenir un degré hydrométrique élevé, freinant ainsi l'évaporation.

Les pluies importantes du 27 Juillet tombant sur un sol non ressuyé, ont achevé de le saturer et amorcé la crue de la KAKRIMA tandis que le 28 Juillet la mousson s'établissait dans l'Est du bassin, amorçant les crues du HAUT-KONKOURÉ et du KOKOULO.

Le 29 Juillet, de fortes précipitations centrées sur TÉLIMÉLÉ fournissent abondamment le moyen bassin du KONKOURÉ : un maximum est atteint le 30 au matin. On peut considérer que l'ensemble des pluies décrites du 27 au 29 a donné lieu à une crue individualisée.

Dans la journée du 30, les pluies recommencent dans le haut des bassins de la KAKRIMA, du KOKOULO et du KONKOURÉ. Les crues partielles engendrées par



ces pluies arrivent dans le bassin moyen le 31 au matin, alors qu'il a plu toute la nuit sur le KOKOULO moyen et inférieur. Toutes ces crues partielles se superposent pour donner l'hydrogramme de la plus grande crue qu'on ait observée au pont.

La décrue est légèrement retardée par les pluies du 1er Août qui, dans la partie inférieure du bassin, donnent un 3ème hydrogramme, peu important, et par les pluies du 3 centrées sur DALABA qui donnent un 4ème hydrogramme.

On peut donc dire que l'hydrogramme de la crue étudiée résulte de la superposition d'au moins quatre hydrogrammes dont la différenciation est possible, mais qui sont probablement eux-mêmes des hydrogrammes complexes. On voit tout l'intérêt qu'il y aurait à atteindre la forme et les caractéristiques de véritables hydrogrammes élémentaires; ce sera, entre autres, le but d'une campagne d'essais sur des petits bassins situés dans la vallée du MAYONKOURÉ (\*). Ce n'est qu'après des études détaillées dans ce sens, comportant l'analyse des formes élémentaires que l'on pourra réaliser raisonnablement la synthèse des crues exceptionnelles à l'aide des éléments climatologiques les plus défavorables dégagés statistiquement des archives météorologiques.

### 3° Établissement d'un bilan hydrologique :

Nous avons considéré la période qui s'étend du 27 Juillet (matin) au soir du 7 Août.

Nous avons supposé qu'au début et à la fin de ce cycle, l'état des réserves était le même; la partie de l'hydrogramme relative à cette période étant limitée par deux paliers de mêmes débits, ce qui implique une certaine stabilisation temporaire des nappes, on peut admettre cette hypothèse.

En totalisant les pluies moyennes, déterminées jour par jour par le planimétrage des réseaux journaliers d'isohyètes, on trouve 200 mm pour la période adoptée. Pour l'établissement du bilan, nous avons préféré recalculer la pluviométrie globale en traçant directement les isohyètes se rapportant à cette période (figure 11).

Le planimétrage des isohyètes donne une précipitation moyenne de 215 mm. D'où il résulte :

- volume total de pluie :  $215 \times 10,25 \times 10^6 = 2,20 \times 10^9 \text{ m}^3$
- volume écoulé (obtenu par planimétrage de l'hydrogramme) :  $1,80 \times 10^9 \text{ m}^3$
- lame d'eau équivalente : 175 mm
- coefficient d'écoulement : 82 %
- évapotranspiration : 40 mm, soit 4,45 mm/j.

## V.) ÉTUDE SOMMAIRE DE QUELQUES CRUES DU SAMOU

Durant l'hivernage 1953, des relevés détaillés ont été effectués sur le SAMOU à l'échelle située près de la gare de GRANDES CHUTES. Le bassin de ce sous-affluent du KONKOURÉ, limité à cette station, est de 964 km .

Le tarage de l'échelle, bien que provisoire, est suffisant pour donner les débits avec une bonne approximation. Malheureusement, les pluies sont assez mal connues, les seuls pluviomètres disponibles étant ceux de GRANDES CHUTES et de KINDIA.

Néanmoins, Y. MOUNÉ, hydrologue à la Mission du KONKOURÉ jusqu'en 1954, a tenté de dresser un bilan hydrologique des trois crues les plus intéressantes du mois d'Août 1953. C'est de son étude que nous avons tiré les renseignements suivants.

La première crue envisagée commence le 1er Août à midi et se termine pratiquement le 7 Août à la même heure, soit une durée totale de 6 jours. Le débit maximum observé aurait été un peu supérieur à  $500 \text{ m}^3/\text{sec}$  le 3 Août à 6 h.

(\*) Cette campagne est actuellement en cours.

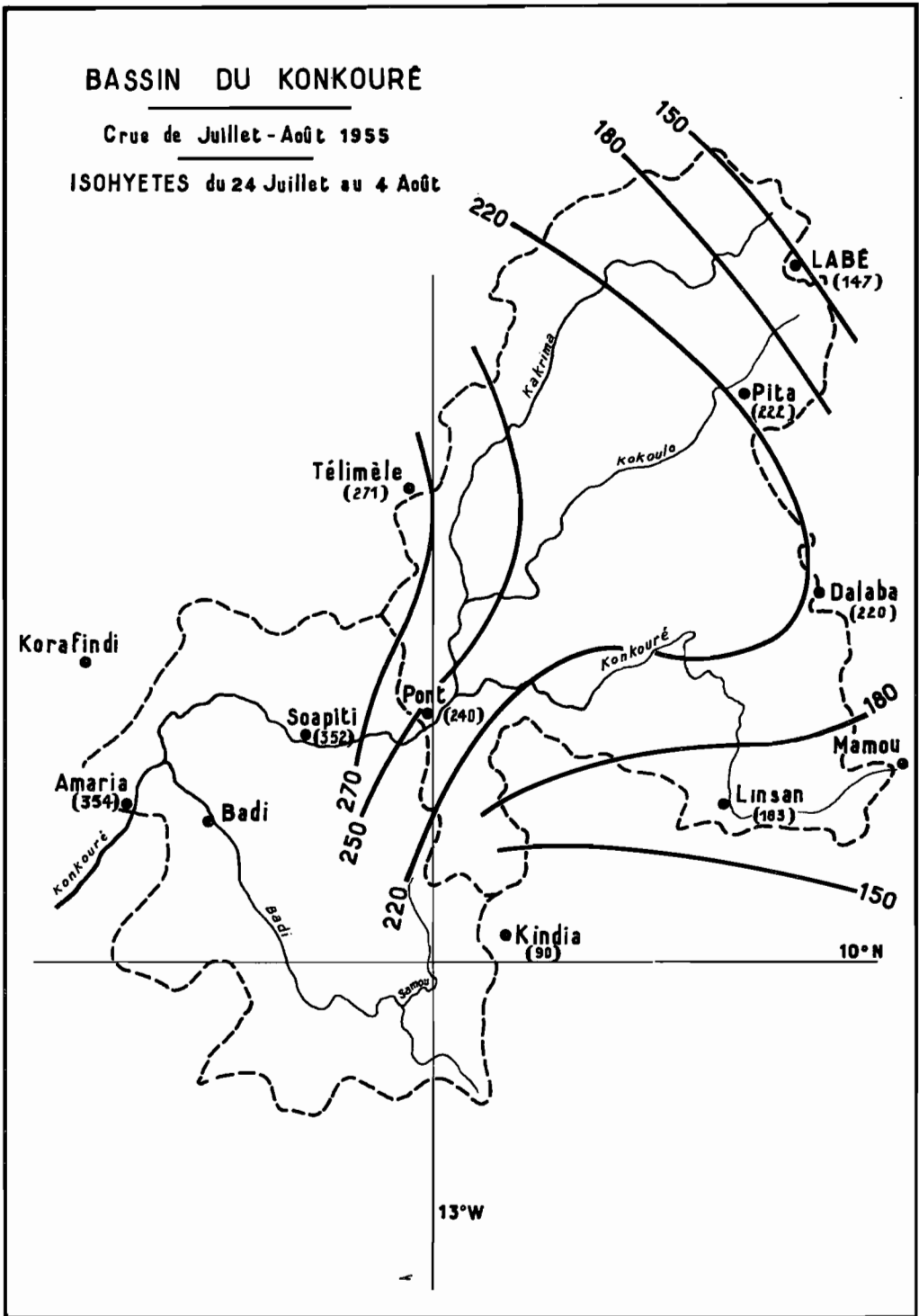


Fig. 11

Le volume total passé à l'exutoire durant cette crue est de  $132 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

Le volume total des précipitations a été évalué à  $207 \times 10^6 \text{ m}^3$ , ce qui donnerait un coefficient d'écoulement de 64 %.

Une deuxième crue notable commence le 10 Août à 6 h pour se terminer le 17 Août à 12 h, soit une durée totale de 7 jours 1/4.

Le volume écoulé total est de 120 millions de m<sup>3</sup> pour un volume précipité de 151 millions de m<sup>3</sup>, soit un coefficient d'écoulement voisin de 80 %. Débit maximum: 370 m<sup>3</sup>/sec.

La troisième crue étudiée commence le 22 à 0 h et se termine le 29 à 6 h, soit une durée de 7 jours 1/4. Pour le calcul des précipitations, il a été tenu compte de la pluie tombée le 21, entre 18 et 24 h. Le débit maximum correspond à un palier au voisinage de 220 m<sup>3</sup>/sec.

Le volume total écoulé est de 105 millions de m<sup>3</sup> pour un volume précipité de 175 millions de m<sup>3</sup>. Le coefficient d'écoulement est de 60 %.

Nous avons résumé dans le tableau III les résultats de cette étude. Il nous semble que les précipitations moyennes adoptées soient trop fortes. Elles conduisent en effet à des évapotranspirations moyennes journalières bien supérieures à celles que nous trouvons sur le bassin du MOYEN-KONKOURÉ et supposeraient, par ailleurs, pour l'évaporation sur nappe d'eau libre des valeurs que rien, jusqu'ici, ne permet d'envisager. Seuls les chiffres proposés pour la deuxième crue semblent vraisemblables.

Ces études confirment néanmoins qu'on ne saurait adopter pour une crue importante dans cette région de la zone guinéenne un coefficient d'écoulement inférieur à 60 %.

TABLEAU III - CRUES DU SAMOU

Dates	Pluies totales mm	Volume pluie 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Volume écoulé 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Lame d'eau mm	Evpt mm	Coef. écou. %	Evpt moyenne mm/j	Pluie moyenne mm/j	Lame d'eau moy. mm/j	Débit max. m <sup>3</sup> /s.
du 1/8 12 h au 7/8 12 h 6 jours	215	207	132	137	78	64	13	34,5	22,8	500
du 10/8 6 h au 17 à 12 h 7 j. 1/4	157	151	120	124	33	80	4,55	21,6	16,5	370
du 22/8 0 h au 29/8 6 h 7 j. 1/4	182	175	105	109	73	60	10	25,1	13,5	220

## VI.) RÉSULTATS

Nous avons réuni, dans le tableau IV, les différents éléments obtenus directement par déduction au cours de cette étude.

Nous avons introduit comme élément de comparaison l'intensité de pluie ou pluie moyenne en mm/j. C'est à cette variable que nous rapporterons la principale grandeur physique étudiée ici : l'évapotranspiration journalière moyenne et le coefficient d'écoulement.

Notons que les valeurs trouvées pour l'évapotranspiration sont très vraisemblables. Nous connaissons un ordre de grandeur de l'évaporation sur nappe d'eau libre à KINDIA en saison des pluies. Celle-ci varie de 2 à 7 mm par jour, suivant l'état hygrométrique de l'air ambiant, les jours sans pluie ou de petite pluie (\*). Elle est probablement inférieure à ce chiffre les jours très pluvieux.

(\*) Ces chiffres résultent des mesures effectuées sur deux bacs Colorado, dont un au sol et l'autre surélevé pendant l'hivernage 1955.

Etant donné l'état de saturation du sol pendant les périodes de crues, on peut dire que l'évapotranspiration y est du même ordre, sinon légèrement supérieure à l'évaporation d'une nappe d'eau libre. La concordance entre les chiffres trouvés par ces deux méthodes très différentes constitue une excellente vérification des hypothèses faites au départ de nos calculs.

L'introduction d'un rapport fonctionnel entre la pluie, d'une part, l'évapotranspiration et le coefficient d'écoulement, d'autre part, a été discutée au premier chapitre de cette note. Nous nous contenterons donc de faire ici l'application numérique.

Les points correspondant aux chiffres du tableau ont été portés sur la figure 12: en abscisses, les pluies moyennes journalières, en ordonnées coefficients d'écoulement (échelle de gauche) et évapotranspirations moyennes journalières en mm/j (échelle de droite).

Nous avons hachuré en traits verticaux une zone possible pour la fonction évapotranspiration. Il n'a pas été tenu compte du point aberrant de 1952.

La fonction évapotranspiration E serait alors représentée par la double inégalité:

$$10 - 0,45 p \text{ mm/j} < E \text{ mm/j} < 13,8 - 0,51 p \text{ mm/j} \quad (1)$$

p désignant la pluie journalière moyenne pendant la crue.

TABLEAU IV - CRUES DU KONKOURÉ

Année	Durée	Pluie totale mm	Volume pluie 10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	Volume écoulé 10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	Lame d'eau mm	Evpt totale mm	Coef. écoulement %	Evpt moyenne mm/j	Pluie moyenne mm/j	Lame d'eau moyenne mm/j	Débit maximum m <sup>3</sup> /s.
1948	10 au 24/8 14 j.	194	1,99	1,44	140	54	72	3,86	13,9	10,0	1.830
1949	9/8 au 4/9 27 j.	415	4,25	2,66	259	156	61	5,80	15,4	9,8	1.840
1950	30/7 au 12/8, 14 j.	275	2,82	2,36	225	50	82	3,56	19,6	16,0	2.780
1952	18 au 26/8 9 j.	170?	1,74?	1,02	100	70	59?	7,80?	18,9?	11,3	1.750
1953	2/8 au 7/9 37 j.	580	5,95	3,87	378	202	65	5,45	15,7	10,2	1.770
1954	8/8 au 15/9, 39 j.	680	7,00	6,02	587	93	86	2,38	17,4	15,0	2.420
1955	27/7 au 7/8, 12 j.	215	2,20	1,80	175	40	82	3,34	17,9	15,0	2.890

Il faudrait bien se garder d'appliquer la relation (1) à n'importe quel écoulement dû à n'importe quelle pluie; une relation linéaire n'est acceptable que dans un domaine restreint, limité aux fortes crues pour lesquelles la relation a été établie. Il faudra donc une crue assez forte provoquée par une pluie moyenne supérieure à 12 mm/j. et d'assez longue durée (plus de 8 jours). Ceci n'a du reste que peu d'importance pour la prédétermination des fortes crues car ces conditions sont toujours remplies.

Les coefficients d'écoulement se déduisent des évapotranspirations par une transformation hyperbolique et leur bande représentative aura pour équation :

$$1,45 - \frac{10}{p} > R > 1,51 - \frac{13,8}{p}$$

Le domaine correspondant est hachuré horizontalement sur la figure.

L'analyse qui précède constitue un instrument de synthèse suffisant pour déterminer les écoulements globaux de crues. C'est ce qui a été fait en vue de préciser les crues exceptionnelles à prévoir pour les projets d'aménagement du bassin du KONKOURÉ. Mais la reconstitution de la forme exacte des crues et des débits de

pointe demandera des études détaillées sur bassins élémentaires, c'est pourquoi une campagne d'observations est actuellement en cours à ce sujet.

La présente étude a permis de mettre en évidence un ruissellement beaucoup plus intense qu'on ne le pensait jusqu'ici dans cette région de l'Afrique. Le coefficient d'écoulement, en savane guinéenne du FOUTA DJALLON, peut dépasser, assez fréquemment, 80 %, probablement 90 % en cas de crue exceptionnelle, pour des bassins de plus de 10.000 km<sup>2</sup>. Mais il serait imprudent de généraliser ce fait à l'ensemble de la zone guinéenne. Ces valeurs doivent correspondre à des régions très arrosées, à sol relativement imperméable et surtout à forte pente.

Le KONKOURÉ, avec un maximum moyen annuel de près de 200 l/sec/km<sup>2</sup> au Pont de TÉLIMÉLÉ (10.250 km<sup>2</sup>), probablement 300 l/sec/km<sup>2</sup> à AMARIA (16.000 km<sup>2</sup>), arrive en tête des rivières connues de la zone guinéenne. Il est suivi par le WOURI, fleuve camerounais, avec 120 l/sec/km<sup>2</sup>, dont le bassin de 8.250 km<sup>2</sup> présente les mêmes caractéristiques. Mais, par contre, dès que la pente devient plus faible et le terrain plus perméable, le coefficient d'écoulement diminue rapidement. C'est ainsi que dans la région de BANGUI on a mesuré, sur le petit bassin de la N'GOLA, des coefficients d'écoulement qui ne dépassent guère 15-20 % (10 à 15% pour le coefficient de ruissellement).

On voit donc tout l'intérêt qu'il y a à analyser à fond les facteurs conditionnels de l'écoulement avant de se fixer une valeur limite du coefficient d'écoulement.

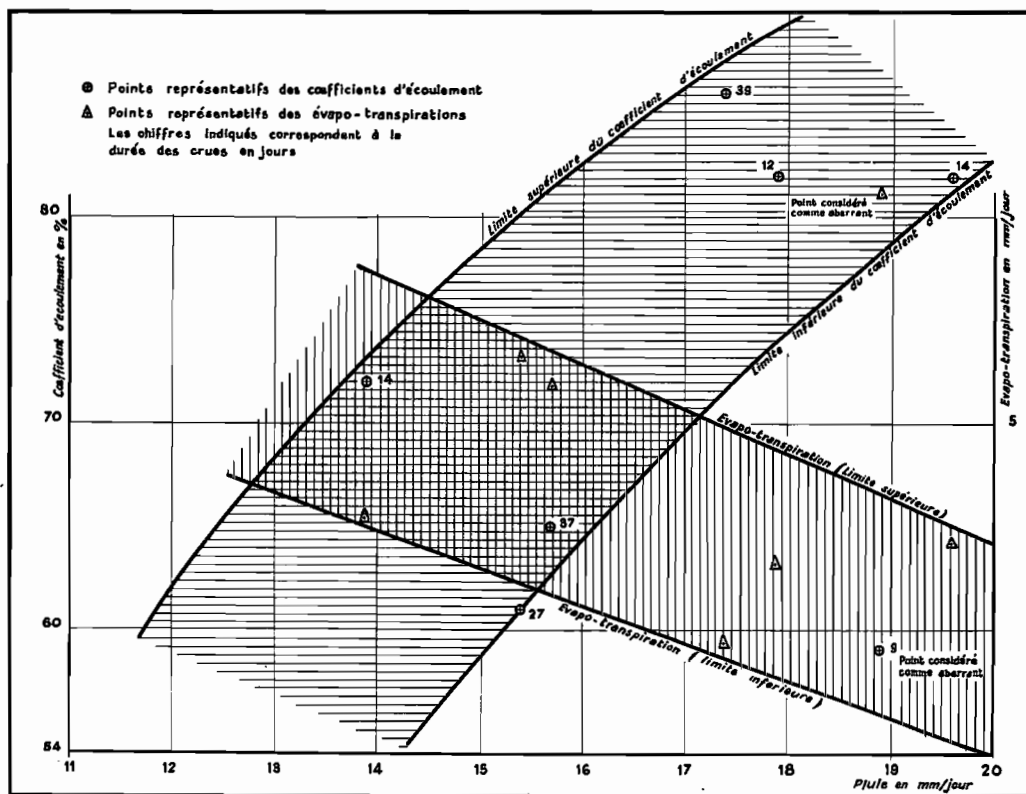


Fig. 12

MINISTÈRE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

---

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

---

# **ANNUAIRE HYDROLOGIQUE**

## **DE LA FRANCE D'OUTRE-MER**

**ANNÉE**

**1954**

publié avec le concours de  
L'ÉLECTRICITÉ DE FRANCE  
et de la  
SOCIÉTÉ HYDROTECHNIQUE DE FRANCE

---

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

47, Boulevard des Invalides

PARIS-VII

1956