

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUVRE MER

REPUBLIQUE DU NIGER
MINISTRE DE L'ECONOMIE RURALE
SERVICE DU GENIE RURAL

Section Hydrologie.

CARACTERISTIQUES DE CRUE

DU

KORI DE KARMA

P. CARRE

NIAMEY - NOVEMBRE 72

S O M M A I R E

	Page
- INTRODUCTION	1
I - CADRE GEOGRAPHIQUE	
1.1. Caractéristiques physiques des bassins	5
1.2. Caractéristiques de la pluviométrie ponctuelle interannuelle	5
II - RESULTATS DE LA CAMPAGNE 1972	
2.1. Bassin de KARMA-RADIER	7
2.1.1. Pluviométrie	7
2.1.2. Hydrométrie	7
2.1.3. Ruissellement	8
2.2. Bassin de KARMA-PONCEAUX	11
2.2.1. Pluviométrie	11
2.2.2. Hydrométrie	11
2.2.3. Ruissellement	13
2.3. Bassin de KARMA-CANAL	13
III - CRUES EXCEPTIONNELLES	
3.1. Crue décennale à KARMA-RADIER	15
3.1.1. Calcul	15
3.1.2. Crues décennales au Niger sur bassins de 20 km ²	16
3.2. Ordre de grandeur d'une pointe décennale à KARMA-CANAL	17
3.3. Conclusions	17

ANNEXE - GR 1 à GR 8.
Pluviométrie Juillet - Aout - Septembre.

I N T R O D U C T I O N

A une quarantaine de kilomètres en amont de NIAMEY, le périmètre de KARMA est aménagé sur les alluvions de rive gauche du fleuve NIGER. Celles-ci sont soumises "naturellement" au régime d'inondation du grand fleuve mais aussi à celui, beaucoup plus fugitif, mais parfois destructeur, des apports substantiels des thalwegs entaillant le plateau voisin, lors des fortes pluies de juin à septembre.

Aussi une protection, composée d'une digue longée par un canal d'évacuation, a-t-elle été réalisée en mai-juin 1972 contre les crues d'un kori qui draine "théoriquement" 345 Km², traverse la route NIAMEY-TILLABERY par trois ouvrages et s'épandait "naturellement" à l'extrémité Est de l'aménagement.

Un programme minimum d'étude des caractéristiques hydrologiques de ce kori était demandé en juin 1972 par le service du Génie Rural. Défini dans la lettre de commande 72/18/GR, ce programme comportait :

- terrain (en juillet et août 1972)
 - . relevé des averses journalières à l'aide d'une dizaine de pluviomètres répartis sur le bassin versant.
 - . mesures des débits au travers de la route NIAMEY-TILLABERY et le long de la protection actuelle.
- bureau
 - . dépouillement des données et conclusions.

Le devis prévoyait la participation de personnel de recrutement local à raison de trois mois d'aide technique hydrologique (terrain et bureau) plus deux mois d'observateur ; de personnel expatrié à raison de huit jours au total.

Le programme de terrain a été réalisé point par point : 30-06/01-07/02-07. Installation à Petit KANTA de deux limnigraphes et échelles limnimétriques contrôlant les ouvrages de la route, RADIER et PONCEAUX, dont les écoulements sont généralement indépendants ; pose d'une échelle sur le canal d'évacuation le long de la digue ; répartition de douze totalisateurs sur le bassin ; non prévue, la pose d'un pluviographe a été effectuée à Petit KANTA près des ouvrages.

Par la suite le bon déroulement des opérations n'a été entravé que par une pluviosité réduite fin juillet et en août. Ceci, nous a conduit à conserver les appareils en place jusqu'au 5 octobre 1972 et à prolonger le séjour des observateurs (trois en juillet et août, un jusqu'au 17 septembre ; soit six mois et demi-observateur et de l'aide technique (de juillet au 17 septembre).

En dehors du mois de juillet les totaux pluviométriques 1972 et leur répartition sont nettement défavorables aux ruissellements importants dont l'observation était souhaitée ; les travaux de terrain ont cependant permis de préciser l'importance des débits spécifiques de crue, que l'on aurait eu tendance à sous-estimer d'après une étude sur document.

I - CADRE GEOGRAPHIQUE

Les documents cartographiques I.G.N. utilisés sont :

- la carte au 1/200.000 ND.31.VIII. Feuille de GOTHEYE
- les cartes au 1/50.000 ND.31.VIII. 4b
ND.31.VIII.4d

Le bassin versant du Kori de KARMA présente une extension "topographique", schématiquement figurée GRO4 de l'ordre de 345 Km². Les coordonnées du centre du bassin sont :

01° 50' long. Est
13° 47' lat. Nord

L'ensemble apparaît composé de la réunion de deux vallées principales, de KABA et SAMARE HONDOU ; s'y rattachent plus modestement deux petites vallées, au sud-est.

Sol et végétation

Entaillées dans un plateau latéritique à brousse tigrée de 250 à 260 m d'altitude, les vallées, en forme digitale, sont sableuses et colonisées par les cultures de mil en saison humide. Des formations argileuses très réduites tapissent le fond des mares qui jalonnent les principaux systèmes.

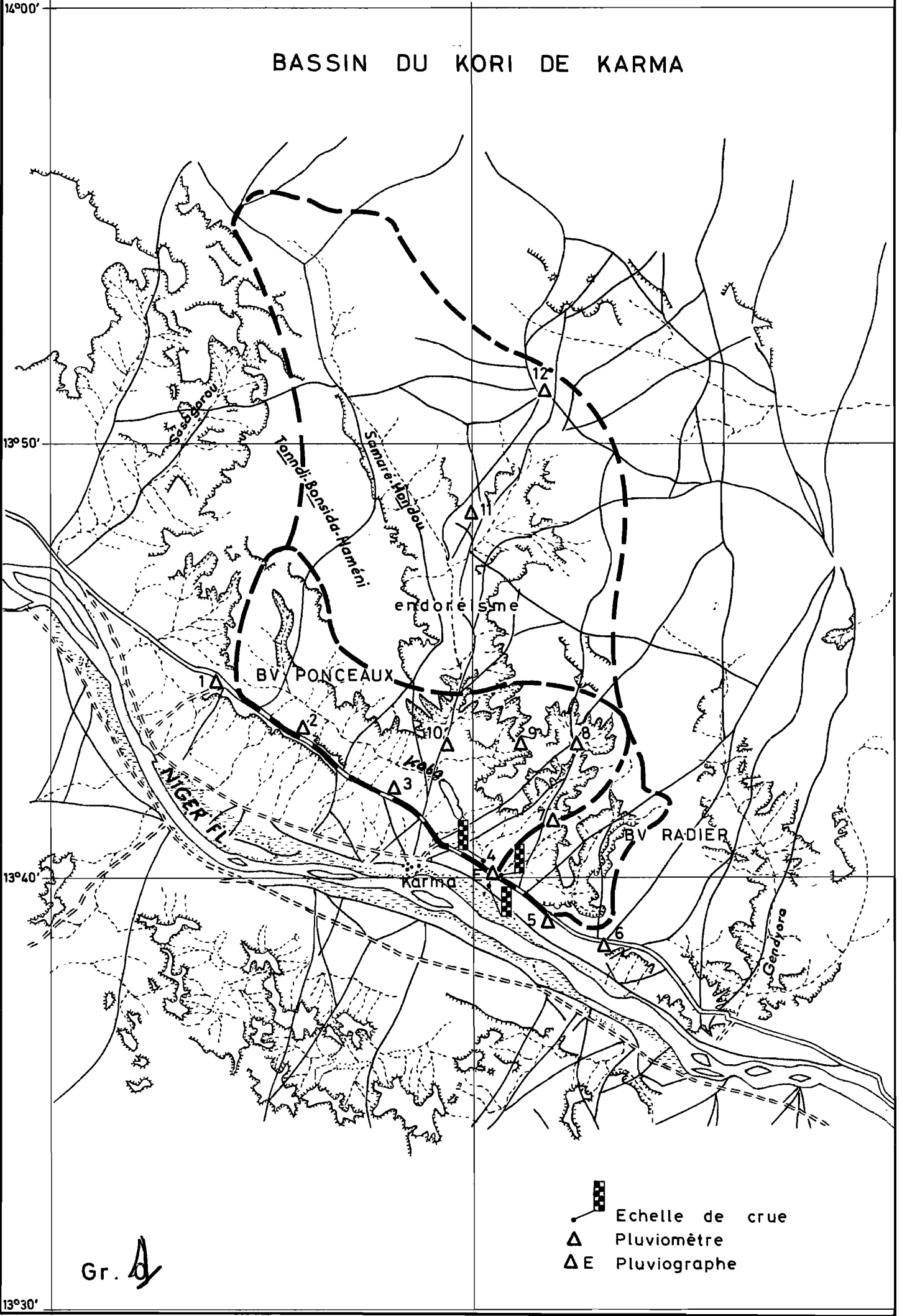
Réseau hydrographique

Mise à part les thalwegs dévalant les rebords des plateaux le réseau hydrographique se caractérise par une dégradation avancée, à l'échelle du bassin versant total :




- ainsi au nord du petit village d'ABOKA, sous les effets de l'érosion, un barrage dunaire au travers du thalweg rend totalement endoreique la majeure partie du bassin, celle drainée par le SAMARE HONDOU. (reconnaissance du 1er juillet 1972)

1°40' 1°50' 2°00'

BASSIN DU KORI DE KARMA



Gr. *d*

-  Echelle de crue
-  Pluviomètre
-  Pluviographe

13°30'

- le KABA lui-même se termine sur une dizaine de kilomètres par une succession de mares dont l'exutoire, dépression enherbée à peine marquée topographiquement, conduit le ruissellement en direction des deux ponceaux.

- c'est aussi en nappe, dans une dépression timide, que parviennent au radier les eaux de crue de la petite vallée sud-est, dont la dégradation apparaît moins avancée cependant.

Le kori de KARMA composera donc, au sud de la route, les ondes de crues de deux bassins nettement individualisés l'un par rapport à l'autre.

- l'un le "bassin RADIÉ" (21Km^2) aura une réponse rapide terminée dans les quelques heures suivants l'averse, et cela dès les premières pluies.

- l'autre le "bassin PONCEAUX" (95Km^2), plus dégradé, ne commencera à couler qu'une fois les mares du cours inférieur remplies. Son extension linéaire et son orientation par rapport au parcours est-ouest des tornades, l'existence des mares⁽¹⁾, nous conduisent à envisager un amortissement sérieux de l'onde de crue au niveau des ouvrages et un retard habituel du maximum par rapport à celui du "bassin RADIÉ".

Ces deux bassins, quantitativement individualisés, ci-dessous, sont soumis au climat de type sahélien sud, dont il convient de rappeler les caractéristiques pluviométriques à la station voisine de NIAMEY.

(1) *des*
D'après la cartographie IGN au 1/50.000, établie sur photos de novembre 1955, la mare permanente de KABA s'étale sur 400 m de large et 2 kms500 de long.

1.1 - CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DES BASSINS

CARACTÈRE	BASSINS	KARMA	KARMA
		RADIER	PONCEAU (réduit)
Coordonnées exutoire		01°50'33" Long.E 13°40'03" Lat. N	01°50'22" Long. E 13°40'10" Lat. N
Superficie (km ²)		21	95
Périmètre (Km)		27	48
Indice de compacité		1,65	1,38
Rectangle équivalent			
long (km)		11,6	19,0
larg (km)		1,82	5,0
Altitude (m)			
95 % bassin >		193	(195)
5 % bassin >		240	(240)
I _G indice global de pente m/km		4 (3,6/25 km ²)	(2,4 (4,8/25 km ²))
I _P indice de pente		0,051 (0,047/25) km ²	
Classe de relief		R ₂	R ₂
Réseau hydrographique (exutoire)		dépression	dépression enherbée mares

Note : Classes de relief O.R.S.T.O.M. pour un bassin de 25 km²

Relief R ₁	IG < 2m/km
R ₂	2m/km < IG < 5m/km
R ₃	5m/km < IG < 10m/km
R ₄	10m/km < IG < 20m/km
R ₅	20m/km < IG < 50m/km
R ₆	50m/km < IG < 100m/km
R ₇	100m/km < IG

1.2.- CARACTERISTIQUES DE LA PLUVIOMETRIE PONCTUELLE INTERANNUELLE

Station de NIAMEY ville - 44 jours de pluie en moyenne.

Variable Fréq. de dépassement de la valeur	Total d'une année (mm)	Total de Juillet (mm)	Total de Aout (mm)	Total de Septembre (mm)	Total de 24 heures (mm)
10/100	760				88
20/100	690				77
50/100	560(44j)	140 (10j)	200(14j)	90 (8j)	53
80/100	450				
90/100	400	80	110	50	
Min. observé (66 ans)	28 (1915)	29(1944)	64(1972)		

Corps de l'averse décennale 100 mm/h sur 20'
80 mm/h sur 30'

Corps de l'averse annuelle 75 mm/h sur 20'
60 mm/h sur 30'

II - RESULTATS DE LA CAMPAGNE 1972

2.1. BASSIN DE KARMA - RADIER (21km²)

2.1.1. Pluviométrie

- Les installations, implantées le 1er juillet (P₅) et le 2 juillet pour le reste (P₄, P₆, P₇), sont composées de quatre totalisateurs relevés quotidiennement. Une épaisseur de 10mm d'huile empêche l'évaporation. Un pluviographe PE₄ double P₄ près de la station - radier.
- Les observations, (ANNEXE) sont complètes en juillet, Aout, septembre. La pluie de la nuit du 1er au 2 juillet (une dizaine de mm à P₅), n'a pas été relevée.

L'averse du 26.05.72 a été estimée à 60 mm ; 45 mm ont été observés sous un arbre à KARMA par un ingénieur du Génie Rural.

La pluie moyenne est calculée en affectant chaque pluviométrie des coefficients suivants : 0,2 (P₄), (P₅) (P₆) ; 0,4 (P₇).

- L'analyse des résultats de 1972, par rapport aux données inter-annuelles régionales, fait ressortir :
à l'échelle mensuelle une pluviométrie normale en juillet 140 mm environ ; un total d'aout inférieur à ce qui a jamais été observé en 66 ans à NIAMEY ; un mois de septembre à peu près décennal sec.
à l'échelle journalière, en dehors de l'averse du 26 mai non observée, une seule pluie ponctuelle atteint en P₆ à peu près le total dépassé une fois par an. Le groupement des pluies du 7.10.13.14 juillet se présente seul comme plus rare que la normale à cette époque là.

2.1.2. Hydrométrie

- Les installations, implantées le 1er juillet à l'amont du radier goudronné de 40 m de débouché (GR₄), sont composées d'un limnigraphe OTT type X, à rotation journalière, doublant une échelle limnimétrique de 000 à 100 cm.
- Les observations (limnimétrie, jaugeages) permettent la traduction de toutes les crues de juillet-aout sans extrapolation. Le barème s'appuie sur les mesures suivantes.

Date	H (cm)	Q (m ³ /s)
10.07.72	013-017	0,970
10.07.72	022-020	4,960
10.07.72	0,20	5,14
11.07.72	0,17	1,36
13.07.72	013-016	2,14 (?)
14.07.72	020-024	6,25
18.07.72	018-023-021	5,92
03.08.72	008	0,36
03.08.72	010	0,64
30.08.72	008	0,24

Le barème est illustré GR. *b*

H (cm):	004	005	006	007	008	009	010	011	012	013	014	
Q (m ³ /s):	0	0,05	010	017	0,25	0,35	0,45	0,60	0,82	1,05	1,30	
H (cm):	015	016	018	019	020	021	022	023	024	025	030	040
Q (m ³ /s):	1,50	1,70	2,8	3,5	4,5	5,3	6,0	7,0	7,9	(8,7)	(13)	(21)

Stable, la section présente l'inconvénient d'une sensibilité réduite par suite de sa largeur ; par contre les mesures complètes y restent possibles en fortes crues. Nivellées sur trace le 1er juillet 1972, les PHE du 26 mai sont à 35 cm à l'échelle environ.

2.1.3. Ruissellement.

- Les observations sont consignées tableau 1 pour les 19 averses de juillet à septembre. Les 9 hydrogrammes sont illustrés GR.5 et GR.6

Pm	= Pluie moyenne sur le bassin	(mm)
Pmax	= Pluie ponctuelle maximum sur les 4 pluviomètres observés	(mm)
Imax 15	= Intensité maximale sur 15 minutes à PE4	(mm/h)
Imax 30	= Intensité maximale sur 30 minutes à PE4	(mm/h)
Hmax	= Hauteur maximale enregistrée	(cm)
Qmax	= Débit maximum	(m ³ /s)
Q sp	= Débit maximum par km ²	(l/s.km ²)
Vr	= Volume ruisselé	(10 ³ m ³)
t _a	= Intervalle de temps avec l'averse antérieure	
I _s	= $\frac{P_i}{10jti}$, indice de saturation	(mm/j)
Hr	= lame ruisselée	(mm)
K _r	= coefficient de ruissellement	(%)

Les caractères de l'averse-crue du 26 mai ont été estimés sur renseignements (1) et (2) page ~~14~~ 14

Tableau - 1

K A R M A - R A D I E R - R U I S S E L L E M E N T

N°	Date	Pm (mm)	Pmax mm	Pm Pmax	PE 4		Hmax cm	Qmax m3/s	Q sp l/skm ²	Vr 10 ³ m ³	Ta (j)	Is (mm/j)	Hr mm	Kr %
					Imax15 mm/h	Imax30 mm/h								
	26-05	(60) (1)			(corps de 11h à 12h)	(1)	(35) (2)	(15/20)		(130)			(6)	(10)
0	1/2-07	(10)								0			0	
1	07-07	20	27	0,74	48	34	009	0,35	17	5,4	(5)	2	0,26	1,3
2	10/11-07	41	52	0,79	60	56	022	6,0	286	27	3,8	6,4	1,28	3,1
3	13-07	18	22	0,82	52	32	016	1,70	81	15,6	2,3	21,1	0,74	4,1
4	14-07	12	21	0,57			024	7,9	376	23	1	33,2	1,09	9,1
5	17/18-07	32	40	0,80	40	26	024	7,9	376	54	3,9	12,5	2,57	8,0
6	21-07	4	5	0,80							3,1	13,9		
	Mois 07	(137)								125			5,94	(4,3)
7	03-08	29	33	0,88	28	24	010	0,45	21	4,4	13,1	0	0,21	0,7
8	10-08	6	9	0,67			006	0,10	5	0,3	7,6	3,8	0,01	0,2
9	13-08a	3	5	0,60							2,5	2,4		
10	13-08b	7	15	0,47							0,3	12,2		
11	18-08	11	22	0,50	12	8					4,6	2,9		
12	29-08	8	13	0,61	36	22					11,5	0		
13	30-08	19	28	0,68	12	10	009	0,35	17	5,4	0,8	10,0	0,26	1,4
	Mois 08	83								10			0,48	0,6
14	06-09		2								7	3,7		
15	10-09	5	9	0,55							4	0		
16	11-09	34	40	0,85	48	34	014	1,30	62	13,8	1,4	3,7	0,66	1,9
17	14-09		1								2,4	8,5		
18	21-09	5	10	0,50							7,6	0		
	Mois 09	45								14			0,66	1,5

L'analyse de la forme des hydrogrammes ne peut guère se faire que d'après deux des trois crues du GR.8 : celle du 14.07 correspond à une averse d'apparence peu homogène, forte à l'aval.

Nous estimerons le temps de base à 3 heures
le temps de montée à 45 minutes
le rapport $\frac{Q_{\max}}{Q_{\text{moyen}}}$ (3 heures) = 2

Cette dernière valeur est peut-être forte mais va dans le sens de la sécurité.

L'établissement de la fonction de ruissellement moyenne K_r (Pm) est aussi malaisé par suite du petit nombre d'observation, mais la dispersion des résultats ($K_r = 1$ à 8% pour 32 mm) s'explique assez bien par les conditions de saturation du terrain.

Ainsi, des coefficients assez forts, 8% pour 32mm par exemple sont obtenus à la fin de l'épisode pluvieux du 7 au 17 juillet. La saturation était de 12 mm/jour ce jour là et la végétation encore réduite.

Par contre le 03.08, le coefficient restait inférieur à 1% pour une pluie moyenne du même ordre de grandeur et d'intensité voisine, mais après une période de sécheresse de quinze jours.

Pour une pluie de 41 mm, le 10.07, d'intensité plus forte (56 mm/h au lieu de 25 mm/h sur 30'), précédée d'une pluie de 20mm quatre jours avant ($I_s = 6,4$ mm/j) le ruissellement n'est que de 3%

En définitive nous verrions assez bien, pour une saturation médiane que l'on peut estimer à une dizaine de mm/jour, les pluies de cet ordre ruisseler à 6-7% maximum en début d'hivernage.

L'esquisse de la courbe K_r (Pm) tracée GR.8 est un peu surestimée par rapport à ce que nous estimons moyen. Nous l'utilisons cependant par sécurité pour l'évaluation du coefficient de ruissellement décennal ($P_m = 70$ mm. $K_r = 11\%$)

Une valeur indicative de la précipitation limite l'écoulement en fonction de l'intervalle avec l'averse précédente supérieur à 5mm est tracée GR.8. Là encore les observations trop peu nombreuses permettent seulement de dégager des ordres de grandeur. L'imprécision absolue est de l'ordre d'une translation de 10mm, ce qui rend délicat un classement quantitatif du bassin en ce qui concerne la perméabilité.

2.2. BASSIN DE KARMA PONCEAUX (95 km²)

2.2.1. Pluviométrie

- Les installations sont composées de huit totalisateurs P₁, P₂, P₃, P₄, P₇, P₈, P₉, P₁₀ sur le bassin réduit, de deux P₁₁ et P₁₂ sur la partie endoreïque ; ils ont été implantés le 1er juillet pour ces derniers et le 2 juillet pour les premiers. Le pluviographe PE4 est à l'exutoire du bassin.

- Les observations, (ANNEXE) sont complètes en juillet, août et septembre. La pluie du 1-2 juillet (10 mm?) n'a pas été relevée.

La pluie moyenne est calculée en affectant chaque pluie ponctuelle des coefficients : 0,2 (P₁) (P₂) ; 0,1 (P₃) (P₄) (P₇) (P₈) (P₉) (P₁₀)

- L'analyse des résultats 1972 fait ressortir :

à l'échelle mensuelle des conclusions analogues à celles du 2.1.1. ; mais ici la sécheresse est encore plus accusée : 10 à 15 mm en moins pour chacun des mois de juillet à septembre.

à l'échelle journalière, les valeurs ponctuelles enregistrées sont toutes inférieures à la valeur annuelle (44 mm seulement enregistré en P₆). L'abattement, en relation avec la superficie et l'extension linéaire du bassin est habituellement fort entre 0,45 et 0,8 pour des pluies moyennes de 20 à 30 mm. Le groupement des pluies du 07 au 17 juillet apparaît plus rare que la normale à cette époque là.

2.2.2. Hydrométrie

- Les installations, implantées le 1er juillet 1972, à l'aval du ponceau Est, sont composées d'un limnigraphe OTT type X, à rotation journalière, et d'une échelle limnimétrique de 000 à 200 cm. Chaque ponceau présente un débouché rectangulaire de 2m de large sur 1m de hauteur.

- Les observations de juillet à septembre sont complètes.

De faibles écoulements ont été observés le 13 et le 18 juillet. Ils dépassent pas le millier de m³ chacun avec des pointes de 0,06 à 0,12 m³/s environ.

De source sûre, nous pouvons affirmer qu'un écoulement venant des ponceaux a été observé le 26.05.72, alors que le ruissellement du bassin radier était terminé. Le débit a été alors évalué à 2-3 m³/s.

Tableau - 2

K A R M A - P O N C E A U X - R U I S S E L L E M E N T

N°	Date	Pm (mm)	Pmax mm	Pm Pmax	PE 4		Hmax cm	Qmax m3/s	Q sp l/skm2	Vr 10 ³ m3	Ta (j)	Is (mm/j)	Hr mm	Kr %
					Imax15 mm/h	Imax30 mm/h								
	26-05				Corps en 1h			(73)						
0	1/2-07	(10)												
1	07-07	25	33	0,76	48	34					(5)	2		
2	10/10-07	29	44	0,66	60	56					3,8	7,7		
3	13-07	16	33	0,48	52	32	Léger écoulement				2,3	16,7		
4	14-07	4	10	0,40							1	28,3		
5	17/18-07	32	40	0,80	40	26	Léger écoulement				3,9	7,5		
6	21-07	2	5	0,40							3,1			
	Mois 07	(118)												
7	03-08	20	34	0,59	28	24					13,1			
8	10-08	5	11	0,45							7,6			
9	13-08 ^a	3	5	0,60							2,5			
10	13-08 ^b	5	20	0,25							0,3			
11	18-08	19	40	0,47	112	8					4,6			
12	20-08	4	9	0,45							2,5			
13	29-08	6	13	0,46	36	22					9			
14	30-08	12	23	0,52	12	10					0,8			
	Mois 08	74												
15	06-09	3	13	0,23							7			
16	10-09	3	5	0,60							4			
17	11-09	17	40	0,42	48	34					1,4			
18	14-09	1	2	0,50							2,4			
19	21-09	5	10	0,50							7,6			
	Mois 09	29												

2.2.3. Ruissellement

- Les observations sont consignées tableau 2. On note l'absence d'écoulement significatif sur la période d'observation.
- En ce qui concerne la forme des hydrogrammes, on n'en sait guère plus que suivant les hypothèses formulées à partir de la forme du réseau hydrographique.

a). après une forte tornade, type celle du 26.05.72, se propageant d'Est en Ouest en début de saison des pluies, réponse de la partie aval du bassin et notamment de la petite vallée sud-est d'une vingtaine de Km² ; amortissement notable et étalement dans la dépression précédant les ponceaux, dont le faible débouché accentuera l'amortissement de la crue ; le ruissellement amont alimente les mares et ne participe pas à l'écoulement. Le temps de base est de l'ordre de six heures à dix heures.

b). lorsque les mares sont remplies les maximums amont se propagent plus rapidement tout en s'amortissant ; mais le sens de propagation de la tornade aussi bien que l'allongement du bassin, rendent improbable une conjonction dans le temps des pointes de crue.

Le barrage de la route entrainera éventuellement un nouvel écrêtement des pointes, le débit évacuable par les ponceaux ne dépassant pas six à huit m³/s.

Les possibilités de stockage derrière la route devraient être mises en regard avec les possibilités de ruissellement.

- L'aptitude au ruissellement semble très modeste si l'on considère les résultats obtenus de juillet à septembre. Ainsi notamment à la fin de la séquence pluvieuse du 07 au 17 juillet un coefficient de ruissellement de l'ordre de 0,3 % pour une pluie moyenne de 32 mm et une saturation de 8 mm/jour.

2.3. BASSIN DE KARMA - CANAL (116 km²)

2.3.1. Hydrométrie

- Les installations, implantées le 2 juillet 1972, sont composées de deux éléments limnimétriques de 100 à 300 cm, calés en fonction du repère suivant GR 3. Le lit mineur a été aménagé artificiellement en juin 1972 en même temps que la digue, dans les alluvions du Kori.

- Des mesures ont été effectuées dans le but d'apprécier les possibilités d'écoulement - GR 5.

Date	H- (cm)	Q (m3/s)
14.07.72	167-169-160	6,5
14.07.72	154-140	3,0
17.07.72	130-120	1,23
03.08.72	122-122	0,27
11.09.72	121-120	0,13
11.09.72	135-140	1,75
11.09.72	117-119	0,11
11.09.72	118-117	0,21
11.09.72	140-140	1,76
12.09.72	130-128	0,97

(1) renseignements M. de VERDIERE, Ingénieur G.R.

Pluie sous un arbre à KARMA 45 mm ; corps de l'averse
entre 11h et 12h.

ruissellement environ 40 ha sous 25 à 35 cm d'eau
écoulement par canal 2 à 3 m3/s vers 18h
écoulement radier nul vers 17h.

(2) nivellement du 30.06.1972.

III - CRUES EXCEPTIONNELLES

En 1972, les observations ont permis d'appréhender un certain nombre de caractéristiques du petit BASSIN - RADIER alors que les conditions pluviométriques, largement défavorables aux écoulements des bassins dégradés, ne permettent guère que d'avancer des hypothèses vraisemblables dans le cas du BASSIN - PONCEAUX.

Autant que les résultats 1972, l'existence d'ouvrages de débouché réduit et la dégradation du réseau hydrographique permettent d'assurer que les débits maximums du BASSIN - PONCEAUX au travers de la route sont en moyenne limités à des valeurs modestes.

Par contre l'aptitude au ruissellement du bassin de KARMA RADIER est comparativement forte et peut entraîner des crues de plusieurs dizaines de m³/s.

Une crue exceptionnelle du Kori de KARMA à l'aval de l'aménagement apparaît donc la conjonction d'une crue du BASSIN - RADIER, très brève (3 heures) et très pointue, avec l'hydrogramme-PONCEAUX caractérisé, lui, par un éventuel débit de base, un maximum plus tardif de toute façon très amorti par le réseau hydrographique et les ouvrages (limites de l'ordre de 6 à 8 m³/s).

Compte tenu de "l'inertie" du bassin ponceau les caractéristiques de forme de la pointe de l'hydrogramme résultant sont en première approximation assez voisine de celles de l'onde de crue à KARMA-RADIER.

3.1. CRUE DECENNALE A KARMA-RADIER

3.1.1. Calcul

averse ponctuelle décennale	90	mm
coefficient d'abattement	0,8	
pluie moyenne décennale	70	mm
coefficient de ruissellement (GR)	11	%

volume ruisselé $0,070 \times 0,11 \times 21 \times 10^6$ 162.000 m³
 débit moyen (3 heures) 15 m³/s
 débit de pointe 30 m³/s
 débit de pointe / km² 1.400 l/s.km²

3.1.2. Crues décennales au NIGER sur bassin de 20 km²

Bassin (km ²)	I _C	Relief I _G (m/km)	Temps de base (h-mn)	FREQ. DECENNALE					MAX. OBS. Q max sp l/s. km ²
				P (mm)	k	K _r	V _r 10 ³ m ³	Q max sp l/s.Km ²	
Koukouzout 16,6	1,49	R ₃ 8,15	2h 00	75	0,90	0,35	395	6.900	8.200 4 ans
Hamza 16,6	1,48	R ₃ 9,1	3h 00	82	0,90	0,38	460	7.250	4.500 3 ans
Galmi 20	1,21	R ₄ 11,8	2h 00	85	0,90	0,70	1000	11.000	8.200 3 ans
Banigorou 17,3	1,35	R ₃ 6,52	5h 00	120 (1)	0,85	0,055	96	740	213 2 ans
Karma-Rad. 21	1,65	R ₂ 4	(3h 00)	90	0,8	0,11	160	1.400	380 1 an

(1) climat tropical pur.

Il semble difficile de comparer le bassin de KARMA-RADIER avec les trois premiers bassins, plus compacts et surtout de relief plus vigoureux et de réseau hydrographique moins dégradé.

Par contre les ^{résultats sont plus voisins} ~~parallèle est plus facile à faire avec~~ des débits spécifiques à BANIGOROU, bassin tributaire de la cuvette de Koulou, où la dégradation hydrographique et la couverture végétale plus importantes qu'à KARMA compensent, et au delà, les effets d'un relief plus marqué et d'une meilleure compacité et pluviométrie.

En conclusion, et dans l'état actuel des connaissances, nous considérerons comme vraisemblable une crue décennale à KARMA - RADIER de 25 à 35 m³/s (1.200 à 1.700 l/s.km²).

(1500 à 2000 l/s.km²)

3.2. ORDRE DE GRANDEUR D'UNE POINTE DECENNALE A KARMA-CANAL

En admettant pour les raisons exposées plus haut, que le BASSIN-PONCEAUX fournisse un appoint limité à 10 m³/s, nous obtenons pour l'ensemble (116 km²) une pointe d'ordre décennal de 35 à 45 m³/s (300 à 400 l/s km²)

Pour le DALLOL YOLDE (83 km²), tributaire de la cuvette de Koulou, un débit spécifique décennal analogue avait été retenu.

3.3. CONCLUSIONS

En regard des possibilités d'évacuation du lit mineur du canal artificiel (GR2 et GR4) le chiffre précédent apparaît très for

Il convient aussi d'envisager l'hypothèse d'un ensablement du canal lors des premières fortes crues en l'absence de végétation.

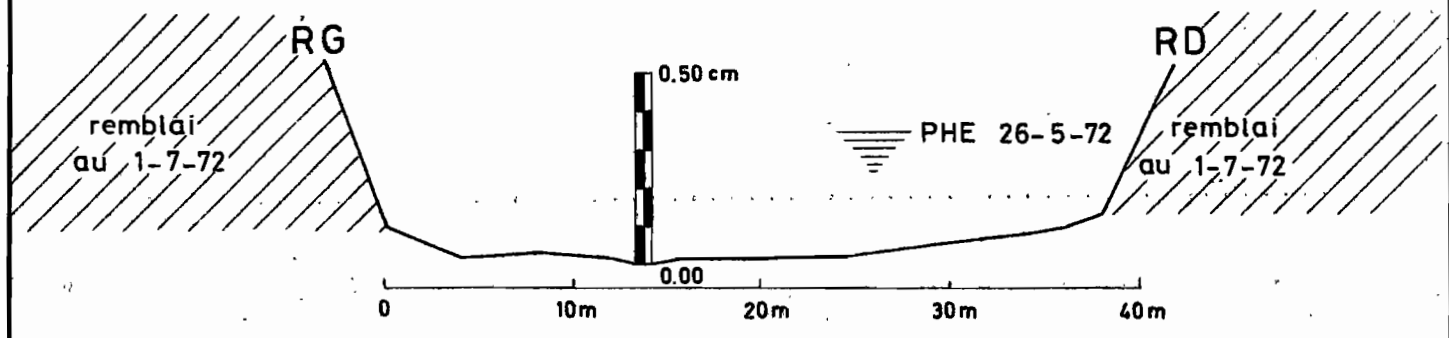
La présence d'une digue de protection complémentaire apparaît donc indispensable à la sécurité ordinaire de l'aménagement en période d'hivernage.

Les chiffres ci-dessus peuvent être utilisés provisoirement pour en calculer le dimensionnement optimum mais l'on ne saurait trop rappeler les nombreuses hypothèses faites en l'absence d'observations concernant des conditions normales du ruissellement de la majeure partie du bassin (95 sur 116 km²). La fonction de ruissellement de KARMA-RADIER pourrait être utilement précisée également (GR7 et GR8).

Une nouvelle campagne d'observation en année plus favorable permettrait de lever ces hypothèses et d'orienter ultérieurement au mieux les travaux de protection. (rehaussement éventuel, entretien de la digue et du canal).

Gr. 2

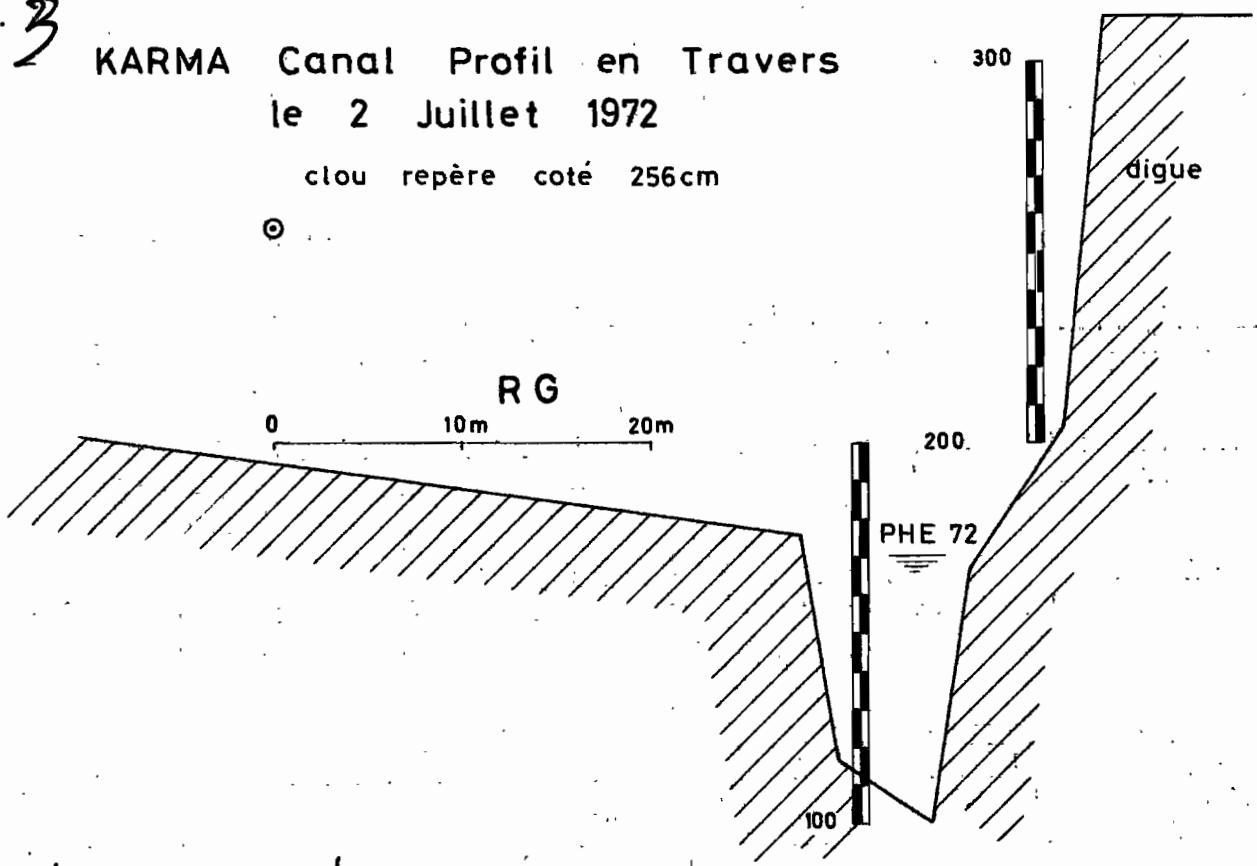
KARMA Radier Profil en Travers le 1^{er} Juillet 1972



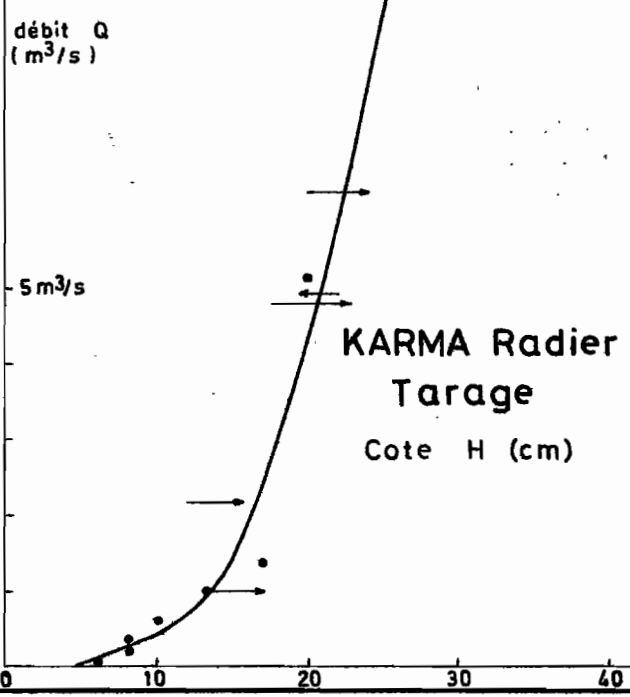
Gr. 3

KARMA Canal Profil en Travers le 2 Juillet 1972

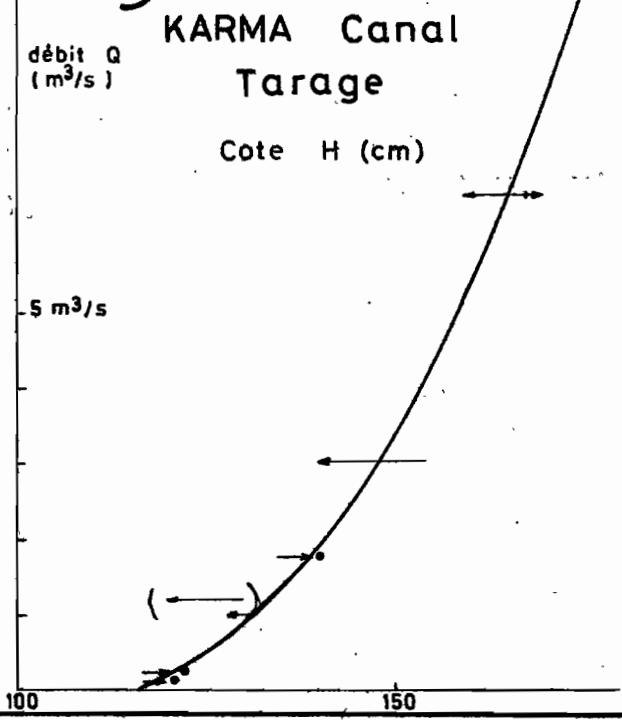
clou repère coté 256cm



Gr. 4

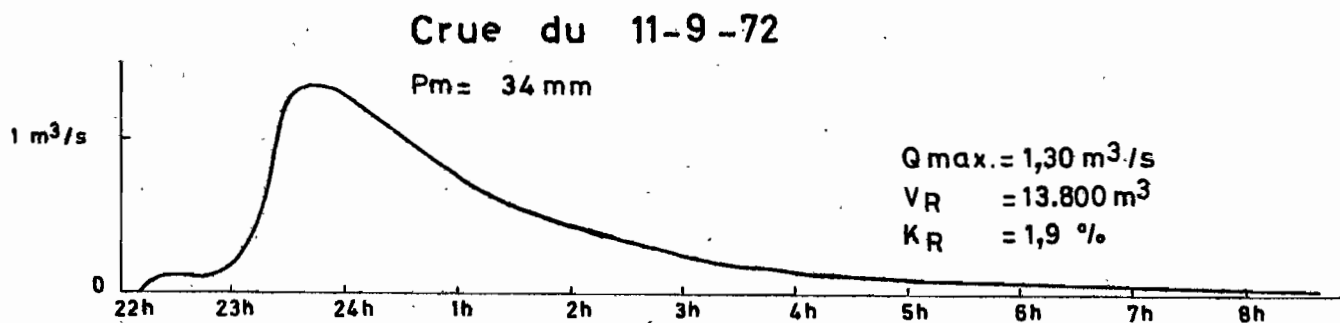
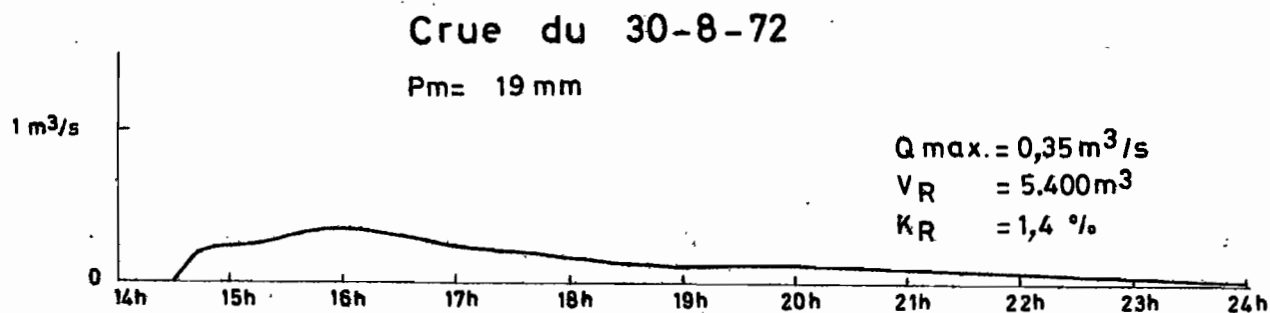
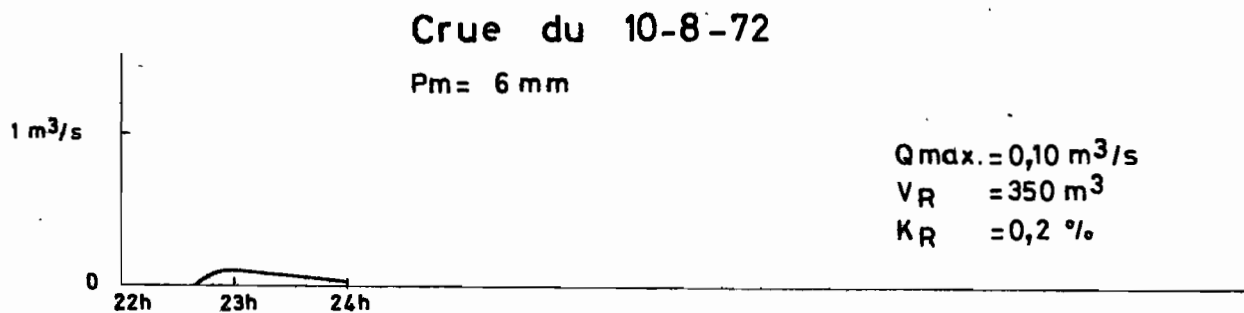
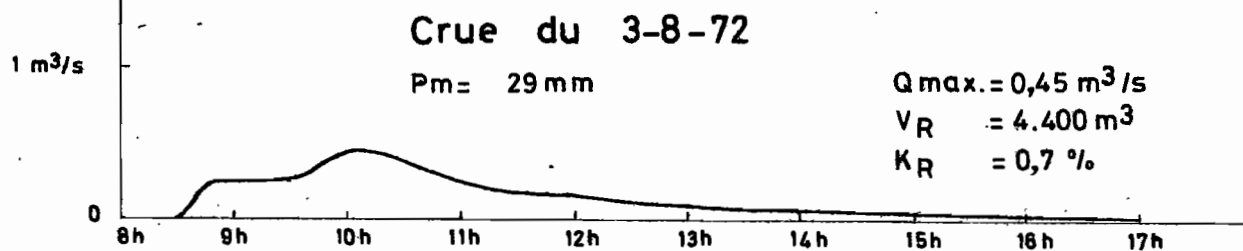
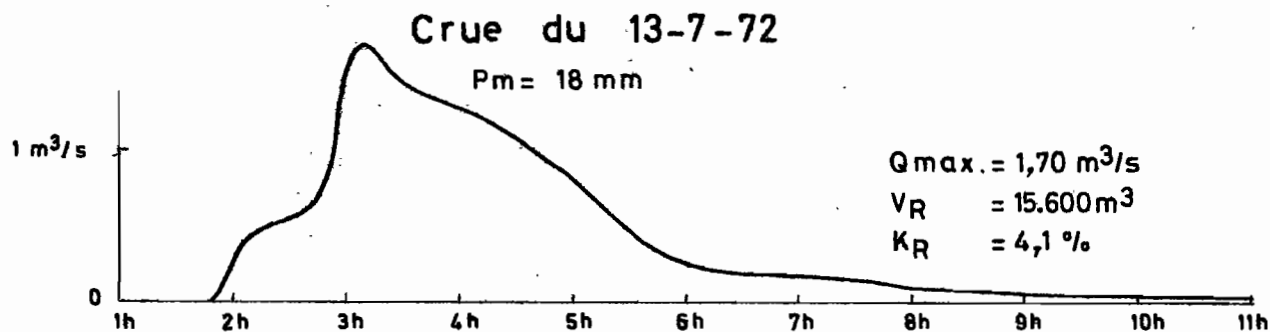
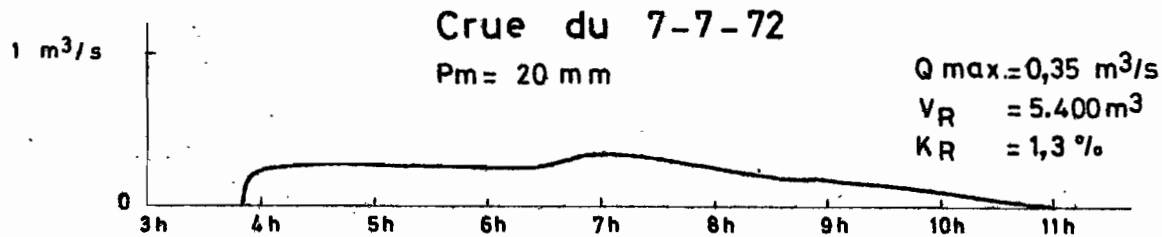


Gr. 5

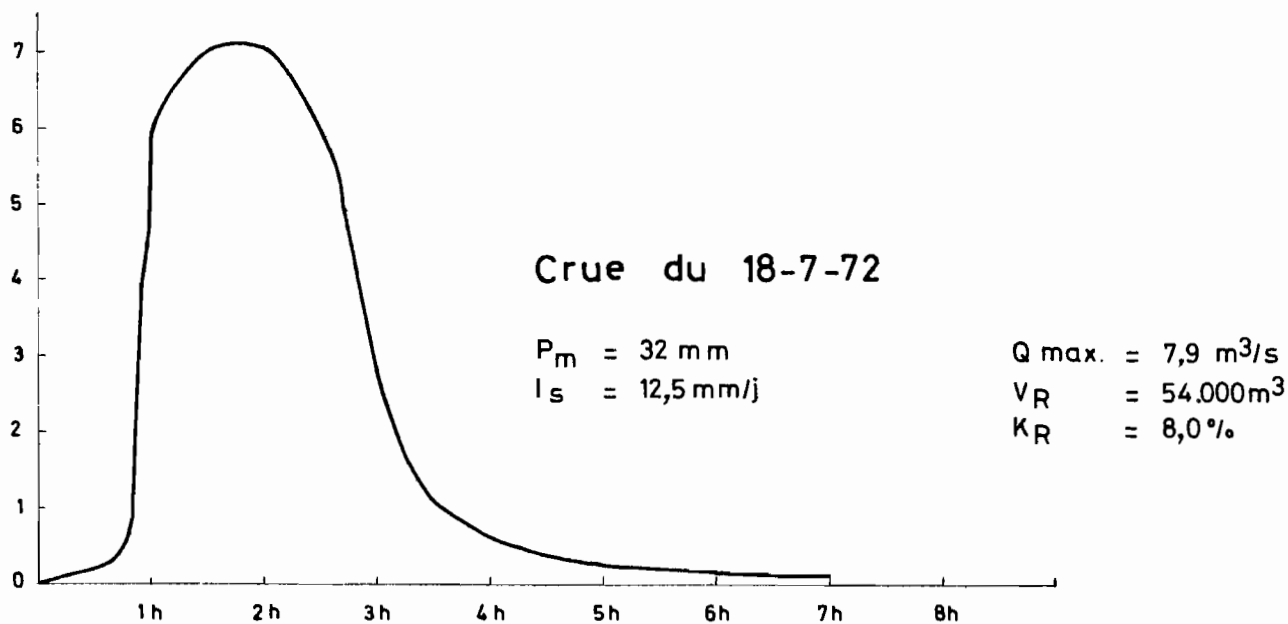
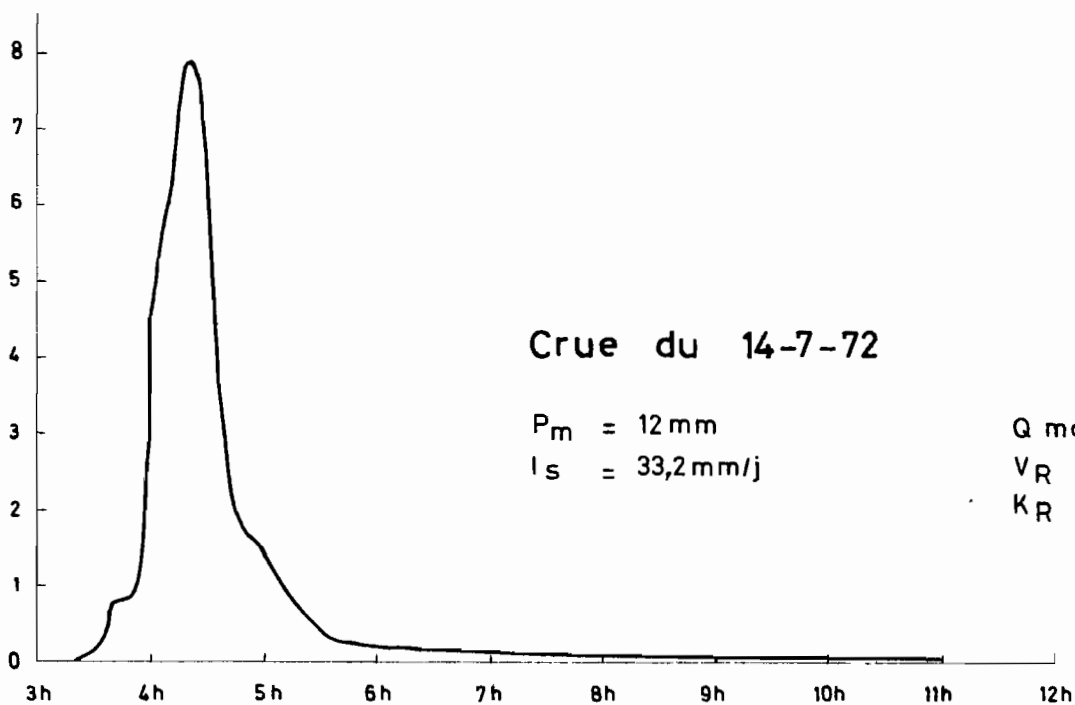
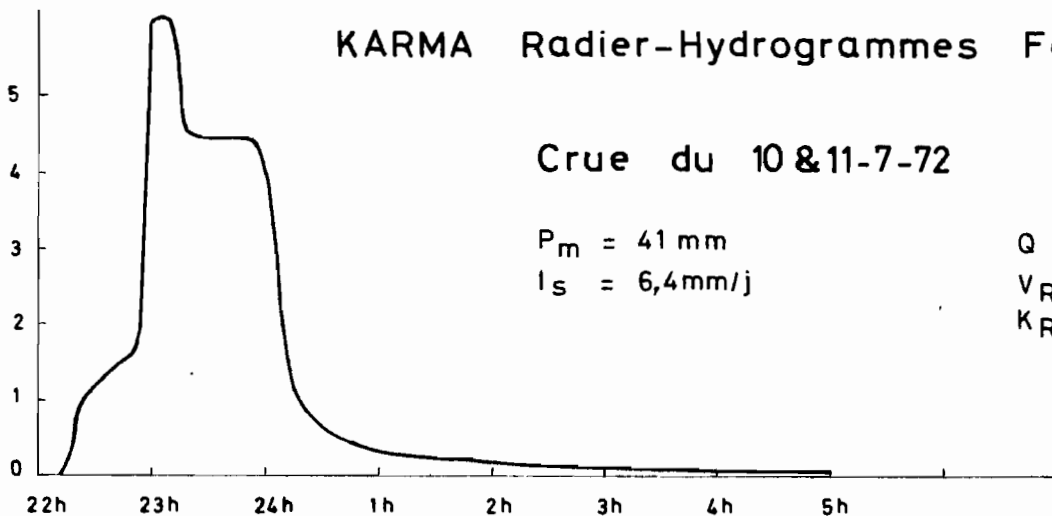


KARMA Radier Hydrogrammes Faibles

Gr. 2

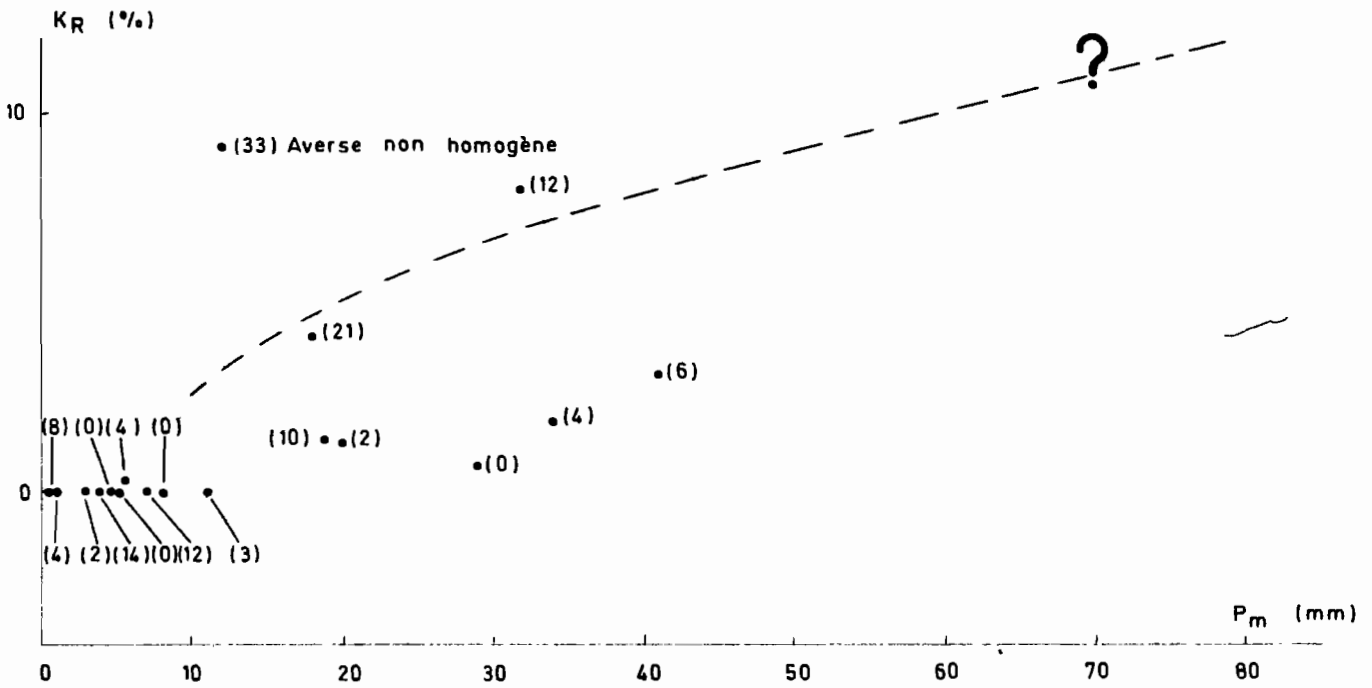


KARMA Radier-Hydrogrammes Forts



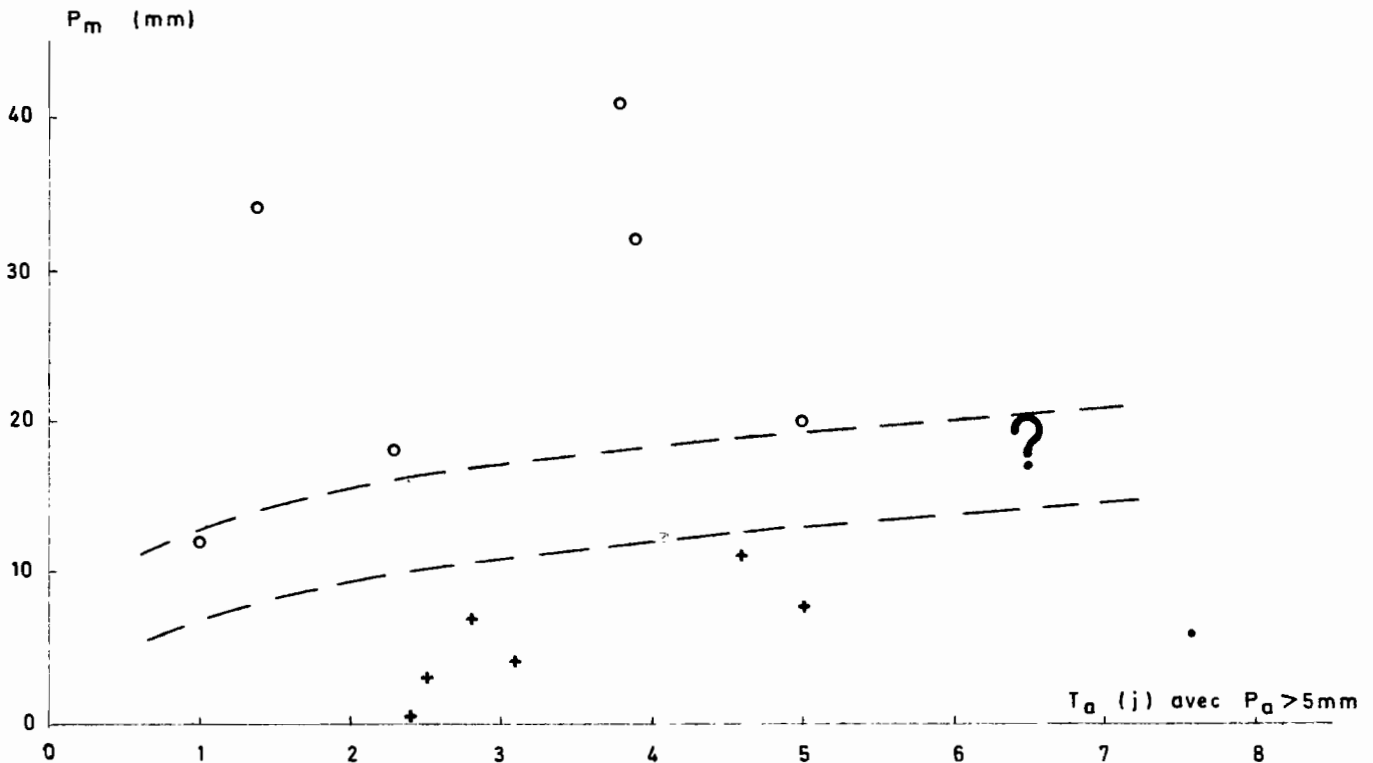
KARMA Radier Coefficient de Ruissellement et Pluie Moyenne

• (33) = Indice de saturation (33 mm/j)



KARMA Radier Précipitation Limite d'Écoulement

○ Écoulement
+ pas d'Écoulement



BASSIN du KORI de KARMA

Pluviométrie (mm)

JUILLET 1972

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7	28	24	21	27	20	12	20	19	25	33		
8												
9												
10	17	35	44	41	46	52	33	16	27	21		
11												
12												
13	33	10	5	16	17	22	17	17	12	6		
14	2	1	4	10	19	21	5	5	4	5		
15												
16												
17												
18	37	24	21	26	27	25	40	33	42	39		
19												
20												
21	0	0	0	3	4	2	5	5	0	3		
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
Tot.	117+	94+	95+	123+	133+	134+	120+	95+	110+	107 +	115	94

+ pluie du 1 au 2 non enregistrée (10 mm environ à P₅).

BASSIN du KORI de KARMA

Pluviométrie (mm)

AOUT 1972

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
1												
2												
3	10	13	19	25	26	26	33	34	19	21		
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10	11	4	3	2	5	9	7	3	4	2		
11												
12												
13a	2	5	2	1	1	1	5	3	2	5		
13b	0	0	0	2	1	0	15	20	16	25		
14												
15												
16												
17												
18	40	27	12	14	16	22	2	1	3	5		
19												
20	5	9	4	0								
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29	5	5	2	13	4	13	6	5	12	5		
30	5	7	6	15	16	10	28	14	23	11		
31												
Tot.	78	70	48	72	69	81	96	80	79	74	59	116

BASSIN du KORI de KARMA

Pluviométrie (mm)

SEPTEMBRE 1972

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
1												
2												
3												
4												
5												
6	13	1	1	0	1	2	0	0	1	1		
7												
8												
9												
10	2	4	4	5	6	9	2	2	3	1		
11	10	9	11	26	30	33	40	21	9	22		
12												
13												
14	2	1	2	0	0	0	1	1	0	0		
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21	3	(3)	5	10	5	8	1	6	6	9		
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
Tot.	30	(18)	23	41	42	52	44	30	19	33	46	52