

ÉTUDE DES FACTEURS DU RUISSELLEMENT SUR UN BASSIN REPRÉSENTATIF DU CAMEROUN

“Petit bassin de Boundjouk”

Y. BRUNET-MORET (France)

Ingénieur Hydrologue à l'Office de la Recherche Scientifique
et Technique Outre-Mer

RÉSUMÉ

Cette étude, portant sur les 82 crues enregistrées pendant les saisons 1962 et 1963 sur le bassin représentatif de BOUNDJOUK, a montré qu'il existe une relation linéaire entre le volum ruiselé et celui du corps de l'averse à forte intensité, en faisant ressortir comme autres paramètres importants ceux caractérisant l'état de saturation du sol, à savoir : le total pluviométrique depuis le début de la saison des pluies et le nombre d'heures écoulées depuis le dernier orage et...

pendant à un micelllement partiel de la surface du bassin d'entraie à des amues com

différentes valeurs de la lame ruisselée h_r des facteurs énoncés ci-dessus sont reportées sur le tableau ci-après.

II. MÉTHODE DE TRAVAIL

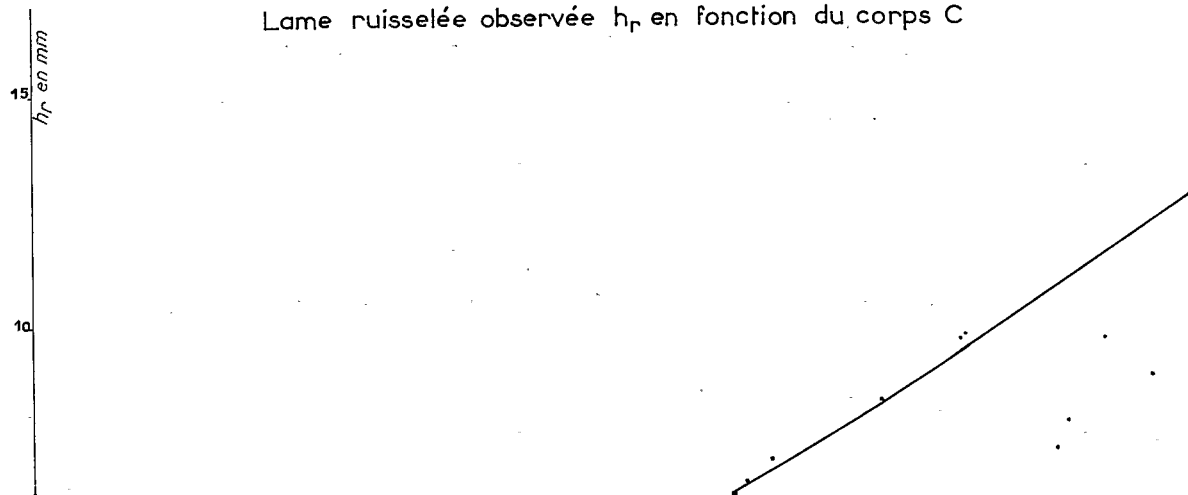
C'est une méthode d'écarts résiduels : nous énumérons ci-après la série d'opérations que nous avons effectuées sur les données d'observations.

A) Sur un premier graphique (1) nous avons porté les lames ruisselées h_r en regard de C et tracé une courbe (1) limite supérieure, d'où pour chaque point figuratif un écart α mm à la courbe (1). La somme des valeurs absolues de ces écarts α est de 130,1 mm.

B) Ces écarts α ont été portés en regard de P et T sur des graphiques que nous ne reproduisons pas ici. Sur ces graphiques nous avons tracé des courbes moyennes de corrections ε_2 en fonction de P et ε_3 en fonction de T , en tenant compte du fait que la somme $\varepsilon_2 + \varepsilon_3$ doit être à peu près égale à α . Dans la pratique, cette opération est la plus délicate de la présente méthode : on détermine comme suit les premières esquisses des courbes $\varepsilon_2 = f(P)$, $\varepsilon_3 = f(T)$. On ne considère tout d'abord que les averses ayant donné lieu à un ruissellement total sur le bassin (averses homogènes, lame ruisselée assez forte), on construit à la fois les deux nuages de points en portant en fonction de T et de P la *totalité de l'écart* α sur chacun des deux graphiques.

Chaque point est repéré par le n° de la crue. On compare les écarts des points à faible valeur de T ce qui donne une première indication de la répartition de α entre P et T . Par exemple pour deux points correspondant à la même valeur de T l'un

Lame ruisselée observée h_r en fonction du corps C



F) Nous reportons les écarts α'' en fonction de la durée du corps D, et sur ce graphique nous traçons une courbe moyenne de correction suivant D, avec correction nulle pour 30 minutes : durée maximale de l'averse correspondant à un hydrogramme unitaire. Cette courbe donne les corrections β_4 à la hauteur de la courbe (1) suivant la durée du corps (colonne 9 du tableau).

G) Nous appliquons aux hauteurs ruisselées les corrections en P, T et D pour obtenir une troisième hauteur corrigée $h_r''' = h_r - \varepsilon_2' - \varepsilon_3' - \beta_4$. Les nouveaux points figuratifs h_r''' nous donnent des écarts α''' à la courbe (1).

J) Nous appelons δh_e la différence « lame observée h_r » moins « lame calculée h_e », dans les conditions P , T et D .

Remarquons que, pour des crues partielles, nous devrions toujours trouver δh_e positif, et que pour les valeurs fortement négatives de C_e (c'est-à-dire pour des averses n'ayant donné lieu à aucun ruissellement ou n'ayant ruisselé que sur une portion infime de la superficie du bassin), $5h_e$ est au plus égal à $-0,32 C_e$, puisque $h_r \neq 0$.

Nous avons porté sur un graphique, qui n'est pas reproduit ici, les valeurs de δh_e en fonction de C_e et sur ce graphique nous avons tracé une courbe moyenne, qui nous donne les corrections β_5 (colonne 11) suivant C_e — corps efficient — pour les crues partielles. β_5 est nul pour $C_e > +4$ mm.

K) Nous appliquons aux hauteurs ruisselées les corrections en P , T , D et C_e pour obtenir une quatrième hauteur corrigée :

$$h_r^{IV} = h_r - \varepsilon'_2 - \varepsilon'_8 - \beta_4 - \beta_5.$$

Les nouveaux points figuratifs nous donnent des écarts α^{IV} à la droite

$$h_e = 0,32 (C - 9,0).$$

La somme des valeurs absolues de ces écarts est de 25,7 mm.

L) Nous vérifions les écarts de corrections de l'alinéa D en portant les écarts $\alpha_2 = \varepsilon'_2 + \alpha^{IV}$ suivant P et $\alpha_3 = \varepsilon'_3 + \alpha^{IV}$ suivant T . Ces opérations permettent de tracer les courbes définitives donnant les corrections β_2 suivant P et β_3 suivant T (graphiques 2 et 3).

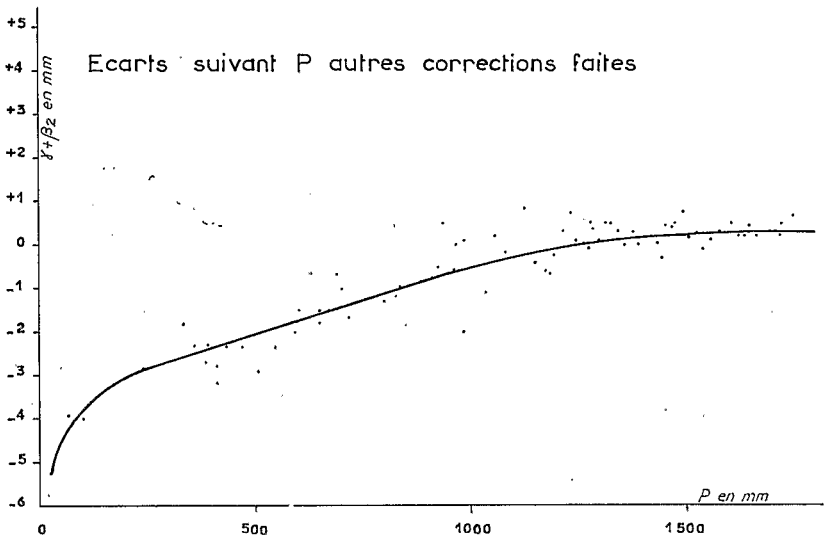


Fig. 2

M) Nous utilisons ces nouvelles corrections pour établir une lame ruisselée corrigée en P , T , D et C_e

$$h_\gamma = h_r - \beta_2 - \beta_3 - \beta_4 - \beta_5$$

(colonne 12) que nous avons représenté suivant C sur le graphique 6.

Les points figuratifs nous donnent des écarts γ à la droite :

$$h_e = 0,32 (C - 9,0).$$

La somme des écarts γ négatifs est de $-12,2$ mm, positifs, $+12,1$ mm, valeur de l'écart absolu moyen $0,30$ mm.

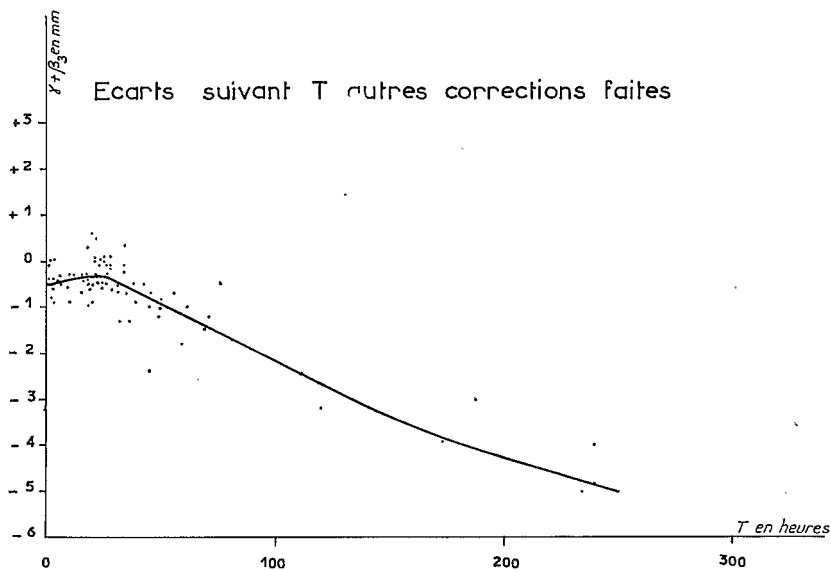


Fig. 3

N) Nous vérifions les courbes de corrections en D et C_e en portant les écarts $\gamma_4 = \beta_4 + \gamma$ et $\gamma_5 = \beta_5 + \gamma$ (graphiques 4 et 5, sur lesquels les courbes des alinéas F et J ont été reportées). Nous ne voyons pas de distorsion inquiétante, et nous conserverons les courbes telles qu'elles sont.

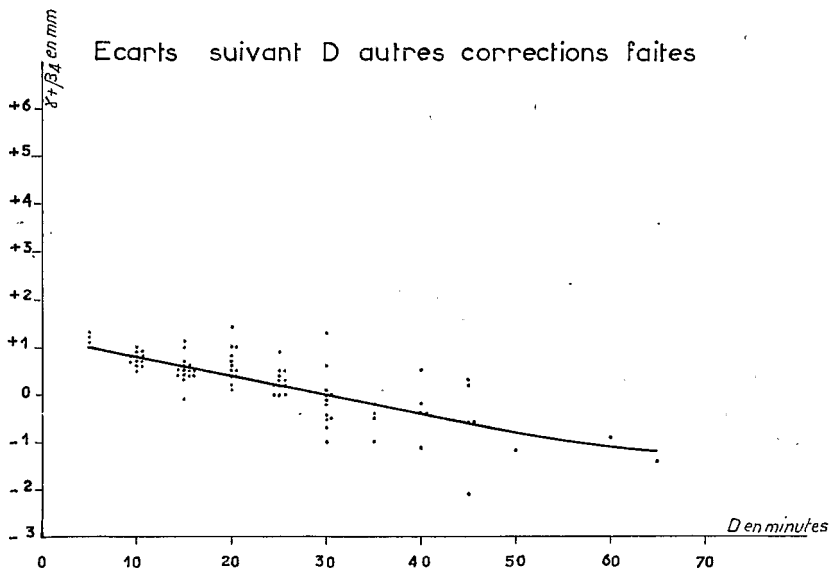


Fig. 4

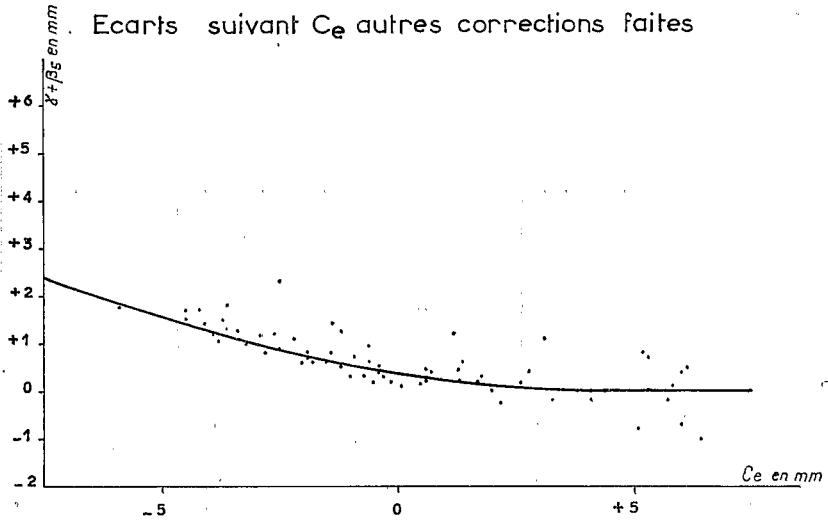


Fig. 5

III. CONCLUSION

En résumé, la droite du graphique 6 donne la lame ruisselée pour une averse uniformément répartie sur le bassin du Petit Boundjouk, d'un corps de 30 minutes de durée et de hauteur C , tombant dans les meilleures conditions de saturation du sol. Les courbes des graphiques 2, 3 et 4 donnent les corrections à apporter à la lame précédente pour les différentes conditions de saturation en P et en T , et pour un corps moyen de durée D différente de 30 minutes, même si la crue est complexe. La courbe du graphique 5 donne la correction à apporter à la lame précédente lorsque l'averse, n'étant plus uniformément répartie sur le bassin, a provoqué une crue partielle.

Nous avons appliqué la même méthode, en négligeant les corrections C_e et D , à 3 autres bassins représentatifs de la même région dont 2 avec des types de sols différents et dans ces deux cas, nous sommes arrivés à un ajustement satisfaisant de la courbe $h_r = f(C)$.

La principale originalité de notre méthode est la prise en compte *simultanée* de l'influence du nombre d'heures depuis la dernière pluie T et de la hauteur totale précipitée depuis le début de la saison des pluies P . Ces deux facteurs ayant la même importance sur le ruissellement, pour ce type de bassin, il n'est pas possible d'analyser l'influence de l'un d'eux puis d'appliquer la méthode des résidus pour étudier l'influence de l'autre. On essaie généralement d'utiliser un indice de précipitation antérieure mais on sent bien qu'un tel indice devrait tenir compte à la fois des 2 facteurs T et P . Or, la forme de cet indice varie d'un bassin à l'autre et pour trouver la forme *vraiment* valable, il faudrait se livrer à des tâtonnements encore plus laborieux que la méthode utilisée pour la répartition en ε_2 et ε_3 . Il faut bien dire d'ailleurs que nous sommes arrivés à cette méthode après plusieurs essais infructueux d'ajustement classique avec des indices de précipitations antérieures.

Telle qu'elle est, notre méthode ne s'applique certainement pas à tous les cas. Il est probable qu'elle peut rendre de grands services dans le cas de bassins tropicaux de transition avec une saison des pluies relativement abondante et *unique* et des sols

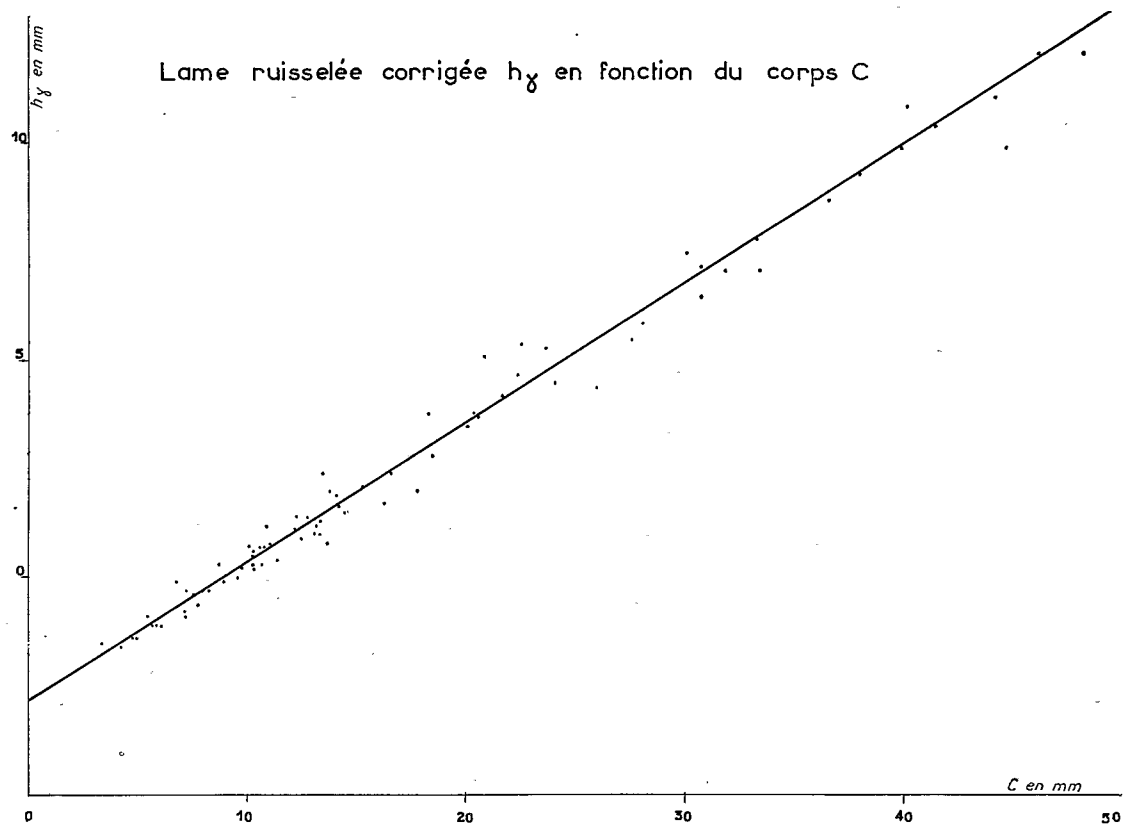


Fig. 6

ni trop imperméables ni trop perméables. Elle suppose aussi un échantillon de crues suffisant, étudiées avec précision. Nous comptons l'essayer sur de nombreux bassins.

Sur le plan de la méthodologie, cette étude assez complète met en évidence les facteurs de dispersion qui donnent tant de soucis aux hydrologues lorsque ceux-ci ne prennent en compte que deux éléments : la hauteur moyenne de précipitations et l'indice de précipitations antérieures (API).

PETIT BOUNDJOUK

Tableau des 82 crues

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	C	h_r	P	β_2	T	β_3	D	β_4	C_e	β_5	h_γ	γ	
1962													
Mai	16	15,4	0,36	359	-2,5	10	-0,4	20	+0,4	-1,9	+0,8	+2,1	0
	24	28,1	0,20	387	2,4	173	3,8	30	0	-0,3	0,5	5,9	-0,2
Juin	4	33,5	1,88	505	2,1	120	2,7	40	-0,4	+8,0	0	7,1	-0,7
	6	26,0	1,36	547	1,95	59	1,1	30	0	+6,4	0	4,4	-1,0
	10	18,5	0,90	589	1,8	1	0,5	25	+0,2	+2,0	0,2	2,8	-0,25
	13	10,7	0,14	650	1,65	16	0,4	15	+0,6	-3,8	1,3	0,3	-0,25
	13	9,8	0,32	666	1,6	6	0,45	15	+0,6	-4,5	1,5	0,3	+0,05
18	14,1	0,87	703	1,5	28	0,35	25	+0,2	-1,0	0,6	1,9	+0,3	
Juillet	1	20,6	1,66	809	1,15	5	0,45	40	-0,4	+5,3	0	3,7	0
	2	21,7	2,14	840	1,05	12	0,4	45	-0,6	+5,8	0	4,2	+0,1
	20	10,3	0,14	908	0,85	65	1,3	15	+0,6	-3,4	1,15	0,5	+0,1
	23	10,3	0,10	941	0,75	40	0,65	15	+0,6	-1,2	0,65	0,3	-0,1
	30	5,7	0,10	960	0,7	6	0,45	5	+1,0	-3,6	1,2	-1,1	+0,1
Août	2	44,7	7,90	984	0,6	45	0,8	45	-0,6	+29,5	0	9,9	-1,5
	6	6,8	0,59	1 056	0,4	2	0,5	20	+0,4	-3,6	1,2	-0,1	+0,6
	9	16,6	1,30	1 083	0,35	45	0,8	30	0	+3,9	0	2,4	0

PETIT BOUNDJOUK

Tableau des 82 crues

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	C	h_r	P	β_2	T	β_3	D	β_4	C_e	β_5	h_γ	γ
1962												
Septembre 1	30,8	6,60	1 314	0,1	21	0,3	40	-0,4	+19,0	0	7,2	+0,2
8	46,2	9,70	1 378	0,15	71	1,45	60	-1,1	+29,2	0	12,1	+0,2
12	12,5	1,28	1 434	0,2	6	0,45	15	+0,6	+4,1	0	0,9	-0,2
14	8,0	0,70	1 456	0,2	28	0,35	15	+0,6	-0,4	0,5	-0,3	0
15	12,2	1,10	1 470	0,2	39	0,6	25	+0,2	+1,8	0,2	1,1	+0,1
17	13,4	1,27	1 506	0,25	3	0,5	25	+0,2	+3,9	0	1,3	-0,1
21	9,0	0,35	1 541	0,25	52	0,95	15	+0,6	-0,6	0,55	-0,1	-0,1
24	5,9	0,13	1 555	0,25	3	0,5	10	+0,8	-1,5	0,7	-1,1	-0,1
25	16,6	1,87	1 578	0,3	31	0,4	35	-0,2	+5,7	0	+2,4	0
28	7,2	0,20	1 619	0,3	50	0,9	10	+0,8	-1,8	0,8	-0,8	-0,2
Octobre 2	4,8	0,27	1 636	0,3	18	0,35	10	+0,8	-2,5	0,95	-1,4	-0,1
3	40,0	9,70	1 645	0,3	18	0,35	35	-0,2	+28,6	0	9,9	0
12	10,1	0,14	1 699	0,3	111	2,45	10	+0,8	-2,9	1,05	0,4	+0,1
15	11,0	1,15	1 720	+0,3	27	-0,35	20	+0,4	+2,6	+0,15	+0,7	+0,1
22	36,6	8,40	1 748	0,3	56	0,55	30	0	+25,1	0	8,7	-0,2
23	13,8	2,70	1 785	0,3	18	0,35	15	+0,6	+6,1	0	2,0	+0,4
1963												
Avril 5	41,4	0,30	23	-5,3	235	-4,8	40	-0,4	+0,7	+0,35	10,4	+0,1
8	20,4	0,20	66	4,2	50	0,9	30	0	-4,5	1,5	3,8	+0,15
15	24,1	0,09	103	3,8	49	0,9	35	-0,2	-0,5	0,5	4,5	-0,35

PETIT BOUNDJOUK

Tableau des 82 crues

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	C	h_r	P	β_2	T	β_3	D	β_4	C_e	β_5	h_γ	γ	
1963													
Mai	1	13,2	0,11	239	2,9	23	0,3	10	+ 0,8	- 3,9	1,3	1,2	- 0,15
	26	30,1	1,00	327	2,6	240	4,85	25	+ 0,2	- 1,4	0,7	7,5	+ 0,7
	31	20,1	1,00	393	2,4	21	0,3	30	0	+ 1,7	0,2	3,5	- 0,05
Juin	4	22,4	1,53	416	2,35	10	0,4	15	+ 0,6	+ 6,0	0	4,7	+ 0,4
	5	10,3	0,13	441	2,3	25	0,3	15	+ 0,6	- 5,9	1,9	0,2	- 0,2
	10	44,2	7,30	470	2,2	19	0,35	65	- 1,2	+ 22,7	0	11,1	- 0,15
	14	48,3	8,90	541	2,0	9	0,4	50	- 0,8	+ 28,4	0	12,1	- 0,5
	16	12,8	0,60	601	1,8	34	0,5	25	+ 0,2	- 3,7	1,25	1,4	+ 0,2
	21	22,6	2,40	624	1,7	86	1,8	20	+ 0,4	+ 3,1	0,1	5,4	+ 1,0
	22	33,3	6,00	650	1,65	28	0,35	25	+ 0,2	+ 17,6	0	7,8	0
	24	23,7	3,90	688	1,5	22	0,3	20	+ 0,4	+ 9,1	0	5,3	+ 0,5
25	30,8	4,70	714	1,45	28	0,35	30	0	+ 15,3	0	6,5	- 0,5	
Juillet	2	14,5	0,52	801	1,2	31	0,4	25	+ 0,2	+ 0,5	0,4	1,5	- 0,25
	10	13,1	0,26	830	1,1	35	0,5	20	+ 0,4	- 0,1	0,45	1,0	- 0,3
	26	38,0	3,00	884	0,9	240	4,85	45	- 0,6	+ 9,3	0	9,3	0
	28	10,6	0,43	923	0,8	46	0,8	20	+ 0,4	- 2,2	0,9	0,7	+ 0,2
Août	5	20,9	1,30	937	0,75	188	4,05	30	0	- 2,5	1,0	5,1	+ 1,3
	6	13,5	1,30	967	0,7	25	0,3	40	- 0,4	+ 1,2	0,3	2,4	+ 1,0
	7	10,9	0,88	986	0,6	21	0,3	30	0	- 1,2	0,65	1,2	+ 0,6

PETIT BOUNDJOUK

Tableau des 82 crues

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	C	h_r	P	β_2	T	β_3	D	β_4	C_e	β_5	h_v	γ	
1963													
Août	18	17,8	0,86	1 037	0,45	32	0,45	35	- 0,2	+ 5,1	0	2,0	- 0,8
	23	13,4	0,58	1 150	0,2	15	0,4	30	0	+ 2,2	0,15	1,0	- 0,4
	24	5,5	0,58	1 176	0,15	20	0,35	5	+ 1,0	- 2,6	1,0	- 0,9	+ 0,2
	24	27,6	4,85	1 182	- 0,1	3	0,5	30	0	+ 16,4	0	5,5	- 0,4
	26	18,3	2,70	1 237	0	34	0,5	45	- 0,6	+ 5,2	0	3,8	+ 0,8
	27	9,6	0,65	1 261	0	18	0,35	15	+ 0,6	+ 0,6	0,35	0	- 0,2
	28	4,3	0,14	2 273	0	1	0,5	10	+ 0,8	- 4,1	1,4	- 1,6	- 0,1
	29	10,7	0,97	1 285	+ 0,05	23	0,3	25	+ 0,2	+ 0,6	0,35	0,7	+ 0,15
	30	5,0	0,20	1 300	+ 0,1	16	- 0,4	10	+ 0,8	- 3,2	+ 1,1	- 1,4	- 0,1
Septembre	1	8,7	0,87	1 327	0,1	3	0,5	20	+ 0,4	- 0,6	0,55	+ 0,3	+ 0,4
	3	7,6	0,53	1 343	0,1	43	0,7	10	+ 0,8	- 1,4	0,7	- 0,4	+ 0,05
	6	14,2	0,81	1 358	0,15	69	1,4	25	+ 0,2	+ 1,4	0,25	+ 1,6	0
	9	31,9	7,10	1 388	0,2	20	0,35	25	+ 0,2	+ 22,1	0	7,1	- 0,2
	18	16,3	1,50	1 444	0,2	19	0,35	30	0	+ 6,0	0	1,7	- 0,6
	20	10,3	1,10	1 478	0,2	27	0,35	20	+ 0,4	+ 1,3	0,25	0,6	+ 0,2
	21	12,3	1,65	1 496	0,25	24	0,3	25	+ 0,2	+ 2,8	0,1	1,4	+ 0,35
	23	6,1	0,26	1 527	0,25	22	0,3	15	+ 0,6	- 2,8	0,8	- 1,1	- 0,2
	25	11,4	0,86	1 538	0,25	2	0,5	15	+ 0,6	+ 3,3	0,1	+ 0,4	- 0,35

PETIT BOUNDJOUK

Tableau des 82 crues

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	C	h_r	P	β_2	T	β_3	D	β_4	C_e	β_5	h_γ	γ	
Octobre	6	10,1	1,12	1 603	0,3	1	0,5	20	+ 0,4	+ 1,4	0,25	0,7	+ 0,3
	11	9,8	0,19	1 633	0,3	81	1,7	15	+ 0,6	- 1,9	0,8	0,2	- 0,05
	15	7,8	0,19	1 665	0,3	45	0,8	10	+ 0,8	- 0,7	0,55	- 0,6	- 0,2
	22	13,7	1,13	1 700	0,3	36	0,55	15	+ 0,6	+ 5,3	0	+ 0,8	- 0,7
	23	7,2	0,29	1 715	0,3	24	0,3	10	+ 0,8	+ 0,1	0,4	- 0,9	- 0,3

Colonne 1	date	
2 mm	C	hauteur du corps moyen de l'averse
3 mm	h_r	lame ruisselée observée
4 mm	P	pluviométrie moyenne totale sur le bassin
5 mm	β_2	correction suivant P (graphique 2)
6 heur.	T	nombre d'heures depuis dernière averse
7 mm	β_3	correction suivant T (graphique 3)
8 min	D	durée du corps moyen de l'averse
9 mm	β_4	correction suivant D (graphique 4)
10 mm	C_e	corps efficient moyen de l'averse
11 mm	β_5	correction suivant C_e (graphique 5)
12 mm	h_γ	lame ruisselée corrigée
13 mm	γ	écarts définitifs.

Hydro

Y. BRUNET-MORET (France)

**ÉTUDE DES FACTEURS DU RUISSELLEMENT
SUR UN BASSIN REPRÉSENTATIF DU CAMEROUN**
“Petit bassin de Boundjouk“

EXTRACT OF PUBLICATION N° 66

SYMPOSIUM OF BUDAPEST 1965

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF SCIENTIFIC HYDROLOGY

158 B / 2654