

Office de la Recherche Scientifique
et Technique Outre-Mer

Service Hydrologique

SOCIÉTÉ D'ÉQUIPEMENT
DE LA CÔTE D'IVOIRE

ÉTUDE HYDROLOGIQUE DU SOLOMOUGOU



SYNTHÈSE DES ÉTUDES
EFFECTUÉES JUSQU'EN 1963



1^{ère} Partie

Bassin du SOLOMOUGOU

par

J. HERBAUD

Ingénieur Hydrologue de l'O.R.S.T.O.M.

AVRIL 1965

OFFICE de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE
et TECHNIQUE OUTRE-MER

SOCIETE d'EQUIPEMENT
de la COTE d'IVOIRE

Service Hydrologique

ETUDE HYDROLOGIQUE du SOLOMOUGOU

SYNTHESE des ETUDES EFFECTUEES
JUSQU'EN 1963

1ère PARTIE

Bassin du SOLOMOUGOU

J. HERBAUD
Ingénieur Hydrologue
de l'ORSTOM

Avril 1965

S O M M A I R E

	<u>Page</u>
CHAPITRE I - <u>EQUIPEMENT et DONNEES PLUVIOMETRIQUES en 1963</u>	1
CHAPITRE II - <u>EQUIPEMENT HYDROMETRIQUE, OBSERVATIONS et MESURES en 1963-64</u>	6
2.1. - SOLOMOUGOU à ZIEBATOGO (A ₁)	8
2.2. - LOZERIGUE II à KAFONGO (A ₁₁)	8
2.3. - LAHOUC à NAHOUALAKAHA ou TIORONARADOUGOU (A ₁₂)	9
2.4. - LAHOUC à SOLOGO (A ₁₃)	9
2.5. - PASSE à SOLOGO (A ₁₂₁)	9
2.6. - SOLOMOUGOU à NANBEKAHA (A ₂)	10
2.7. - LOZERIGUE I à KONIE (A ₂₁)	11
2.8. - LOFIGUE à FORO (A ₂₂)	11
2.9. - WAMATIE à PINION (A ₂₂₁)	12
2.10. - PINIELO à FORO (A ₂₂₂)	13
2.11. - SOLOMOUGOU à KONBOLOKOURA (A ₄)	13
2.12. - LOSERIGUE à DIELIKAHA (B ₁)	14
2.13. - Marigot de NANVOLOKAHA à NATIOKAHA (B ₁₁)	15
2.14. - LOSERIGUE à TORGOKAHA (B ₂)	15
CHAPITRE III - <u>ECOULEMENT et BILAN HYDROLOGIQUE</u>	18
3.1. - Débits moyens mensuels	18
3.2. - Bilan hydrologique de chacune des trois années 61-62, 62-63, 63-64.	30
CHAPITRE IV - <u>ETUDE du TARISSEMENT et des ETIAGES</u>	35
4.1. - Etude des débits moyens de Décembre	35
a) Etude des données	35
b) Estimation des données manquantes	38
4.2. - Estimation de l'étiage 1961-62	41
a) Courbes de tarissement	41
b) Etiage 1961-62	44
4.3. - Réserves mobilisables depuis le 1er Décembre	48
4.4. - Calage en fréquence des étiages observés	52

Chapitre 1



Equipement et données pluviométriques en 1963

CHAPITRE I

EQUIPEMENT et DONNEES PLUVIOMETRIQUES en 1963

Les postes pluviométriques qui ont fonctionné en 1963 sont ceux de KONBOLOKOURA, GUIEMBE, DIKODOUGOU, FORO, KORHOGO et TRIPOUNGO. Au poste de KAPREME, les observations commencées en 1962 n'ont pas été poursuivies. On trouvera la localisation cartographique des divers postes sur le graphique 1. Si l'on met à part le poste de KORHOGO, les données recueillies en 1963 présentent beaucoup plus de lacunes qu'en 1962, en outre quelques données ont été éliminées comme paraissant anormalement faibles après l'étude critique des pluies journalières : les mois de Juillet et Août à KONBOLOKOURA, Mai et Octobre à FORO.

De plus, pour le poste de FORO en Janvier, Février et de Juin à Septembre, il semble que le pluviomètre a fonctionné en totalisateur, les relevés n'étant pas faits régulièrement, et il peut en résulter de légères imprécisions. Mais la pluviométrie étant connue pour ces 6 mois sur le petit bassin de KORHOGO, nous avons vérifié qu'elle diminue quand on va de KORHOGO à FORO, de façon assez régulière. Aussi avons-nous préféré conserver les données de FORO, tout en choisissant un mode de calcul de la pluie moyenne sur les bassins du SOLOMOUGOU, dans lequel le poids de ces données se trouve diminué, ce qui a été obtenu en substituant à l'ensemble de FORO et de KORHOGO un poste fictif situé à mi-distance de ces deux postes et censé représenter la moyenne de leurs pluviométries.

Le tableau I résume les totaux mensuels observés ponctuellement et la pluviométrie moyenne sur chacun des bassins principaux A₁ et A₂ (SOLOMOUGOU à ZIEBATOGO et à NANBEKAHA).

Les calculs ont été effectués par la méthode de Thiessen et les coefficients correspondant à chaque poste dans chacune des combinaisons I à V, sont indiqués sur le tableau II.

Gr_1

BASSIN VERSANT DU SOLOMOUGOU

ÉCHELLE : 1/200 000

ÉQUIPEMENT PLUVIOMÉTRIQUE EN 1963

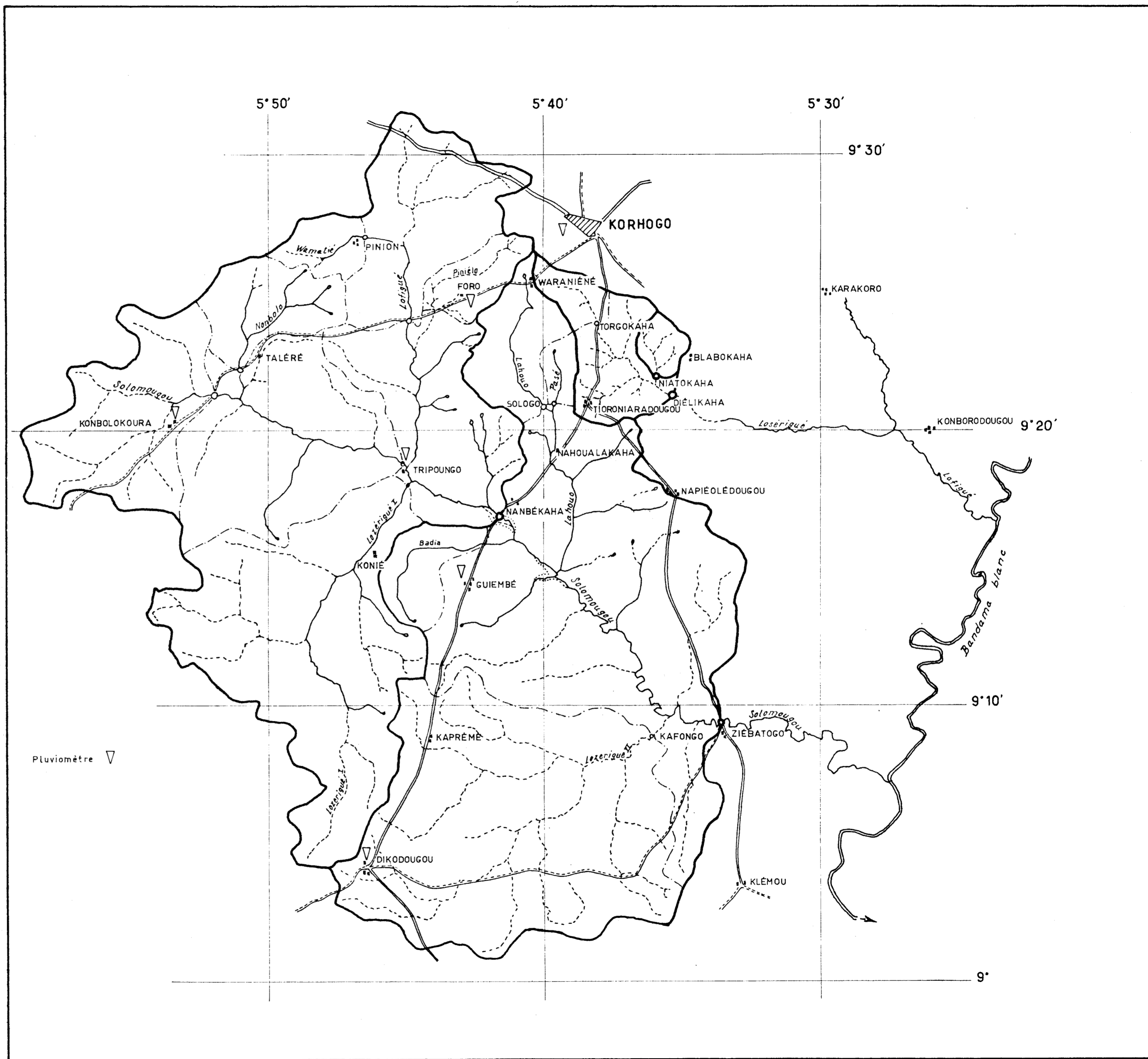


TABLEAU I

Calcul de la pluie moyenne sur les bassins A₁ et A₂

Mois	KONB	GULENBE	DIKOD	FORO	KORHOGO	moyenne FORO KORHOGO	TRIPOUN- GO	n° de la com- binai- son	Pluie moyen- ne sur A ₁	Pluie moyen- ne sur A ₂
Janvier	x	4,9 (2)	9,3 (3)	5,4 (1)	9,0 (x)	7,2	17,7 (2)	VI	10	13
Février	x	31,7 (7)	27,2 (5)	47,8 (1)	33,0 (x)	40,4	11,0 (7)	VI	26	21
Mars	22,9 (2)	x	49,3 (6)	x	19,0 (x)		x	V	33	26
Avril	71,5 (7)	26,6 (3)	99,5 (8)	x	108,0 (3)		x	II	64	70
Mai	147,3 (10)	x	107,9 (9)	x	172,9 (8)		x	V	137	147
Juin	193,1 (12)	144,2 (12)	124,7 (10)	150,9 (4)	233,8 (12)	190,0	x	I	159	174
Juillet	x	138,3 (13)	202,3 (9)	162,2 (3)	177,2 (11)	169,7	x	III	160	156
Août	x	272,9 (18)	x	246,0 (5)	390,7 (15)	318,3	x	IV	283	268
Sept.	220,1 (13)	165,8 (16)	197,4 (16)	202,0 (3)	200,7 (12)	201,3	x	I	191	200
Oct.	307,1 (20)	231,0 (15)	251,2 (18)	x	209,8 (12)		x	II	251	263
Nov.	24,0 (2)	24,1 (3)	26,7 (4)	x	11,0 (x)		x	II	23	22
Déc.	0	0	0	x	0		x		0	0
Année 1963					1565,1				1337	1380

Nota (1) = KONB. est l'abréviation de KONBOLOKOURA, DIKOD celle de DOKODOUGOU

Nota (2) = les chiffres entre parenthèses sont les nombres de jours de pluie dans le mois quand ils sont connus (la journée de pluie étant comptée à partir de 7 heures du matin).

TABLEAU II

Calcul de la pluie moyenne sur les bassins A₁ et A₂
coefficients de THIESSEN affectés à chaque poste pluviométrique

n° des combi- naisons :	bas- sins :	coefficients pour KONBOLOKOURA :	coefficients pour GUIEMBE :	coefficients pour DIKODOUGOU :	coefficients pour le poste fictif FORO/KORHOGO :	coefficients pour KORHOGO :	coefficients pour TRIPOUNGO :
I	A ₁	0,23	0,39	0,22	0,16	x	x
	A ₂	0,43	0,24	0,10	0,23	x	x
II	A ₁	0,24	0,41	0,22	x	0,13	x
	A ₂	0,45	0,26	0,10	x	0,19	x
III	A ₁	x	0,55	0,23	0,22	x	x
	A ₂	x	0,54	0,11	0,35	x	x
IV	A ₁	x	0,78	x	0,22	x	x
	A ₂	x	0,65	x	0,35	x	x
V	A ₁	0,31	x	0,43	x	0,26	x
	A ₂	0,58	x	0,17	x	0,25	x
VI	A ₁	x	0,33	0,23	0,14	x	0,30
	A ₂	x	0,13	0,11	0,20	x	0,56

On trouvera dans l'annexe I les relevés journaliers des divers postes.

La pluviosité de l'année 1963 est supérieure de 10% environ à la moyenne. La répartition de ces pluies au poste de KORHOGO présente un déficit en Juillet. Nous avons réuni dans le tableau III, pour mieux juger comment cette répartition entre les mois de l'année s'écarte de la répartition moyenne, les totaux mensuels de précipitations au poste de KORHOGO (lignes K), sur le bassin expérimental de 10,9 km² de NATIOKAHA (lignes B₁₁) et sur le bassin de 1510 km² du SOLOMOUGOU à ZIEBATOGO (lignes A₁). Ces totaux sont exprimés en pourcentage du total annuel, et sont donnés pour les années 1962 et 1963, ainsi que la moyenne interannuelle au poste de KORHOGO, calculée avec les 25 années suivantes : 1920, 1922 à 1926, 1945 à 1963.

Il apparaît sur le tableau III que ce qui différencie le plus l'année 1963 de l'année moyenne, et en même temps de l'année 1962, c'est l'excédent de pluies tombé au cours des mois de Mai, Juin et Octobre, autorisant à dire que la saison des pluies a été plus étalée que d'habitude.

TABLEAU III

TOTAUX MENSUELS DES PRECIPITATIONS en POURCENTAGE DES TOTAUX ANNUELS

Stations	Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total annuel
K	1962	0,1	0,5	0,2	8,6	5,7	13,2	12,5	25,6	22,4	9,4	1,8	0	1410
B ₁₁	1962				(12,7)	(6,6)	(11,5)	(5,6)	(24,6)	(25,4)	(10,1)	(2,4)	0	(1400)
A ₁	1962						((12,5))	((7))	(22)	(24)	(9)	(5,0)	0	(1350)
							à	à	à	à	à	à		à
							((13))	((7,5))	(23)	(25)	(10)	(5,5)		(1300)
K	1963	0,6	2,1	1,2	6,9	11,1	14,9	11,3	25,0	12,8	13,4	0,7	0	1566
B ₁₁	1963	0,5	1,8	1,5	5,7	10,5	7,5	12,9	30,0	11,7	14,6	3,3	0	1479
A ₁	1963	0,7	1,9	2,5	4,8	10,2	11,9	12,0	21,2	14,3	18,8	1,7	0	1336
K	moy.	0,4	1,0	3,1	7,4	8,8	11,4	14,1	21,6	19,2	9,4	2,9	0,7	1399

Chapitre II



Equipement Hydrométrique Observations et mesures en 1963-64

Gr_2

BASSIN VERSANT DU SOLOMOUGOU

ÉCHELLE : 1/200 000

ÉQUIPEMENT HYDROMÉTRIQUE EN 1963

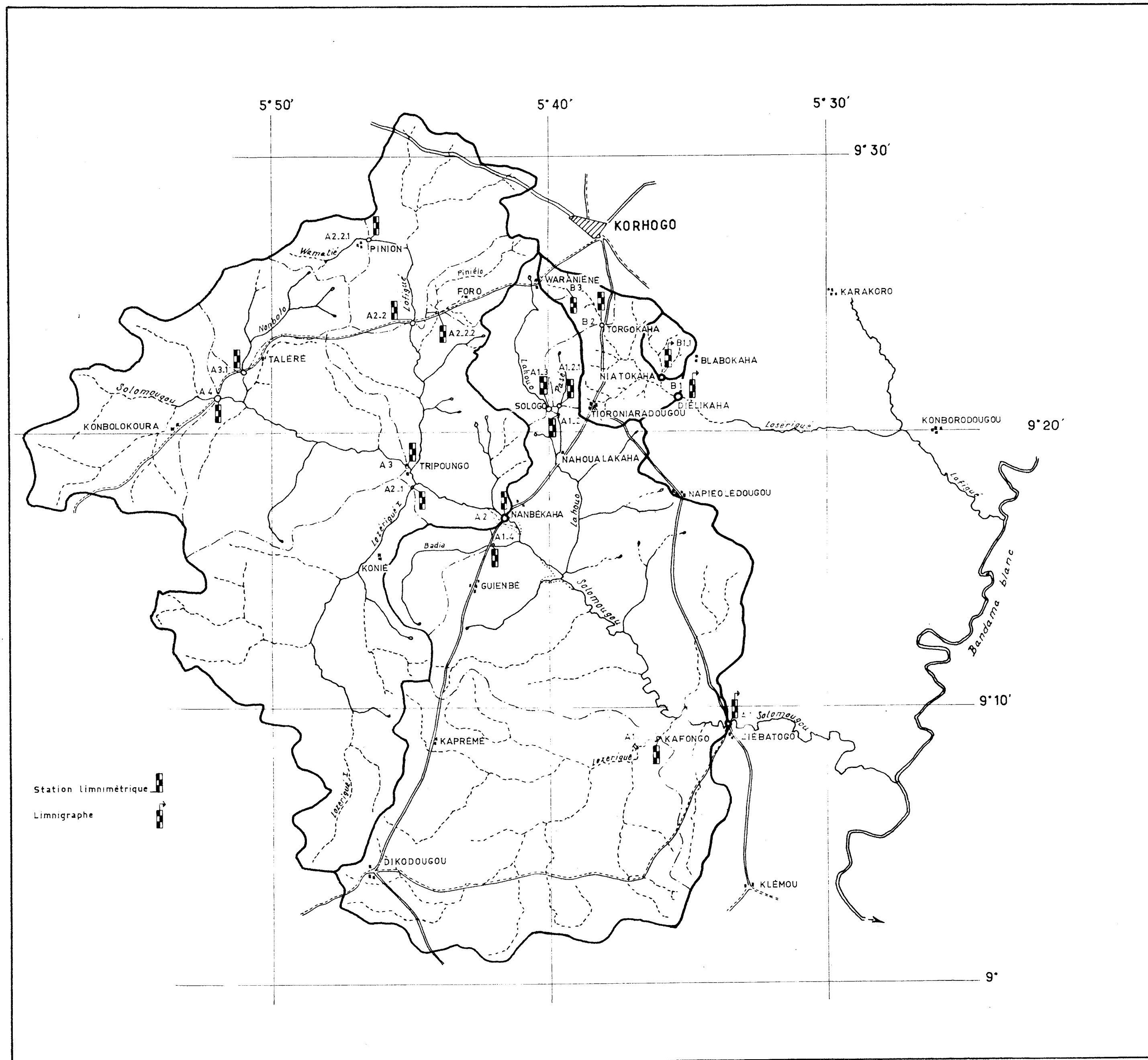


TABLEAU IV

EQUIPEMENT HYDROMETRIQUE et OBSERVATIONS en 1963-64

Stations	Cours principal	Affluent	Sous-affluent	Superficie (km ²)	Code	Observations (1)
ZEBATOGO	SOLOMOUGOU			1510	A ₁	IV à I - L - 15 j
KAFONGO		LOZERIGUE II		305	A ₁₁	((XII à I)) (2)
NHOUALAKAHA		LAHOUC		54	A ₁₂	(X à I) (3) - 1/2 j
SOLOGO		LAHOUC		43	A ₁₃	X à I - 1/2 j
SOLOGO			PASSE	8	A ₁₂₁	X à I - 1/2 j
GUEMBE		BADIA		29	A ₁₄	néant
NANBEKAHA	SOLOMOUGOU			790	A ₂	IV à I - 1/2 j
KONIE		LOZERIGUE I		240	A ₂₁	XII à I - 1/2 j
FORO		LOFIGUE		115	A ₂₂	X à XII - 1/2 j
PANION			WAMATIE	19	A ₂₂₁	(XII) (4)
FORO			PINIELO	25	A ₂₂₂	X à XII + (1)(5) - 1/2 j
TIPOUNGO	SOLOMOUGOU			300	A ₃	XII - 1 j
TALERE		NOMBOLO		49	A ₃₁	néant
KANBOLOKOURA	SOLOMOUGOU			107,5	A ₄	IV à XII - 1/2 j
DIELIKAHA	LOSERIGUE			56,75	B ₁	IV à I - L - 1/2 j
NATIOKAHA		Marigot de NANVOLOKAHA		10,9	B ₁₁	IV à I - L - 1/2 j
TORGOKAHA	LOSERIGUE			15	B ₂	X à I - 1/2 j

- (1) - observations limnimétriques, à savoir 1°) période où l'on possède des relevés entre Avril 1963 (IV) et Mars 1964 (III) - 2°) existence ou non d'un limnigraphe (L) - 3°) intervalle de temps en jours séparant les lectures.
- (2) - pour la période Décembre-Janvier, il y a eu seulement 2 jaugeages (donc 2 relevés de cote)
- (3) - les relevés de cotes du 1/10/63 au 15/1/64 ne sont pas exploitables (voir texte)
- (4) - en Décembre, il y a eu seulement 2 jaugeages (donc 2 relevés de cote)
- (5) - en Janvier, les relevés sont inexploitable mais il y a eu 2 jaugeages (voir texte).

2.1. - SOLOMOUGOU à ZIEBATOGO - (A₁)

La première campagne de mesures effectuée à cette station, en 1961-62, avait comporté 18 jaugeages. Pour les cotes supérieures à 0,50 m, ces jaugeages ont conduit à des débits sous-estimés car on avait opéré depuis le pont sans tenir compte suffisamment de l'accélération du courant sous le pont.

Seuls, les 4 derniers jaugeages de la première campagne, en basses eaux, ont été utilisés avec les 19 jaugeages de la 2ème campagne (1962-63), pour étalonner la station.

En 1963-64, 6 nouveaux jaugeages ont été effectués, les 3 premiers au saumon suspendu depuis le pont, les autres à la perche. Les résultats des 3 premiers confirment le tracé de la courbe d'étalonnage provisoire de la première campagne donc, indirectement, confirment aussi le tracé de la courbe définitive qui lui est grossièrement affine pour les cotes supérieures à 1 m. Les 3 derniers jaugeages qui, de par leur mode opératoire, ne devaient pas être affectés de la même erreur systématique, n'ont conduit effectivement à aucune modification du tracé de la courbe d'étalonnage.

Cette dernière doit donc être considérée comme définitive, malgré sa forme inhabituelle à deux changements de concavité qui doit être le reflet d'un phénomène de freinage hydraulique par les berges entre les cotes 1 et 2 m, à la station elle-même ou à proximité.

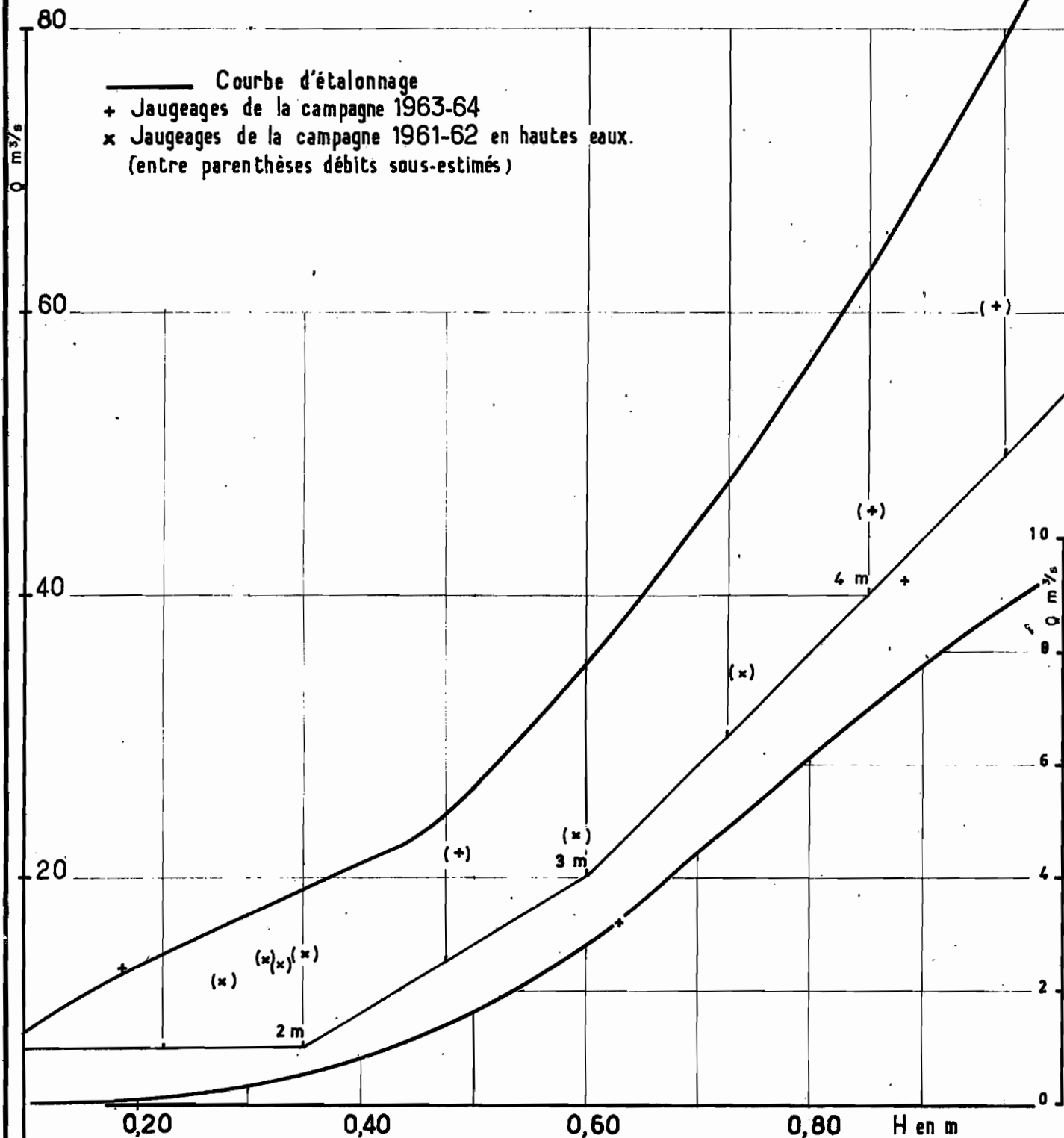
Le graphique 3 représente la courbe d'étalonnage définitive et les résultats des jaugeages de la campagne 1963-64. Les jaugeages qui avaient permis de tracer une courbe provisoire en 1961-62 ont été également reportés pour illustrer le commentaire ci-dessus.

2.2. - Le LOZERIGUE II à KAFONGO - (A₁₁)

La station ne comporte pas d'échelle mais les jaugeages effectués correspondent à des cotes repérées du plan d'eau. Nous avons représenté les résultats des jaugeages de 1963-64 et des jaugeages antérieurs sur le graphique 4, mais le choix d'une courbe d'étalonnage n'aurait été d'aucune utilité.

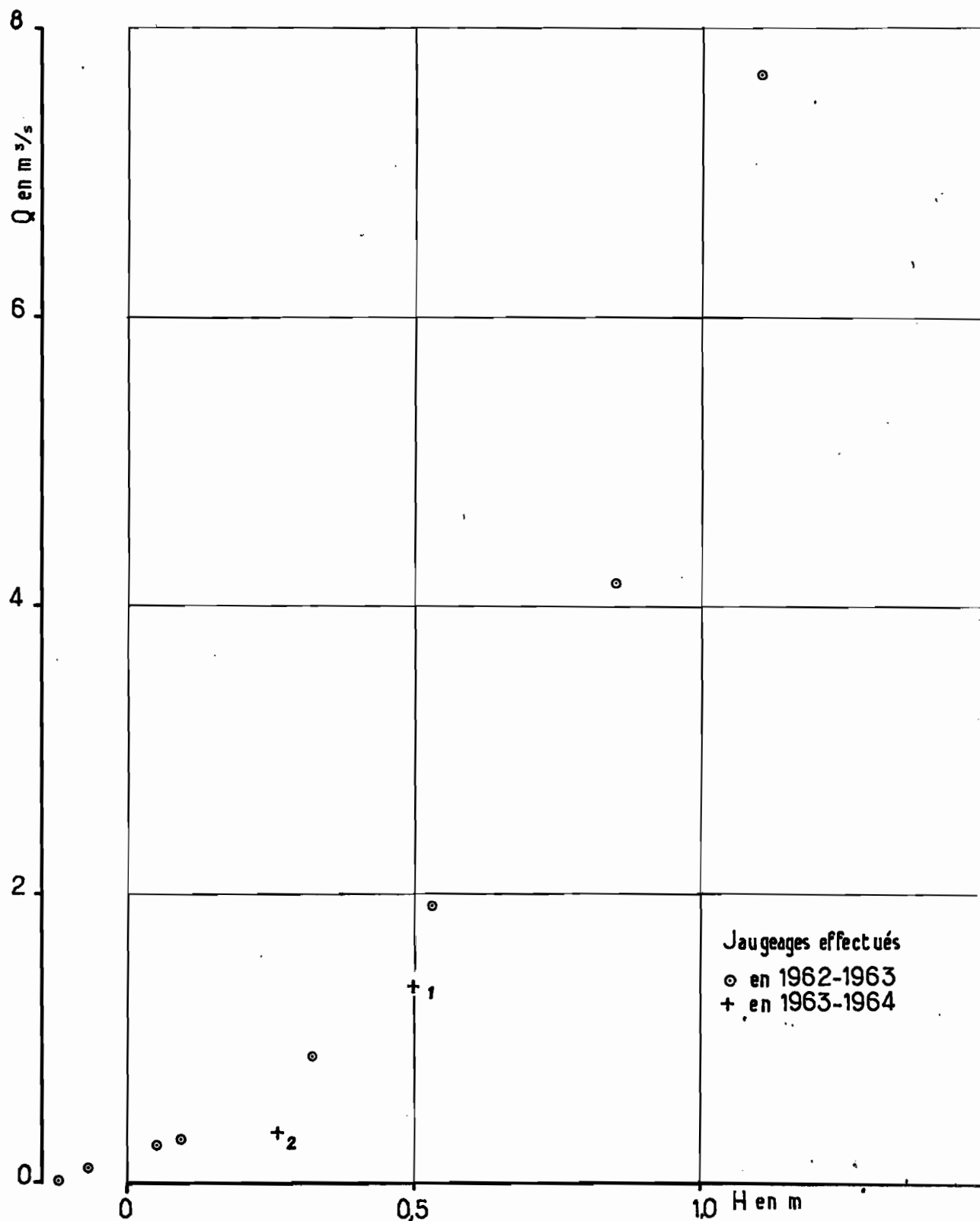
LE SOLOMOUGOU à ZIEBATOGO (A 1)

Courbes d'étalonnage

 $S = 1510 \text{ km}^2$ 

LE LOZÉRIGUE II A KAFONGO (A.1-1)

Jaugeages

S= 305 km²

2.3. - Le LAHOUE à NAHOUALAKAHA ou TIORONIARADOUYOU - (A₁₂)

Il n'y a pas eu de jaugeages à cette station en 1963-64, et nous avons essayé de traduire les hauteurs à l'échelle en débits pour la période d'octobre 1963 à Janvier 1964 en utilisant le dernier barème établi en 1962-63. Les résultats sont aberrants car l'étalonnage a dû varier une ou plusieurs fois dans le courant de 1963. Il semble préférable d'estimer les débits moyens mensuels à cette station, en faisant la somme des débits aux stations A₁₃ et A₁₂₁ qui représentent respectivement 43 et 8 km² soit en tout 51 km². La station A₁₂ dominant 54 km², il faudrait en principe majorer les résultats des additions, de 0 à 6 %, ce pourcentage dépendant du coefficient d'écoulement du bassin intermédiaire de 3 km², mais comme il est probablement assez faible, nous n'avons pas fait cette correction.

2.4. - Le LAHOUE à SOLOGO - (A₁₃)

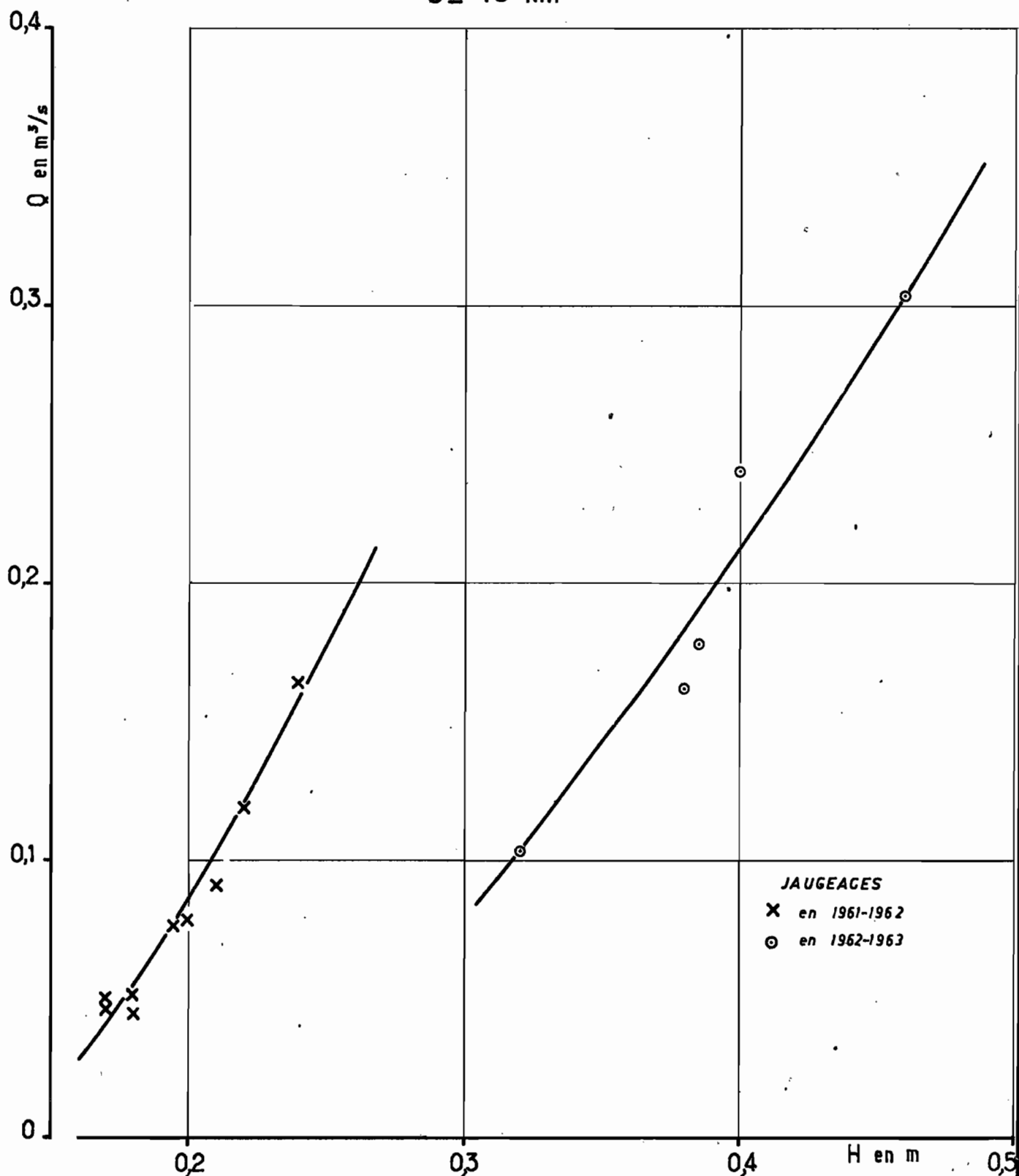
On avait effectué deux séries de jaugeages en 1961-62 et 1962-63, sans les utiliser pour déterminer un étalonnage car il n'y avait pas eu de lectures d'échelles. De plus, les cotes correspondant à ces jaugeages ne sont pas rattachées en nivellement à l'échelle actuelle. Cependant, nous avons reporté ces résultats sur le graphique 5 et ceci nous a montré que des variations de l'étalonnage peuvent se produire en basses et moyennes eaux. Le report des résultats des jaugeages de 1963-64 sur le graphique 6 montre qu'en effet il faut choisir deux courbes d'étalonnage successives pour cette campagne, avant et après le 22/9/63. Comme il n'y a pas eu de lectures d'échelles avant le 22/9/63 il suffisait d'établir un barème ce qui a été fait jusqu'à la cote 0,85 m moyennant une assez forte extrapolation. Nous n'avons pas tenu compte du jaugeage n° 5, car il a accusé une diminution des profondeurs et des vitesses assez anormale, peut-être due à une modification très temporaire du lit.

2.5. - La PASSE à SOLOGO - (A₁₂₁)

L'étude de cette station en 1961-62 et 1962-63 n'avait consisté qu'à faire des jaugeages pendant la phase de tarissement. On n'avait pas cherché à établir un étalonnage. En 1963-64, des jaugeages ont été effectués à des cotes plus élevées et cette opération devient possible. La station paraît

LE LAHOUC à SOLOGO (A1-3)

Courbes d'étalonnage en 1961-1962 et 1962-1963

 $S = 43 \text{ km}^2$ 

JAUAGES

X en 1961-1962

O en 1962-1963

Gr_6

LE LAHOUC à SOLOGO (A1-3)

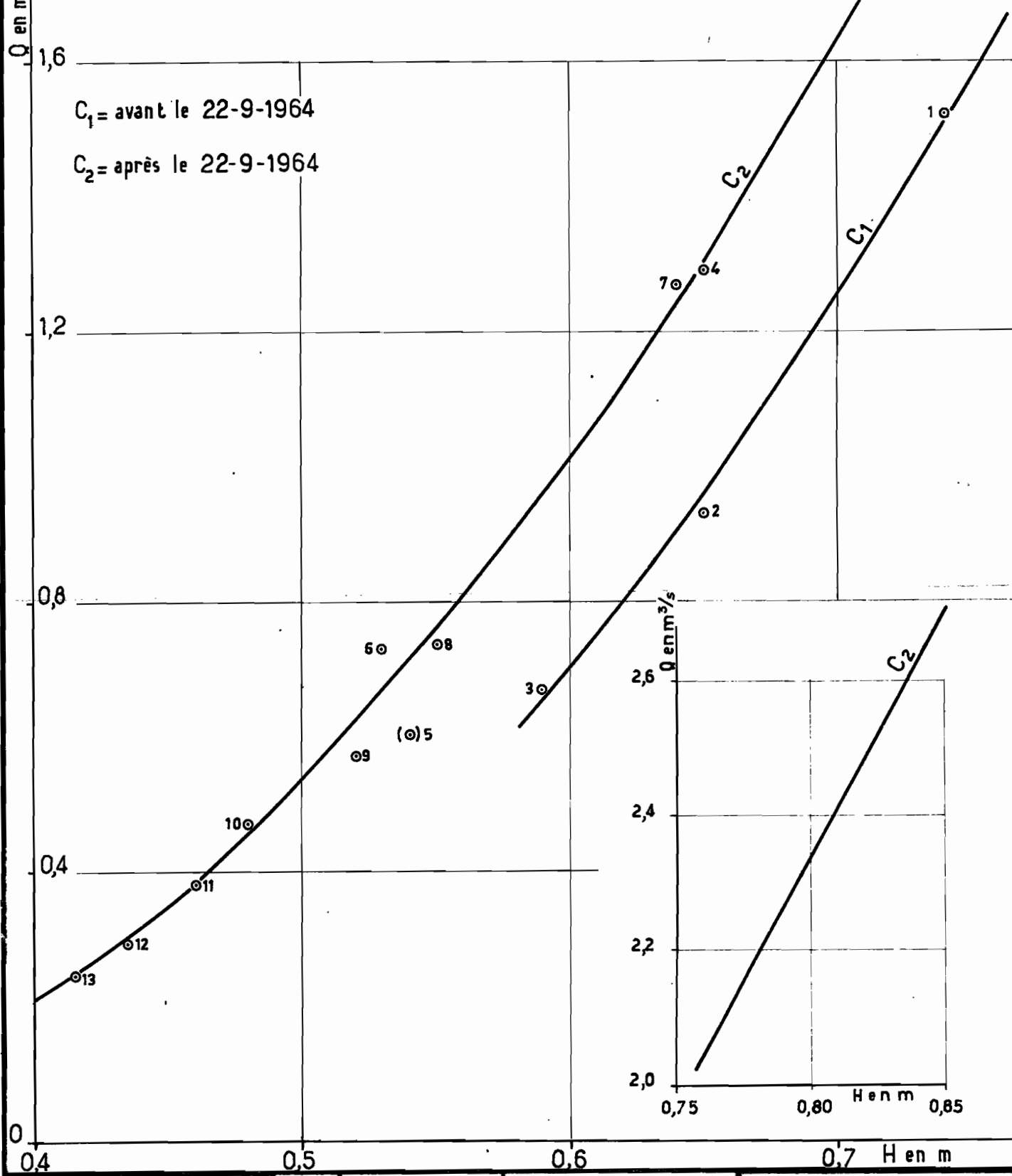
Courbes d'étalonnage en 1963-1964

S=43 km²

Q en m³/s

C₁ = avant le 22-9-1964

C₂ = après le 22-9-1964



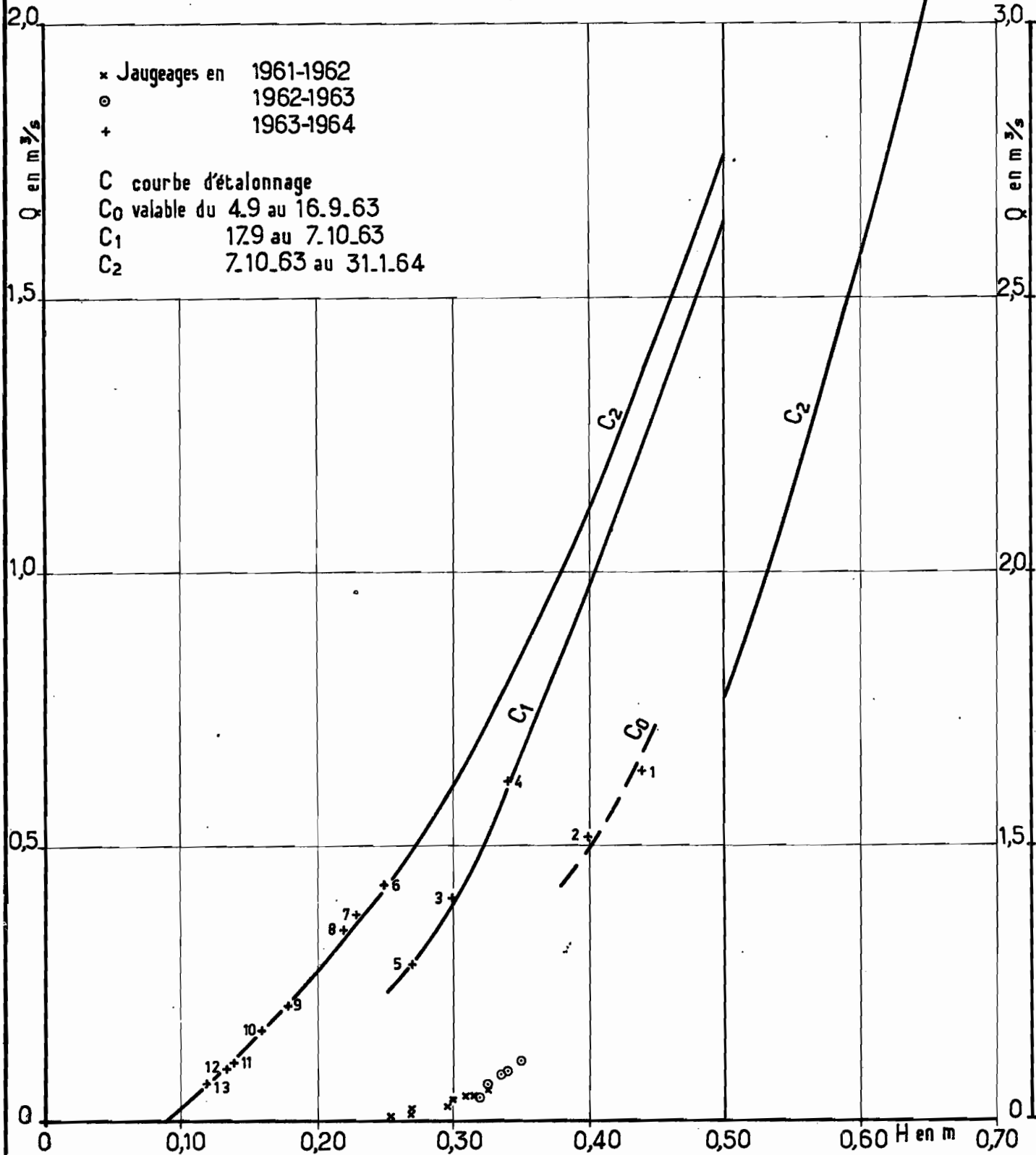
très instable, mais pendant la période où l'échelle a été observée il n'y a eu qu'une seule crue importante, coïncidant avec un changement de tarage évident, et la série des derniers jaugeages de la saison donne des résultats très peu dispersés : aussi avons nous utilisé deux courbes de tarage, C_1 pour la période du 17/9 au 7/10/63, C_2 du 7/10/63 au 31/1/64. Ces courbes sont tracées sur le graphique 7.

2.6. - Le SOLOMOUGOU à NANBEKAHA - (A₂)

La première campagne de mesures effectuée à cette station avait comporté 13 jaugeages en 1961. Leurs résultats sont des débits systématiquement sous-estimés pour la même raison que ceux effectués à la même époque à ZIEBATOGO. Ils ont conduit à adopter la courbe de tarage provisoire C_0 . En fin de campagne, en Février et Mars 1962, trois jaugeages ont été effectués en très basses eaux. Ils ont été pris en considération quand a été rédigé le rapport de la 2ème campagne (1962-63), et c'est leur disposition graphique par rapport aux jaugeages de Mars et Avril 1963 qui a suggéré le tracé de 2 courbes d'étalonnage distinctes, avant et après le 21/8/62, date de la plus forte crue susceptible d'avoir modifié le lit. Nous avons conservé cette hypothèse pour ne pas éliminer les résultats des jaugeages de Février et Mars 1962, mais nous avons estimé que, pour les cotes comprises entre 0,50 m et 2,10 m, l'étalonnage n'a jamais varié, la dispersion étant très faible pour les résultats des jaugeages de 1962-63 et de 1963-64. Nous avons donc adopté des courbes C_{1A} et C_{2A} légèrement différentes de C_1 et C_2 , courbes adoptées précédemment : tandis que ces dernières se raccordaient seulement à la cote 1,50 m, C_{1A} et C_{2A} se raccordent à la cote 0,50 m. De ce fait, nous pouvons nous dispenser de chercher à préciser à quel moment c'est la courbe C_{2A} qui devient valable, et nous pouvons admettre comme précédemment que c'est à partir du 21/8/62. Si cette date était moins tardive, cela conduirait à des traductions différentes pour seulement quelques lectures d'échelles journalières d'une période allant au maximum de Mars à Juin 1962, la correction des débits moyens de cette période en résultant serait négligeable.

Les résultats des jaugeages n° 1 à 5 de la campagne 1963-64, effectués à des cotes supérieures à 2,10 m, semblent indiquer que l'étalonnage de la station a été modifié en hautes eaux. En fait, ces 5 jaugeages ont été effectués au saumon

LA PASSE à SOLOGO (A121)
Courbes d'étalonnage en 1963-1964
S=8 km²



suspendu, depuis le pont, dans des conditions sans doute meilleures qu'en 1961-62 puisque les débits ne paraissent pas systématiquement sous-estimés, mais ils doivent être considérés comme moins précis que les jaugeages suivants effectués à la perche (n°6 à 9). Nous avons donc admis que l'étalonnage de 1962-63 reste valable pour les cotes supérieures à 2,10 m.

On trouvera les courbes C_{1A} et C_{2A} sur le graphique 8.

Nous avons utilisé ces deux courbes pour recalculer les débits moyens journaliers et mensuels de 1962-63 et pour calculer ceux de 1963-64.

2.7. - Le LOZERIGUE I à KONIE (A₂₁)

Il semble qu'il vaudrait mieux appeler cette station LOZERIGUE I à TRIPOUNGO, mais nous avons conservé la dénomination du précédent rapport.

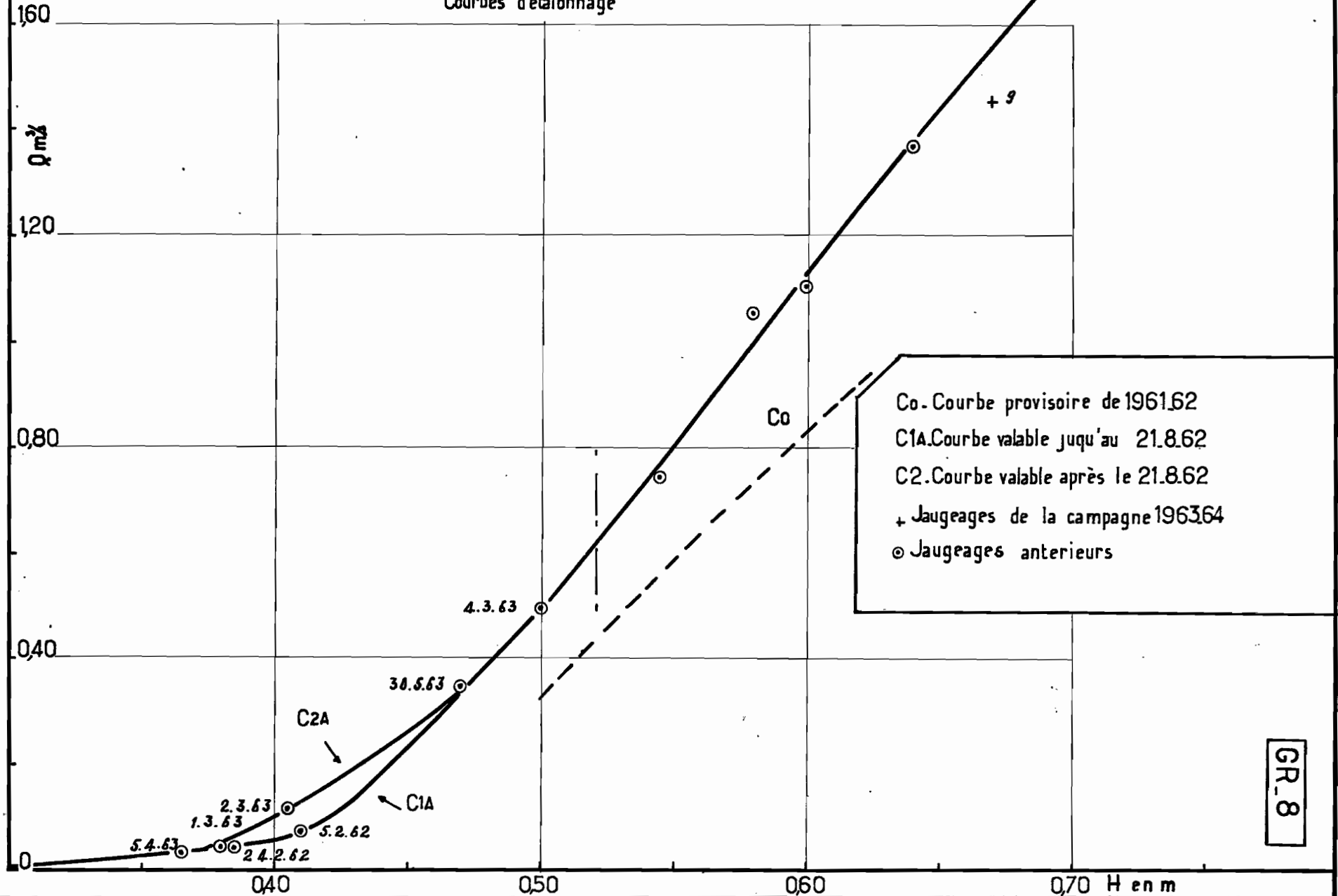
Au cours de la campagne 1962-63, on avait effectué 5 jaugeages entre les cotes 0,50 m et 0,75 m, ayant permis de tracer une courbe d'étalonnage à peu près rectiligne. En 1963-64, on n'a effectué que 2 jaugeages à une station légèrement à l'aval de la précédente, mais l'augmentation du bassin versant entre ces deux points doit être négligeable et les mesures de débit ont été rapportées à des cotes lues à la même échelle qu'en 1962-63. La courbe d'étalonnage devrait donc être inchangée s'il n'y avait pas eu de modifications du lit. En réalité, la disposition graphique des points de jaugeages conduit à tracer pour 1963-64 une courbe décalée par rapport à celle de 1962-63. Elle est pratiquement rectiligne dans la gamme des débits connus et d'ailleurs il n'est pas nécessaire de l'extrapoler beaucoup. Comme on verra sur le graphique 9 : ce nouvel étalonnage doit être assez précis entre les cotes 0,50 m et 0,60 m, plus douteux entre 0,60 m et 0,70 m, mais il ne peut conduire à une forte erreur dans le calcul des débits moyens de Décembre 1963 et Janvier 1964.

2.8. - Le LOFIGUE à FORO - (A₂₂)

Les campagnes de jaugeages 1961-62 et 1962-63 avaient montré que le tarage de cette station est susceptible de modifications en basses eaux. On n'avait tenu compte que des jaugeages de la 2ème campagne pour adopter une courbe provisoire

LE SOLOMOUGOU A NANBEKAHA (A2) S=790 km²

Courbes d'étalonnage



Co - Courbe provisoire de 1961.62
 C1A - Courbe valable jusqu'au 21.8.62
 C2 - Courbe valable après le 21.8.62
 + Jaugeages de la campagne 1963.64
 o Jaugeages antérieurs

GR.8

O R S T O M
 A o
 DATE : 2.2.66
 DESSINÉ : A. Boudier
 IVO 151.553

CRISTON

Ao

DATE : 2.2.52

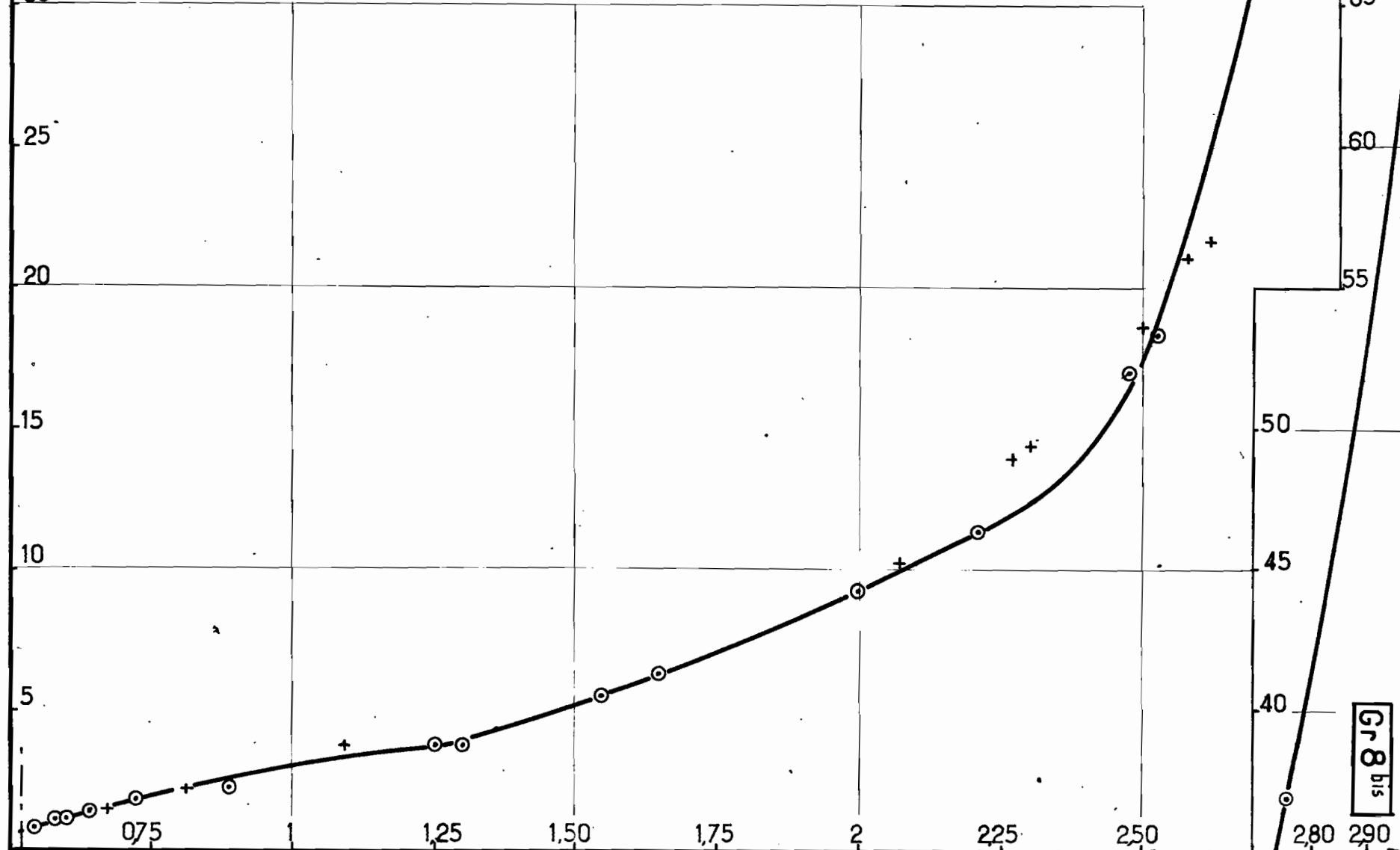
DESSINE : B. B. B.

IVO-151-554

Q m²
35
30
25
20
15
10
5

LE SOLOMOUGOU A NANBEKAHA A2 S=790km²

Voir legende du Graphique 8



Q m²
70
65
60
55
50
45
40

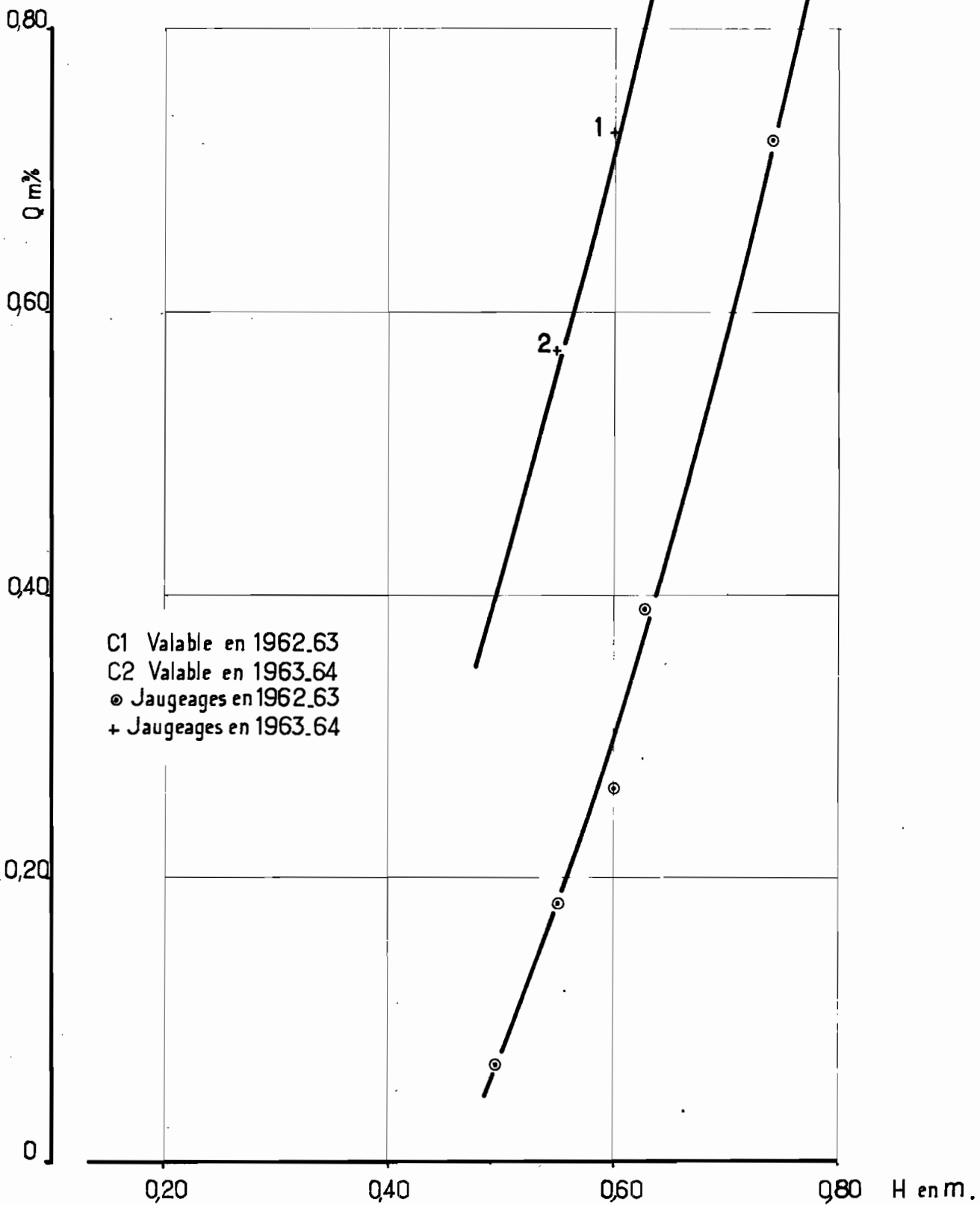
H en m
2,80 2,90

Gr 8 bis

LE LOZERIGUE I A KONIE
 (A 2.1) S = 240 km²

Gr .9

Courbes d'etalonnage



C1 Valable en 1962.63
 C2 Valable en 1963.64
 ○ Jaugeages en 1962.63
 + Jaugeages en 1963.64

d'étalonnage C_1 qui devait servir à calculer les débits moyens journaliers de Juillet à Décembre 1962.

Les jaugeages de 1963-64 ont confirmé très exactement la validité de l'étalonnage adopté pour les cotes inférieures à 0,90 m. Cela laisse penser qu'a fortiori la relation hauteur débit n'a pas varié pour les cotes supérieures à 0,90 m. Les jaugeages 1 à 6 de 1963-64 et les 2 jaugeages de hautes eaux de 1962-63 permettent de tracer une nouvelle courbe C_2 différente de la courbe C_1 sans faire apparaître une dispersion anormale. Il n'y a pas de raison pour que les jaugeages 1 à 6 de 1963-64 soient sous-estimés par rapport à ceux de 1962-63 car ils ont été effectués dans de bonnes conditions, à la perche depuis le pont. Nous avons donc adopté la courbe d'étalonnage C_2 et recalculé les débits de 1962, pour les débits supérieurs à 6 m³/s.

Sur le graphique 10 sont représentés les jaugeages des campagnes 1962-63 et 1963-64 et les courbes C_1 et C_2 . Seul le jaugeage n° 10 de 1963-64 paraît aberrant mais il a dû être effectué dans le remous d'un barrage temporaire.

2.9. - Le WAMATIE à PINION - (A₂₂₁)

On n'a jamais effectué des lectures d'échelles à cette station mais 3 séries de jaugeages en 1961-62, 62-63 et 63-64, pendant la fin de la saison des pluies et le tarissement. Le report des résultats sur le graphique 11 fait apparaître une grande dispersion, explicable en partie par le fait que la plupart des jaugeages ne correspondent pas aux conditions naturelles d'écoulement à cause des barrages à poissons et des irrigations pratiquées par les paysans. Cependant, les jaugeages I et II de la 1ère campagne d'une part et, d'autre part, les jaugeages 5 à 9 et 11 de la 3ème campagne paraissent avoir été effectués en l'absence de toute perturbation du plan d'eau. Les fortes différences rencontrées entre ces deux groupes de mesures laissent penser que les travaux d'abattage de berges réalisés en Septembre et début Octobre 1963 (période où furent effectués les jaugeages 1 à 4) ont modifié de façon durable le tarage de la station.

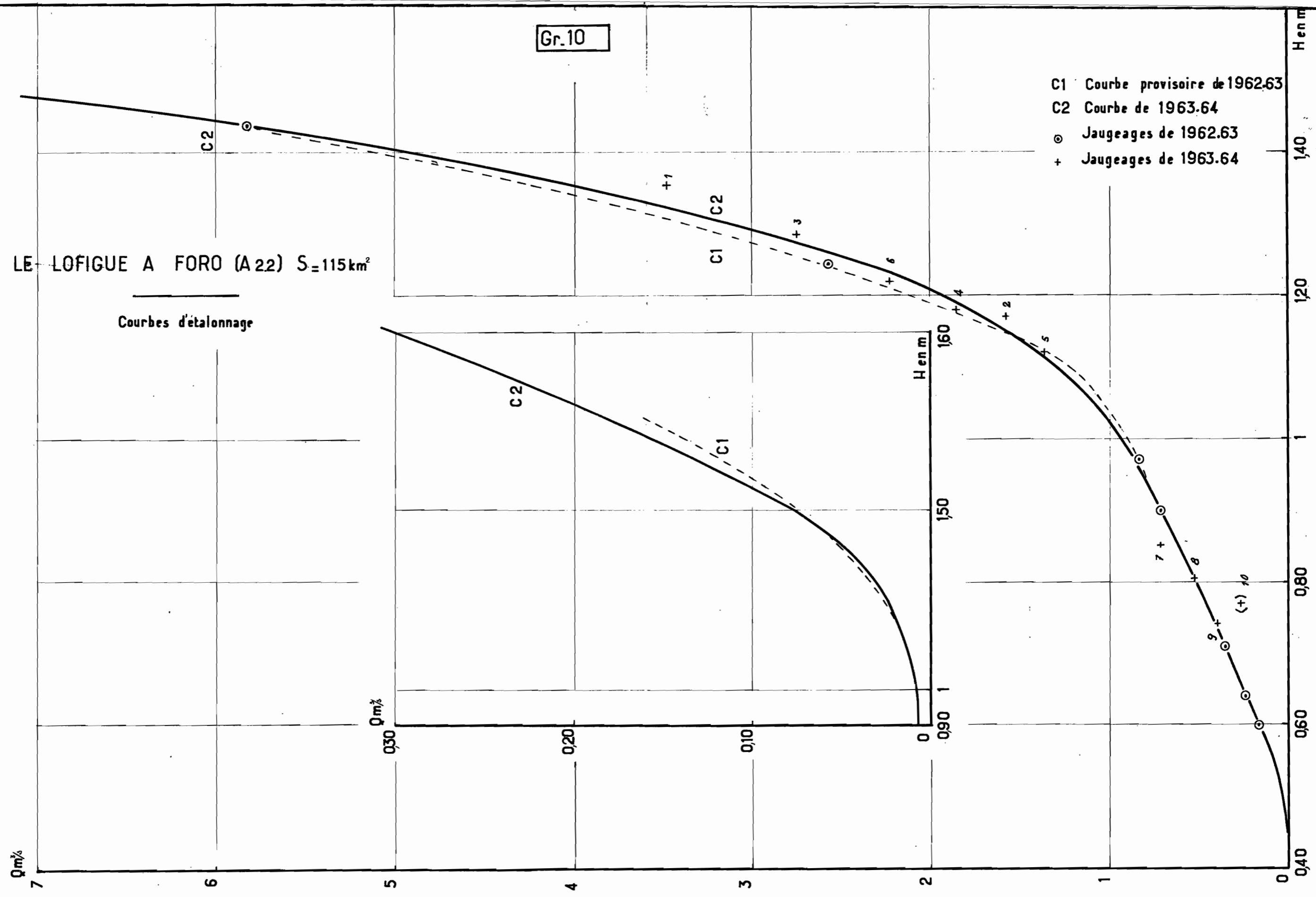
Il n'était toujours pas nécessaire d'étalonner la station, mais nous avons représenté graphiquement les résultats

Gr.10

- C1 Courbe provisoire de 1962.63
- C2 Courbe de 1963.64
- ⊙ Jaugeages de 1962.63
- + Jaugeages de 1963.64

LE LOFIGUE A FORO (A22) $S=115\text{km}^2$

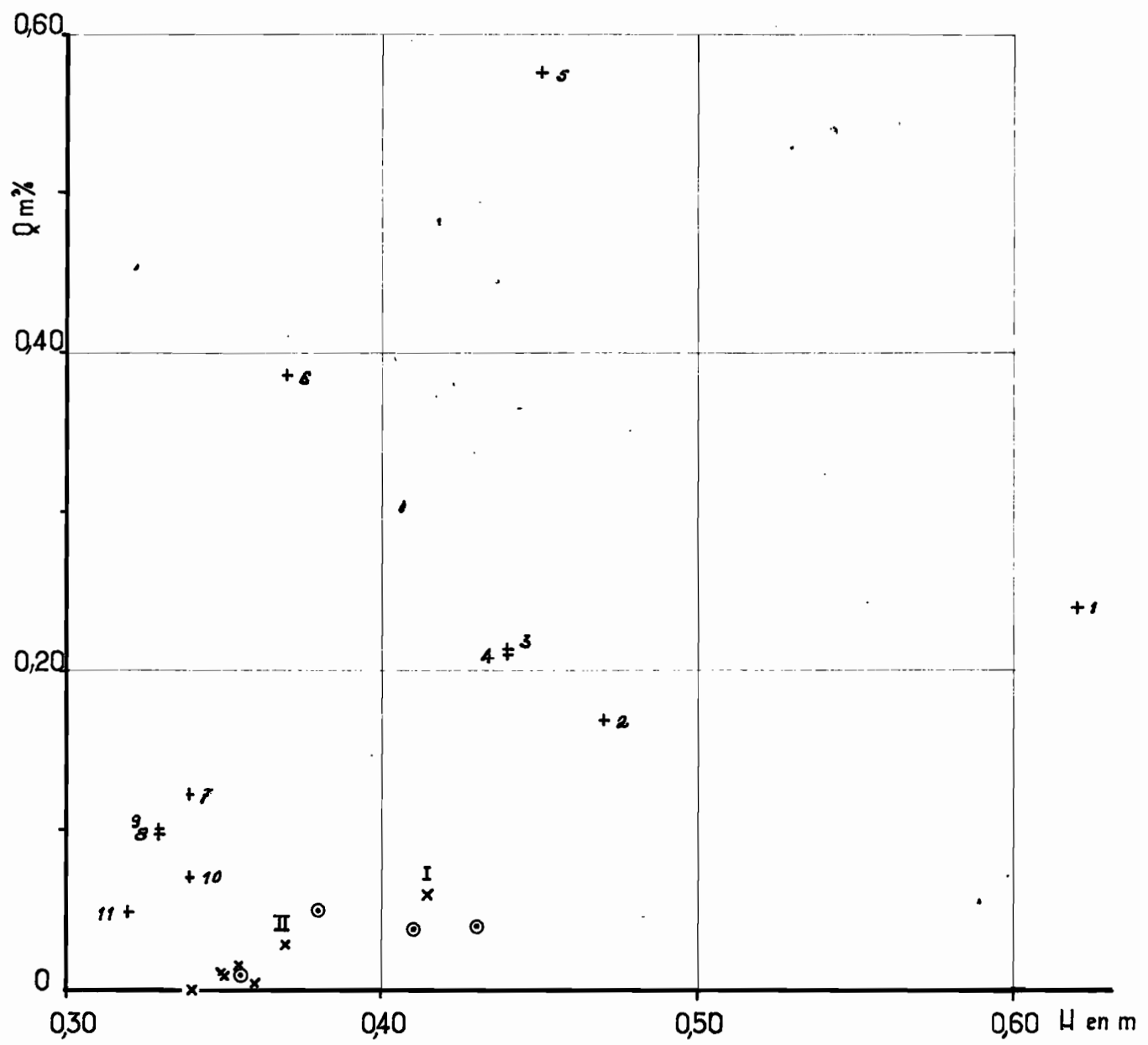
Courbes d'étalonnage



LE WAMATIE A PINION (A2.2.1) S=19 km²

Jaugeages

x Jaugeages de 1961.62
○ _____ de 1962.63
+ _____ de 1963.64



des jaugeages, comme pour la station A11, afin de montrer que souvent le calcul des débits peut être entaché d'une grande erreur relative, d'autant plus que le bassin est plus petit et qu'il s'agit de plus basses eaux.

2.10. - Le PINIELO à FORO - (A₂₂₂)

Cette station n'existait pas avant la campagne 1963-64. On y a effectué 10 jaugeages. Les points représentatifs des jaugeages n° 2 à 8 ont permis de tracer une courbe d'étalonnage d'une précision satisfaisante pour le calcul des débits moyens journaliers du 1/10 au 23/12/63. Cette courbe figure sur le graphique 12.

Entre les dates des jaugeages n° 1 et 2, et vraisemblablement le 22 ou le 23/9/63 où les relevés pluviométriques accusent une forte averse, a dû se produire une crue qui a modifié le tarage de la station. C'est pourquoi nous n'avons pas tenu compte du jaugeage n° 1.

Les jaugeages n° 9 et 10 ont été effectués à une cote ne correspondant pas à l'écoulement naturel, à cause d'un barrage qui avait élevé à l'aval. Les débits journaliers de fin décembre et le débit moyen de janvier ont été obtenus par interpolation à partir des 3 mesures de débit n° 8 à 10.

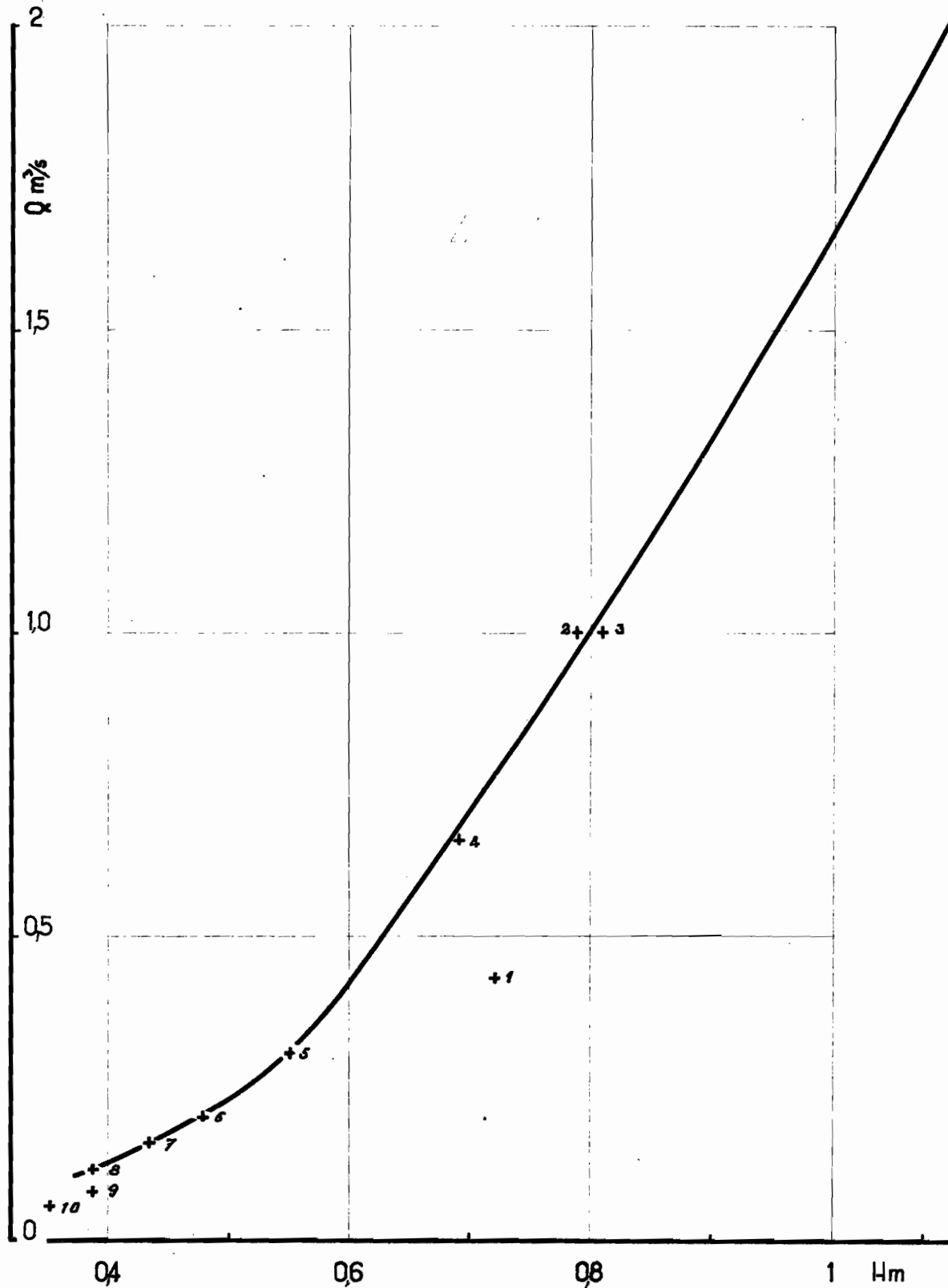
2.11. - Le SOLOMOUGOU à KONBOLOKOURA - (A₄)

Nous disposons à cette station de 3 séries de jaugeages. La lère, qui correspond à la campagne 1961-62, n'a pas donné lieu à l'établissement d'une courbe de tarage car les jaugeages donnant les plus faibles débits ont été effectués alors que la cote du plan d'eau était artificiellement relevée par un barrage à poissons temporaire. Peut-être les deux ou 3 plus forts jaugeages correspondent-ils à un écoulement naturel et peuvent-ils être placés le long d'une courbe C₀. Il faudrait admettre alors qu'une fois le barrage détruit, il a subsisté une modification plus durable de l'étalonnage, obligeant à remplacer la courbe C₀ par la courbe C₁ indiquée dans la rapport de la campagne 1962-63 et qui est valable, pour cette campagne, de Juillet 1962 au 1/2/63. Ceci n'est pas impossible puisqu'une modification de même amplitude est apparue très nettement après le 1/2/63 : les 2 derniers jau-

LE PINIELO A FORO (A 2.2.2) $S = 25 \text{ km}^2$

Gr 12

Courbe d'étalonnage en 1963.64



geages de la campagne 1962-63 et l'ensemble de ceux de la campagne 1963-64 conduisent en effet à un étalonnage valable à partir du 1/2/63 où les débits de basses eaux sont réduits d'environ 50 % par rapport à l'étalonnage précédent.

Nous avons reproduit sur le graphique 13 la courbe C_1 de 1962-63 et la courbe C_2 qui pouvait être considérée comme une courbe provisoire. L'amorce de cette courbe se raccorde à partir de la cote 0,60 m à la branche construite à l'aide des jaugeages de fin de campagne 1963-64.

En réalité, nous devons préciser que ces derniers jaugeages permettent de tracer 2 branches appelées courbes C_3 et C_4 , distinctes pour les cotes supérieures à 0,70 m. La dispersion des points de jaugeage, du n° 1 au n° 8, de la campagne 1963-64, resterait très acceptable si on remplaçait ces 2 branches par un tracé moyen. Mais il semble que les jaugeages n° 6 à 8 aient été effectués au même emplacement que les 5 autres et accusent pourtant une augmentation de section mouillée assez nette, justifiant la modification de l'étalonnage.

Nous n'avons pas repris le calcul des débits moyens journaliers déjà effectués à partir de la courbe C_2 , car les corrections seraient absolument négligeables.

2.12. - Le LOSERIGUE à DIELIKAHA - (B_1)

Les jaugeages effectués en 1962-63 avaient permis de tracer 4 courbes successives. Ceux de 1963-64 permettent d'en tracer 2, valables avant et après le 9/10/63, et que nous avons appelées C_5 et C_6 .

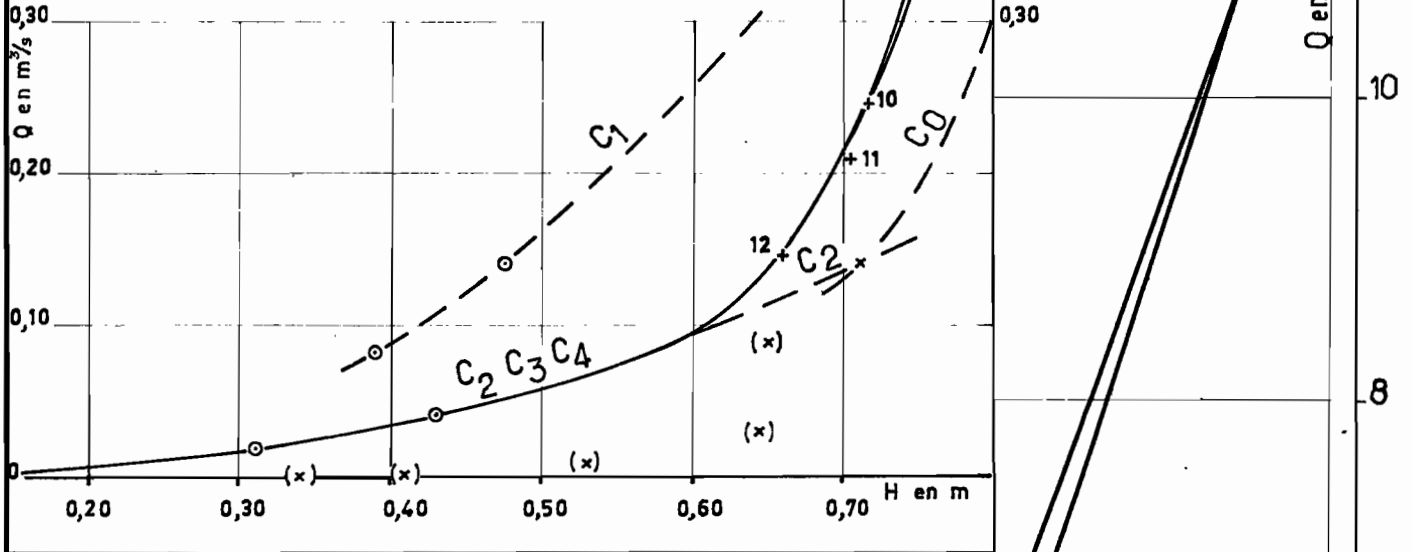
En fait, la disposition graphique des points de jaugeage de la campagne 1963-64 en deux groupes distincts n'est pas très nette mais le tracé de la courbe C_5 à partir des jaugeages 1 à 7 peut être considéré comme confirmé par les jaugeages XXIV du 2/3/63 et XXV du 21/3/63, lesquels étaient à l'origine de la courbe provisoire n° 4 de la campagne 1962-63. Si nous admettons que l'étalonnage n'a pas subi de variations entre le 9/2/63 et le 9/10/63, la courbe d'étalonnage valable pendant cette période doit être assez voisine de C_5 .

LE SOLOMOUGOU à KONBOLOKOURA (A 4)

Courbes d'étalonnage

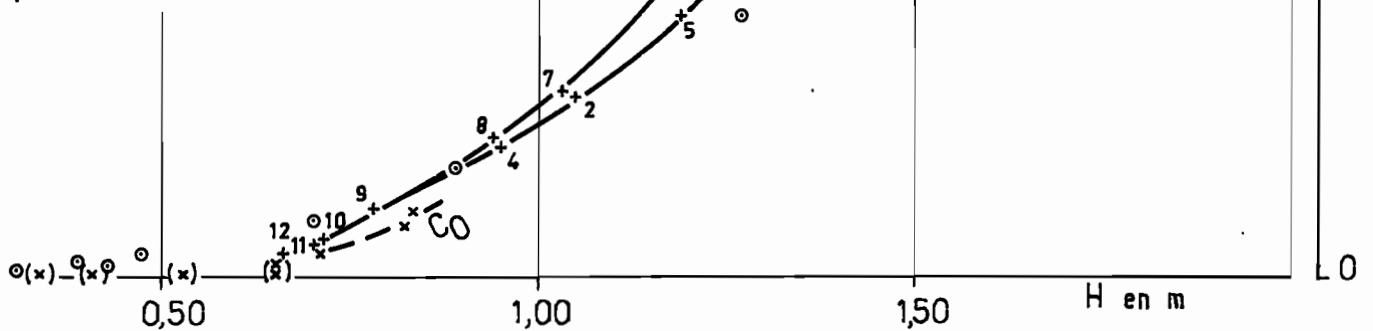
$S = 107,5 \text{ km}^2$

Gr-13



- (x) Jaugeages de 1961-1962 avec surélévation du plan d'eau.
- x Jaugeages de 1961-1962 sans doute sans surélévation.
- Jaugeages de 1962-1963.
- + Jaugeages de 1963-1964. (n°1 à 12)

- C_0 Courbe d'étalonnage probablement valable pour 1961-1962.
- C_1 Courbe pour 1962-1963 valable jusqu'au 1-2-1963.
- C_2 Courbe provisoire valable à partir du 1-2-1963.
- C_3 Courbe valable du 1-2-1963 au 9-10-63.
- C_4 Courbe valable à partir du 9-10-1963.



LE LOSERIGUE à DIELIKAHA (B1)

Courbes d'étalonnage
 $S = 56,75 \text{ km}^2$

O R S T O M
 A0
 DATE 4.2.65
 DESSIN: Gallienne J.
 IVO-151.560

C_3 Courbe d'étalonnage valable
 du 9-9-1962 au 9-2-1963

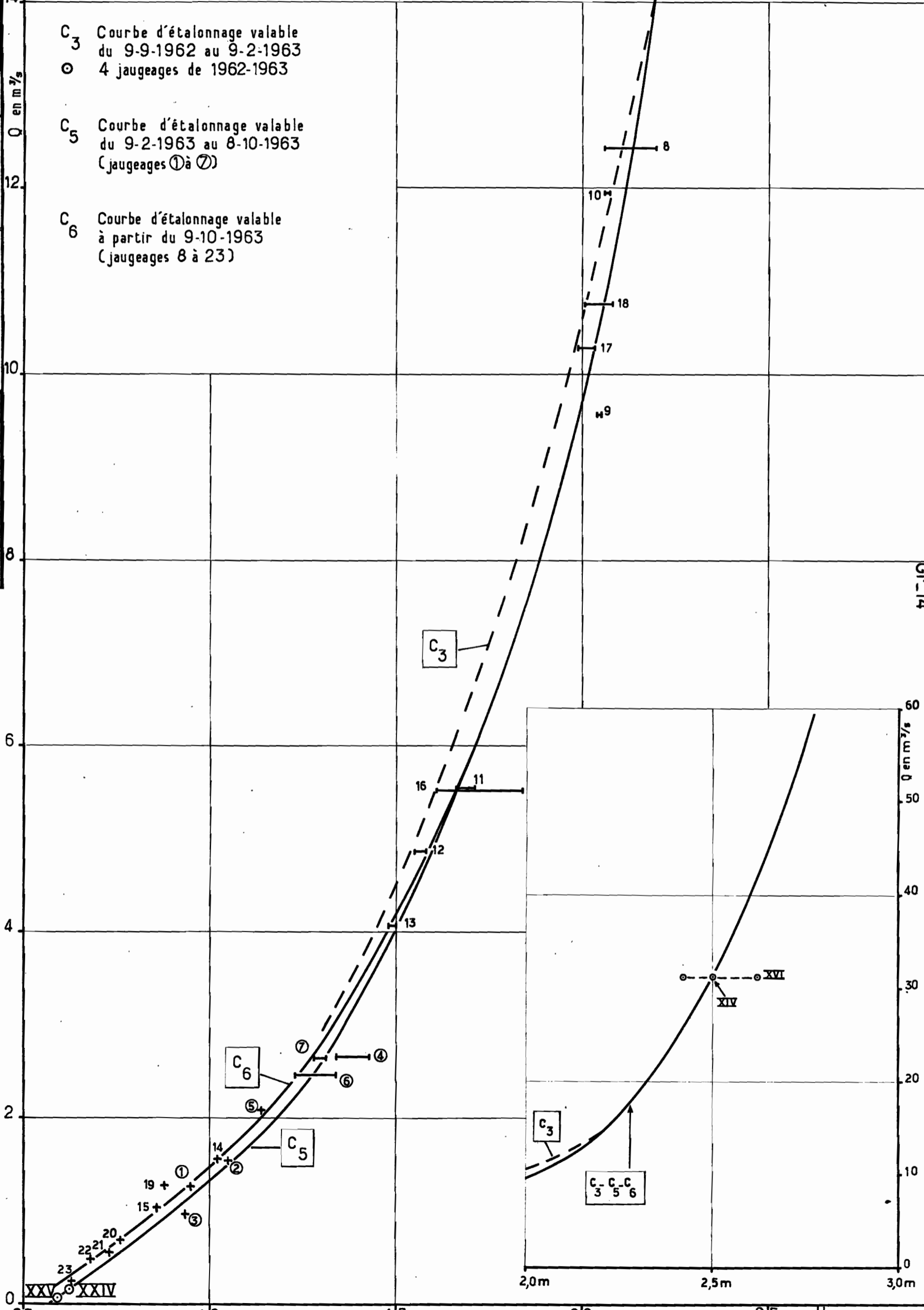
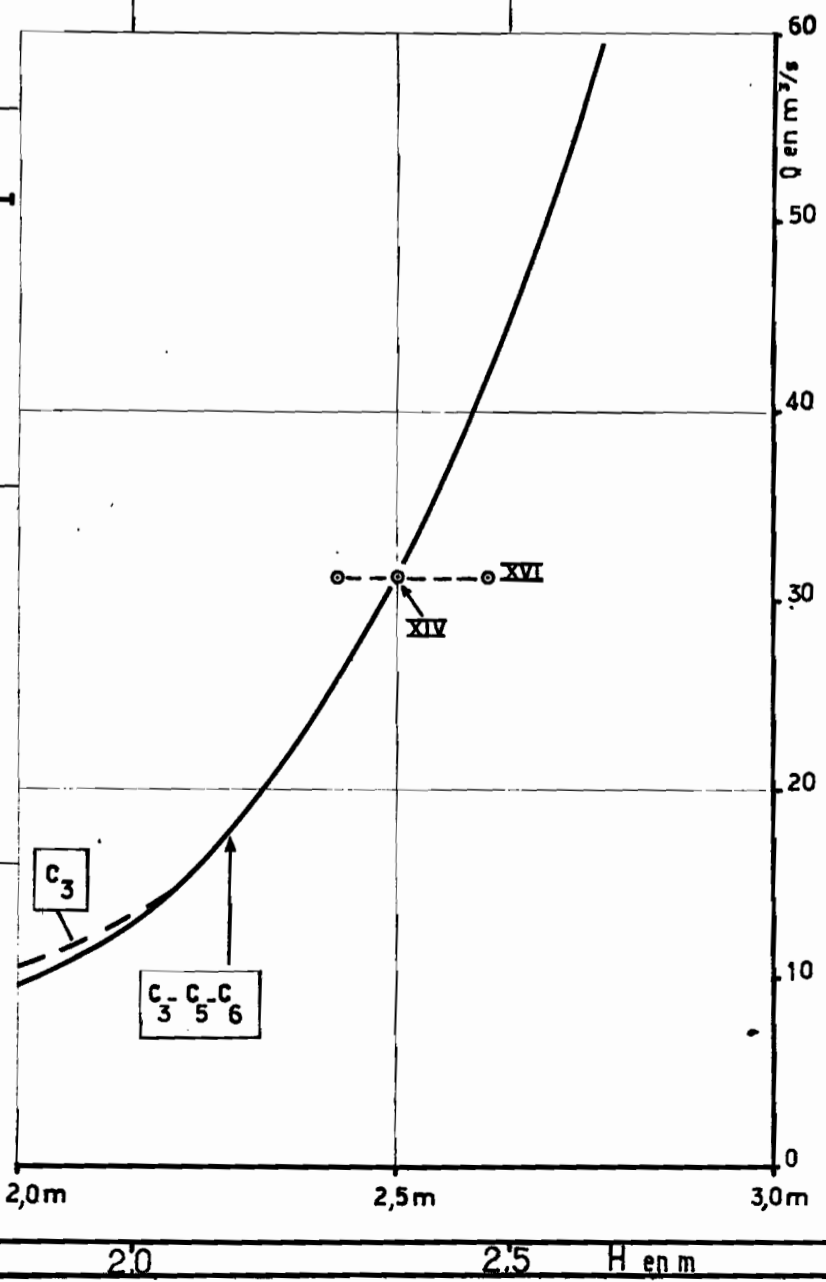
○ 4 jaugeages de 1962-1963

C_5 Courbe d'étalonnage valable
 du 9-2-1963 au 8-10-1963
 (jaugeages ① à ⑦)

C_6 Courbe d'étalonnage valable
 à partir du 9-10-1963
 (jaugeages 8 à 23)

14
 12
 10
 8
 6
 4
 2
 0
 0,5 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0
 H en m

Gr-14



Au-dessus de la cote 1,70 m, les courbes C₅ et C₆ sont confondues. Nous avons admis que la 3^{ème} courbe de 1962-63 est restée valable au-dessus de la cote 2,20 m.

Nous avons représenté sur le graphique 14 les courbes C₃, C₅ et C₆, ainsi que les jaugeages de la campagne 1963-64 qui nous ont guidés dans le choix de C₅ et C₆ : jaugeages XXIV et XXV d'une part, et d'autre part jaugeages XIV et XVI qui se trouvent sur la branche commune aux 3 courbes C₃, C₅ et C₆.

2.13 - Le MARIGOT de NANVOLOKAHA à NATIOKAHA - (B₁₁)

Le choix d'une courbe d'étalonnage en 1963-64, en fonction des jaugeages de basses eaux effectués et de l'analyse des données limnimétriques de la campagne, a fait l'objet d'une étude détaillée qui n'a pas été reproduite ici. Celle-ci a conduit à admettre que la courbe n° 3 indiquée dans le rapport de la campagne 1962-63 reste valable en 1963-64.

Cependant, pour l'une comme pour l'autre de ces campagnes il faut extrapoler la courbe à partir du débit 10 m³/s, ce qui doit entraîner une grande imprécision, peut-être de 20 à 30 % dans le calcul des débits de pointe des crues les plus fortes.

Les jaugeages de 1963-64 et la courbe n° 3 de 1962-63 ont été reportés sur le graphique 15.

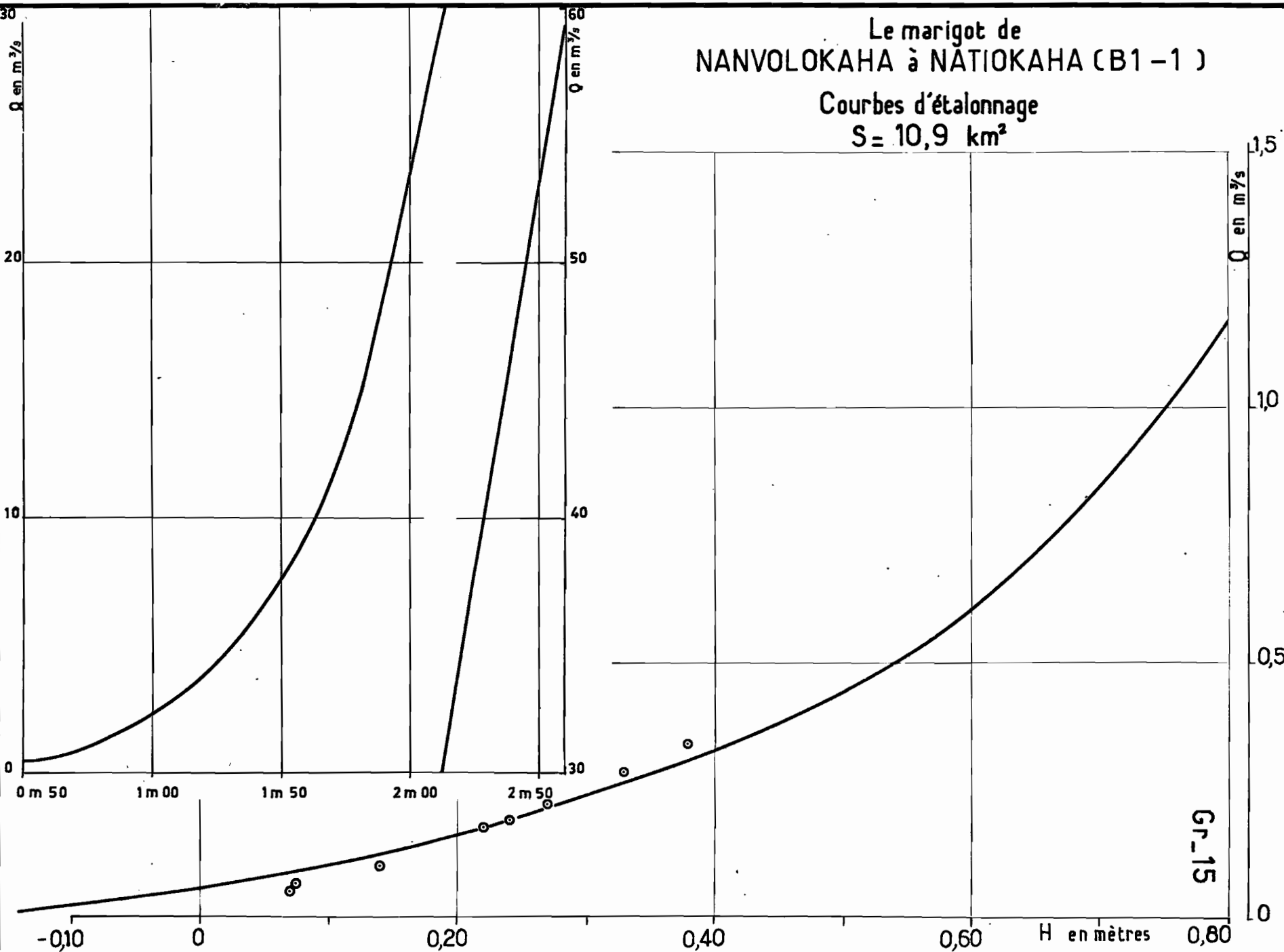
2.14 - Le LOSERIGUE à TORGOKAHA - (B₂)

On avait effectué 2 séries de jaugeages de basses eaux en 1961-62 et 1962-63 sans chercher à étalonner la station. Cependant, les cotes du plan d'eau relevées à l'occasion de ces mesures semblent avoir été lues sur une même échelle. Nous avons donc reporté les résultats de ces jaugeages sur le graphique 16 pour montrer qu'en basses eaux, il est possible de faire l'hypothèse d'un détarage d'assez grande amplitude d'une année à l'autre, à moins que l'on trace une courbe d'étalonnage présentant une très forte courbure vers le débit de 0,05 m³/s.

En 1963-64, une nouvelle série de jaugeages a été effectuée, dans une gamme de débits allant de 0,04 à 0,45 m³/s.

Le marigot de
 NANVOLOKAHA à NATIOKAHA (B1-1)

Courbes d'étalonnage
 $S = 10,9 \text{ km}^2$



CRISTOM

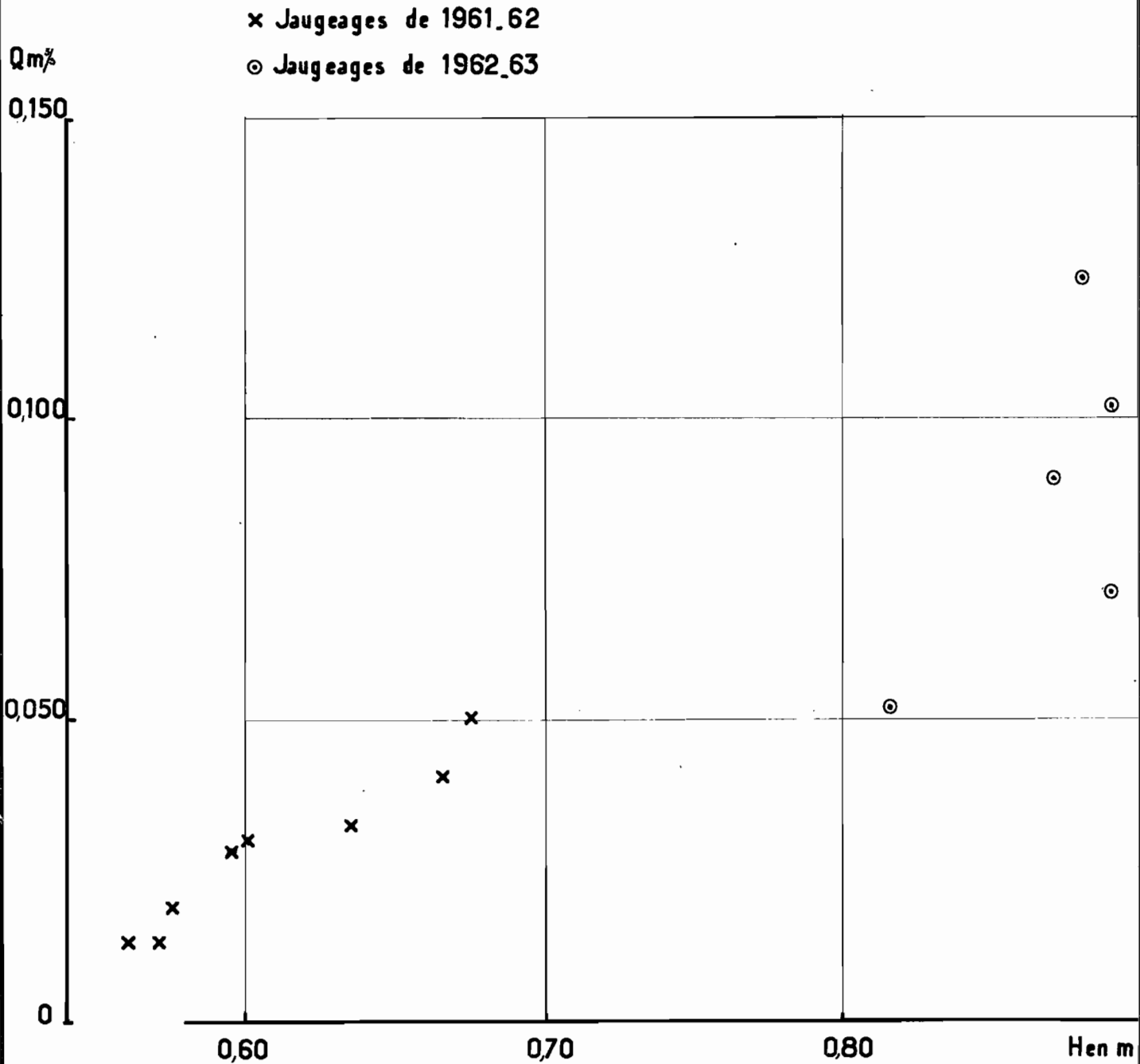
A0

DATE : 23.2.66

DESSINÉ : Gallienne J.

IVO-151.561

LE LOSERIGUE A TORGOKAHA (B2) S=15 km²



Les cotes du plan d'eau ont été relevées sur une nouvelle échelle, qu'il n'a pas été possible de rattacher en nivellement à la première. Nous avons donc fait figurer les résultats de ces jaugeages séparément, sur le graphique 17. Il est possible que la courbe d'étalonnage de basses eaux s'infléchisse en dessous du point représentatif du jaugeage n° 12, et nous aurions alors une courbe de même allure que celle qu'on obtiendrait à partir de l'ensemble des points du graphique 16, moyennant un décalage des hauteurs d'eau de 0,60 m environ. Cependant, d'après les mesures de la section mouillée effectuées en 1963-64, il faudrait admettre que le débit s'annule pour une cote de 0 à 0,10 m, tandis qu'en 1962, on sait qu'il devait s'annuler pour la cote 0,50 m au maximum, et non pas 0,60 à 0,70 m. De toute façon, il est donc démontré que la section n'est pas stable en basses eaux. Nous n'avons pas besoin d'établir un étalonnage par extrapolation, ne possédant pas de relevés de hauteurs d'eau en période de tarissement au-delà de la date du dernier jaugeage du 28/1/64, aussi nous contentons nous de cette première conclusion d'ordre qualitatif.

De même, en moyennes eaux, les résultats des jaugeages de 1963-64 montrent qu'il y a eu plusieurs modifications successives du lit. Nous avons adopté deux courbes d'étalonnage qui figurent sur le graphique 17, et nous avons essayé de justifier ce choix en considérant les variations de la section mouillée, de la profondeur moyenne et de la largeur de cette section, en fonction de la cote à l'échelle, variations qui sont représentées sur le graphique 18.

Les résultats des jaugeages n° 1, 2, 3, 6 et 7 d'une part, 4 et 5 d'autre part, permettent de tracer deux courbes d'étalonnage de même allure, respectivement C1 et C2, décalées de 3 à 4 cm. Les résultats des jaugeages n° 8 à 12 permettent de tracer une branche de courbe d'étalonnage dont le raccordement avec les précédentes est, à première vue, difficile.

Or, l'examen du graphique 18 montre que, pour au moins l'un des groupes de jaugeages n° 1 à 3, ou n° 6 et 7, l'emplacement de la section de mesure a dû être différent de celui du groupe de jaugeages n° 8 à 12, ou bien qu'une modification du lit est intervenue sans que l'emplacement de la section ait été changé entre ces séries de jaugeages. L'hypothèse d'une modification du lit est très peu vraisemblable en ce qui concerne les séries 6-7 et 8 à 12 car le phénomène

LE LOSERIGUE A TORGOKAHA

B2. S=15 km²

Jaugeages et courbes détalonnage en 1963.64

Gr 17

Q m³/s

0,400

0,300

0,200

0,100

0,30

0,40

0,50

H m

0,500

0,450

0,400

0,350

0,45

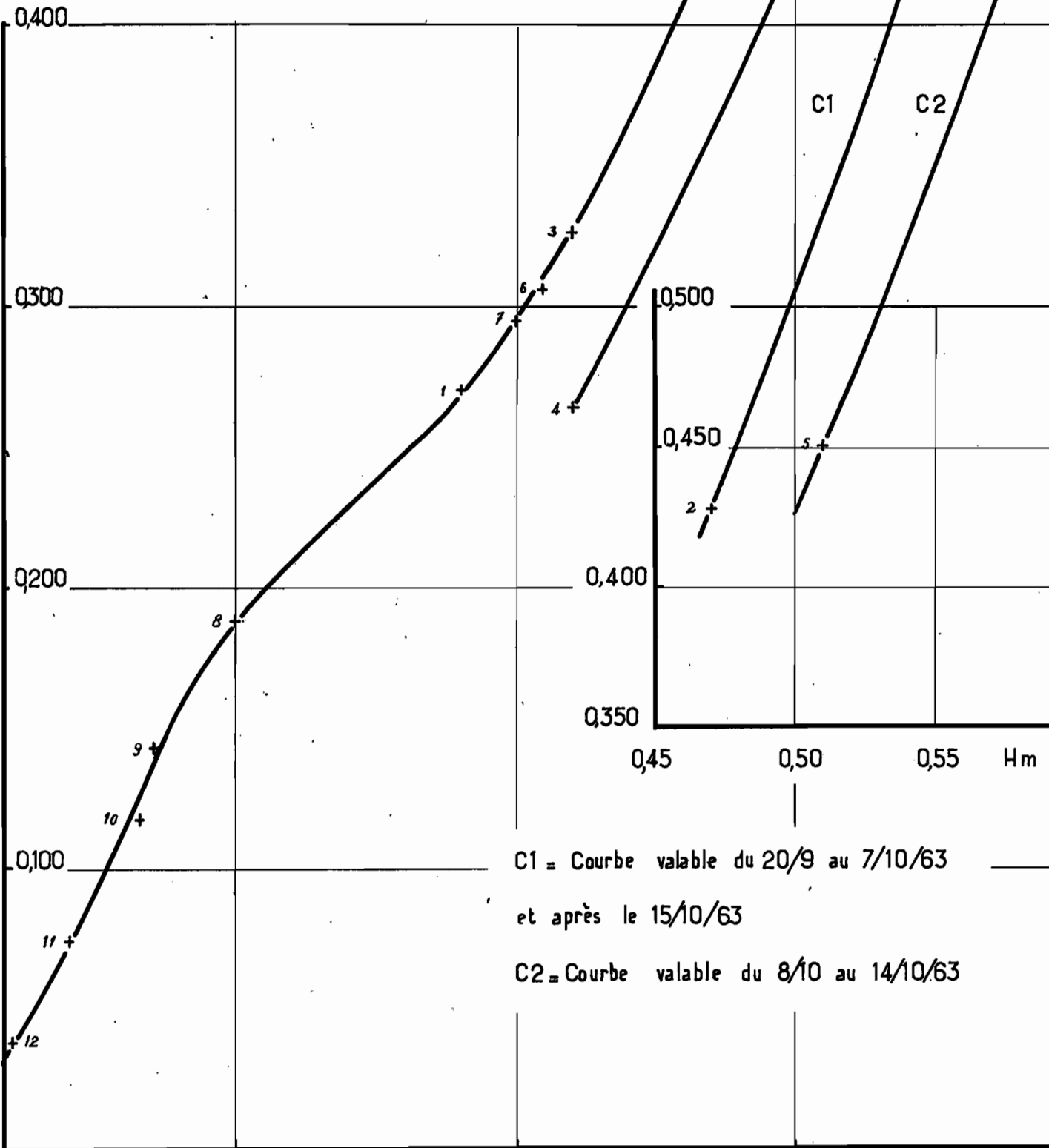
0,50

0,55

H m

C1 = Courbe valable du 20/9 au 7/10/63
et après le 15/10/63

C2 = Courbe valable du 8/10 au 14/10/63



se serait produit pendant une période de décroissance régulière des débits : le jaugeage n° 7 a été effectué sitôt après la crue du 5/11/63 et le jaugeage n° 8 juste avant la crue du 19/11/63, et l'hydrogramme obtenu à partir de relevés limnimétriques, peut-être insuffisants puisque bi-journaliers, est malgré tout confirmé par les enregistrements limnigraphiques de la station de DIELIKAHA. L'hypothèse d'une modification du lit est à rejeter du même coup pour la série 1 à 3 par rapport aux deux autres, puisque les résultats des jaugeages n° 1 à 3 et n° 6 et 7 se placent sur la même courbe d'étalonnage C_1 . Dès lors, la façon la plus logique d'interpréter le graphique 18 est d'admettre que les jaugeages n° 1 à 3 n'ont pas été effectués exactement au même emplacement que les suivants : si l'on veut tracer la courbe des sections mouillées en fonction des cotes à l'échelle, il faut utiliser les points n° 6 à 12 d'une part, et 4 et 5 d'autre part, ces derniers témoignant d'une petite modification temporaire du lit. Il en résulte que, sur le graphique 17, la branche de courbe d'étalonnage construite avec les jaugeages n° 8 à 12 doit être raccordée à la courbe C_1 . Ceci fait apparaître un double changement de concavité dû sans doute à un phénomène de freinage hydraulique en partie expliqué par la topographie (la courbe des sections mouillées présente aussi, semble-t-il, une légère irrégularité).

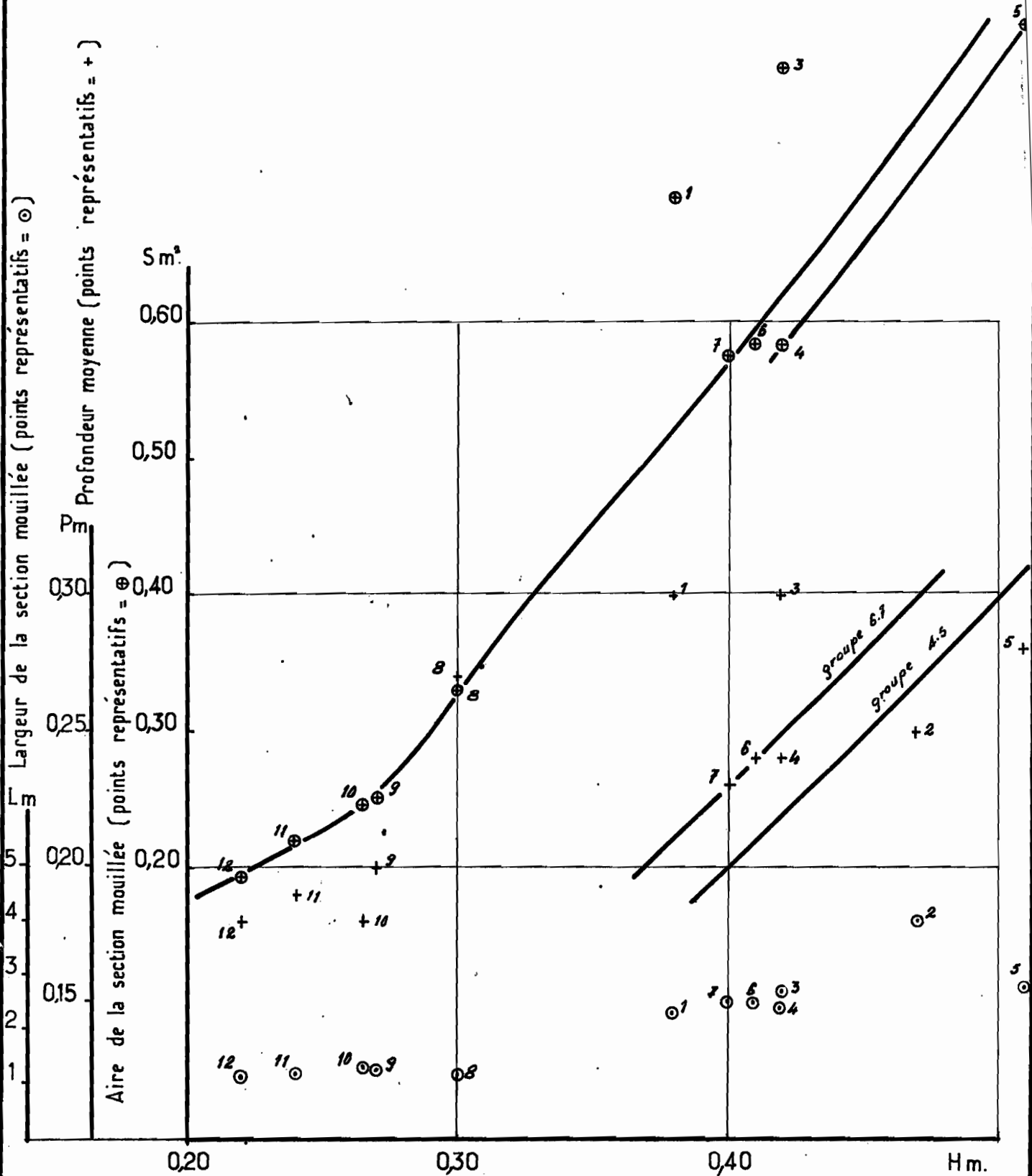
La courbe C_2 est réduite à une branche isolée qu'il est inutile d'extrapoler dans le sens des basses eaux étant donné la gamme des hauteurs d'eau dont elle est destinée à assurer la traduction en débits : relevés effectués entre les dates des deux crues responsables des modifications du lit, c'est-à-dire entre le 8/10 et le 14/10/63.

Notons que les courbes des profondeurs moyennes en fonction des cotes à l'échelle, schématisées par des droites de pente unité pour les groupes de jaugeages n° 4 et 5 et n° 6 et 7, puisque ces quatre jaugeages correspondent à peu près à la même largeur de la section mouillée, font apparaître entre ces deux groupes un décalage de 3 cm qui confirme le décalage trouvé entre les courbes C_1 et C_2 .

LE LOSERIGUE A TORGOKAHA

Gr 18

Section mouillée mesurée à l'occasion des
jaugeages n°1 à 12 de 1963.64



CHAPITRE II

EQUIPEMENT HYDROMETRIQUE, OBSERVATIONS et MESURES

en 1963-64

Les stations en service en 1963-64 existaient presque toutes en 1962-63. Nous avons reproduit sur le tableau IV la liste figurant dans le rapport de cette campagne 1962-63. Nous avons conservé le code adopté dans ce rapport. Nous avons ajouté une seule station, celle de FORO sur le PINIELO que nous avons appelée A₂₂₂ bien que le PINIELO conflue avec le LOFIGUE plus en aval que le WAMATIE dont la station s'appelle A₂₂₁, ceci pour éviter de modifier le nom codé de cette dernière station.

Nous avons indiqué quels sont les mois pour lesquels on dispose de relevés limnimétriques à peu près complets entre le 1/4/63 et le 31/3/64, dates limites que nous avons choisies pour l'année hydrologique. Nous avons enfin indiqué sur le tableau III la nature de ces données : échelle lue plus ou moins fréquemment et doublée ou non d'un limnigraphe.

La représentation cartographique du réseau limnimétrique est donnée dans le graphique 2.

Les jaugeages effectués en 1963-64 sont consignés dans l'annexe II où les stations sont classées dans le même ordre que dans le tableau IV.

A quelques différences près qui peuvent provenir de modifications des lits, l'ensemble de ces mesures confirme en général les étalonnages précédents. Quand les différences paraissent fortes, ce n'est que relativement aux débits mesurés qui sont en général des débits de basses ou de moyennes eaux.

Le choix des courbes d'étalonnage correspondant à la campagne 1963-64 appelle les remarques suivantes :

Chapitre III



Ecoulement et bilan hydrologique

CHAPITRE III

ECOULEMENT et BILAN HYDROLOGIQUE

3.1. - DEBITS MOYENS MENSUELS -

Nous avons calculé pour chacune des stations les débits moyens mensuels de la période d'Avril 1961 à Mars 1964, à partir des observations journalières quand elles existent.

Les résultats sont groupés à la fin de ce chapitre. Nous les avons complétés par quelques estimations :

a) Pour le mois d'Août 1961 à la station A₁, il ne manque que 6 jours d'observations des hauteurs d'eau, et l'estimation du débit moyen mensuel ne pose pas de difficultés.

La valeur adoptée a été indiquée cependant entre doubles parenthèses dans les tableaux de débits.

Il en est de même pour le mois de Juillet 1961 à la station B₁ où il manque 5 jours d'observations des hauteurs d'eau. De même pour le mois de Juillet 1961 à la station B₁₁, où il manque 18 jours d'observations mais où 13 jours d'observations simultanées avec la station B₁ ont permis de faire une estimation sur la base de la proportionnalité des débits moyens des deux stations au cours des deux périodes de 18 et de 13 jours considérées.

b) Pour les mois de Juillet et Août 1961 et Mars 1963 à la station A₁, et d'autre part Janvier et Février 1962 et Mai 1963 à la station A₂, notre estimation est basée sur l'existence d'une corrélation entre les débits moyens mensuels à chacune de ces stations, corrélation qui apparaît sur le graphique 19.

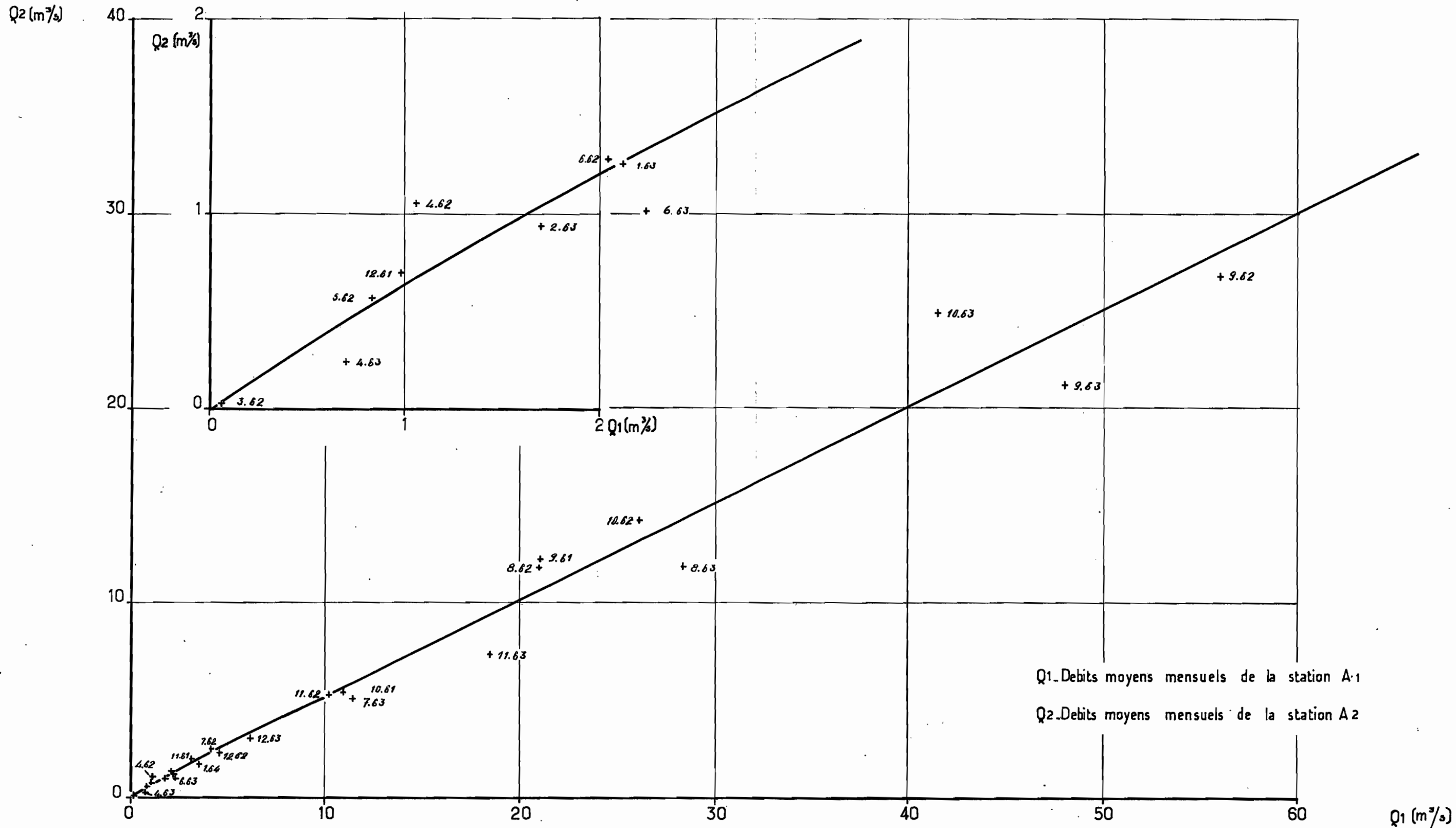
Les valeurs adoptées ont été indiquées entre crochets dans les tableaux de débits.

c) L'estimation de certains débits moyens de Décembre sera justifiée dans le chapitre IV : les valeurs adoptées ont

STATIONS A1 et A2

Gr 19

Corrélation entre debits moyens mensuels



Q1-Debits moyens mensuels de la station A1

Q2-Debits moyens mensuels de la station A2

été indiquées entre crochets dans les tableaux de débits.

d) L'estimation de certains débits moyens pour la période de Novembre à Mars a été possible, étant donné l'absence de fortes pluies, en supposant que l'hydrogramme réel est peu différent de celui qu'on peut tracer en joignant les points représentatifs des débits des quelques jaugeages effectués.

Les valeurs adoptées ont été indiquées entre parenthèses dans les tableaux de débits. Nous rappelons ci-dessous, pour aider à apprécier la valeur de ces estimations, le nombre des jaugeages dont les résultats ont été utilisés :

A ₁₁	en 1962-63	= 5	jaugeages	en 4 mois
A ₁₂₁	en 1961-62	= 8	"	" 4 mois
	1962-63	= 5	"	" 3 mois
A ₁₃	en 1961-62	= 9	"	" 4 mois
	1962-63	= 5	"	" 5 mois
A ₂₂	en 1961-62	= 5	"	" 3 mois
	1962-63	= 2	"	" 2 mois
A ₂₂₂	en 1963-64	= 2	"	" 1 mois
A ₂₂₁	en 1961-62	= 4	"	" 3 mois
	1962-63	= 5	"	" 4 mois
	1963-64	= 5	"	" 3 mois
A ₃₁	en 1961-62	= 6	"	" 3 mois
	1962-63	= 5	"	" 4 mois
A ₄	en 1961-62	= 4	"	" 2 mois
B ₂	en 1961-62	= 7	"	" 4 mois
	1962-63	= 5	"	" 5 mois

Le débit moyen à la station A222 en Janvier 1964 est assez incertain malgré les deux jaugeages effectués car les hauteurs d'eau et peut-être même les débits ont pu être perturbés par le remous d'un petit barrage temporaire.

Tous les débits moyens mensuels qui sembleraient pouvoir être estimés à l'aide de résultats de jaugeages ne figurent pas dans les tableaux de débits. Quand la valeur du débit est remplacée par une croix, cela signifie que la forme de l'hydrogramme nous est apparue trop mal déterminée pour servir de base à une estimation.

e) Il a parfois été nécessaire d'estimer les débits d'un ou plusieurs mois de la période d'Avril à Juin, sans qu'aucun bassin voisin suffisamment comparable ne puisse fournir une indication de l'ordre de grandeur de ces débits. Nous avons dû adopter, faute de mieux, des valeurs qui paraissent vraisemblables compte tenu de la pluviométrie. Ces valeurs sont suivies d'un point d'interrogation dans les tableaux de débits.

On trouvera dans les tableaux ci-après les données présentées ci-dessus d'une part et, d'autre part, pour certaines stations :

V volume écoulé du 1/4 au 31/3
M module calculé sur cette période
L lame d'eau équivalente à l'écoulement
P pluviométrie du 1/1 au 31/12
D déficit d'écoulement ($D = P - L$)
KE coefficient d'écoulement ($KE = 100 \frac{L}{P}$)

LE SOLOMOUGOU à ZIEBATOGO (A₁)

Superficie : 1510 km²

Année	Débits Moyens Mensuels (en m ³ /s)												V 10 ⁶ m ³	M m ³ /s	L mm	P Janv. à Déc. mm	D mm	KE %
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M						
1961-62	0,5?	1 ?	3 ?	[6]	((4))	21,02	10,87	3,10	0,97	0,35	0,18	0,065	134,5	4,25	90	870	780	10,5
1962-63	1,06	0,85	2,04	4,15	20,91	56,00	26,10	10,20	4,54	2,12	1,70	[0,55]	342,4	10,85	227	1300	1073	17,5
1963-64	0,70	2,90	2,25	11,35	28,35	48,00	41,45	18,40	6,11	3,45			433,5	13,75	287	1336	1049	21,5

LOZERIGUE II à KAFONGO (A₁₁)

Superficie : 305 km²

Année	Débits Moyens mensuels (en m ³ /s)											
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1961-62											[0,05]	
1962-63								(1,4)	(0,55)	(0,22)	x	
1963-64											[0,68]	

LAHOUC à NAHOUALAKAHA (A₁₂)

Superficie : 54 km²

Année	Débits Moyens Mensuels (en m ³ /s)												V	M	L	P	D	KE	
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	10 ⁶ m ³	m ³ /s	mm	Janv. à Déc. mm	mm	%	
1961-62									[0,103]										
1962-63	0,04?	0,03?	0,05?	0,13	1,14(I)	4,72	1,02	0,7 ?	[0,350]				23	0,73	426	1400	974	30,5	
1963-64									[0,495]										

N.B. (I) - Débit moyen pour la 2ème quinzaine d'Août 1962.

PASE à SOLOGO (A₁₂₁)

Superficie : 8 km²

Année	Débits Moyens Mensuels (en m ³ /s)											
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1961-62									(0,046)	(0,027)	(0,016)	(0,010)
1962-63									(0,090)	(0,080)	(0,060)	
1963-64							0,590	0,249	0,148	0,088		

LAHOUE à SOLOGO (A₁₃)

Superficie : 43 km²

Année	Débits Moyens Mensuels (en m ³ /s)											
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1961-62:								(0,12)	(0,077)	(0,052)	(0,046)	
1962-63:								(0,37)	(0,26)	(0,19)	x	(0,10)
1963-64:							0,991	0,489	0,347	0,269		

BADIA à GUIEMBE (A₁₄)

Superficie : 29 km²

Année	Débits Moyens Mensuels (en m ³ /s)											
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1961-62:									[0,0025]			
1962-63:								x	0,025	x	x	
1963-64:									[0,031]			

SOLOMOUGOU à NANBEKAHA (A₂)

Superficie : 790 km²

Année	Débits Moyens Mensuels (en m ³ /s)												V	M	L	P	D	KE
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M						
1961-62	0,3?	0,6?	2 ?	3,43	3,58	12,24	5,41	1,93	0,70	0,24	[0,13]	0,023	80,5	2,55	102	870	768	11,5
1962-63	1,06	0,57	1,28	2,49	11,81	26,80	14,26	5,21	2,32	1,26	0,94	0,36	180	5,70	228	1300	1072	17,5
1963-64	0,24	(1,70)	1,02	5,11	11,93	21,23	24,95	7,38	3,04	1,70			214	6,78	271	1380	1109	19,5

LOSERIGUE I à KONIE (A₂₁)

Superficie : 240 km²

Année	Débits Moyens Mensuels (en m ³ /s)											
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1961-62										[0,086]		
1962-63									0,476	0,217	0,221	
1963-64									0,875	0,498		

LOFIGUE à FORO (A₂₂)

Superficie : 115 km²

Année	Débits Moyens Mensuels (en m ³ /s)												V	M	L	P	D	KE	
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	10 ⁶ m ³	m ³ /s	mm	Janv.	à	mm	%
																Déc.			
1961-62:								(0,23)	(0,135)	(0,077)									
1962-63:	0,03?	0,02?	0,04?	0,096	0,931	4,140	2,090	0,856	0,422	(0,240)	(0,140)		24,6	0,78	214	1300	1086	16,5	
1963-64:							2,730	0,884	0,539										

WAMATIE à PINION (A₂₂₁)

Superficie : 19 km²

Année	Débits Moyens Mensuels (en m ³ /s)											
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1961-62:								x	(0,009)	x		
1962-63:									(0,04)	x	x	
1963-64:								x	(0,082)	x		

PINIELO à FORO (A₂₂₂)

Superficie : 25 km²

Année	Débits Moyens Mensuels (en m ³ /s)											
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1961-62:									[0,012]			
1962-63:									[0,061]			
1963-64:							0,84	0,206	0,123	(0,073)		

SOLOMOUGOU à TRIPOUNGO (A₃)

Superficie : 300 km²

Année	Débits Moyens Mensuels (en m ³ /s)												V	M	L	P	D	KE
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	10 ⁶ m ³	m ³ /s	mm	Janv. à Déc. mm	%	
1961-62:									[0,15]									
1962-63:					4,610	11,960	3,450	1,970	1,430	0,936	0,708		(72)	(2,3)	(240)	1300	1060	18,5
1963-64:									1,52									

NONBOLO à TALERE (A₃₁)

Superficie : 4,9 km²

Année	Débits Moyens Mensuels (en m ³ /s)											
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1961-62:								(0,073)	(0,033)	x		
1962-63:								x	(0,10)	x	x	
1963-64:									[0,13]			

SOLOMOUGOU à KONBOLOKOURA (A₄)

Superficie : 107,5 km²

Année	Débits Moyens Mensuels (en m ³ /s)												V 10 ⁶ m ³	M m ³ /s	L mm	P à mm	D mm	KE %
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M						
1961-62:								(0,2)	(0,05)									
1962-63:			0,116 (I)	0,406	0,791	0,703	0,357	0,178	0,097	0,036	0,020	(7,4)	(0,23)	(69)	1200	1131	6	
1963-64:	0,005	0,015	0,186	0,664	2,270	2,840	2,120	0,526	0,219			23,7	0,75	220	1350	1130	165	

N-B. (I) : débit moyen pour la 2ème quinzaine de Juillet 1962.

LOSERIGUE à TORGOKAHA (B₂)

Superficie : 15 km²

Année	Débits Moyens Mensuels (en m ³ /s)											
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1961-62	:	:	:	:	:	:	:	(0,037)	(0,027)	x	(0,013)	(0,010)
1962-63	:	:	:	:	:	:	:	(0,147)	(0,104)	(0,072)	x	(0,040)
1963-64	:	:	:	:	:	:	0,410	0,219	:	:	:	:

LOSERIGUE à DIELIKAHA (B₁)

Superficie : 56,75 km²

Année	Débits Moyens Mensuels (en m ³ /s)												V	M	L	P	D	KE
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M						
1961-62	0,150	0,150	0,300	((0,430))	0,570	1,152	0,392	0,172	0,107	0,059	0,044	0,026	9,3	0,295	164	830	666	20
1962-63	0,252	0,192	0,336	0,324	1,991	3,580	1,770	0,624	0,390	0,254	:	:	25,9	0,821	456	1404	948	32,5
1963-64	0,173	0,224	0,284	1,240	3,180	1,988	1,617	0,935	0,482	0,326	:	:	27,9	0,885	492	1456	964	34

Marigot de NANVOLOKAHA à NATIOKAHA (B₁₁)

Superficie : 10,9 km²

Année	Débits Moyens Mensuels (en m ³ /s)												V	M	L	P	D	KE
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M						
1961-62	0,030	0,030	0,060	((0,065))	0,094	0,175	0,076	0,037	0,017	0,010	0,019	0,003	1,62	0,0515	149	830	681	18
1962-63	0,106	0,038	0,051	0,050	0,448	0,582	0,287	0,116	0,069	x	x	x	4,67	0,148	429	1395	966	31
1963-64	0,032	0,064	0,063	0,177	0,551	0,360	0,279	0,159	0,099	0,087			4,83	0,153	444	1471	1027	30

3.2. - BILAN HYDROLOGIQUE de CHACUNE des TROIS ANNEES 1961-62, 1962-63, 1963-64 -

a) Définition des éléments du bilan.

1°) Pluviométrie

Nous avons calculé les totaux annuels de précipitations sur la période du 1er Janvier au 31 Décembre car la lame d'écoulement annuel en 1963-64, et dans certains cas en 1962-63, a été obtenue en estimant le volume écoulé du 1er Décembre au 31 Mars indépendamment des données pluviométriques de cette période qui sont pratiquement sans grande influence sur l'écoulement.

Pour 1961 :

- sur les bassins A₁ et A₂, nous avons estimé la pluviométrie moyenne en faisant la moyenne des données des postes de KORHOGO et de DIKODOUGOU.
- sur les bassins B₁ et B₁₁, nous avons **ajouté** la pluviométrie du poste de KORHOGO de Janvier à Juin (292 mm), aux données obtenues grâce au réseau d'appareils des bassins expérimentaux pour la période de Juillet à Décembre (542 mm).

Pour 1962 :

- sur les bassins A₁, A₂, A₃ et A₂₂, nous avons ajouté la pluviométrie du poste de KORHOGO de Janvier à Mai (214 mm) aux données obtenues grâce aux postes disséminés sur le bassin du SOLOMOUGOU pour la période de Juin à Décembre (1083 mm) ;
- sur le bassin A₄, nous avons essayé de tenir compte du fait que la pluviométrie semble avoir été déficitaire par rapport aux régions avoisinantes : nous avons ajouté la pluviométrie de Janvier à Mai au poste de KORHOGO (214 mm), la pluviométrie de Juin et Juillet pour l'ensemble du bassin de SOLOMOUGOU (265 mm), et enfin la pluviométrie d'Août à Décembre au poste de KONBOLOKOURA (723 mm), ce dernier poste n'ayant malheureusement fonctionné que pendant le 2ème semestre de 1962.

- sur les bassins B₁ et B₁₁, nous possédions des données assez sûres grâce à un réseau d'appareils relativement serré, et à des observations journalières régulières, dont la traduction en moyennes journalières et mensuelles figure dans le rapport de la campagne 1962-63 et dans la 2ème partie du présent rapport ;
- sur le bassin A₁₂, étant donné sa situation géographique voisine, nous avons estimé que la pluviométrie a été du même ordre que sur les bassins B₁ et B₁₁, soit 1400 mm.

Pour 1963 :

- sur les bassins A₁, A₂, et sur les bassins B₁ et B₁₁, nous avons déterminé la pluviométrie moyenne, respectivement dans le chapitre I de la première partie et dans la 2ème partie du présent rapport ;
- sur le bassin A₄, nous avons estimé la pluviométrie par comparaison avec celle des bassins A₁ et A₂, les observations du poste de KONBOLOKOURA présentant une lacune beaucoup trop importante (en Juillet et Août), pour être prises en considération.

2°) Lames écoulées

Comme nous venons de le signaler, l'écoulement du 1er Décembre au 31 Mars a été déterminé à partir de la loi expérimentale de tarissement, dont il sera question au chapitre IV, pour toutes les stations en 1963-64, et pour les stations A₁₂, A₂₂, B₁ et B₁₁ en 1962-63.

Pour les stations A₃ et A₄, l'écoulement du 1er Janvier au 31 Juillet 1962 a été estimé par comparaison avec l'écoulement à la station A₂, sur la base de la proportionnalité des débits moyens de ces trois stations au cours des deux périodes de Janvier à Juillet 1962 et d'Août à Novembre 1962.

b) Interprétation du bilan

Le bilan a finalement pu être établi pour 4 bassins en 1961-62, pour 8 bassins en 1962-63, pour 5 bassins en 1963-64.

Le tableau V résume les éléments de ce bilan, c'est-à-dire :

P = pluie moyenne sur le bassin du 1er Janvier au 31 Décembre
L = lame d'eau écoulée du 1er Avril au 31 Mars
D = déficit d'écoulement, différence entre P et L
KE % = coefficient d'écoulement ($KE = \frac{100 L}{P}$)

Nous sommes amenés à faire quatre remarques :

1°) Les bassins A₁, A₂, A₂₂, bien qu'ayant des superficies assez dissemblables, ont un coefficient d'écoulement du même ordre, soit 10 % en 1961-62, 17 % en 1962-63, 20 % en 1963-64

2°) L'écoulement sur le bassin A₄ en 1962-63, comme on l'avait déjà fait remarquer dans le rapport de cette campagne, est curieusement faible, mais la pluie moyenne est peut-être surestimée. Il n'en reste pas moins que ce bassin doit avoir toujours un coefficient d'écoulement plus faible que le reste du bassin du SOLOMOUGOU, puisque cette tendance se confirme en 1963-64.

3°) Le bassin A₃ ayant présenté un écoulement relativement fort en 1962-63, nous pouvons penser que la partie de ce bassin A_{3a}, située à l'aval de la station A₄, a été le siège d'un écoulement encore plus fort, comme cela peut se vérifier en supposant que P et L sur le bassin A₃ sont donnés par les moyennes pondérées suivantes :

$$P_3 = \frac{1}{3} (P_4 + 2 P_{3a})$$

$$L_3 = \frac{1}{3} (L_4 + 2 L_{3a})$$

Nous trouvons, en effet, pour le bassin partiel A_{3a} de superficie 192,5 km² : P = 1350 mm, L = 325 mm, D = 1025 mm, KE = 24 %.

4°) Nous remarquerons enfin que les bassins A₁₂, B₁ et B₁₁ présentent les coefficients d'écoulement les plus forts de l'ensemble des bassins étudiés, et cette tendance apparaît

TABLEAU V

BILAN HYDROLOGIQUE des BASSINS du SOLOMOUGOU et des PETITS BASSINS VOISINS

Année	Bassin	Aire (km ²)	P (mm)	L (mm)	D (mm)	KE %
1961-62	A ₁	1510	870	90	780	10,5
"	A ₂	790	870	102	768	11,5
"	B ₁	56,75	830	164	666	20
"	B ₁₁	10,9	830	149	681	18
1962-63	A ₁	1510	1300	227	1073	17,5
"	A ₂	790	1300	228	1072	17,5
"	A ₃	300	1300	240	1060	18,5
"	A ₂₂	115	1300	214	1086	16,5
"	A ₄	107,5	1200	69	1131	6
"	B ₁	56,75	1404	456	948	32,5
"	A ₁₂	54	1400	426	974	30,5
"	B ₁₁	10,9	1395	429	966	31
1963-64	A ₁	1510	1336	287	1049	21,5
"	A ₂	790	1380	271	1109	19,5
"	A ₄	107,5	1350	220	1130	16,5
"	B ₁	56,75	1456	492	964	34
"	B ₁₁	10,9	1471	444	1027	30

avec la même netteté dans les trois bilans annuels. Il est manifeste que ces bassins de petite dimension, très cultivés et d'assez forte pente, ruissellent bien.

C'est donc ceci qui va nous permettre de donner une première conclusion à cette étude de l'écoulement : ce dernier est le plus fort là où la pente moyenne des bassins est la plus forte, mais l'action de l'homme intervient de façon importante pour augmenter le ruissellement. La topographie des petits bassins, et les autres facteurs conditionnels sont trop mal connus pour qu'on puisse en dire davantage.

c) ESTIMATION des COEFFICIENTS d'ÉCOULEMENT en FONCTION de leur FREQUENCE -

Puisque la pluviométrie, au poste de KORHOGO, pour l'année 1962-63 représente à peu près la pluviométrie médiane interannuelle, nous pouvons dire en première approximation que les coefficients d'écoulement médians interannuels des bassins partiels du SOLOMOUGOU, de superficie comprise entre 10 et 1500 km², sont compris pour la plupart entre 10 et 30 %, la moyenne pour le bassin total étant d'environ 17,5 %.

De la même façon, considérant la pluviosité de l'année 1961 au poste de KORHOGO, nous pouvons dire que le coefficient d'écoulement maximal que l'on peut rencontrer sur ces mêmes bassins partiels pour l'année sèche de fréquence 1/25 est de l'ordre de 20 %.

Chapitre IV



Etude du tarissement et des étiages

CHAPITRE IV

ETUDE du TARISSEMENT et des ETIAGES

Pour l'étude des étiages, nous avons la chance de posséder quelques données relatives à l'année 1961-62 où l'écoulement a été très déficitaire. Il nous a paru intéressant de compléter ces données et d'estimer les débits de l'étiage 1961-62 pour les stations où ils n'avaient pas été observés.

Cette estimation est possible à partir de la courbe de tarissement pur théorique, à condition de connaître le débit q_0 à une date déterminée, postérieure à la fin des crues. Ce débit q_0 peut être lui-même estimé si, à une même date, pour chacune des 3 années 1961-62, 1962-63, 1963-64, on peut établir des comparaisons entre les données de l'ensemble des stations étudiées.

Malheureusement, pour beaucoup de stations, il n'y a pas eu de lectures régulières, mais seulement des jaugeages espacés d'une à quatre semaines entre eux. De plus, même si les lectures sont régulières, elles ne sont pas toujours précises. Enfin, il est impossible de choisir une date, par exemple en Décembre, telle que, à cette date en 1961, 1962 et 1963, aucun des relevés existants ne s'écarte sensiblement de la courbe de tarissement théorique. En réalité, la décroissance des débits observés présente des irrégularités. Comme il semble ne pas avoir plu en Décembre au cours de ces 3 années, ces irrégularités sont dues probablement à l'utilisation de l'eau par les agriculteurs, ce qui doit nous rendre encore plus circonspects.

Nous avons donc résolu de comparer entre eux les débits moyens calculés sur une période assez longue, 1 mois par exemple. Nous avons choisi le mois de Décembre qui permettait de réunir le maximum d'informations.

4.1. - ETUDE des DEBITS MOYENS de DECEMBRE -

a) Etude des données

Pour 10 stations, nous connaissons avec une plus ou moins grande précision les débits moyens de Décembre en 1961,

1962 et 1963. Pour un seuil de probabilité raisonnable, nous pouvons admettre que l'intervalle de confiance de ces débits est soit $\pm 10\%$ dans un premier cas, quand nous disposons de relevés journaliers, soit de $\pm 20\%$ dans un second cas, quand nous ne disposons que de mesures de débit sporadiques, sachant qu'il y en a au moins 2 au cours du mois de Décembre, ou bien qu'il y en a au moins quatre à intervalles de temps à peu près réguliers dans une période de trois mois encadrant ce mois de Décembre. Dans ce 2^{ème} cas, les débits ont été notés entre parenthèses dans le tableau VI.

Enfin, pour 2 stations, nous ne connaissons que les débits moyens de Décembre 1962 et 1963, et pour une station, 1961 et 1962.

L'ensemble des données des 13 stations est consigné dans le tableau VI où figurent :

q_1	débit spécifique moyen de Décembre 1961, en l/s.km ²		
q_2	-	1962	-
q_3	-	1963	-

ainsi que les rapports $k_{12} = \frac{q_1}{q_2}$; $k_{13} = \frac{q_1}{q_3}$ et $k_{23} = \frac{q_2}{q_3}$.

Ce tableau VI appelle un certain nombre de constatations :

1^o - Le sens de la variation d'une année à l'autre du débit spécifique de Décembre est, pour toutes les stations :

$$q_1 < q_2 < q_3$$

C'est le même que le sens des variations du total des précipitations de Janvier à Décembre à KORHOGO. Dans l'ignorance de la valeur de la pluviométrie moyenne sur une bonne partie des bassins, nous pouvons estimer, en outre, que ses variations d'une année à l'autre se produisent dans le même sens que celles de la pluviométrie de KORHOGO, où on a observé 811 mm en 1961, 1411 mm en 1962, 1560 mm en 1963.

2^o - Les valeurs des débits spécifiques et des rapports k peuvent être liées à la superficie des bassins, pour

TABLEAU VI

DEBITS SPECIFIQUES MOYENS de DECEMBRE 1961, 1962 et 1963

et RAPPORTS de ces DEBITS d'une ANNEE à l'AUTRE

STATIONS S (km ²)	A ₁	A ₂	A ₃	A ₂₁	A ₂₂	A ₄	B ₁	A ₃₁	A ₁₃	A ₂₂₁	B ₂	B ₁₁	A ₁₂₁
	1510	790	300	240	115	107,5	56,75	49	43	19	15	10,9	8
q ₁ (1/s.km ²)	0,64	0,885			(1,17)	(0,465)	1,89	(0,67)	(1,8)	(0,46)	1,80	1,55	(3,4)
q ₂ "	3,00	2,94	4,77	1,98	3,67	1,65	6,88	(2,04)	(6,05)	(2,3)	6,95	6,30	(11,3)
q ₃ "	4,05	3,85	5,07	3,65	4,69	2,04	8,45		8,1	(4,6)	9,4	9,1	18,5
k ₁₂	0,21	0,30			(0,32)	(0,28)	0,27	(0,33)	(0,30)	(0,20)	0,26	0,25	(0,30)
k ₁₃	0,16	0,23			(0,25)	(0,23)	0,22		(0,22)	(0,10)	0,19	0,17	(0,18)
k ₂₃	0,74	0,76	0,94	0,54	(0,78)	0,81	0,81		(0,75)	(0,50)	0,74	0,69	(0,61)

des bassins voisins ou emboîtés à l'intérieur d'une région limitée. Par exemple en 1963, on pourrait dire, pour une bonne partie des bassins, que les débits spécifiques décroissent de 9 à 3,5 l/s.km² quand la superficie du bassin passe de 15 à 1 500 km². Mais à l'échelle du bassin total du SOLOMOUGOU, cette liaison, si elle existe, est masquée complètement par d'autres facteurs. La seule tendance que nous avons cru pouvoir mettre en évidence est que, pour une même année, q diminue en même temps que S , et que, d'une année à l'autre, q varie dans des proportions d'autant plus fortes que le bassin est plus petit. Autrement dit, les rapports k diminuent aussi en même temps que S . Mais il ne s'agit que d'une simple tendance. Ceci peut se vérifier pour le couple des stations A_2 et A_{221} , et pour le couple des stations A_3 et A_4 . Pour le groupe A_{221} des stations B_1 , A_{13} , B_2 , B_{11} , qui correspondent toutes à de petits bassins, cette tendance n'apparaît guère que pour k_{13} et k_{23} , mais il semble que l'on ait à peu près les mêmes valeurs de q quelle que soit S . La station A_{121} , qui devrait s'apparenter à ce dernier groupe, paraît s'en écarter de façon significative, même compte tenu de l'imprécision des données, peut-être par suite d'une singularité géologique.

3° - La diversité des valeurs de k_{23} peut paraître curieuse. De plus, si nous essayons de l'expliquer par la répartition spatiale et temporelle des précipitations en 1962 et 1963, nous nous heurtons à un échec complet. En particulier, le bassin qui présente la plus forte valeur de k_{23} est A_3 ($k_{23} = 0,94$), bassin dont la pluviométrie pourrait être représentée par celle de KONBOLOKOURA : or, les pluies tardives d'Octobre 1963 relevées à ce poste n'expliquent pas, mais au contraire rendent à première vue plus curieuse, l'anomalie du bassin A_3 . Ceci est dû au fait que bien souvent les pluies tardives sont absorbées par le ruissellement et l'évaporation plus ou moins différée sans profiter sensiblement à l'infiltration définitive. Cette constatation doit nous amener à la conclusion que les données pluviométriques en notre possession ne sont d'aucun secours pour l'estimation des débits d'étiage non observés en 1961.

b) Estimation des données manquantes

Les résultats commentés dans ce paragraphe sont consignés dans le tableau VII où les valeurs estimées sont écrites entre parenthèses.

TABLEAU VII

DEBITS SPECIFIQUES MOYENS de DECEMBRE 1961, 1962 et 1963

et RAPPORTS de ces DEBITS d'une ANNEE à l'AUTRE

STATIONS ou CERTAINS DEBITS ont été ESTIMES

STATIONS	A ₃	A ₂₁	A ₁₄	A ₁₁	A ₂₂₂	A ₃₁	A ₁₂
S (km ²)	300	240	29	305	25	49	54
q ₁ (l/s.km ²)	(0,51)	(0,38)	(0,09)	(0,18)	(0,49)	0,67	(1,9)
q ₂ "	4,77	1,98	0,86	1,80	(2,46)	2,04	
q ₃ "	5,07	3,65	(1,08)	(3)	4,92	(2,7)	
k ₁₂	(0,16)	(0,19)	(0,10)	(0,10)	(0,20)	0,33	
k ₁₃	(0,15)	(0,10)	(0,16)	(0,06)	(0,10)	(0,25)	
k ₂₃	0,94	0,54	(0,83)	(0,60)	(0,50)	(0,75)	

1° - Pour les stations A_3 et A_{21} , nous pouvions faire d'abord l'estimation de deux manières des débits spécifiques de Décembre 1961, par les produits $q_2 k_{12}$ et $q_3 k_{13}$, ou plus précisément $0,20 q_2$ et $0,10 q_3$ en prenant les valeurs minimales observées dans les séries des k_{12} et des k_{13} , puis nous aurions dû choisir la moyenne des deux valeurs de q_1 ainsi trouvées: nous aurions obtenu ainsi pour A_3 , $q_1 = 0,75$ et pour A_{21} , $q_1 = 0,38$ Mais le débit q_2 est suspect pour A_3 , c'est pourquoi nous avons pris $q_3 \times k_{13} = 0,51$.

2° - Nous avons recherché le maximum de sécurité dans les estimations suivantes, en ce qui concerne 1961-62.

Pour la station A_{14} , nous ne connaissions que $q_2 = 0,86$ et nous en avons déduit, avec $k_{12} = 0,10$ la valeur $q_1 = 0,09$ et avec $k_{23} = 0,80$, la valeur $q_3 = 1,08$.

De même pour la station $A_1 - 1$, nous avons $q_2 = 1,80$ et nous en avons déduit avec $k_{12} = 0,10$, la valeur $q_1 = 0,18$, et avec $k_{23} = 0,60$ la valeur $q_3 = 3$. La valeur $k_{23} = 0,60$ choisie parmi les valeurs possibles permet d'obtenir pour q_3 une valeur compatible avec les résultats des deux jaugeages de la campagne lorsqu'on déduit de q_3 la courbe de tarissement théorique.

Pour la station A_{222} , nous ne connaissions que $q_3 = 4,92$. C'est la seule station pour laquelle les remarques du paragraphe précédent (a) 2° peuvent être utiles: il se trouve d'ailleurs que faire entrer A_{222} dans le groupe formé par A_{22} et A_{221} conduit également à faire l'estimation la plus sévère pour 1961-62. Nous en avons déduit avec $k_{13} = 0,10$ la valeur $q_3 = 0,49$ et avec $k_{23} = 0,50$ la valeur $q_3 = 2,46$.

3° - Pour la station A_{31} , nous connaissions $q_1 = 0,67$ et $q_2 = 2,04$ et nous en avons déduit avec $k_{13} = 0,25$ la valeur $q_3 = 2,7$.

4° - Pour la station A_{12} , nous avons essayé d'évaluer les débits de 1963-64 à partir du tarage établi au cours de l'année précédente, mais les résultats sont aberrants vis-à-vis des débits connus pour A_{13} et A_{121} , dont la somme doit donner une idée plus exacte du débit à la station A_{12} .

Nous avons déduit de cette somme la valeur $q_1 = 1,9$ et dans la suite de cette étude des étiages, nous avons toujours considéré que les débits et volumes passant à cette station pouvaient être estimés de cette façon.

4.2. - ESTIMATION de l'ETIAGE 1961-62 -

a) Courbes de tarissement

Nous avons tracé, pour les 16 stations observées au moins au cours d'une des 3 années d'études, les courbes de décroissance des débits spécifiques, ces derniers étant représentés par leur logarithme décimal (Voir annexe III).

L'ajustement graphique, à cet ensemble de données, de la loi théorique de tarissement $Q = Q_0 \cdot e^{-at}$, conduit à des droites dont la pente est liée au coefficient a . L'inverse de ce dernier est en effet la période exprimée en jours, correspondant à une réduction des débits dans le rapport $1/e$ (soit 0,368).

Quand nous ne connaissons que le débit moyen estimé de Décembre et le coefficient a , supposé le même que pour les autres années d'observations, nous avons déterminé l'ajustement de la loi théorique par le calcul de Q_0 :

Soit Q_0 le débit le 1er Décembre

Q_1 le débit moyen de Décembre

$$Q_1 \approx \frac{Q_0}{-31} \int_0^{31} e^{-at} dt$$

$$Q_1 \approx \frac{Q_0}{31a} (e^{-31a} - 1)$$

$$Q_0 \approx \frac{31a Q_1}{1 - e^{-31a}} \quad (1)$$

Dans certains cas, l'ajustement de la loi de tarissement a présenté des difficultés, mais nous avons simplifié le problème pour 3 raisons :

1° - Etant donné l'imprécision de notre connaissance du tarissement pur, nous avons cherché à estimer un coefficient de tarissement moyen, car ses variations d'une année à l'autre ne doivent être en général qu'apparentes. Le tarissement observé en 1961-62 est sans doute celui qui se rapproche le plus du tarissement pur.

2° - Nous avons accordé plus de confiance aux mesures directes de débit qu'aux hydrogrammes tracés à partir des lectures d'échelle, quand l'examen de ces dernières montre que le jaugeage a été effectué en période de décroissance régulière des débits, les écarts entre les deux informations étant sans doute dus à l'imperfection et à l'instabilité de l'étalonnage des stations.

3° - Il était normal de supposer, chaque fois que cela peut avoir une influence sur le choix des courbes de tarissement pur à adopter, que ces courbes doivent conduire à des débits en 1963-64 supérieurs aux débits auxquels elles conduisent à la même date en 1962-63, conformément aux observations du mois de Décembre où l'on n'a signalé aucune précipitation, ni en 1962 ni en 1963.

Pour la station A_1 , nous obtenons pour les deux dernières années un tarissement qui paraît plus lent qu'en 1961-62 en Décembre et Janvier. Mais le choix de deux courbes de tarissement, suivant que les débits sont supérieurs ou inférieurs à une valeur déterminée, ne se justifierait pas en 1961-62. Nous avons donc : $a = 33,5 \cdot 10^{-3}$, exprimé en inverses de jours.

Pour la station A_{121} , en 1962-63, on avait estimé dans le rapport précédent devoir adopter 2 courbes de tarissement, ce dernier étant plus rapide pour les débits inférieurs à 7 l/s.km². Mais les observations de 1963-64 conduisent à adopter une seule courbe, avec le même coefficient qu'en 1961-62 : $a = 16,2 \cdot 10^{-3}$.

Pour la station A_2 , nous retrouvons le même phénomène que pour la station A_1 , moins apparent car nous ne possédons pas de mesures dans la dernière partie de la période de tarissement. L'interprétation a été la même que pour la station A_1 , conduisant à : $a = 34,2 \cdot 10^{-3}$.

La fin de la courbe de tarissement 1962-63 montre bien les troubles apportés au tarissement par les crues de début d'année.

Pour la station A_{221} , on avait adopté dans le rapport précédent 2 courbes de tarissement différentes pour 1961-62 et 1962-63. Mais il se trouve que la campagne 1963-64 confirme la tendance apparue en 1962-63, à savoir un tarissement très

lent au début. Dès lors, il semble probable que celui-ci soit plus rapide à partir d'un débit déterminé. Nous manquons d'observations en 1961-62 pour justifier cette hypothèse, mais elle nous a permis d'adopter pour les faibles débits un même coefficient de tarissement chaque année :

$$a = 11,8 \cdot 10^{-3} \text{ pour } q > 1,5$$

$$a = 29,2 \cdot 10^{-3} \text{ pour } q < 1,5$$

Pour la station A₃, les observations du tarissement en 1962-63 avaient conduit à adopter une courbe unique avec le coefficient relativement faible de $17,1 \cdot 10^{-3}$. D'autre part, les observations de 1963-64 n'ont fourni que des hauteurs d'eau en Décembre, mais ont montré que c'est sur ce bassin que le coefficient k_{23} figurant dans le tableau V est le plus fort. Nous pouvons donc suspecter les débits observés en 1962-63 d'être soit surestimés, soit gonflés par un phénomène temporaire ou habituel aux conditions d'écoulement de ce bassin, qui aurait ralenti le tarissement pour les débits supérieurs à 1 l/s.km^2 par exemple. Cette hypothèse a été retenue afin d'adopter pour la fin du tarissement un coefficient a plus fort, se rapprochant de ceux des bassins partiels situés à l'amont, et du bassin A₂ qui les englobe tous.

$$a = 17,1 \cdot 10^{-3} \text{ pour } q > 1$$

$$a = 34 \cdot 10^{-3} \text{ pour } q < 1$$

Pour la station A₄, nous retrouvons le même phénomène que pour les stations A₁ et A₂, mais cette fois plus accusé. L'ajustement graphique de la loi de tarissement étant plus facile ainsi, nous avons adopté 2 courbes suivant que les débits sont supérieurs ou inférieurs à 1 l/s.km^2 , sauf pour 1961-62 où l'on ne peut pas mettre en évidence une première phase plus lente dans le tarissement. Il est donc impossible d'affirmer que cette interprétation ait des chances d'être justifiée par des observations ultérieures. Le tarissement dans sa dernière phase paraît en tout cas être toujours très rapide, et c'est seulement cette phase qui, en 1961-62, nous a servi à caractériser l'étiage puisqu'elle commence avant le 1er Décembre.

$$a = 20 \cdot 10^{-3} \text{ pour } q > 1$$

$$a = 48,5 \cdot 10^{-3} \text{ pour } q < 1$$

Pour la station B₂, contrairement aux stations B₁ et B₁₁, nous sommes en présence d'un tarissement qui semble ne pas suivre toujours le même rythme : il serait plus rapide en 1963-64 qu'en 1961-62 dans une gamme de débits supérieurs, ce qui serait explicable, mais surtout bien plus rapide qu'en 1962-63 dans la même gamme de débits. Nous avons ajusté graphiquement une loi de tarissement unique en adoptant un coefficient $a = 17,9 \cdot 10^{-3}$. L'ajustement aux mesures de débit de 1961-62 semble moins bon qu'avec la valeur $a = 21 \cdot 10^{-3}$ adoptée dans le rapport précédent, mais nous pouvons admettre qu'il ne faut pas prendre en considération le dernier jaugeage de cette campagne, fait dans une période où les relevés de hauteurs d'eau des stations voisines B₁ et B₁₁ accusent de nombreuses petites crues. C'est surtout pour les mesures de débit de 1962-63 que l'ajustement adopté paraît critiquable, mais là encore il est possible que ces jaugeages aient été effectués alors que le débit de base se trouvait sensiblement grossi, comme le laisse supposer l'examen des courbes de tarissement des stations B₁ et B₁₁, et des débits mesurés à ces stations à la même époque.

A l'occasion de l'étude de tarissement effectuée dans la région de KORHOGO en 1963-64 sur des bassins situés hors de celui du SOLOMOUGOU, on a trouvé des coefficients de tarissement compris entre $13 \cdot 10^{-3}$ et $48 \cdot 10^{-3}$. Les valeurs trouvées ici, comprises entre $11,2 \cdot 10^{-3}$ et $48,5 \cdot 10^{-3}$ sont tout à fait du même ordre.

b) - Etiage 1961-62

Nous avons essayé d'estimer les débits aux diverses stations étudiées, au moment de l'étiage 1961-62, par simple lecture sur les courbes théoriques de tarissement.

Le tableau VIII résume les données suivantes :

- S = superficie des bassins, en km²
- a = coefficient de tarissement, en millièmes de (J)⁻¹
- Q₁ = débit moyen estimé de Décembre 1961, en l/s, figurant ici quand il a servi à estimer Q₀ par la formule (1)
- Q₀ = débit théorique le 1/12/1961, en l/s
- E₁ = date de l'étiage 1961-62
- t₁ = nombre de jours entre le 1er Décembre 1961 et E₁

- Q'_{E1} = étiage théorique déduit de la courbe de tarissement ajustée, en l/s
- Q_{E1} = étiage observé, en l/s (traduction de hauteur d'eau ou observation de l'arrêt de l'écoulement)
- J_1 = date et débit en l/s correspondant au dernier jaugeage effectué avant E_1 .

Les valeurs de Q_{E1} sont très peu nombreuses mais nous pouvons avoir une idée de la sévérité de l'étiage en consultant les deux lignes du tableau relatives à Q_{E1} et Q'_{E1} .

Quand deux valeurs successives de a sont observées, celle qui correspond au début du tarissement figure sur la ligne supérieure.

Nous voyons sur ce tableau VIII que, souvent, le calcul conduit à un débit d'étiage surestimé, d'autant plus que le bassin est plus grand. Ceci est dû en partie au fait que les agriculteurs consomment un certain volume d'eau. Mais même en l'absence de tout prélèvement artificiel, nous savons qu'il faut s'attendre à enregistrer des pertes non négligeables par évaporation dans les lits.

Pour les petits bassins de la région de KORHOGO, le calcul semble au contraire conduire à des débits sous-estimés, mais l'examen des courbes de tarissement observées nous montre que l'étiage vrai n'a pas dû se manifester.

Enfin, il est évident que les étiages calculés pour les stations A11, A14, A221 et A4, ne sont différents de zéro (valeur réelle pour A11, A221 et A4, valeur probable pour A14 et peut-être pour d'autres stations encore) que parce que le mode de calcul choisi annule les débits seulement au bout d'un temps infini.

Dans l'ensemble, nous voyons que l'utilisation des coefficients de tarissement, observés ou estimés, et éventuellement des débits moyens de Décembre estimés, permet de reconstituer assez bien l'étiage de 1961-62.

TABLEAU VIII

ELEMENTS d'ESTIMATION de l'ETIAGE 1961-62

STATIONS:	A ₁	A ₁₁	A ₁₂	A ₁₂₁	A ₁₃	A ₁₄	A ₂	A ₂₁	A ₂₂	A ₂₂₁
S (km ²):	1 510	305	54	8	43	29	790	240	115	19
a	33,5	30,3	(x)12,7	16,2	11,2	32,5	34,2	24,8	17,7	11,8 29,2
Q ₁		55				2,4		91		
Q ₀	1550	85	126	34	92	3,9	1130	131	174	12,5
E ₁	8/4/62	x	x	x	x	x	2/4/62	x	x	1/2/62 env.
t ₁	129	(130)	(130)	(130)	(130)	(130)	123	(130)	(130)	60 environ.
Q' _{E1}	21	1,6	24	4	20	0,05	17	5,2	17,5	2,2
Q _{E1}	2 à 3	0	x	x	x	x	9,7	x	x	0
J ₁	5/4/62 2,3	x	x	21/2/62 8,4	22/2/62 45	x	1/3/62 45,5	x	6/2/62 12,2	11/1/62 3,8

(x) Valeur calculée en fonction de Q₀ et de Q'_{E1}, ceux-ci obtenus à partir des stations A₁₂₁ et A₁₃.

TABLEAU VIII (suite)

STATIONS	A ₂₂₂	A ₃	A ₃₁	A ₄	B ₁	B ₁₁	B ₂
S (km ²)	25	300	49	107,5	56,75	10,9	15
a	18,2	17,1 34	25,6	20 48,5	18,5	23,3	17,9
Q ₁	12	153					
Q ₀	16,2	250	48	82	137	23	32
E ₁	x	x	x	15/2/62 env.	15/3/62	1/4/62	x
t ₁	(130)	(130)	(130)	75 env.	105	122	(130)
Q' _{E1}	1,6	3	1,8	2,1	19,5	1,3	2
Q _{E1}	x	x	x	0	20	3	x
J ₁	x x	x x	22/2/62 1,4	6/2/62 1,4	20/2/62 39	20/2/62 6	21/2/62 12,7

Donc, à plus forte raison, c'est-à-dire avec une meilleure précision, cette méthode va permettre de caractériser globalement chaque saison de basses eaux par l'évaluation des "réserves mobilisables".

4.3. - "RESERVES MOBILISABLES" DEPUIS le 1er Décembre -

Reprenant ici un calcul qui a déjà été présenté dans le rapport précédent, nous voulons compléter les résultats acquis en 1962-63 par ceux acquis en 1963-64 et ceux qui découlent des estimations des débits de l'étiage 1961-62.

Nous avons donc évalué le volume qui s'écoulerait si le tarissement suivait exactement la loi théorique ajustée à chaque station, depuis le 1er Décembre (t_0) jusqu'à un temps infini. Nous avons choisi pour t_0 le 1er Décembre et non plus le 1er Novembre car, en général, la décroissance des débits est ou plus irrégulière, ou moins bien connue en Novembre qu'en Décembre, et comme le premier mois pris en considération pour l'estimation des "réserves mobilisables" est celui qui a le plus de poids dans le calcul, nous avons voulu limiter les discordances observables entre les "réserves mobilisables" et les volumes écoulés jusqu'à l'étiage.

Rappelons le mode de calcul de ces réserves :

$$V = \int_{t_0}^{\infty} Q dt = \int_{t_0}^{\infty} Q_0 e^{-a(t-t_0)} dt$$

$$V = -\frac{Q_0}{a} \left[e^{-a(t-t_0)} \right]_{t_0}^{\infty}$$

$$V = \frac{Q_0}{a}$$

(Q étant exprimé en m^3 /jour si a est exprimé en inverses de jours).

Nous avons calculé, en fonction de quelques valeurs de a , le volume v (en pourcentage de la "réserve mobilisable") qui, toujours théoriquement, s'écoulerait jusqu'au 1er Avril, date moyenne probable d'apparition de l'étiage. Pour les va-

leurs de a supérieures à $20 \cdot 10^{-3}$ c'est-à-dire pour les bassins à tarissement rapide, le calcul de v à partir de V n'apporte certainement qu'une précision illusoire vu que V doit être connu à environ 10 % près :

: a en millièmes de $(J)^{-1}$:	11,2	11,8	12,7	16,2	17,1	17,7	18,2	20	30	40
: v en % de V	74	76	79	86	87	88	89	91	97	99

Le tableau IX résume les éléments de calcul de V pour chacune des 16 stations dont le tarissement a été étudié, ainsi que pour la station A₁₂ où on admet que les débits et volumes sont donnés par la somme des valeurs déterminées pour les stations A₁₃ et A₁₂₁, l'apport du bassin intermédiaire de 3 km² étant négligeable en regard de l'incertitude des données présentées. Le tableau IX comporte aussi les valeurs de V déterminées par différence pour chacun des "bassins réduits" :

A' ₁	(A ₁ diminué de A ₂ , A ₁₁ , A ₁₂ et A ₁₄)
A' ₂	(A ₂ " A ₃ , A ₂₁ , A ₂₂ et A ₂₂₂)
A' ₃	(A ₃ " A ₄ et A ₃₁)
A' ₂₂	(A ₂₂ " A ₂₂₁)
B' ₁	(B ₁ " B ₁₁ et B ₂)

Les débits spécifiques q_0 sont exprimés en l/s.km², les coefficients a en millièmes de $(J)^{-1}$, les surfaces et "surfaces réduites" S en km², les volumes V en milliers de m³ et les lames d'eau H équivalentes à ces volumes, en mm. Les parenthèses pour les valeurs de q_0 ont la même signification que dans le tableau VII et pour les valeurs de a , elles signifient que le tarissement ou la phase de tarissement correspondante n'a pas été effectivement observée et a fait l'objet d'un calcul de reconstitution.

TABLEAU IX

RESERVES MOBILISABLES le 1er DECEMBRE

STATIONS :	A ₁	A' ₁	A ₁₁	A ₁₂	A ₁₂₁	A ₁₃	A ₁₄	A ₂	A' ₂	A ₂₁	A ₂₂	A' ₂₂
S (km ²) :	1510	335	305	54	8	43	29	790	110	240	115	96
<u>1961-62</u>												
q ₀	1,03		(0,28)		4,32	2,13	(0,13)	1,43		(0,55)	1,51	
a	33,5		(30,3)		16,2	11,2	(32,5)	34,2		(24,8)	17,7	
V ₁	4020	tr. faib.	240	890	180	710	10	2850	860	450	850	813
H ₁	2,7	tr. faib.	0,8	16,5	23	16,4	0,3	3,6	7,8	1,9	7,4	8,5
<u>1962-63</u>												
q ₀	6		2,80		20	7,2	1,35	7,5		2,60	4,7	
a	33,5		30,3		16,2	11,2	32,5	34,2		24,8	17,7	
V ₂	23 400	2 620	2440	3240	850	2390	100	15 000	2090	2180	2640	2400
H ₂	15,5	7,8	8	60	106	55	3,6	19	19	9	23	25
<u>1963-64</u>												
q ₀	7,5		(4,6)		21,6	9,0	(1,7)	10		5,7	6,3	
a	33,5		30,3		16,2	11,2	(32,5)	34,2		24,8	17,7	
V ₃	29 200	1 170	4000	3900	920	2980	130	20 000	2340	4760	3530	3000
H ₃	19,3	3,5	13	72	115	69	4,5	25,3	21,3	19,8	31	31

TABLEAU IX (suite)

STATIONS	A ₂₂₁	A ₂₂₂	A ₃	A' ₃	A ₃₁	A ₄	B ₁	B' ₁	B ₁₁	B ₂
S (km ²)	19	25	300	143,5	49	107,5	56,75	30,85	10,9	15,0
<u>1961-62</u>										
q ₀	0,66	(0,65)	(0,83)		0,97	0,76	2,42		2,12	2,12
a	29,2	(18,2)	(34)		25,6	48,5	18,5		23,3	17,9
V ₁	37	77	630	320	160	150	640	400	90	150
H ₁	1,9	3,1	2,1	2,2	3,3	1,4	11,3	13	7,8	10,2
<u>1962-63</u>										
q ₀	2,60 1,50	(3,25)	5,6 1		2,95	1,93 1	8,5		6,55	8,15
a	11,8 29,2	(18,2)	17,1 (34)		25,6	20 48,5	18,5		23,3	17,9
V ₂	240	390	7 700	6590	490	620	2250	1400	260	590
H ₂	12,5	15,4	28,2	46	10	5,8	39,7	45,4	24,3	39,3
<u>1963-64</u>										
q ₀	4,7 1,5	6,5	6,2 1		(3,9)	2,65 1	10		9,6	10
a	11,8 (29,2)	18,2	(17,1) (34)		(25,6)	20 (48,5)	18,5		23,3	17,9
V ₃	530	770	8600	6990	650	960	2650	1540	390	720
H ₃	28	30,8	32,3	48,7	13,2	8,9	46,7	50	35,6	48,2

Gr-20

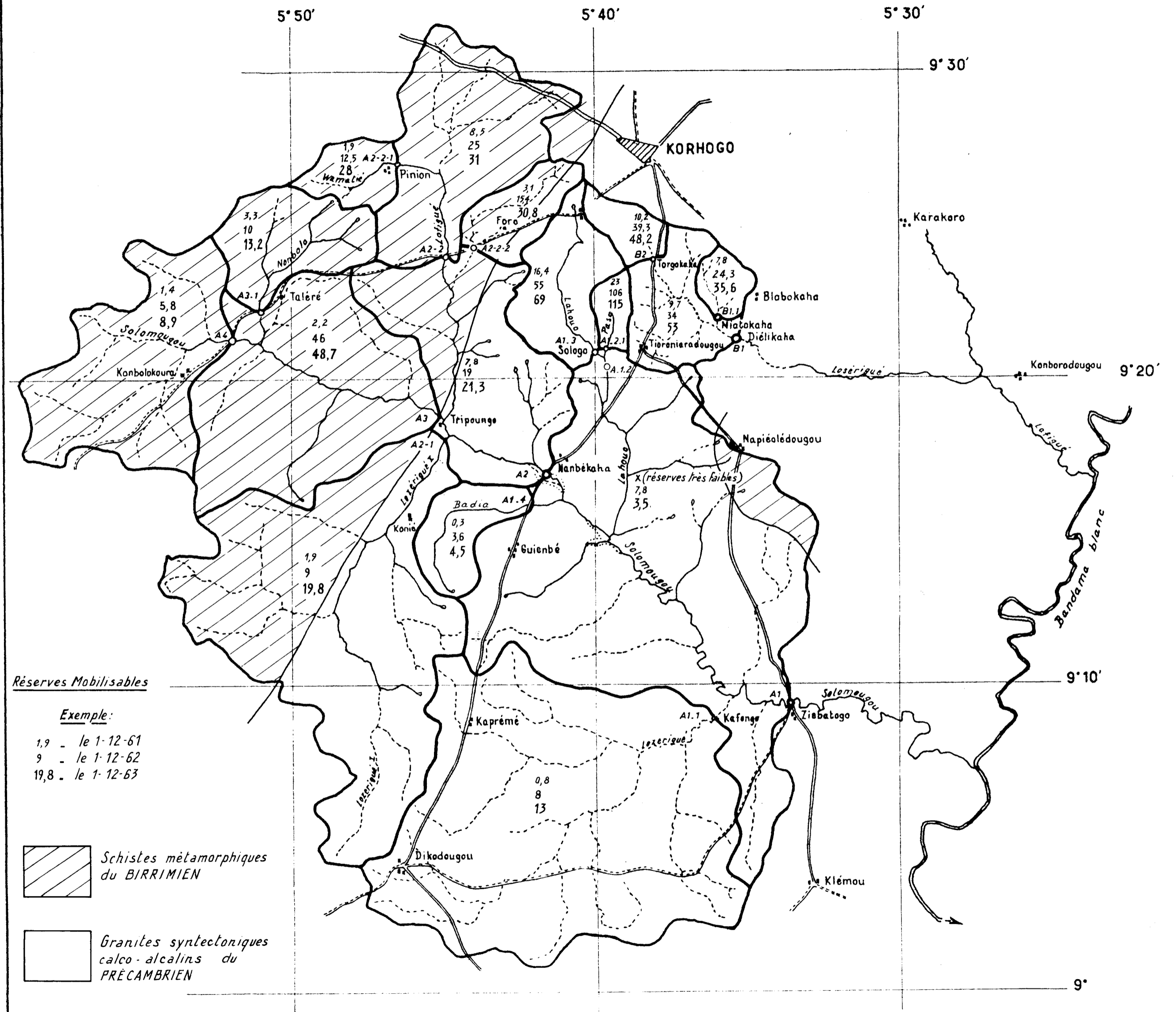
BASSIN VERSANT DU SOLOMOUGOU

ÉCHELLE : 1/200 000

ETUDE DU TARISSEMENT

Carte des réserves mobilisables réduites (mm)

LE 1^{er} DÉCEMBRE
en 1961-62-63



Nous avons reporté sur carte (graphique 20) les 3 valeurs de H trouvées pour chaque bassin ou bassin réduit, et nous voyons que la différenciation des 3 zones SE, NW et centrale du bassin, signalée dans le rapport précédent, est confirmée ici. Mais les chiffres donnés sont différents pour 1962 du rapport précédent puisque les réserves sont calculées à partir du 1er Décembre et non plus du 1er Novembre et qu'il y a également eu quelques corrections. La zone SE où les réserves sont les plus faibles est représentée par A₁₁, A₁₄ et A'₁. La zone NW est représentée par A₄ et A₃₁. Dans ces deux zones, le tarissement est rapide et les réserves sont très faibles. La zone centrale couvre le reste du bassin total, et les bassins partiels qui la représentent, surtout ceux qui sont le plus à l'Est, ont un tarissement lent et des réserves importantes.

Il est à noter que cette zone centrale est traversée par la limite de deux formations géologiques : on rencontre en effet, des schistes au NW et des granites au SE, et il est possible que ce contact soit le siège d'une altération plus importante augmentant la capacité de rétention des roches.

Il serait bon d'entreprendre quelques mesures de perméabilité si l'on voulait vérifier cette hypothèse. Mais il faudrait aussi multiplier le nombre des stations dans cette zone, et en particulier dans les "bassins réduits" A'₂ et A'₃, car les "réserves réduites", déterminées par différence, ne peuvent être assez bien connues pour mener à bien une telle étude. Sur le "bassin réduit" A'₁, il y aurait lieu de chercher si un supplément d'observations ne s'imposerait pas également, d'autant plus que l'incertitude du calcul des "réserves mobilisables" se manifeste davantage pour ce bassin où l'on trouve un chiffre plus élevé en 1962-63 qu'en 1963-64.

Enfin, la région de KORHOGO donne toujours lieu à des réserves particulièrement fortes, surtout A₁₂₁ et B₃ (bassin expérimental de KORHOGO) dont les résultats 1963-64 ne sont pas encore dépouillés. Ceci tient peut-être en partie aux façons culturales pratiquées par les agriculteurs de cette région, qui favorisent l'infiltration.

4.4. - CALAGE en FREQUENCE des ETIAGES OBSERVES -

Les résultats des 3 années d'études n'ont pas montré d'anomalie importante dans la comparaison de la pluviométrie du poste de KORHOGO de Janvier à Décembre d'une part, et d'autre

part des débits de basses eaux et d'étiage succédant à cette année météorologique.

Nous pourrions donc admettre en première approximation que le calage en fréquence des étiages connus peut se faire en prenant les fréquences expérimentales des précipitations annuelles de KORHOGO, calculées sur la série des 25 années d'observations. L'année 1962-63 serait alors l'année médiane, ce que nous admettrons.

De la même façon, 1961-62 serait l'année sèche de fréquence 1/25, mais il est dangereux de l'admettre sans le vérifier par comparaison avec les stations de jaugeage du BANDAMA BLANC observées depuis assez longtemps. A BEOUMI, les étiages absolus E et les débits de 355 jours ou débits caractéristiques d'étiage DCE, exprimés en m³/s, ont été les suivants, de 1954 à 1962 :

<u>DATE</u>	<u>E</u>	<u>DCE</u>
11/3/54	11,3	12,5
Mai 1955	E ≤ 6,4	DCE ≤ 6,4
24/5/56	14,8	15,5
25/3/57	2,1	3,2
25/8/58	2,1	3,8
30/4/59	1,9	1,9
6/3/60	1,02	2,08
30/4/61	0,16	0,33
31/3/62	0,08	0,21

On voit que l'étiage d'Avril 1961 a été presque aussi faible que celui de Mars 1962, bien que les précipitations observées à KORHOGO aient atteint 1 711 mm pour l'année 1960 ce qui représente environ l'année décennale humide, et bien que les précipitations observées à FERKESSEDOUGOU (1 440 mm) et à SEGUELA (1 563 mm) soient également supérieures aux valeurs moyennes connues pour ces stations (respectivement 1 361 mm sur 41 ans et 1 357 mm sur 37 ans). Ceci doit donc nous inciter à être prudent dans l'estimation de la fréquence.

On peut considérer également que la faiblesse des précipitations de la période de Janvier à Avril précédant l'étiage a une grande importance dans la corrélation hydropluviométrique déterminant l'étiage. On vérifie en effet que les

totaux obtenus pour cette période en 1961 sont très inférieurs à leur valeur moyenne interannuelle.

<u>STATIONS</u>	Précipitations de Janvier à Avril	
	1961	moyenne interannuelle
KORHOGO	18	170
FERKESSEDOUGOU	120	164
SEGUELA	96	270

C'est ce qui explique la faiblesse de l'étiage d'Avril 1961 à BEOUMI et nous amène à penser que, dans le bassin du SOLOMOUGOU, plus proche de KORHOGO que des deux autres postes, cet étiage a dû être très sévère. Notons qu'en 1962, il est tombé de Janvier à Avril 133 mm à KORHOGO, valeur peu inférieure à la moyenne, et que la valeur observée en 1961, 18 mm, correspond au minimum connu.

Il est donc prudent d'estimer que l'étiage 1961-62 est seulement de l'ordre de l'étiage de fréquence décennale.

Annexes

A N N E X E I

BASSINS VERSANTS du SOLOMOUGOU

PRECIPITATIONS JOURNALIERES en 1963

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin Versant du SOLOMOUGOU

Mois : Janvier

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

	TRIPOUNGO		GUIEMBE		DIKODOUGOU		FORO		KORHOGO		Observations
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18	1,7		3,0								
19					0,3						
20											
21											
22											
23									8,7		
24	16,0		1,9		8,2		5,4				
25					0,8						
26											
27											
28											
29											
30											
31											
TΣ	17,7		4,9		9,3		5,4 (?)		8,7		

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin Versant du SOLOMOUGOU

Mois : Février

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

	TRIPOUNGO	GUEMBE	DIKODOUGOU	FORO	KORHOGO		Observations
1							
2							
3					2,5		
4			20,9				
5		3,1	0,2				
6	2,7	1,5					
7	1,7	8,5			6,5		
8							
9							
10							
11							
12			4,2				
13	3,1	7,3			6,0		
14	0,3	8,1	1,3				
15	0,8	1,6					
16	0,4						
17	2,0	1,6	0,6	47,8			
18					18,0		
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
Tx	11,0	31,7	27,2	47,8(?)	33,0		

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin Versant du SOLOMOUGOU
Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Mois : Mars
Année : 1963

	KONBOLOK		DIKODOUGOU		KORHOGO						Observations
1			0,6								
2											
3			3,7								
4											
5											
6											
7											
8											
9	1,6										
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16			0,7								
17											
18											
19											
20											
21			2,5								
22			7,1								
23					18,7						
24	21,3	34,7									
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
TΣ	22,9	49,3			18,7						

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin Versant du SOLOMOUGOU
Territoire: CÔTE D'IVOIRE

Mois : Avril
Année : 1963

	KONBOLOK		GUIEMBE		DIKODOUGOU		KORHOGO				Observations
1											
2											
3		8,7									
4											
5					1,2		42,5				
6		14,8	23,4		15,5						
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15		9,6			42,2		64,5				
16											
17											
18		1,7									
19	1,7				0,2						
20											
21					17,9						
22		9,0									
23	20,8		2,4		0,7		1,0				
24											
25											
26											
27											
28											
29	4,7		0,8		20,6						
30		0,5			1,2						
31											
TΣ	71,5		26,6		99,5		108,0				

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin Versant du SOLOMOUGOU
Territoire: CÔTE D'IVOIRE

Mois : Mai
Année: 1963

	KONBOLOK	DIKODOUGOU	KORHOGO								Observations
1											
2											
3											
4	10,5										
5	31,3	3,6	10,2								
6	2,2		13,4								
7	10,6	31,5									
8											
9			2,6								
10			3,6								
11	2,7	1,8									
12	9,0	1,0									
13	2,0										
14											
15		1,8	1,5								
16											
17											
18	34,6		28,0								
19	13,2	8,7									
20											
21											
22											
23	10,8	33,0	39,0								
24											
25											
26		7,3									
27	6,4										
28	2,9		74,6								
29	11,1	19,2									
30											
31											
TΣ	147,3	107,9	172,9								

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin Versant du SOLOMOUGOU
Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Mois : Juin
Année : 1963

1	KONBOLOK		GUIEMBE		DIKODOUGOU		FORO		KORHOGO		Observations
2											
3		16,7		24,5		9,8				17,5	
4											
5								57,0			
6		7,0		0,4						5,5	
7											
8										23,0	
9		32,1								34,0	
10		13,7		16,5		15,8				1,3	
11											
12		52,2		7,2		8,8				33,5	
13											
14								44,5			
15		21,9								1,1	
16											
17				5,7							
18		2,4		0,6		7,0				4,7	
19											
20		22,8		21,6		17,0				23,3	
21											
22				2,0		0,6		32,5		2,1	
23										8,5	
24		9,0		3,4							
25		6,5		1,4		3,5					
26		4,9		5,4		36,0		39,1			
27				11,9							
28											
29		3,9		7,6		11,2		16,9		9,7	
30						11,9				69,6	
31											
TΣ		193,1		144,2		124,7		150,9(?)		233,8	

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin Versant du SOLOMOUGOU
Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Mois : Juillet
Année : 1963

	KONBOLOK		GUIEMBE		DIKODOUGOU		FORO		KORHOGO		Observations
1	11,0		16,0								
2							102,7				
3	7,6				45,9						
4			1,9								
5	27,2		25,9		17,8				27,5		
6											
7											
8		35,7		3,3	6,8				27,5		
9											
10		1,7									
11											
12											
13											
14											
15	2,5		23,7	10,2	16,4				18,5		
16		4,0							9,5		
17											
18				16,0	49,8						
19									2,5		
20			0,8								
21									23,0		
22			8,0		25,6				42,3		
23				4,3	35,8						
24								38,5	12,6		
25											
26			12,7		0,5						
27											
28				13,3					3,5		
29			0,3	1,9	3,7			21,0	3,2		
30									7,1		
31											
Tx	89,7 (A)		138,3		202,3		162,2 (?)		177,2		

Nota : (A) Observations manquantes dans la 2e quinzaine

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin Versant du SOLOMOUGOU
Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Mois : Août
Année : 1963

	KONBOLOK		GUIEMBE		FORO		KORHOGO				Observations
1			1,0				14,1				
2							3,5				
3			11,7				12,0				
4	19,4		2,8				90,0				
5	23,7		37,4				56,0				
6											
7			17,0								
8											
9			3,8				6,4				
10											
11		43,7					0,5	41,2			
12			33,6	0,4							
13	2,4										
14	2,3			2,6							
15	3,4		1,3					27,4			
16		7,2	24,3	6,5							
17							40,5	8,5			
18											
19											
20				5,4				35,3			
21											
22											
23							18,0	5,0			
24			1,8	1,0				48,0			
25			43,2	2,0				24,9			
26			41,2								
27				0,3							
28								48,2			
29			23,5					7,7			
30			11,1	1,0			131,0	18,5			
31											
TΣ	102,1 (A)		272,9		246,0 (?)		390,7				

Nota: (A) Observations manquantes dans la 2e quinzaine.

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin Versant du SOLOMOUGOU
Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Mois : Septembre
Année : 1963

1	KONBOLOK		GUIEMBE		DIKODOUGOU		FORO		KORHOGO		Observations
2	2,5										
3		29,7		21,2	8,7				26,0		
4		32,1	14,5	6,3	28,0				8,1		
5	9,5	2,9	1,3	0,7	14,8						
6	5,2		34,0	3,0	24,4				23,7		
7	10,4	2,9		9,2	15,6				12,3		
8											
9		16,8		1,5	11,2		90,0		3,8		
10				6,1							
11					16,4						
12		9,1		7,8	4,8				8,0		
13				1,5	0,8						
14											
15				2,3				34,0			
16				4,5	0,4						
17											
18									23,0		
19	29,4		4,8								
20				3,8							
21											
22	56,4		34,3		23,4		78,0	45,5			
23				6,8	33,9			7,0			
24											
25											
26	3,8			2,2	0,7				20,8		
27											
28					7,9						
29		6,7			5,6				15,1		
30		2,7			0,8				7,4		
31											
TS	220,1	165,8	197,4	202,0 (?)	200,7						

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin Versant du SOLOMOUGOU
Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Mois : Octobre
Année : 1963

	KONBOLOK		GUIEMBE		DIKODOUGOU		KORHOGO				Observations
1	3,8				7,2		16,0				
2	8,7	2,4			5,7						
3					1,6						
4	23,4	5,5			18,2		22,0				
5	15,1				1,0						
6											
7	20,5		20,5	45,2	22,9		17,2				
8											
9											
10	83,1	10,2	30,7		82,0		44,5				
11			1,8		24,9		20,0				
12	10,9	5,8	4,5	22,3	1,5		5,0				
13	30,2	4,4	1,9	0,4	5,0		38,7				
14			19,5								
15	7,5										
16		0,9		0,9	6,1						
17											
18											
19											
20											
21	0,6										
22											
23				4,3	0,8		0,8				
24		1,5									
25		15,0	2,2		1,0		9,1				
26			5,2	25,5	1,2						
27		5,7			23,0		16,1				
28		12,1									
29			10,5		7,3		15,9				
30	34,0		30,2		15,5						
31	5,8		5,4		26,3		4,5				
TΣ	307,1		231,0		251,2		209,8				

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin Versant du SOLOMOUGOU
Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Mois : Novembre
Année : 1963

	KONBOLOK	GUIEMBE	DIKODOUGOU	KORHOGO					Observations
1			2,5						
2		8,5	1,9						
3		0,3	20,6	8,5					
4	17,4		1,7						
5		15,3							
6	6,6								
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18				2,5					
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
TX	24,0	24,1	26,7	11,0					

Nota : Il y a peut être eu des pluies non observées le 18 et le 25 (voir données des bassins exper.²⁵)

A N N E X E II

LISTE des JAUGEAGES EFFECTUEES en 1963-64

SOLOMOUGOU à ZIEBATOGO (A₁)

Dates	Numéros	Q (m ³ /s)	Hauteur à l'échelle (m)
:10.9.63:	1	46,01	4,01
: 8.10 :	2	21,821	2,54
:15.10 :	3	60,298	4,46
:19.11 :	4	13,722	1,35
: 5.12 :	5	9,642	0,88
:14.1.64:	6	3,231	0,63

LOZERIGUE 2 à KAFOUNGO (A₁₁)

Dates	Numéros	Q (m ³ /s)	Hauteur à l'échelle (m)
: 5.12.63:	1	1,360	0,50
:14.1.64:	2	0,348	0,26

LAHOUE à SOLOGO (A₁₃)

Dates	Numéros	Q (m ³ /s)	Hauteur à l'échelle (m)
4.9.63	1	1,520	0,74
9.9	2	0,928	0,65
16.9	3	0,669	0,59
23.9	4	1,291	0,65
1.10	5	0,603	0,54
9.10	6	0,732	0,53
14.10	7	1,270	0,64
22.10	8	0,736	0,55
5.11	9	0,572	0,52
18.11	10	0,470	0,48
2.12	11	0,380	0,46
23.12	12	0,293	0,435
8.1.64	13	0,247	0,415

PASSE à SOLOGO (A₁₂₁)

Dates	Numéros	Q (m ³ /s)	Hauteur à l'échelle (m)
4.9.63	1	0,637	0,44
9.9	2	0,514	0,40
16.9	3	0,403	0,30
23.9	4	0,614	0,34
1.10	5	0,284	0,27
9.10	6	0,432	0,25
22.10	7	0,373	0,23
5.11	8	0,348	0,22
18.11	9	0,210	0,18
2.12	10	0,166	0,16
23.12	11	0,106	0,14
9.1.64	12	0,093	0,135
28.1	13	0,069	0,12

SOLOMOUGOU à NANBEKAHA (A₂)

Dates	Numéros	Q (m ³ /s)	Hauteur à l'échelle (m)
:14.9.63	1	18,640	2,50
:19.9	2	13,936	2,27
:27.9	3	14,420	2,30
: 8.10	4	21,056	2,58
:18.10	5	21,620	2,62
: 8.11	6	10,106	2,07
:10.12	7	3,696	1,09
: 6.1.64	8	2,014	0,81
:20.1.64	9	1,283	0,67

LOZERIGUE I à KONIE (A₂₁)

Dates	Numéros	Q (m ³ /s)	Hauteur à l'échelle (m)
:27.12.63	1	0,727	0,60
:11.1.64	2	0,573	0,55

LOFIGUE à FORO (A₂₂)

Dates	Numéros	Q (m ³ /s)	Hauteur à l'échelle (m)		
			Début	Moy.	Fin
7.9.63	1	3,48	1,36	1,36	1,35
16.9	2	1,58		1,17	
24.9	3	2,74	1,29	1,285	1,28
2.10	4	1,86		1,18	
9.10	5	1,37		1,12	
16.10	6	2,22		1,22	
4.12	7	0,710		0,85	
17.12	8	0,528		0,805	
7.1.64	9	0,390		0,74	
26.1	10	0,267		0,77	

WAMATIE à PINION (A₂₂₁)

Dates	Numéros	Q (m ³ /s)	Hauteur à l'échelle (m)		
			Début	Moy.	Fin
5.9.63	1	0,240		0,62	
17.9	2	0,169		0,47	
25.9	3	0,213		0,44	
3.10	4	0,211		0,44	
11.10	5	0,576		0,45	
21.10	6	0,386		0,37	
6.11	7	0,121		0,34	
21.11	8	0,097		0,33	
3.12	9	0,100		0,33	
24.12	10	0,070		0,34	
10.1.64	11	0,047		0,32	

PINIELO à FORO (A₂₂₂)

Dates	Numéros	Q (m ³ /s)	Hauteur à l'échelle (m)
:21.9.63:	1	: 0,430	: 0,72
:25.9	2	: 1,002	: 0,79
:14.10	3	: 1,001	: 0,81
:21.10	4	: 0,661	: 0,68
: 6.11	5	: 0,307	: 0,55
:18.11	6	: 0,202	: 0,48
: 2.12	7	: 0,160	: 0,435
:23.12	8	: 0,111	: 0,385
: 8.1.64:	9	: 0,082	: 0,385
:27.1	10	: 0,058	: 0,35

SOLOMOUGOU à KONBOLOKOURA (A₄)

Dates	Numéros	Q (m ³ /s)	Hauteur à l'échelle (m)
: 7.9.63:	1	: 4,632	: 1,48
:16.9	2	: 1,183	: 1,05
:23.9	3	: 2,446	: 1,30
: 2.10	4	: 0,842	: 0,95
: 9.10	5	: 1,726	: 1,19
:16.10	6	: 2,584	: 1,25
:21.10	7	: 1,234	: 1,03
: 6.11	8	: 0,924	: 0,94
:20.11	9	: 0,446	: 0,78
: 2.12	10	: 0,246	: 0,715
:17.12	11	: 0,209	: 0,705
: 8.1.64:	12	: 0,146	: 0,66

LOSERIGUE à DIELIKAHA (B₁)

Dates	Numéros	Q (m ³ /s)	Hauteur à l'échelle (m)		
			Début	Moy.	Fin
:17.9.63:	1	: 1,261	:	: 0,95 :	:
:24.9 :	2	: 1,529	:	: 1,05 :	:
:30.9 :	3	: 0,960	:	: 0,935 :	:
:30.9 :	4	: 2,661	: 1,43:	1,38:1,34:	:
: 7.10 :	5	: 2,078	: 1,12:	1,14:1,16:	:
: 7.10 :	6	: 2,465	: 1,23:	1,28:1,34:	:
: 7.10 :	7	: 2,644	: 1,31:	1,29:1,28:	:
: 9.10 :	8	: 12,432	: 2,20:	2,13:2,06:	:
:10.10 :	9	: 9,568	: 2,05:	2,04:2,04:	:
:10.10 :	10	: 11,952	: 2,07:	2,06:2,06:	:
:10.10 :	11	: 5,524	: 1,71:	1,68:1,66:	:
:10.10 :	12	: 4,870	: 1,58:	1,56:1,55:	:
:10.10 :	13	: 4,076	: 1,50:	1,49:1,48:	:
:17.10 :	14	: 1,544	:	: 1,02 :	:
:24.10 :	15	: 1,043	:	: 0,86 :	:
: 4.11 :	16	: 5,522	: 1,61:	1,72:1,84:	:
: 4.11 :	17	: 10,285	: 1,99:	2,01:2,03:	:
: 5.11 :	18	: 10,760	: 2,08:	2,04:2,01:	:
: 7.11 :	19	: 1,278	:	: 0,88 :	:
:10.11 :	20	: 0,679	:	: 0,76 :	:
: 3.12 :	21	: 0,553	:	: 0,73 :	:
:18.12 :	22	: 0,482	:	: 0,68 :	:
:10.1.64:	23	: 0,244	:	: 0,63 :	:

NANVOLOKAHA à NATIOKAHA (B₁₁)

Dates	Numéros	Q (m ³ /s)	Hauteur à l'échelle (m)
3.9.63	1	1,505	0,45
17.9	2	0,220	0,27
24.9	3	0,284	0,33
15.10	4	0,338	0,38
24.10	5	0,187	0,24
6.11	6	0,173	0,22
3.12	7	0,095	0,14
27.12	8	0,063	0,075
10.1.64	9	0,048	0,07

LOSERIGUE à TORGOKAHA (B₂)

Dates	Numéros	Q (m ³ /s)	Hauteur à l'échelle (m)
20.9.63	1	0,270	0,38
25.9	2	0,428	0,47
1.10	3	0,326	0,42
9.10	4	0,262	0,51
14.10	5	0,450	0,41
22.10	6	0,306	0,40
5.11	7	0,295	0,30
18.11	8	0,188	0,27
2.12	9	0,143	0,265
21.12	10	0,117	0,24
9.1.64	11	0,074	0,22
28.1	12	0,038	

A N N E X E III

COURBES de TARISSEMENT

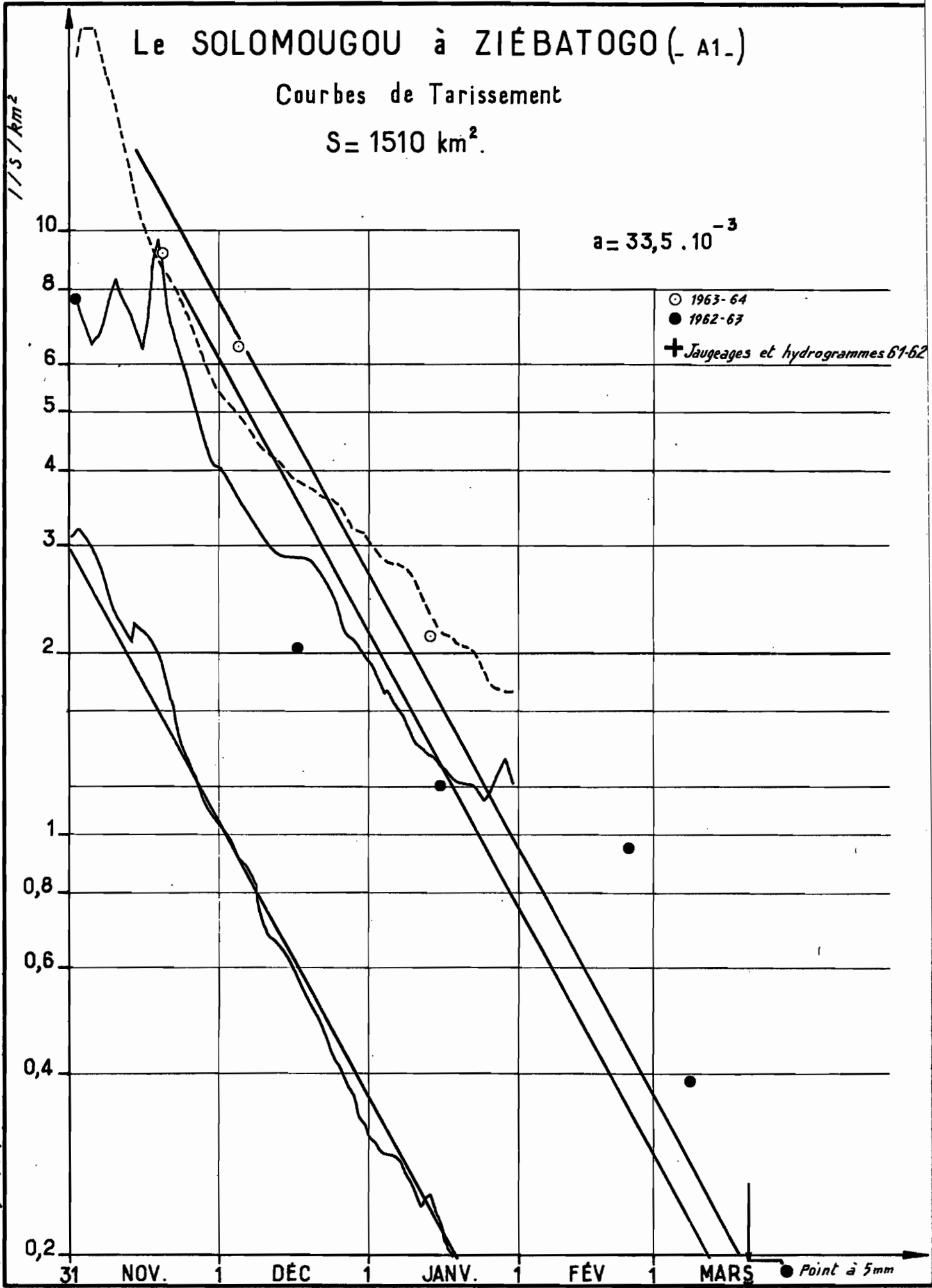
Le SOLOMOUGOU à ZIÉBATOGO (- A1-)

Courbes de Tarissement

$S = 1510 \text{ km}^2$

$a = 33,5 \cdot 10^{-3}$

- 1963-64
- 1962-67
- + Jaugeages et hydrogrammes 61-62



IVO. 151.529

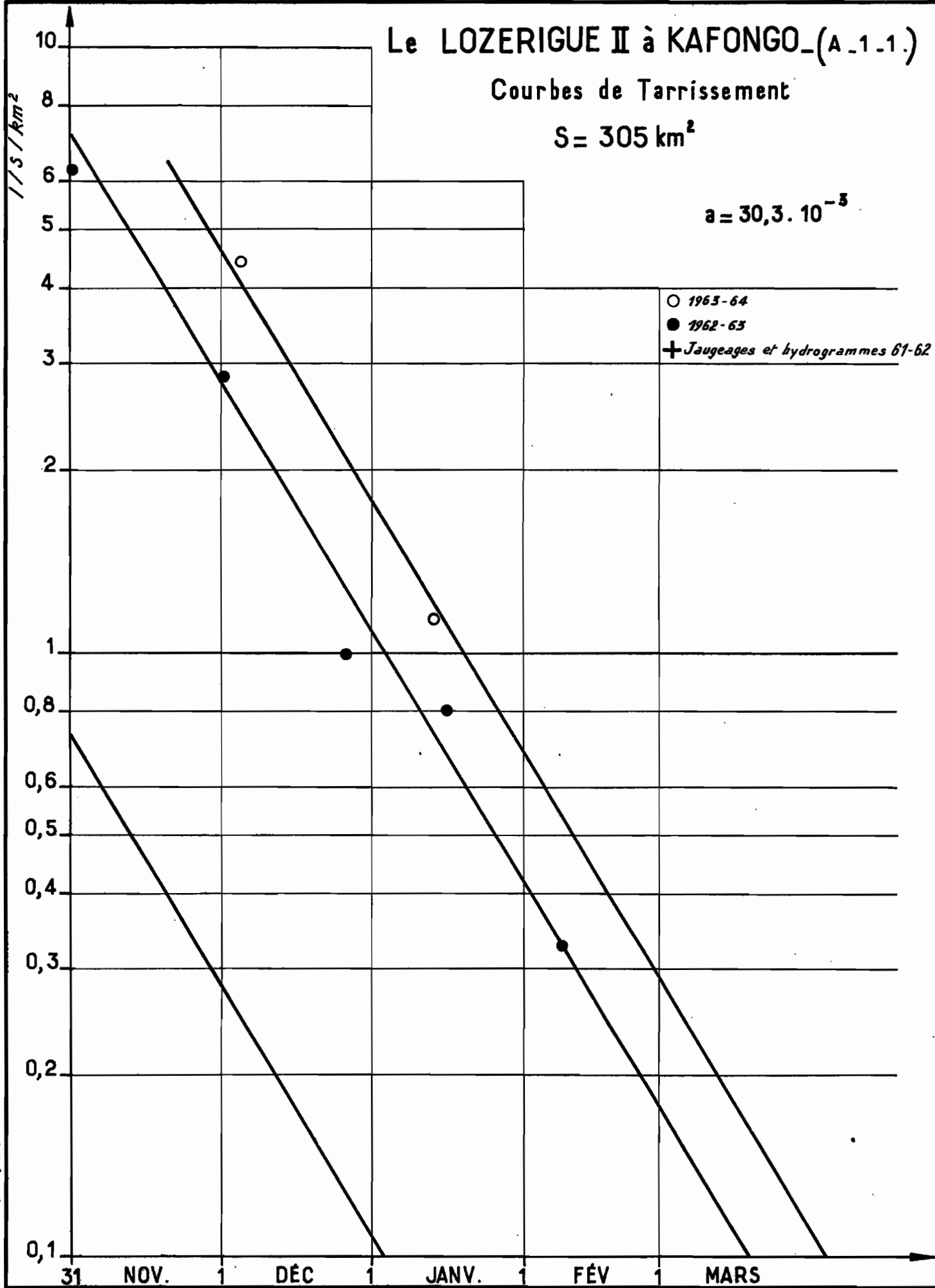
● Point à 5mm

Le LOZERIGUE II à KAFONGO_(A.1.1.)

Courbes de Tarrissement

$S = 305 \text{ km}^2$

$a = 30,3 \cdot 10^{-3}$



IVO - 151.530

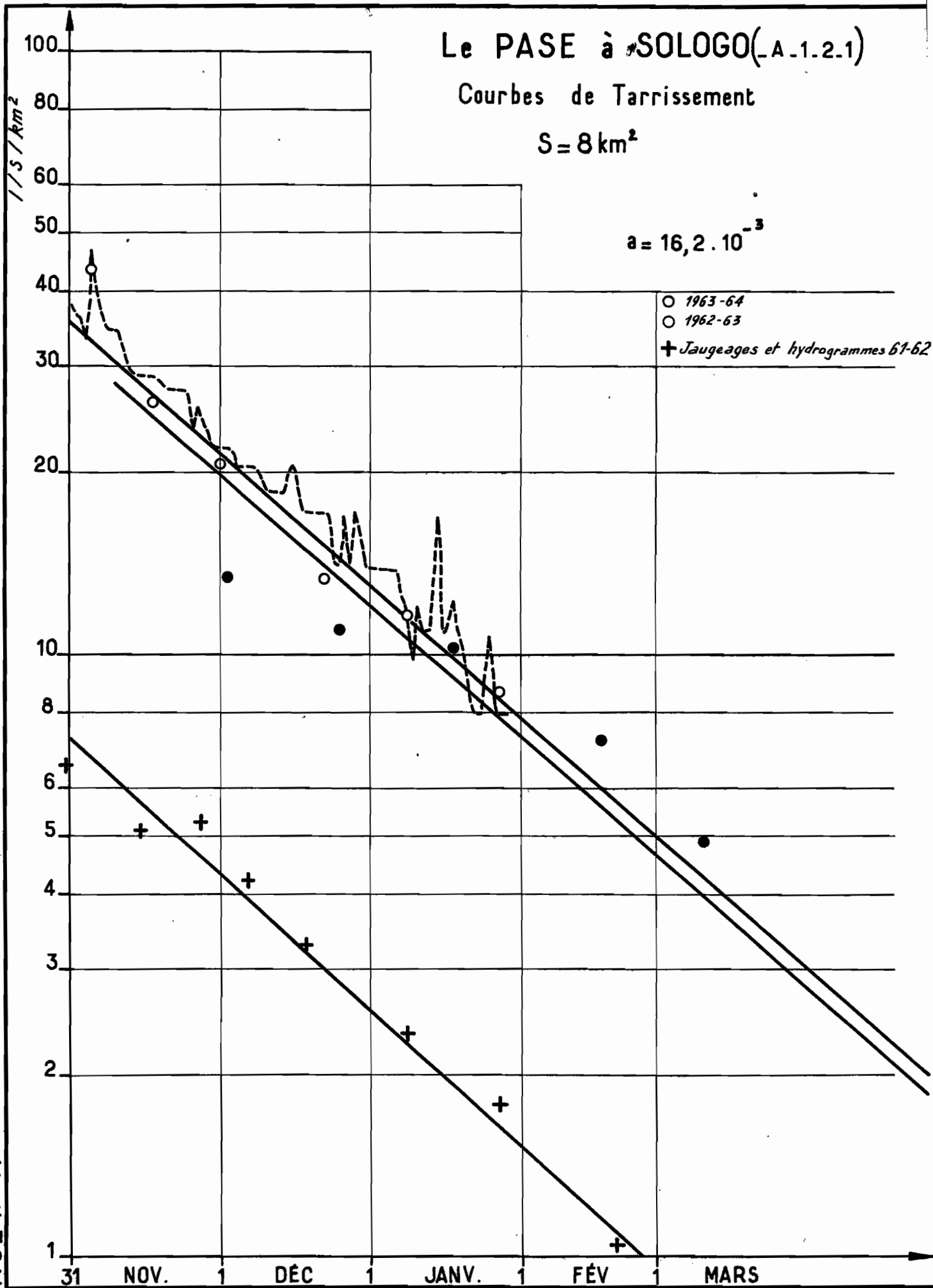
Le PASE à SOLOGO (A.1.2.1)

Courbes de Tarrissement

$S = 8 \text{ km}^2$

$a = 16,2 \cdot 10^{-3}$

- 1963-64
- 1962-63
- + Jaugeages et hydrogrammes 61-62



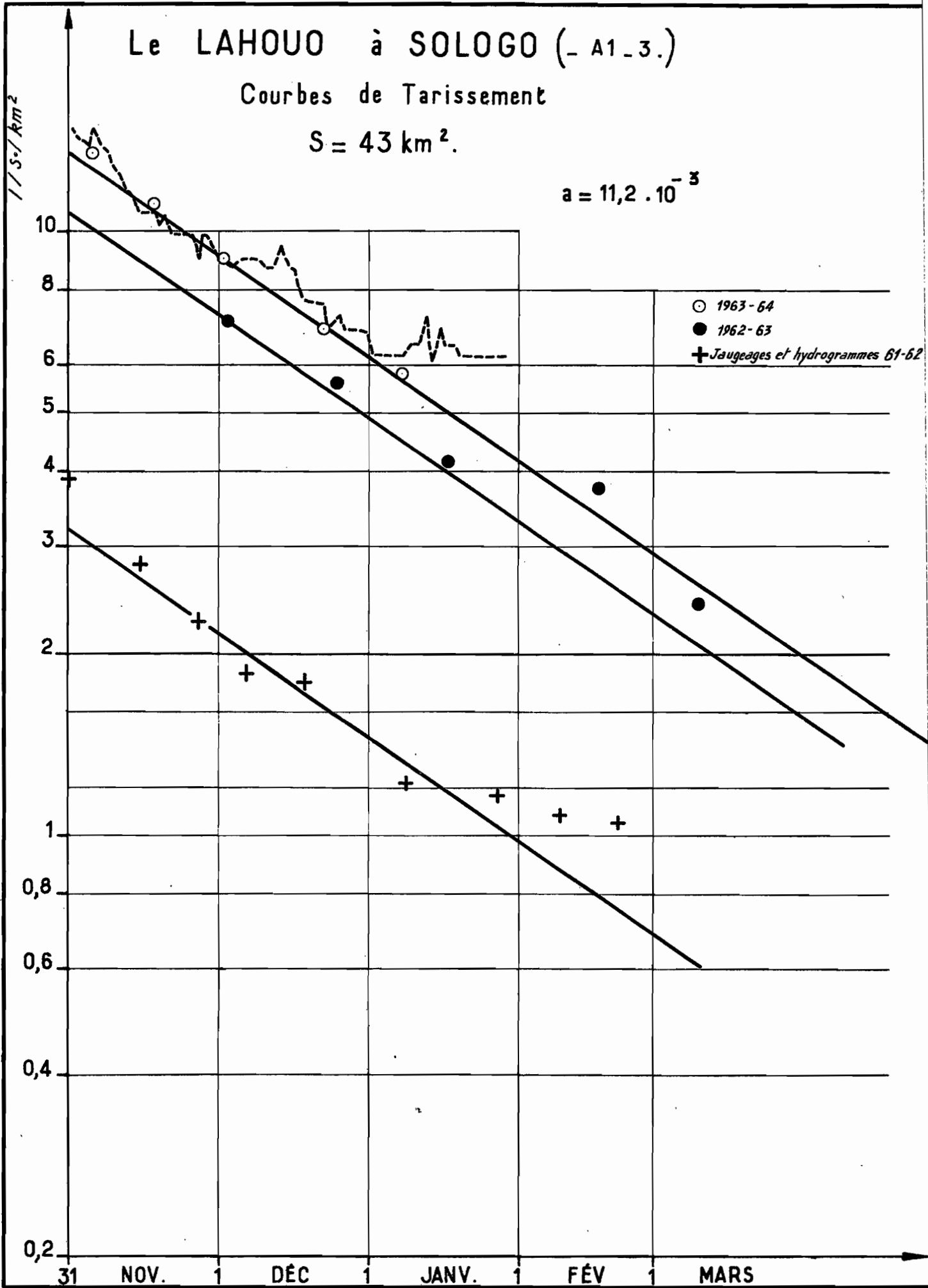
IVO - 151.531

Le LAHOUC à SOLOGO (- A1-3.)

Courbes de Tarissement

$S = 43 \text{ km}^2$.

$a = 11,2 \cdot 10^{-3}$



IVO. 151.532

La BADIA à GUIENBE (A.1.4)

Courbe de Tarrissement

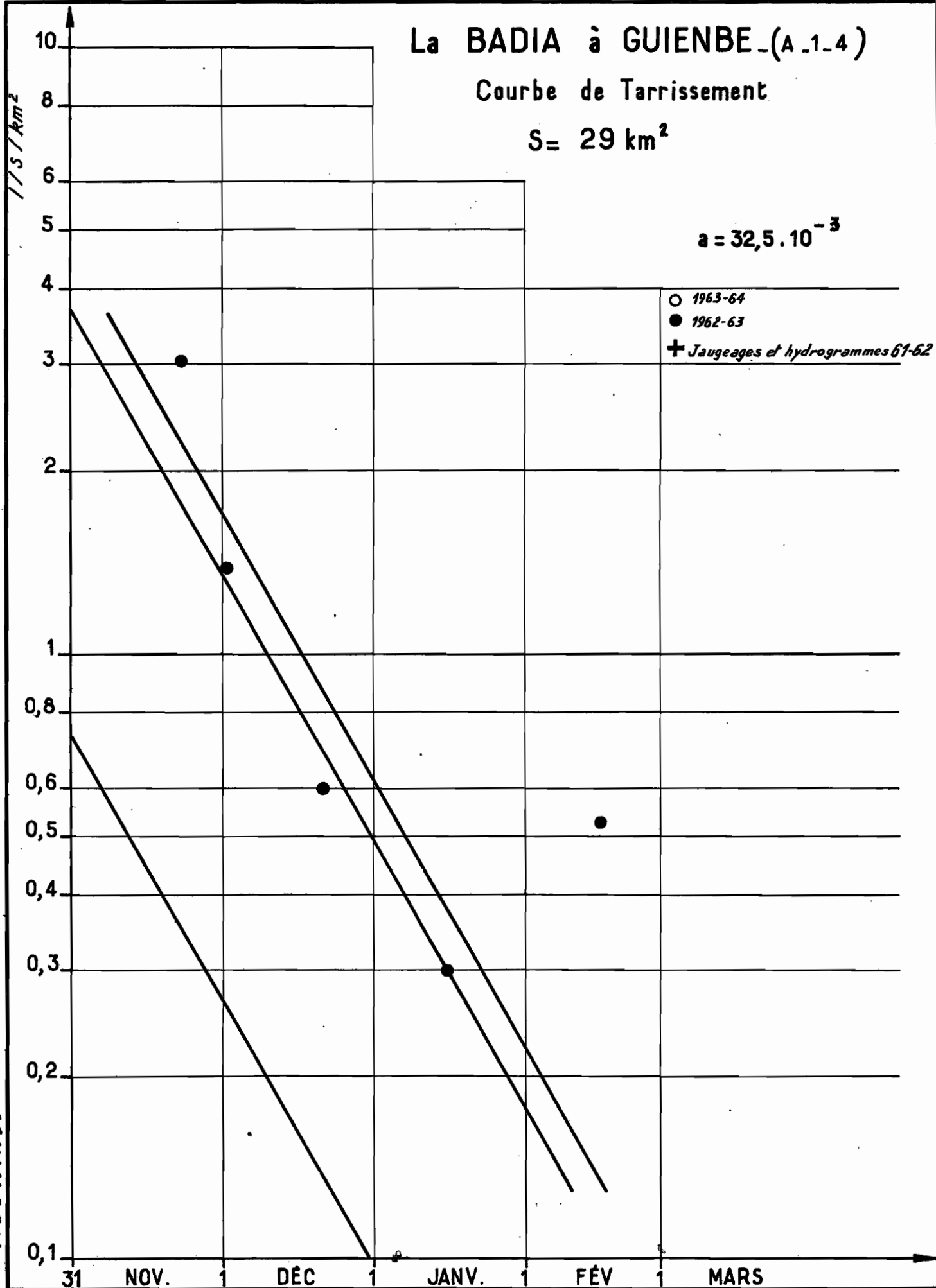
S = 29 km²

a = 32,5 · 10⁻³

○ 1963-64

● 1962-63

+ Jaugeages et hydrogrammes 61-62



IVO - 151.533

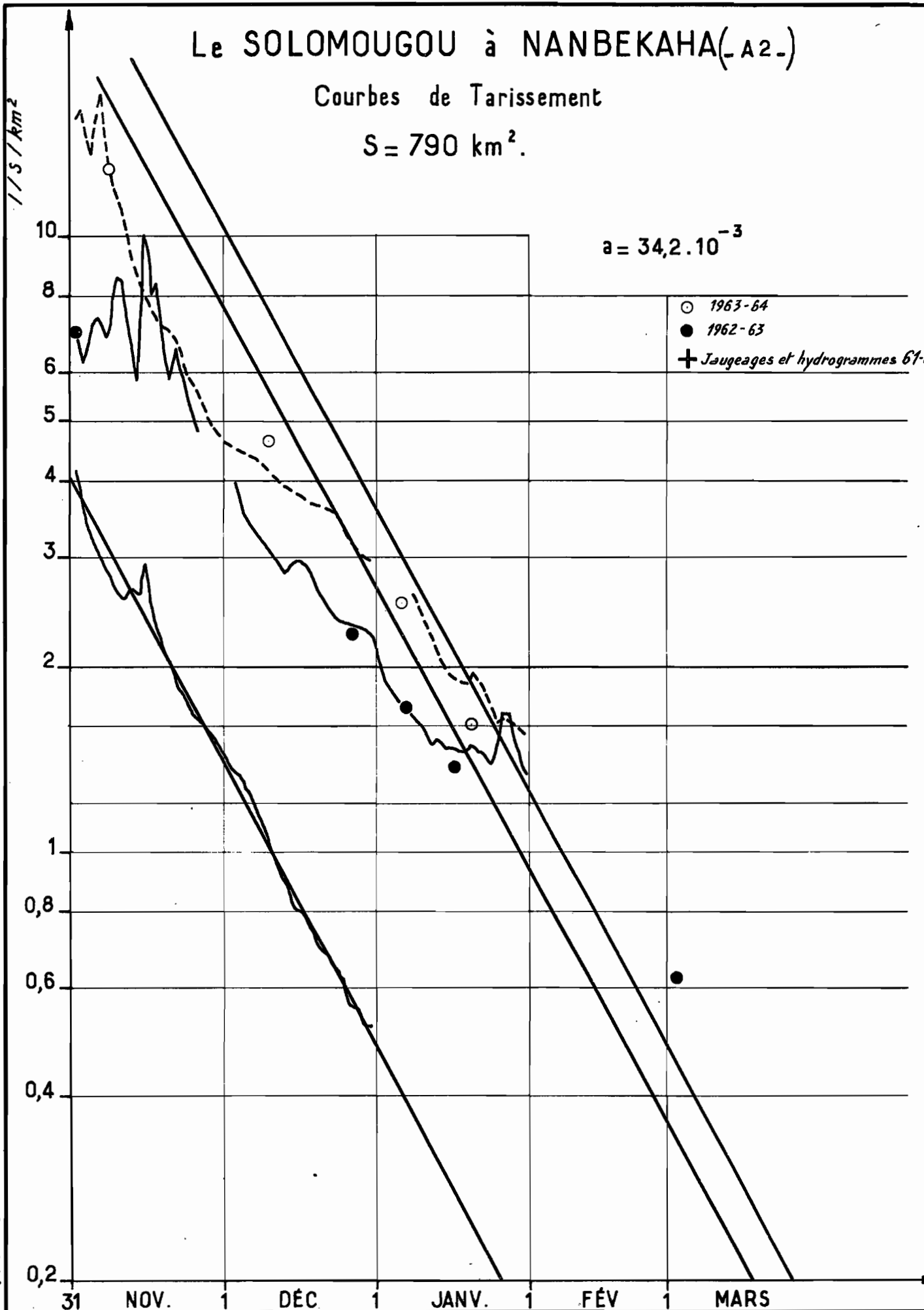
Le SOLOMOUGOU à NANBEKAHA (-A2-)

Courbes de Tarissement

$S = 790 \text{ km}^2$.

$$a = 34,2 \cdot 10^{-3}$$

- 1963-64
- 1962-63
- + Jaugeages et hydrogrammes 61-62



IVO. 151.534

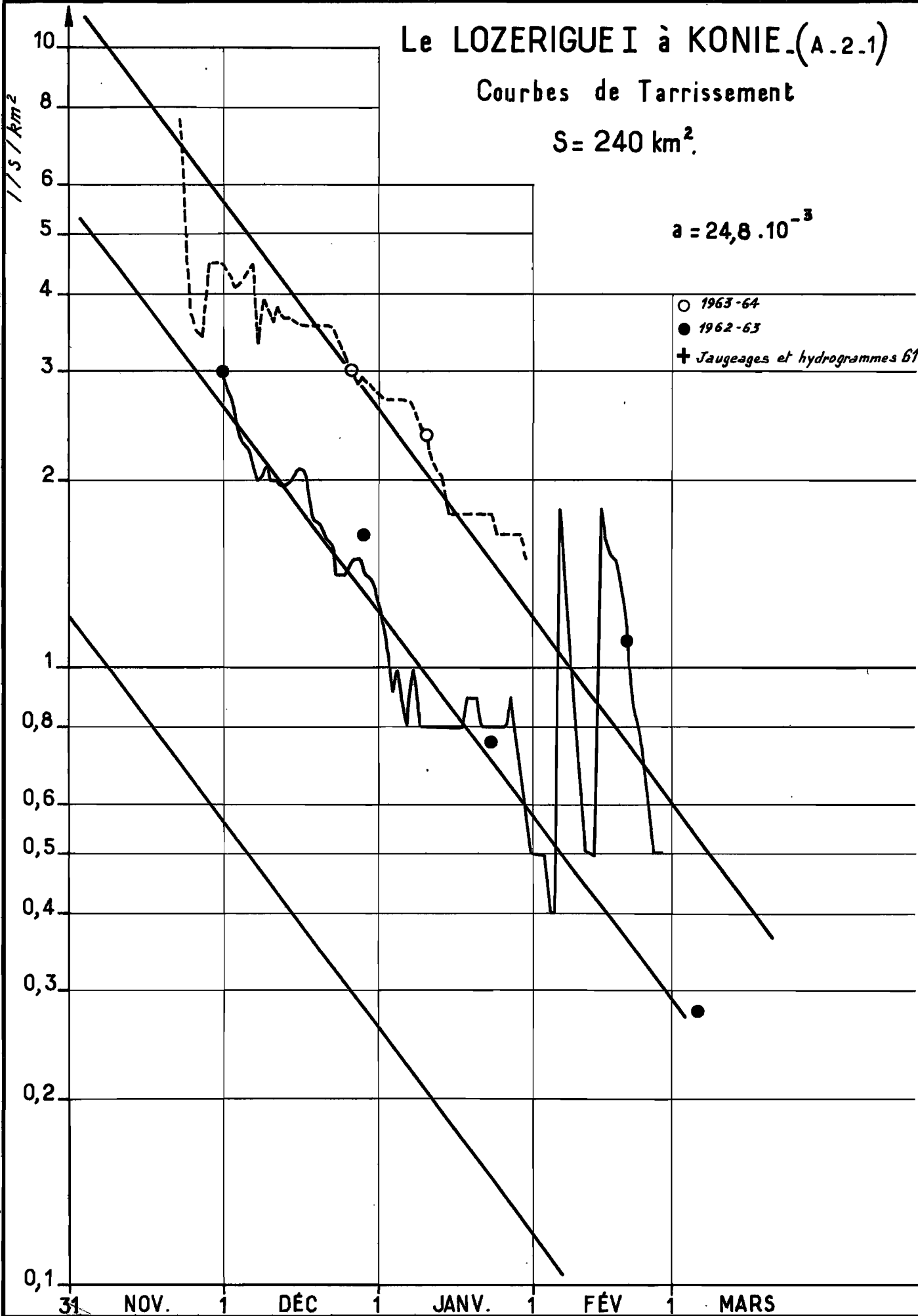
Le LOZERIGUE I à KONIE. (A.2.1)

Courbes de Tarrissement

$S = 240 \text{ km}^2$

$a = 24,8 \cdot 10^{-3}$

- 1963-64
- 1962-63
- + Jaugeages et hydrogrammes 61-62



IVO-151.535

Le LOFIGUE à FORO(-A2.2.)

Courbes de Tarissement

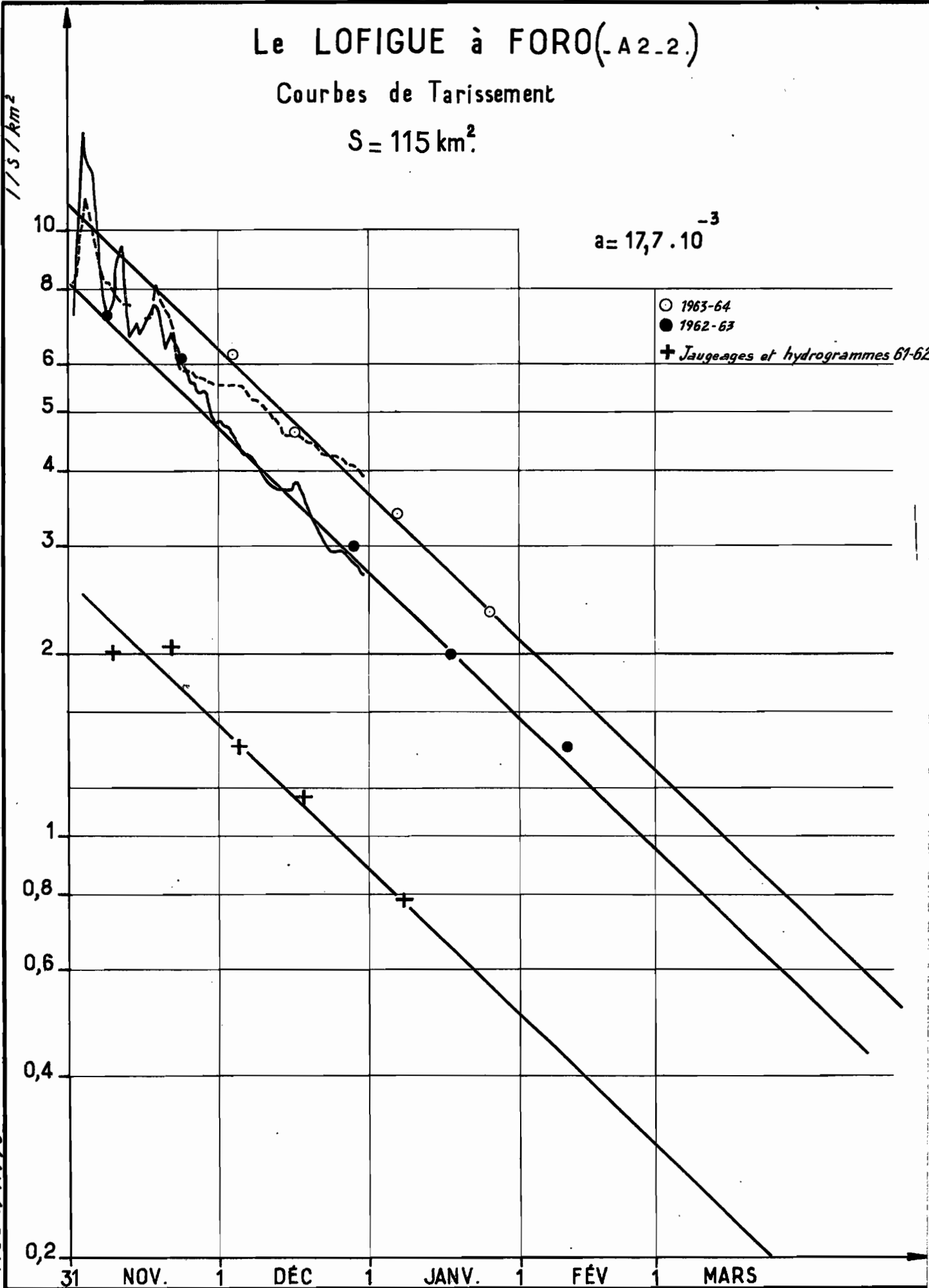
$S = 115 \text{ km}^2$

$$a = 17,7 \cdot 10^{-3}$$

○ 1963-64

● 1962-63

+ Jaugeages et hydrogrammes 61-62



IVO. 151.536

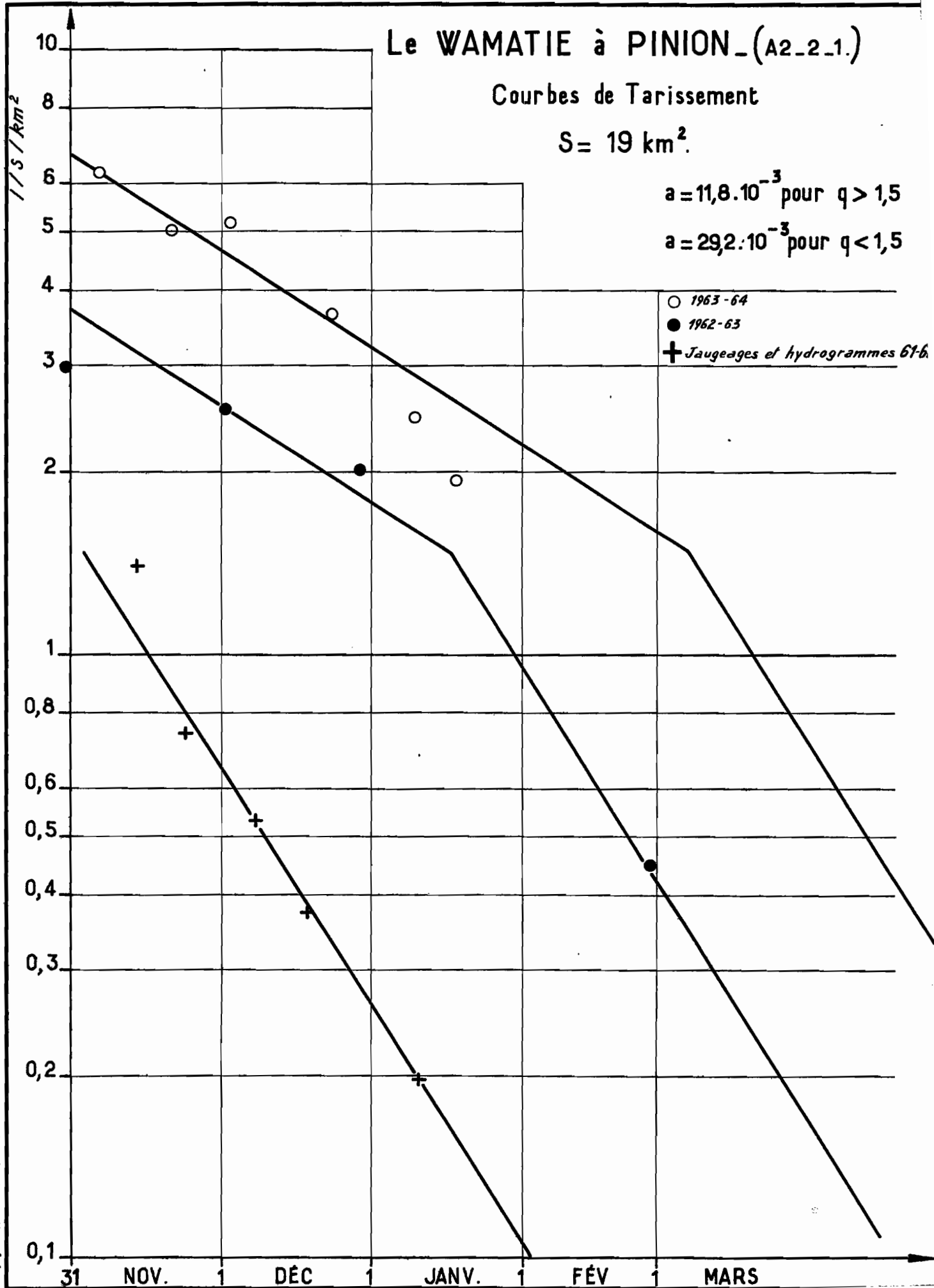
Le WAMATIE à PINION (A2-2-1.)

Courbes de Tarissement

$S = 19 \text{ km}^2$

$a = 11,8 \cdot 10^{-3}$ pour $q > 1,5$

$a = 29,2 \cdot 10^{-3}$ pour $q < 1,5$



IVO-151.537

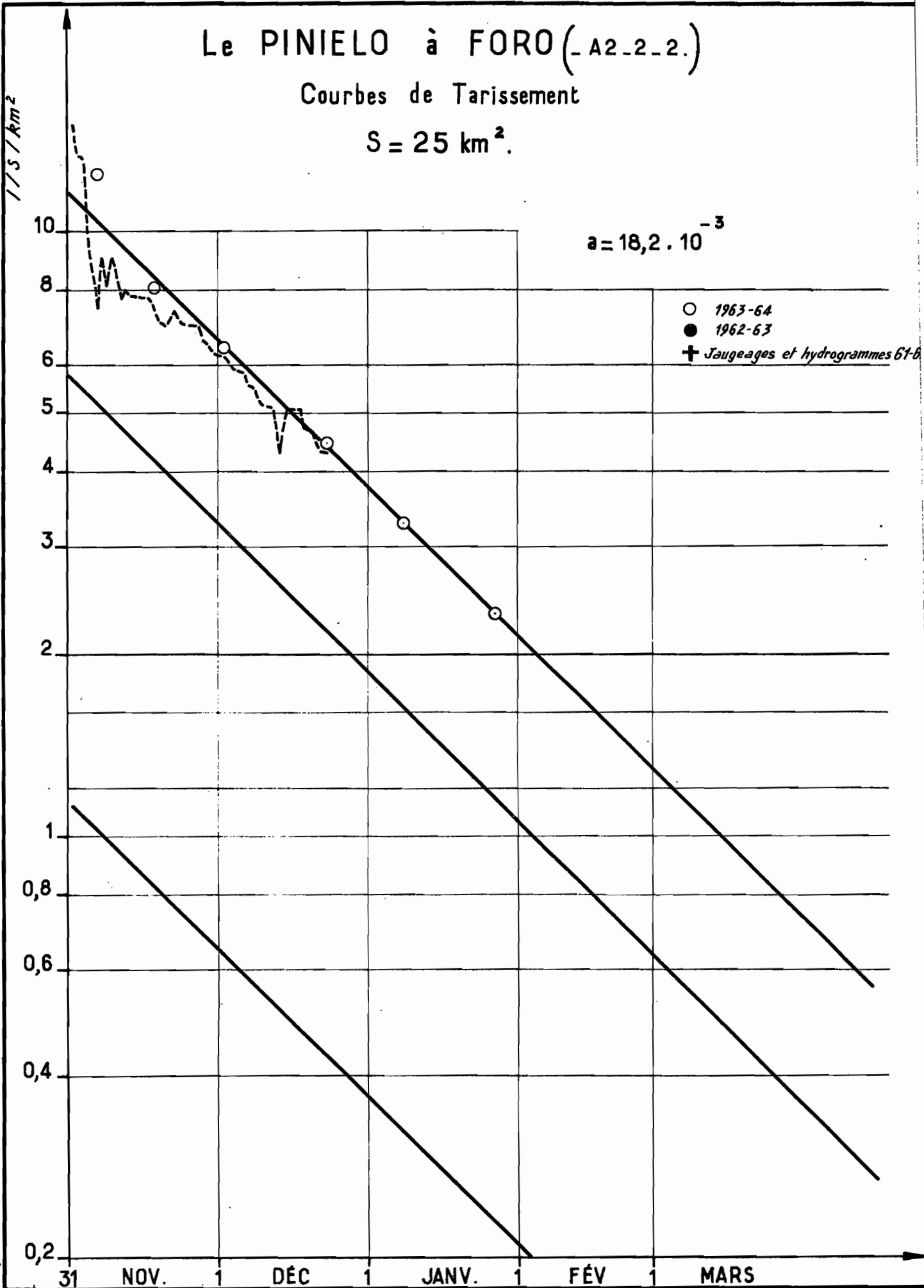
Le PINIELO à FORO (-A2-2-2.)

Courbes de Tarissement

$S = 25 \text{ km}^2$.

$$a = 18,2 \cdot 10^{-3}$$

- 1963-64
- 1962-63
- + Jaugeages et hydrogrammes 61-6



IVO. 151.538

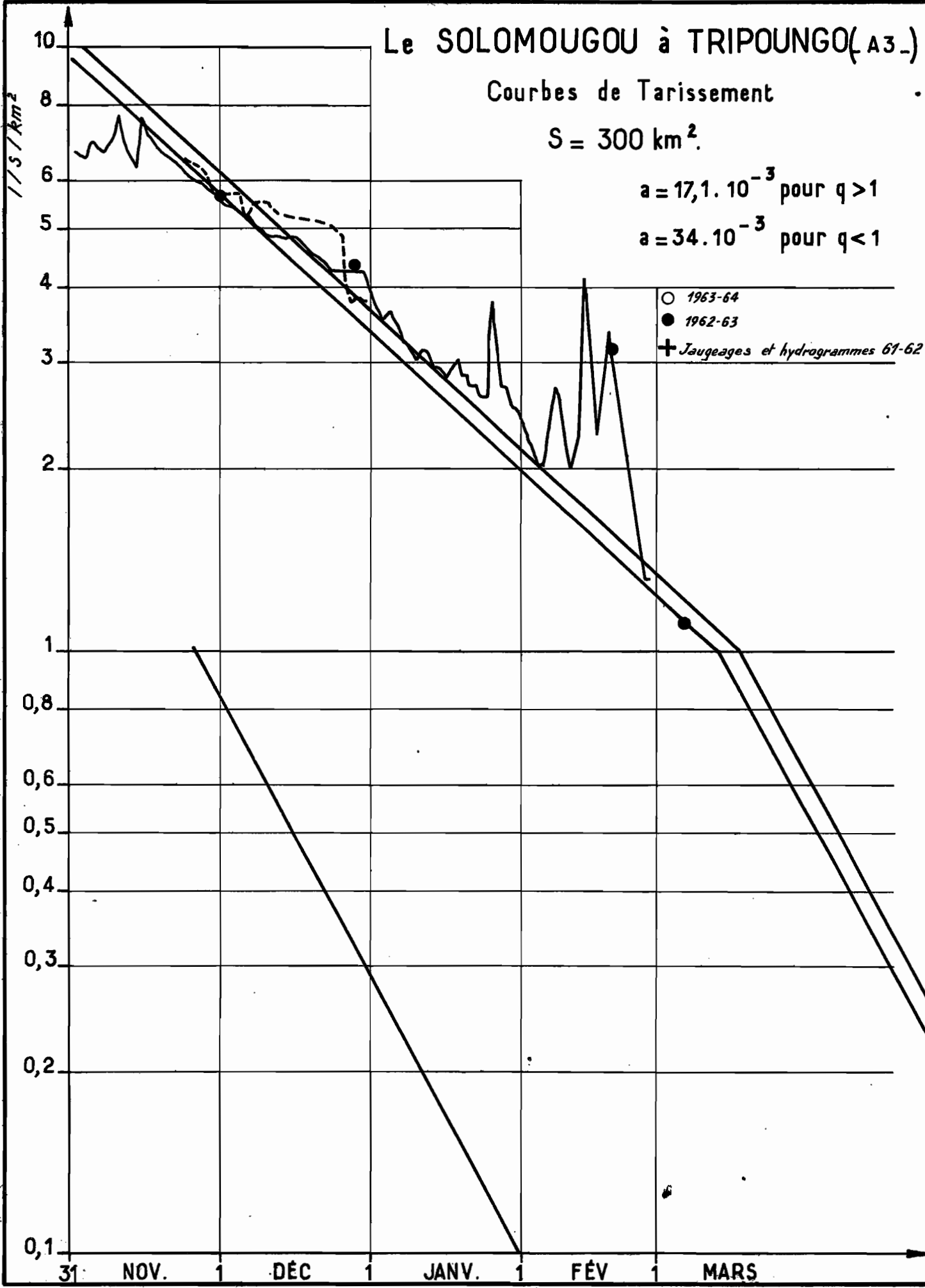
Le SOLOMOUGOU à TRIPOUNGO (A3.)

Courbes de Tarissement

S = 300 km².

$a = 17,1 \cdot 10^{-3}$ pour $q > 1$

$a = 34 \cdot 10^{-3}$ pour $q < 1$



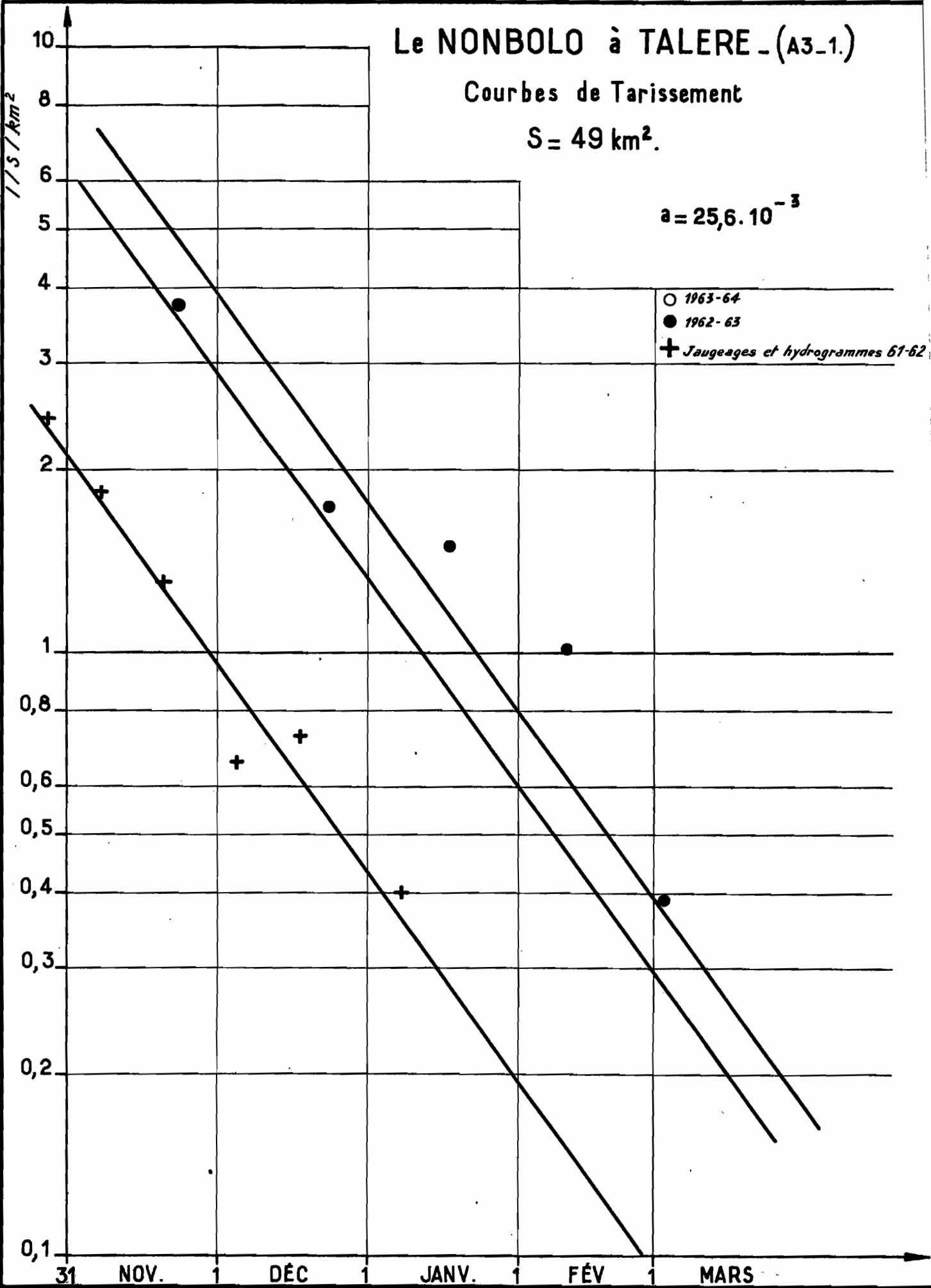
IVD-151.539

Le NONBOLO à TALERE - (A3-1.)

Courbes de Tarissement

$S = 49 \text{ km}^2$.

$a = 25,6 \cdot 10^{-3}$



110-151-340

Le SOLOMOUGOU à KONBOLOKOURA (A4.)

Courbes de Tarissement

$S = 107,5 \text{ km}^2$

$a = 20 \cdot 10^{-3}$ pour $q > 1$.

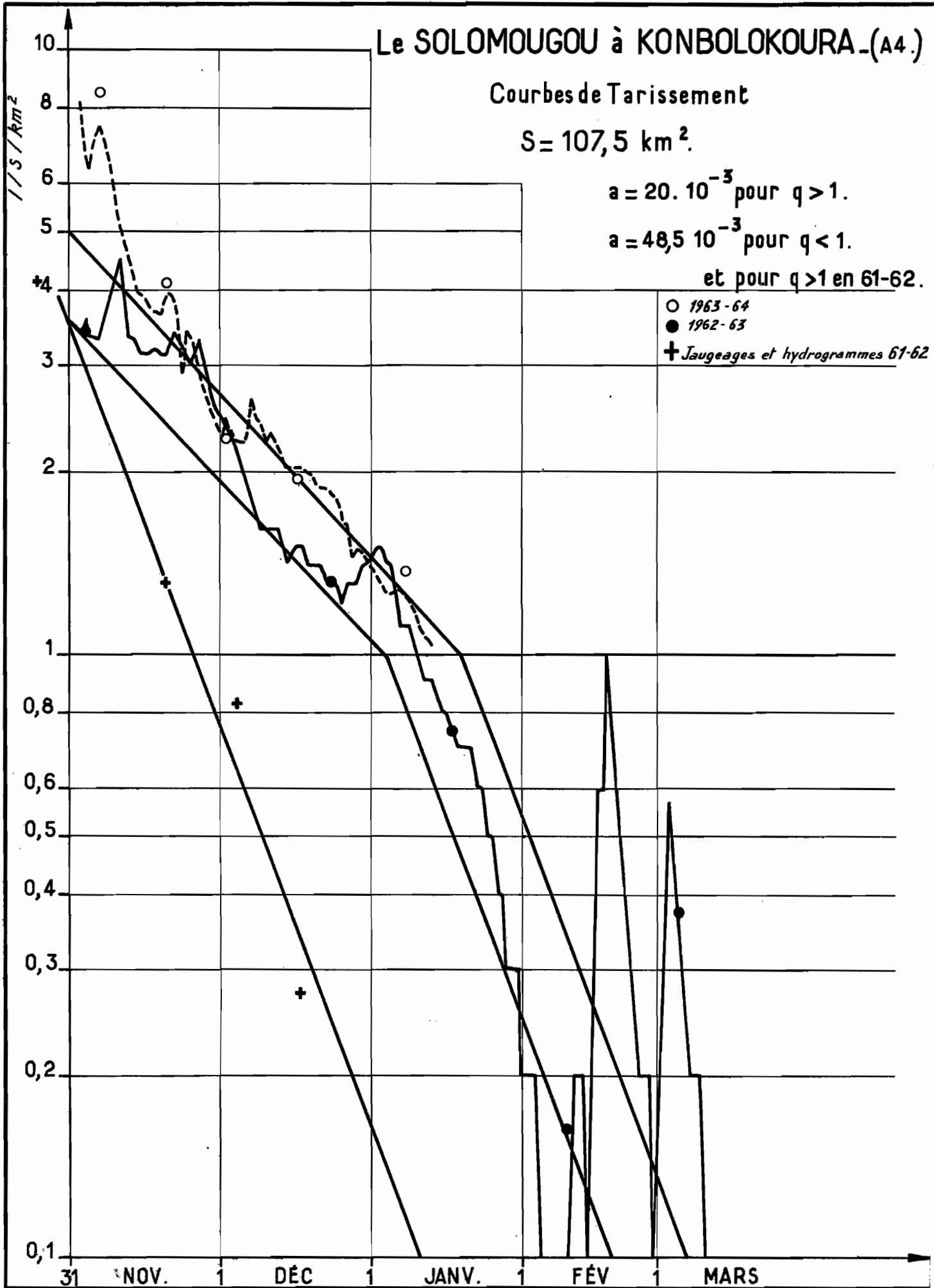
$a = 48,5 \cdot 10^{-3}$ pour $q < 1$.

et pour $q > 1$ en 61-62.

○ 1963-64

● 1962-63

+ Jaugeages et hydrogrammes 61-62



IVO. 151.541

Le LOSERIGUE à DIELIKAHA (- B1.)

Courbes de Tarissement

$S = 56,75 \text{ km}^2$

$$a = 18,5 \cdot 10^{-3}$$

/// S / km²

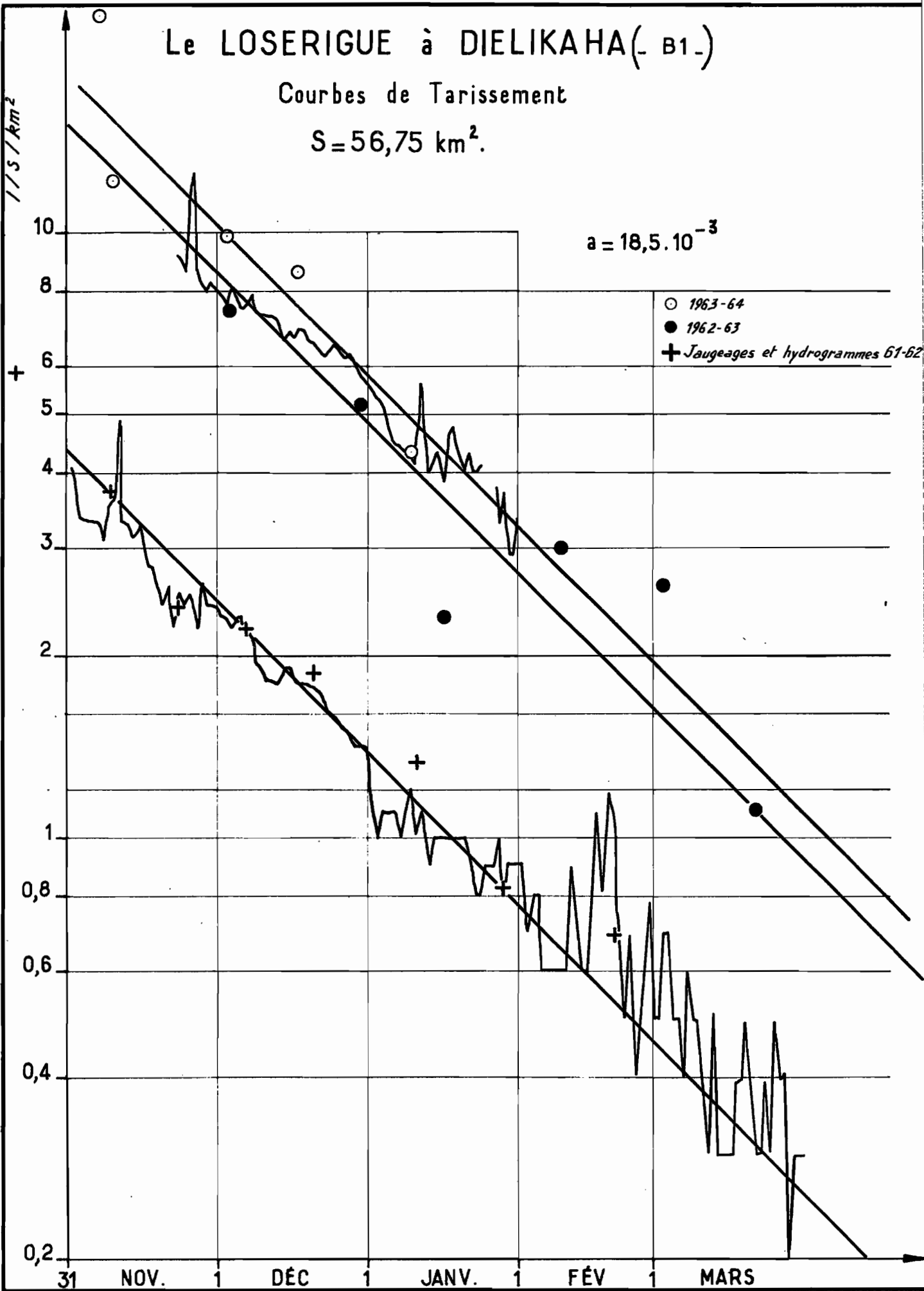
+

○ 1963-64

● 1962-63

+ Jaugeages et hydrogrammes 61-62

IVO - 151.542



Le NANVOLOKAHA à NATIOKAHA (-B1-1-)

Courbes de Tarissement

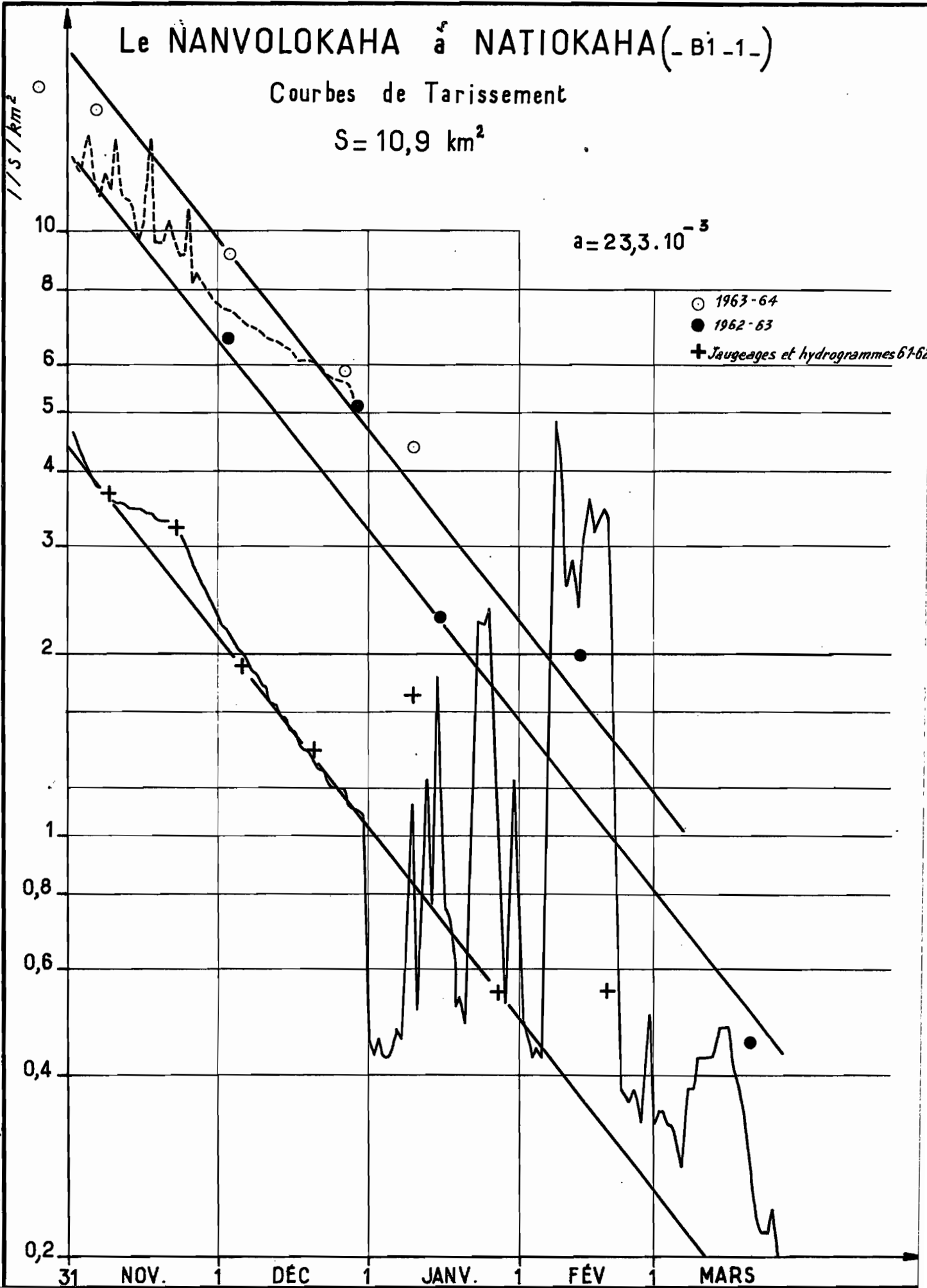
$S = 10,9 \text{ km}^2$

$a = 23,3 \cdot 10^{-3}$

○ 1963-64

● 1962-63

+ Jaugeages et hydrogrammes 61-62



IVO - 151.543

Le LOSERIGUE à TORGOKAHA (B 2 -)

Courbes de Tarissement

$S = 15 \text{ km}^2$.

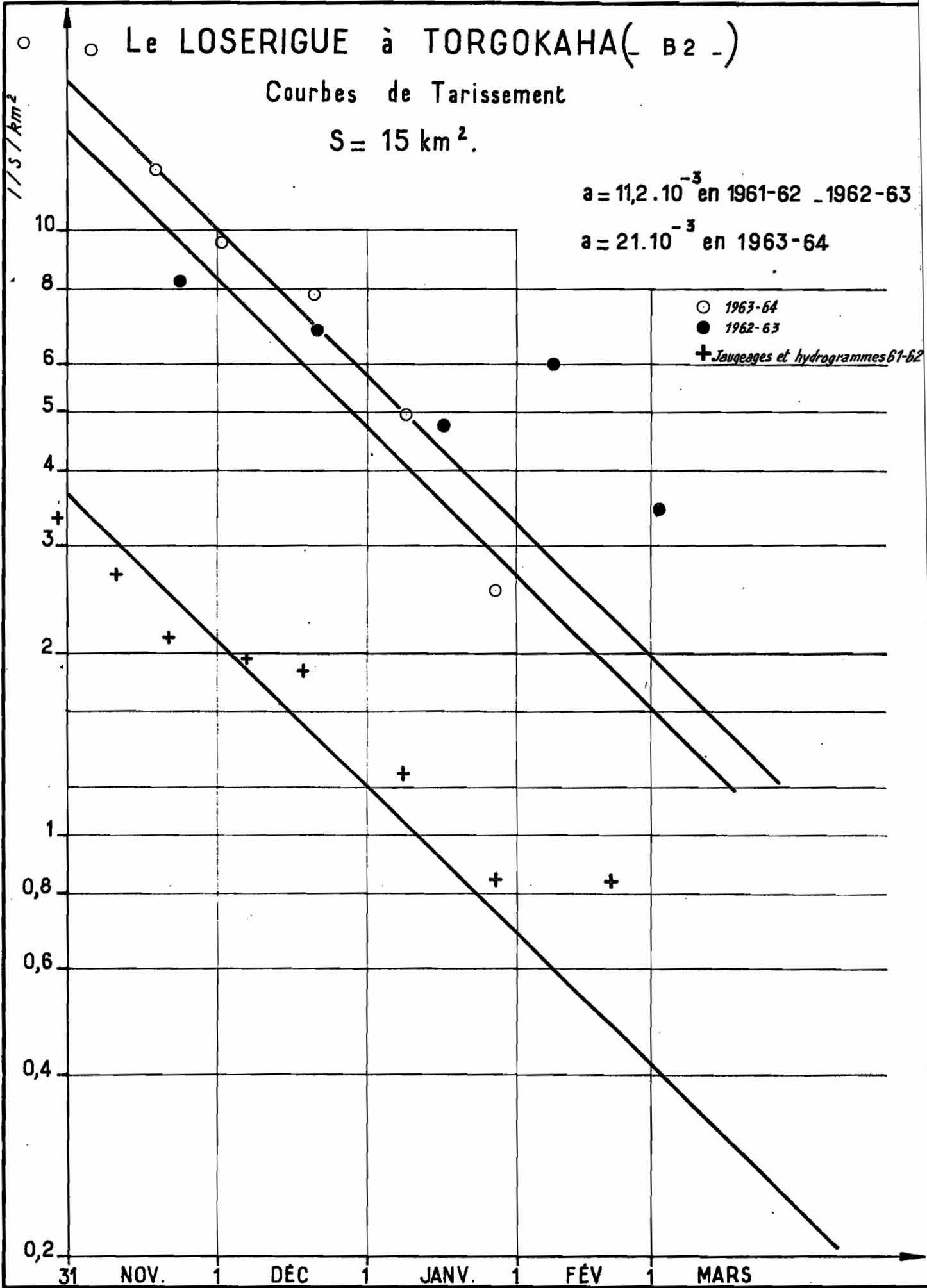
$a = 11,2 \cdot 10^{-3}$ en 1961-62 - 1962-63

$a = 21 \cdot 10^{-3}$ en 1963-64

○ 1963-64

● 1962-63

+ Jaugeages et hydrogrammes 61-62



IVO - 151.544

Office de la Recherche Scientifique
et Technique Outre-Mer

▼
Service Hydrologique

SOCIÉTÉ D'ÉQUIPEMENT
DE LA CÔTE D'IVOIRE

ÉTUDE HYDROLOGIQUE DU SOLOMOUGOU



SYNTHÈSE DES ÉTUDES
EFFECTUÉES JUSQU'EN 1963



2^e Partie

Bassins Versants Expérimentaux du LOSERIGUE

par
j. HERBAUD
Ingénieur Hydrologue de l'O.R.S.T.O.M.

AVRIL 1965

OFFICE de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE
et TECHNIQUE OUTRE-MER

SOCIETE d'EQUIPEMENT
de la COTE d'IVOIRE

Service Hydrologique

ETUDE HYDROLOGIQUE **du** SOLOMOUGOU

SYNTHESE des ETUDES EFFECTUEES
JUSQU'EN 1963

2ème Partie

Bassins versants expérimentaux du LOSERIGUE

J. HERBAUD
Ingénieur Hydrologue
de l'ORSTOM

Avril 1965

S O M M A I R E

	<u>Page</u>
CHAPITRE I - <u>EQUIPEMENT et MESURES en 1963</u>	1
1.1. - Equipement et mesures pluviométriques	1
1.2. - Equipement et mesures hydrométriques	2
CHAPITRE II - <u>ETUDE des CRUES à NATIOKAHA</u>	3
2.1. - Caractéristiques des averses principales ayant donné lieu à un ruissellement	3
2.2. - Séparation et description des écoulements de divers types à l'occasion de chaque cru	4
2.3. - Caractéristiques comparées des phénomènes "Averse-Crue"	6
2.4. - Description complémentaire des données présentées	6
2.5. - Interprétation des phénomènes "Averse- Crue"	11
a) Caractéristiques de durée	11
b) Hauteur ruisselée et ses divers facteurs conditionnels	11
2.6. - Détermination de la crue de fréquence décennale et de la crue de fréquence biennale	18
a) Lame ruisselée décennale	18
b) Forme de l'hydrogramme unitaire	19
c) Débit de pointe de la crue décennale	20
d) Détermination de la crue de fréquence biennale	22
e) Estimation d'une marge d'erreur pour les débits de pointe des crues de fréquence décennale et de fréquence biennale	24

	<u>Page</u>
CHAPITRE III - <u>ETUDE des CRUES à DIELIKAHA</u>	
3.1. - Tableaux de données	26
3.2. - Résultat brut de l'étude de la corrélation hydro-pluviométrique	33
3.3. - Conclusions diverses	34
CHAPITRE IV - <u>ETUDE de l'ÉCOULEMENT à NATIOKAHA en 1963 par ÉPISODE PLUVIEUX</u>	39
4.1. - Détermination du volume de l'écoulement hypodermique	39
4.2. - Détermination du volume de l'écoulement de base	40
4.3. - Interprétation des corrélations hydro-pluviométriques	49
CHAPITRE V - <u>BILAN HYDROLOGIQUE en 1962 et en 1963 pour le BASSIN de NATIOKAHA</u>	53
5.1. - Séparation des composants de l'écoulement en 1962	53
5.2. - Comparaison des "crues d'écoulement de base" en 1962 et 1963	60
5.3. - Comparaison des bilans hydrologiques en 1962 et en 1963	61
CHAPITRE VI - <u>BILAN HYDROLOGIQUE pour le BASSIN de DIELIKAHA</u>	68
6.1. - Définition des éléments du bilan	68
6.2. - Interprétation du bilan et comparaison avec les données du bassin de NATIOKAHA	69

Chapitre I



Équipement et Mesures en 1963

CHAPITRE I

EQUIPEMENT et MESURES en 1963-64

1.1. - EQUIPEMENT et MESURES PLUVIOMETRIQUES -

Sur le bassin de NATIOKAHA, le réseau d'appareils de mesure était le même qu'en 1962-63, c'est-à-dire comprenait 5 pluviomètres et 2 pluviographes.

Sur le bassin de DIELIKAHA, on disposait en outre du réseau situé sur le petit bassin de KORHOGO, composé de 9 pluviomètres et 2 pluviographes.

Le calcul de la pluie moyenne sur le bassin de NATIOKAHA et sur le petit bassin de KORHOGO a été effectué par la méthode de THIESSEN. La pluie moyenne P_D sur le bassin de DIELIKAHA a été obtenue en faisant une moyenne pondérée des pluies moyennes P_N et P_K des deux bassins partiels précités, car on ne disposait d'aucune donnée dans la partie centrale du bassin : les résultats fournis par la formule $P_D = 0,69 P_N + 0,31 P_K$ figurent dans l'annexe III.

Mis à part cette grave lacune, les mesures constituent un ensemble assez complet : on en jugera par le fait que peu de valeurs élevées de la pluie moyenne ont été indiquées entre parenthèses dans les tableaux de l'annexe I. Ces parenthèses signifient en effet que la hauteur tombée à certains postes pluviométriques n'a sûrement pas été observée, ou bien a été nulle ou très faible sans qu'on ait la certitude d'un défaut d'observation.

Comme il apparaît dans l'annexe I, nous avons traité séparément chaque averse, chaque fois que c'était possible à partir des relevés bijournaliers des pluviomètres et des enregistrements des pluviographes, mais, dans certains cas, la correspondance entre ces deux catégories de données n'est pas absolument sûre et il en résulte une certaine imprécision dans le calcul de la pluie moyenne par averse.

1.2. - EQUIPEMENT et MESURES HYDROMETRIQUES -

Chacune des stations de NATIOKAHA et de DIELIKAHA était équipée d'un limnigraphe à rotation hebdomadaire et à rapport de réduction 1/10. L'enregistrement des crues a été satisfaisant.

On se reportera au chapitre 2 de la lère partie pour prendre connaissance des données relatives au problème de l'étalonnage des deux stations.

Nous rappelons ici que la solution de ce problème en ce qui concerne NATIOKAHA a été fournie par une étude critique des résultats de jaugeages de la campagne 1963-64, appuyée par une mise en parallèle des données limnigraphiques de cette campagne et de la campagne 1962-63. En admettant a priori que l'étalonnage choisi pour interpréter les données de 1962-63 était valable, nous avons montré, en éliminant d'autres hypothèses, qu'il avait de grandes chances d'être valable également en 1963-64, malgré le résultat aberrant de l'unique jaugeage de moyennes eaux effectué au cours de cette campagne. Les tests utilisés reposent d'abord sur la corrélation entre les précipitations et le volume d'eau représentant l'écoulement de base augmenté de l'écoulement hypodermique, volume calculé sommairement ; ils reposent ensuite sur les corrélations très lâches mais réelles, entre les débits de pointe des crues et diverses caractéristiques des averses correspondantes enregistrées au pluviographe proche de la station ; enfin, sur l'étude comparative de la forme des hydrogrammes en décrue. Notre conclusion a été corroborée par l'analyse complète des données des deux campagnes : c'est en particulier la même loi expérimentale en 1962-63 et en 1963-64 qui paraît lier la lame d'eau ruisselée au cours d'une crue à la hauteur de l'averse correspondante et aux conditions de saturation. Il est donc probable qu'aucune erreur systématique importante n'ait été introduite en admettant la validité d'un même étalonnage au cours des deux campagnes successives mais, comme nous le verrons, il est possible qu'une même erreur d'extrapolation vienne fausser l'interprétation des fortes crues aussi bien en 1962-63 qu'en 1963-64.

Chapitre II



Étude des Crues à NATIOKAHA

CHAPITRE II

ETUDE des CRUES à NATIOKAHA

Nous avons déterminé les caractéristiques de la presque totalité des crues de 1963-64, à l'exception de celles qui n'ont présenté qu'un écoulement hypodermique ou un très faible ruissellement. Parmi les crues de 1962, nous en connaissons peu dont le débit maximal se situe dans la gamme où l'étalonnage est assez précis. C'est pourquoi nous avons porté notre effort sur cette catégorie de crues en 1963.

2.1. - CARACTERISTIQUES des AVERSES PRINCIPALES AYANT DONNE LIEU à un RUISSELLEMENT -

Dans le tableau I figurent les données suivantes :

- P max : pluie maximale observée ponctuellement
P moy : pluie moyenne sur le bassin
K : coefficient d'abattement, rapport de P moy à P max
I₁ max et I₂ max : intensité maximale de pluie observée à chacun des pluviographes PE1 et PE2.
I_{c1} et I_{c2} : intensité caractéristique c'est-à-dire dépassée pendant le ou les intervalles de temps totalisant 1/10 du temps T₆ (I_{c1} et I_{c2} sont comparables à l'intensité caractéristique déterminée pour les crues de 1962).
T₃₀ : temps pendant lequel l'intensité de la pluie a dépassé 30 mm/h (Nous donnons en réalité les deux temps ainsi définis et calculés pour chacun des deux pluviographes). T₃₀ est comparable au "temps utile" Tu déterminé pour les crues de 1962.
T₁₂ : temps pendant lequel l'intensité a dépassé 12 mm/h.
T₆ : - idem - 6 mm/h
I_h : indice d'humidité calculé en fonction des pluies antérieures, par la méthode qui avait été appliquée aux crues de 1962 (l'exposé de cette méthode figure dans le rapport de la campagne 1962 à la page 44).

TABLEAU I

Bassin de NATIOKAHA (10,9 km²)

Caractéristiques des averses principales
ayant donné lieu à un ruissellement

Date	P max mm	P moy mm	K	I max 1 mm/h	I max 2 mm/h	I G1 mm/h	I G2 mm/h	(T 30)1 mn.	(T 30)2 mn	(T 12)1 mn	(T 12)2 mn	(T 6)1 mn	(T 6)2 mn	I h mm	T s h
6/4	52,5	44,1	0,84			(50 a 60)	(50 a 60)							2,6	300
10/5	52,0	34,8	0,67	66	(228)	34	146	11	22	35	45	100	60	15,4	85
11/5	15,0	8,2	0,55		42		40		10		25		35	42,0	24
16/5	34,0	26,2	0,77	138	42	100	33	22	8	35	40	45	40	21,0	124
10/6	21,7	18,0	0,83	90	90	76	80	12	15	25	30	30	30	18,5	24
30/6-1/7	94,0	72,1	0,77	30	96	42	24	36	80	85	105	220	280	12,0	45
5/7	32,0	29,9	0,93	84	102	79	58	19	15	30	45	50	65	40,5	105
8/7	46,2	28,5	0,62	26	54	24	33	0	13	25	35	40	45	40,5	70
15/7	30,5	25,0	0,82	66	68	63	43	23	12	45	45	45	45	19,0	156
12/8	27,8	20,6	0,74	79	42	66	32	22	5	35	30	45	40	18,5	10
5/8	143,0	125,9	0,88	108	108	73	81	115	124	140	160	185	185	35,8	
20/8	42,0	33,1	0,79		54		53		25		55		65	24,3	107
24-25/8	77,0	61,0	0,79	114	90	98	78	43	45	70	50	75	50	34,8	
29-29/8	86,0	63,3	0,96	96	144	70	54	45	34	80	70	150	160	56,3	
30/8I	21,0	18,2	0,87	34	24	53	41	16	8	30	40	45	55	100	28
II	18,5	6,6	0,36	60	66	8		0	0	0	0	5	(0)	113	1

TABLEAU I
(suite)

Date	P _{max}	P _{moy}	K	I _{max} ₁	I _{max} ₂	I _{G1}	I _{G2}	(T ₃₀) ₁	(T ₃₀) ₂	(T ₁₂) ₁	(T ₁₂) ₂	(T ₆) ₁	(T ₆) ₂	I _h	T _s
3/9	(20)	(16)	(0,80)	40	30	30	27	4	0	25	55	40	55	82,3	25
4/9		(22,0)		67	88	58	49	15	20	25	35	45	65	80,3	30
6/9	<u>11,0</u>	8,9	0,81	82	<u>84</u>	54	78	8	9	15	10	20	10	73,3	22
11/9	24,5	15,3	0,82	59		55		15		35		50		39,0	124
18/9	18,5	13,4	0,72	90	88	85	60	15	11	15	15	15	20	14,4	158
22/9	<u>54,0</u>	44,0	0,82	84	<u>102</u>	55	74	28	28	60	75	145	120	137	92
30/9	30,0	16,7	0,56	48	<u>96</u>	41	53	22	14	40	45	50	60	16,4	40
6/10		17,8		41	<u>42</u>	29	23	6	6	15	50	50	75	19,9	32
7/10		12,8		35	<u>48</u>	32	40	5	7	30	25	30	30	31,5	12,5
6-7/10/10	<u>39,5</u>	30,8	0,77												
9-10/10	<u>62,0</u>	51,2	0,50		90		55		42		85		145	30,0	81
30/10	<u>37,0</u>	28,3	0,76	36	36	25	24	10	0	40	70	130	185	20,4	28
4/11	58,0	38,0	0,68	84	48	76	42	28	28	50	60	70	110	25,3	65

T_k : durée de la "sécheresse" ayant précédé l'averse, c'est-à-dire intervalle de temps écoulé depuis la dernière pluie supérieure ou égale à 5 mm.

2.2. - SEPARATION et DESCRIPTION des ECOULEMENTS de DIVERS TYPES à l'OCCASION de CHAQUE CRUE -

Nous avons jugé insuffisant le nombre de crues purement hypodermiques que nous connaissons, pour déterminer une forme moyenne d'hydrogramme de ce type pouvant être pris comme modèle dans la séparation des écoulements.

La représentation graphique en ordonnées logarithmiques de la décroissance des débits à la suite de chaque crue nous a montré que la séparation du volume de ruissellement et du volume d'écoulement hypodermique n'était souvent réalisable qu'avec une certaine ambiguïté. Nous avons pris pour maximum du débit hypodermique pur le débit pour lequel on observe le maximum de courbure sur le graphique logarithmique de décrue. Ce n'est peut-être pas la méthode la plus exacte, mais elle conduit à séparer les écoulements à peu près comme cela avait été fait en 1962, et on obtient ainsi un ensemble plus homogène avec les données élaborées des deux campagnes.

Le volume de ruissellement est déterminé comme toujours avec une certaine imprécision, qui est peut être assez forte dans le cas des crues à forte proportion d'écoulement hypodermique comme les crues du début de la saison des pluies en 1963 et les crues I et II du 30/8/63, et dans le cas des crues de fin de saison des pluies qui se superposent à un écoulement de base fluctuant.

Dans ce dernier cas, l'imprécision est surtout grande en ce qui concerne la base des hydrogrammes hypodermiques, en particulier pour la crue du 18/9/63. Il semble en effet qu'à partir de la mi-septembre environ, le débit de base passe journalièrement par un maximum entre 6 h et 10 h et un minimum entre 16 h et 18 h, phénomène peut-être lié aux variations de l'humidité des couches superficielles du sol sous l'action du pouvoir évaporant de l'air, ceci provoquant en particulier une déformation de la nappe au voisinage de son affleurement dans le lit du marigot.

Nous avons dressé un premier tableau descriptif des crues de 1963 (tableau II), en indiquant des caractéristiques

de forme de l'hydrogramme de ruissellement et de l'hydrogramme hypodermique.

On trouvera dans le tableau II :

- Q_0 : Débit de base au début de la crue
- V_R : Volume de ruissellement
- $Q_{R \max}$: Débit maximal de pointe
- $Q_R \max$: Débit de ruissellement maximal de pointe

- $\frac{Q_R \max}{H_R}$: Rapport caractéristique de forme de l'hydrogramme de ruissellement, H_R étant la lame ruisselée exprimée en mm, rapport de V_R à la surface du bassin.

- V_H : Volume de l'écoulement hypodermique.
- $100 K_H$: (K_H étant le rapport de V_H à V_R).
- t_m : temps de montée de la crue
- T_b : Temps de base du ruissellement

- Q_1 : Débit à la fin du ruissellement
- Q_2 : Débit à la fin de l'écoulement hypodermique
- a_h : Caractéristique de la décroissance des débits entre les valeurs Q_1 et Q_2 .
- a_b : Caractéristique de la décroissance des débits au-delà de la valeur Q_2 quand aucune perturbation n'est intervenue.

Les caractéristiques a_h et a_b ont été évaluées comme on le fait pour un coefficient de tarissement, en ajustant les parties d'hydrogramme considérées, en ordonnées logarithmiques à des droites d'équations

$$Q = Q_1 e^{-a_h (t - t_1)}$$
$$Q = Q_2 e^{-a_b (t - t_2)}$$

Nous voyons que la décroissance du débit hypodermique est toujours nettement plus rapide que celle du débit des nappes souterraines qui est elle-même généralement bien plus rapide que vers la fin de la saison des pluies, au moment où cette décroissance n'est plus retardée par des réalimentations fréquentes (nous avons trouvé alors pour coefficient de tarissement la valeur exprimée en inverse de jours $a = 0,023$).

TABLEAU II

Bassin de NATIOKAHA (109 km²)

Caractéristiques de forme des hydrogrammes de crue en 1963

Date	Q ₀	V _R	H _R	Q _{max}	Q _{R max}	Q _{R max}	V _H	100K _H	t _m	T _b	Q ₁	a _h = $\frac{1}{t_h}$	Q ₂	a _b = $\frac{1}{t_b}$	
	m ³ /s	10 ³ m ³	mm	m ³ /s	m ³ /s	$\frac{Q_R}{H_R}$	10 ³ m ³	%	h _m mn	h _m mn	m ³ /s	t _h jours	m ³ /s	t _b jours	
6/4	0,015	8,70	0,80	0,90	0,85	1,06	3,5	40	2.55	9	0,110	1,05	0,040	0,22	
10/5	0,030	12,4	1,15	0,97	0,91	0,83	10,3	83	1.30	10	0,180	0,77	0,075	—	
11/5	0,075	8,36	0,80	0,83	0,74	1,23	4,8	75	2.10	8	0,140	0,31	0,065	—	
14/5	0,030	12,3	1,15	1,30	1,24	1,13	4,3	35	3	11.30	0,110	0,45	0,060	0,05	
10/6	0,055	9,2	0,85	0,58	0,52	0,65	3,0	33	2	12	0,120	0,66	0,060	0,08	
30/6-1/7	0,050	86,0	8,05	5,50	5,35	0,89	22,0	33	3.25	13.30	0,360	0,21	0,185	—	
5/7	0,130	13,4	1,25	1,10	0,94	0,78	6,5	49	3.10	10.30	0,210	0,28	0,180	0,09	
8/7	0,120	28,6	2,60	3,30	3,14	1,21	5,6	20	3.20	10.30	0,255	0,21	0,155	0,02	
15/7	0,090	9,6	0,90	1,00	0,87	0,97	4,3	45	3.30	10	0,190	0,22	0,140	0,07	
12/8	0,130	10,6	0,95	1,35	1,20	1,20	3,9	37	2.20	9	0,195	0,57	0,125	0,07	
5/8	0,100	(319)	(22,2)	(51,5)	(51,0)	(1,75)	71,3	(22)	1.55	8.30	1,70	0,90	0,85	0,22	
20/8	0,145	28,2	2,60	2,70	2,50	0,96	4,5	23	3	9	0,330	0,24	0,230	—	
24-25/8	0,190	(222)	(1,2)	(23,0)	(22,7)	(2,02)	(34,6)	(28)	1.20	8.30	0,80	0,52	0,390	0,02	
28-29/8	0,260	(118)	(0,8)	(4,4)	(4,0)	(1,30)	(41,5)	(35)	2.05	8	0,90	0,50	0,55	0,12	
30/8 I	0,50	21,6	2,0	3,75	3,12	1,58			1.50	6					
" " I	0,80	3,1	0,3	1,25	0,40	1,33					0,78	0,48	0,360	—	
" " I, II		24,6	2,3	3,75	3,12	1,35	(18,6)	(78)			0,78	0,48	0,360	—	

TABLEAU II
(suite)

Date	Q_0	V_R	H_R	Q_{max}	$Q_{R_{max}}$	$\frac{Q_{max}}{H_R}$	V_H	100 K_H	t_m	T_b	Q_1	a_h	Q_2	a_b
3/9	0,370	22,3	2,05	3,80	3,30	1,65	12,0	54	2-50	6-30	0,65	0,23	0,380	—
4/9	0,380	35,4	3,25	4,90	4,40	1,38	12,3	35	1-40	5-30	0,70	0,41	0,485	—
6/9	0,430	10,1	0,90	1,90	1,44	1,60	3,0	30	1-30	5-30	0,53	0,17	0,435	—
11/9	0,260	8,62	0,80	1,40	1,13	1,41	1,44	17	1-40	6-30	0,320	0,13	0,290	—
18/9	0,240	7,30	0,65	1,30	1,03	1,47	1,18	16	2-10	5-30	0,290	0,76	0,210	0,10
22/9	0,190	58,2	5,35	7,40	7,20	1,36	7,3	13	1-35	7-30	0,460	0,39	0,310	0,06
30/9	0,175	20,4	1,85	2,85	2,40	1,26	2,40	12	3-10	8-30	0,310	0,31	0,280	—
6/10	0,150	7,51	0,70	0,83	0,84	0,91	3,10	41	3	8-30	0,255	0,25	0,235	—
7/10	0,240	8,94	0,80	1,35	1,08	1,35	4,30	48	2	6-30	0,330	0,19	0,278	—
9-10/10	0,175	25,3	2,30	1,75	1,37	0,80	12,5	49	3	11	0,50	0,18	0,330	—
30/10	0,160	21,1	1,95	1,85	1,65	1,00	4,3	20	2-25	10	0,310	0,55	0,215	—
4/11	0,135	48,6	4,45	5,40	5,20	1,20	6,05	12	3-15	9-30	0,370	0,35	0,255	0,13

Nota

1. Les forts debits étant mal connus, les valeurs de V_R et Q_{max} ont été mises entre parenthèses les 5/8, 24-25/8 et 28-29/8.
2. La décrue ayant été mal enregistrée, les valeurs de V_H ont été mises entre parenthèses les 24 25/8 de 28 29/8 de même que le 30/10 où la succession de deux crues rend l'interprétation difficile.

Les volumes V_R et V_{HD} calculés pour les crues étudiées dans ce chapitre, et les volumes de toutes les autres crues observées, ont été répartis par intervalle de 24 heures afin de calculer un débit moyen journalier de ruissellement Q_R et un débit moyen journalier de ruissellement Q_R et un débit moyen journalier d'écoulement hypodermique Q_{HD} .

Dans les tableaux de l'Annexe II, on trouvera toutes ces valeurs de Q_R et de Q_{HD} .

2.3. - CARACTERISTIQUES COMPAREES des PHENOMENES "AVERSE-CRUE"

Dans le tableau III nous avons réuni les données suivantes, qui ont déjà été définies plus haut : pluie moyenne lame ruisselée, coefficient de ruissellement. Nous avons ajouté le temps de réponse t_p , intervalle de temps écoulé entre le milieu de la période de pluie intense ayant dû raisonnablement ruisseler, et l'instant du maximum de la crue.

2.4. - DESCRIPTION COMPLEMENTAIRE des DONNEES PRESENTEES -

a) La répartition de la pluie dans l'espace étant insuffisamment représentée par le coefficient d'abattement, nous avons souligné dans le tableau I les valeurs de P_{max} quand celles-ci ont été observées en l'un des postes situés dans la moitié aval du bassin, c'est-à-dire en P_1 , P_4 , P_5 ou PE_2 . Dans le même esprit, quand I_2_{max} est supérieur à I_1_{max} , la valeur de I_2_{max} se trouve soulignée.

b) Si l'on met en parallèle l'averse et la crue décrites à la date du 15/7/63, il faut considérer que l'écoulement hypodermique a été gonflé, après la fin du ruissellement, par une deuxième pluie de 4,1 mm.

c) Pour la crue du 1er au 2 Août 1963, les volumes V_R et V_H correspondent à la deuxième averse de cette journée, tombée environ 10 heures après la première, celle-ci que l'on trouvera indiquée dans l'annexe I n'ayant donné lieu qu'à un écoulement hypodermique. La valeur de Q indiquée n'a pas ici absolument la même signification que d'habitude car la crue hypodermique préliminaire n'était pas terminée quand le ruissellement a commencé.

TABLEAU III

Bassin de NATIOKAHA (10,9 km²)

Caractéristiques des phénomènes "Averse-Crue"

Date	P moy mm	H _R mm	100 K _R %	t _{p_{mn}}
6/4	44,1	0,80	1,8	3
10/5	34,8	1,15	3,2	1-20
11/5	8,2	0,60	7,3	2-10
16/5	26,2	1,15	4,2	2-30
10/6	18,0	0,85	4,4	1-50
30/6	72,1	6,05	8,3	(1-40)
5/7	29,9	1,25	4,0	3
8/7	28,5	2,60	9,1	(2-50)
15/7	25,0	0,90	3,6	3
1- 2/8	20,6	0,95	4,9	1-45
5/8	125,9	29,20	23,2	-
20/8	33,1	2,60	7,9	2-20
24-25/8	61,0	11,20	18,4	1
28-29/8	63,3	10,80	17,1	-
30/8 I	18,2	2,00	11,0	(1)
II	6,6	0,30	4,5	(1-15)
3/9	16,0	2,05	12,5	(1-50)
4/9	22,0	3,25	14,5	1-20
6/9	8,9	0,90	10,1	1-30
11/9	15,3	0,80	5,2	1-30
18/9	13,4	0,65	5,2	2
22/9	44,0	5,35	12,0	(1-10)
30/9	16,7	1,85	11,4	1-40
6/10	17,8	0,70	3,9	2-30
7/10	12,8	0,80	6,2	2
9-10/10	31,2	2,30	7,4	2-40
30/10	28,3	1,95	6,7	-
4/11	38,0	4,45	11,8	-

d) Pour la crue du 3/9/63, les valeurs de P moy et P max ont été estimées à partir des relevés bijournaliers qui fournissent respectivement 17,1 mm et 21 mm pour l'ensemble de l'averse principale responsable de la crue, et d'une averse faible de 5 mm en PE1 et 0,5 mm en PE2 ayant eu pour seul effet de gonfler légèrement l'écoulement hypodermique au cours de la décrue. Nous avons donc estimé qu'il fallait réduire les valeurs de P moy et P max, et avons pris arbitrairement 16 et 20 mm.

e) La crue du 9 au 10 Octobre 1963 présente un hydrogramme complexe. Précisons que le temps de montée a été déterminé en fonction de la première pointe de la crue.

f) Pour les crues que nous allons passer en revue, il apparaît nécessaire, au lieu d'indiquer seulement une valeur du temps de réponse, de décrire avec plus de détails la succession dans le temps des pointes d'intensité des averses et des pointes de crue :

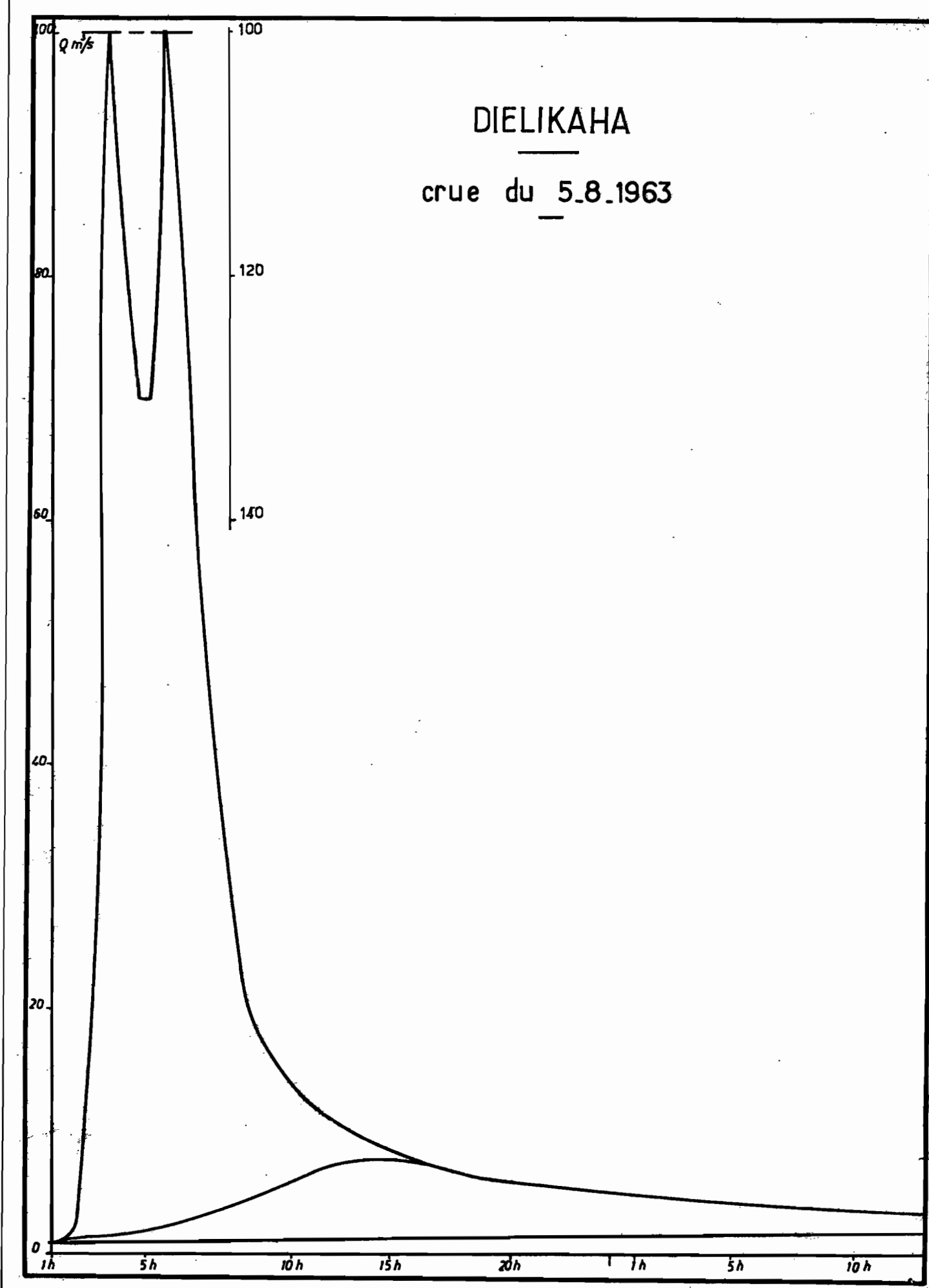
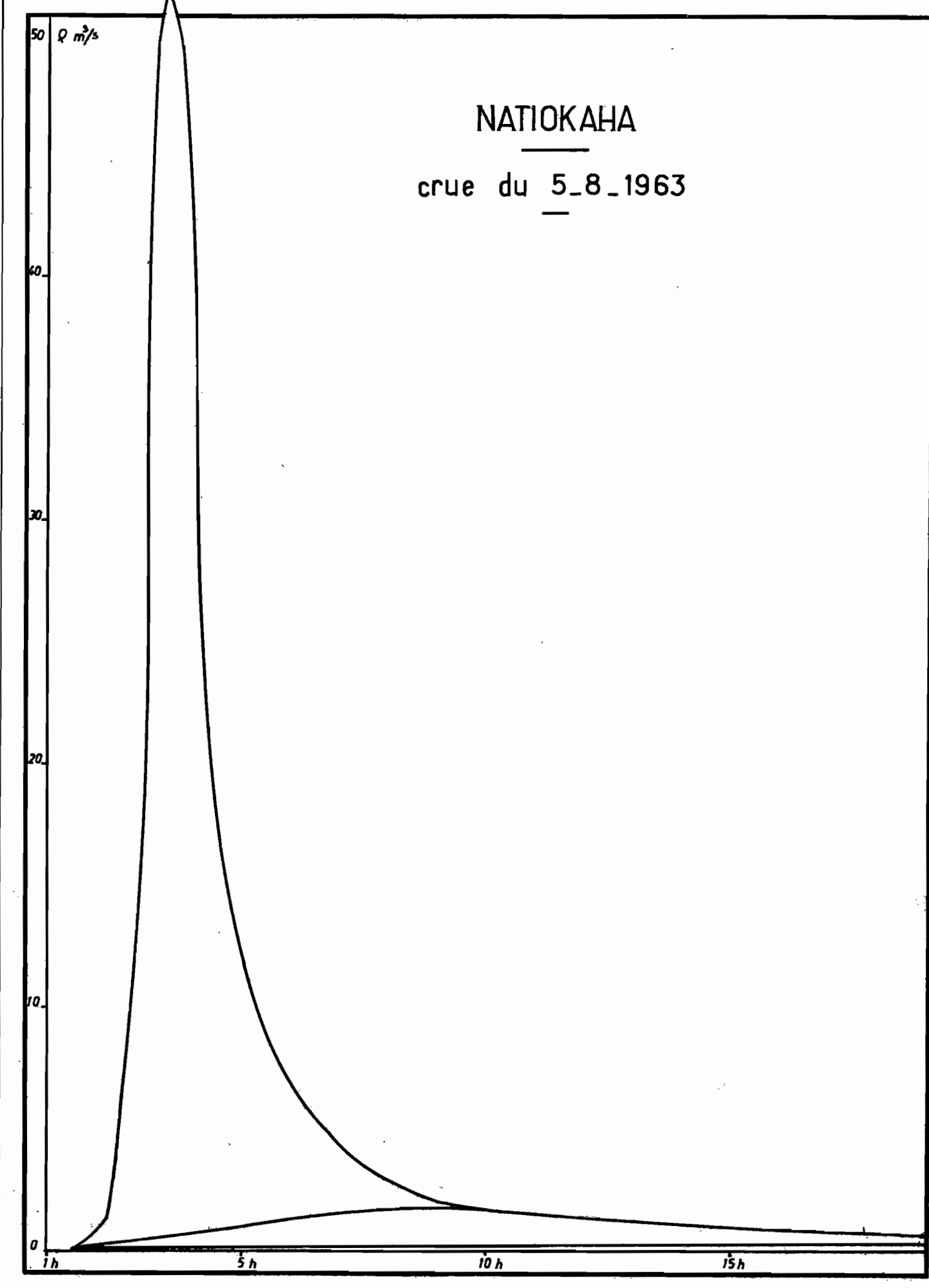
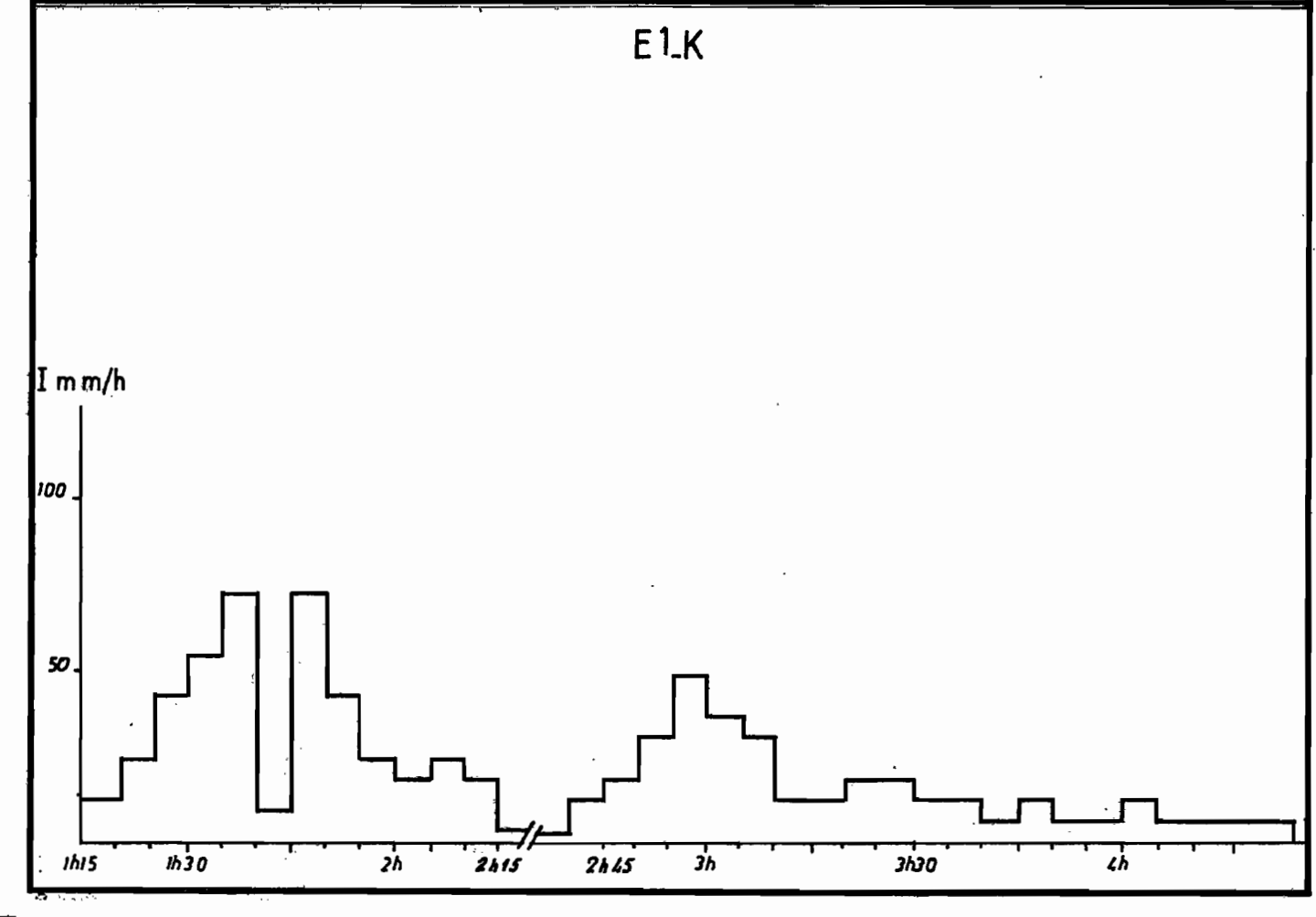
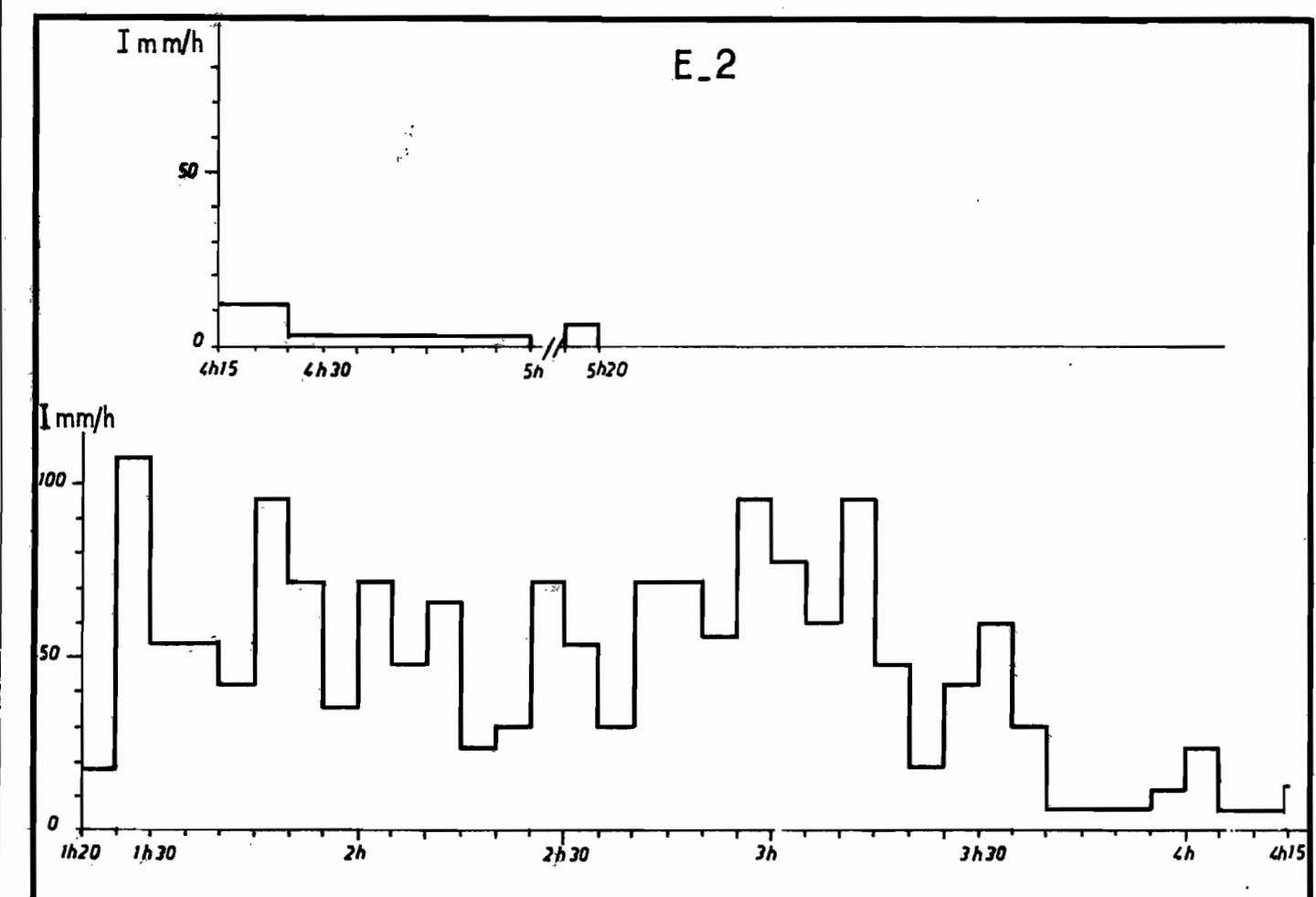
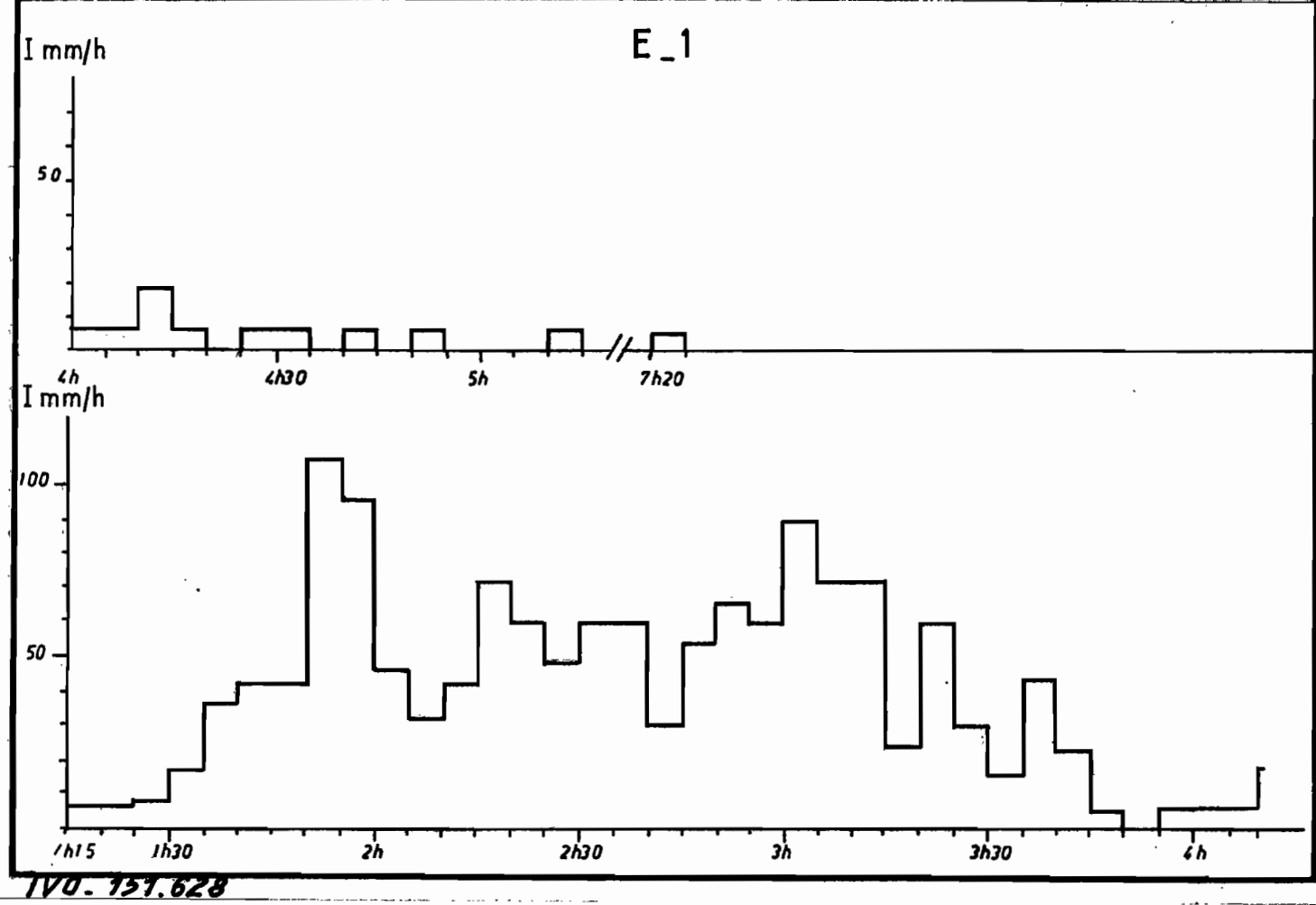
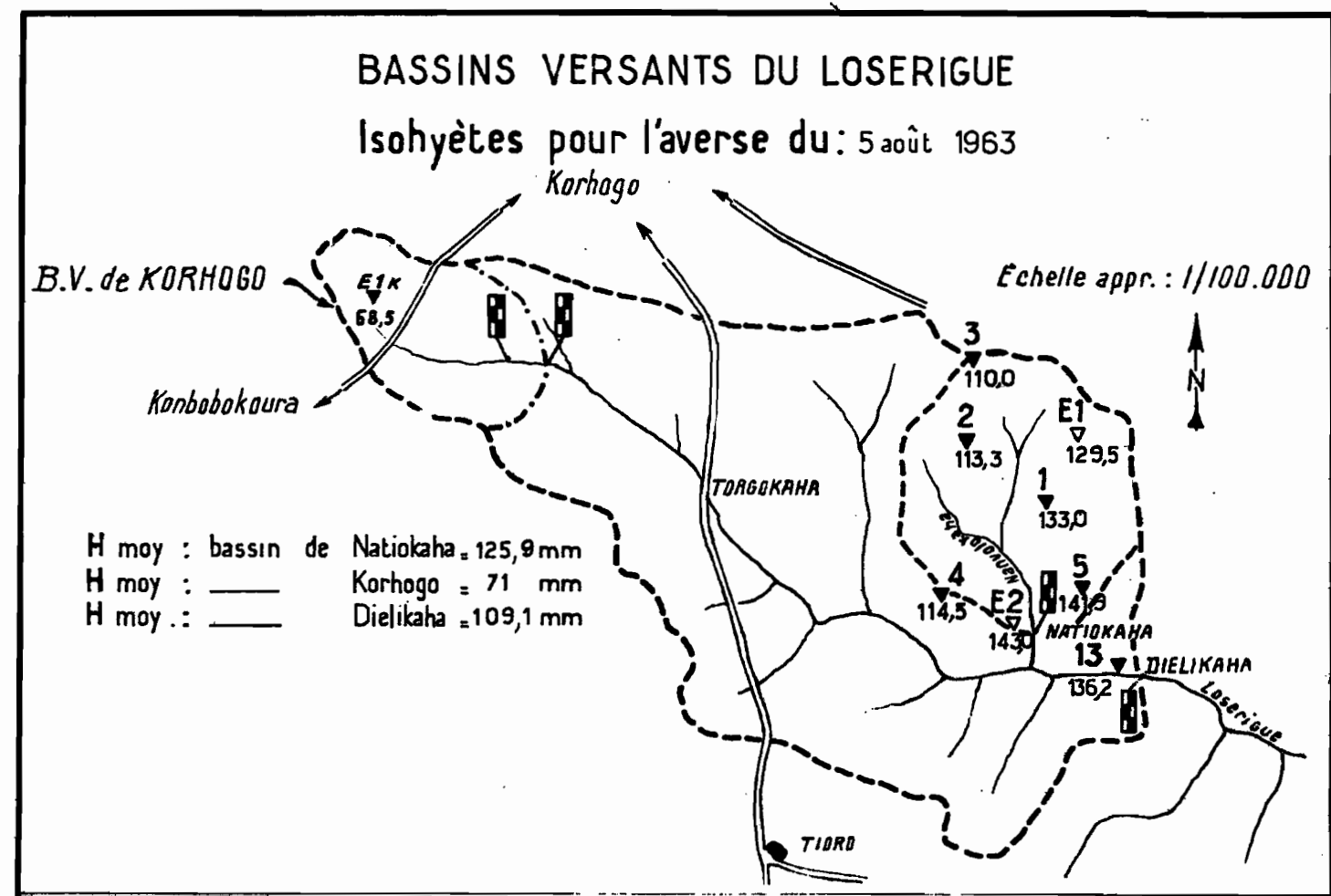
- crue du 30 Juin au 1er Juillet 1963 - (hauteur moyenne de l'averse : 72,1 mm).

La pluie a duré environ 3 heures, mais on distingue trois pointes d'intensité vers 22 h 30, 23 h 35 et 0 h 05. La crue présentant malgré cela un hydrogramme très régulier, il est intéressant d'évaluer un temps de réponse à partir de la troisième recrudescence de l'averse : nous trouvons ainsi t_p : 1 h 40 mn.

- crue du 8/7/63 - (hauteur moyenne de l'averse : 28,5 mm).

La pluie a été très hétérogène dans le temps et dans l'espace, mais tout le début du hydrogramme, avant la pointe d'intensité notée à 14 h 10 en PE2, ne paraît avoir provoqué qu'une lente montée préliminaire de la crue. Celle-ci ayant eu son maximum à 17 h, nous pouvons évaluer un temps de réponse t_p = 2 h 50 mn.

- C'est le 5/8/63 qu'on a observé la plus forte averse et la plus forte crue sur le bassin (hauteur moyenne de l'averse = 125,9 mm - maximum ponctuel 143 mm). Le coefficient de ruissellement est également le plus fort observé : K_R = 23,2 %). Etant donné que cette très forte crue est provoquée par un corps d'averse très long à fortes intensités, on peut seulement dire que t_p 1 h 30 mn. "Le dépliant ci-joint représente l'ensemble des observations du 5/8/63 sur les bassins expérimentaux".



- crue du 24 au 25 Août 1963 - (hauteur moyenne de l'averse : 61,0 mm).

La pluie a présenté un corps à forte intensité durant plus de 30 minutes, mais la crue ayant eu un temps de montée très court ($t_m = 1 \text{ h } 20 \text{ mn}$), nous pouvons évaluer un temps de réponse à partir de la première pointe d'intensité qui est nettement distincte au pluviographe PE2. Nous trouvons ainsi $t_p = 1 \text{ h}$, valeur qui caractérise une crue dont la formation a eu lieu principalement dans la partie aval du bassin.

- crue du 28 au 29 Août 1963 - (hauteur moyenne de l'averse : 63,3 mm).

L'averse ayant provoqué cette crue est formée de deux corps nettement distincts dont les pointes d'intensité sont: la première vers 0 h 30 et la seconde vers 1 h 30. Le maximum de la crue est à 2 h, mais l'hydrogramme étant parfaitement régulier malgré la forme du hyétogramme, il faut considérer que cette régularité est due au hasard de la superposition des écoulements des deux corps d'averse et il est donc sans intérêt d'évaluer un temps de réponse. On peut seulement dire que $t_p < 1 \text{ h } 30 \text{ mn}$. Cette averse, malgré des conditions plus favorables que la précédente, a donné lieu à une valeur de H_R un peu plus faible par suite d'intensités moins fortes.

- crue du 30/8/63 n° I - (hauteur moyenne de l'averse : 18,2 mm)

Le cas de cette crue est semblable à celui de la crue du 28 au 29 Août 1963, les pointes d'intensité de l'averse étant ici la première vers 2 h 35, la seconde vers 3 h 20. Mais il semble ici que le premier corps d'averse ait été moins intense et n'ait donné lieu qu'à un faible ruissellement, ce qui est confirmé par la comparaison des coefficients de ruissellement du 29 Août ($K_R = 17,1 \%$) et du 30 Août n° 1 ($K_R = 11\%$). Il ne paraît donc pas sans intérêt d'évaluer un temps de réponse à partir du second corps de l'averse : nous trouvons ainsi $t_p = 1 \text{ h}$, valeur qui correspond à une crue dont la formation a eu lieu sur la totalité du bassin mais avec des conditions extrêmes de saturation initiale du sol.

- Crue du 30 Août 1963 n° II (hauteur moyenne de l'averse : 6,6 mm).

Le hyétogramme de l'averse est très mal connu car il s'agit d'une faible averse, à très faible intensité et très hétérogène dans l'espace, mais nous savons qu'il est tombé quelques millimètres vers 8 h 50, ayant provoqué un très faible ruissellement immédiat, puis encore quelques millimètres vers 11 h 15, soit 1 h 15 avant la pointe de la crue. On peut faire, à propos du débit de base Q_0 indiqué pour cette crue, la même remarque que celle faite à la rubrique (c) du paragraphe 2-4 au sujet de la crue du 1er au 2 Août 1963.

- Crue du 3/9/63 (hauteur moyenne de l'averse : 16,0 mm).

Nous retrouvons exactement le cas de la crue du 30/8/63 n° I, les pointes d'intensité de l'averse étant ici la première vers 13 h 30, la seconde vers 14 h. Une des raisons pour lesquelles le second corps d'averse a dû donner lieu au plus fort ruissellement est sans doute qu'il a présenté de plus fortes intensités au pluviographe PE 2 situé à proximité de la station. Nous avons trouvé à partir de ce second corps d'averse : $t_p = 1$ h 50 mn.

- Crue du 22/9/63 (hauteur moyenne de l'averse : 44,0 mm).

Nous retrouvons encore le cas des crues du 30/8/63 n° I et du 3/9/63, et comme le 30/8/63 n° I, le second corps d'averse est seulement net au pluviographe PE 2, à 0 h 45. Cela nous conduit à un temps de réponse $t_p = 1$ h 10 mn.

- Crue du 30/10/63 (hauteur moyenne de l'averse : 28,3 mm).

Le corps de l'averse est long avec des pointes d'intensité peu marquées : la première vers 0 h 50 en PE 1, et qui a sans doute provoqué un ruissellement notable, la seconde, vers 1 h 20 en PE 2, et la troisième, vers 2 h en PE 1. Ce sont ces deux dernières, conjuguées, qui ont dû provoquer le ruissellement principal car on distingue sur l'hydrogramme un seul fléchissement dans la montée de la crue. Le temps de réponse est donc ici de 1 h 30 mn à 2 h.

- Crue du 4/11/63 (hauteur moyenne de l'averse : 38,0 mm).

La pointe d'intensité de l'averse semble se produire

à des moments assez différents dans les diverses parties du bassin : vers 17 h 10 en PE 1, vers 17 h 45 en PE 2. Le temps de réponse est donc de l'ordre de 3 h à 3 h 30 mn.

2.5. - INTERPRETATION des PHENOMENES "AVERSE-CRUE" -

a) Caractéristiques de durée

En considérant l'ensemble des valeurs de t_m et de T_b , caractérisant la crue elle-même, et de t_p , qui donnent toutes les trois un indice de la vitesse de concentration des eaux sur le bassin, nous pouvons noter que cette vitesse doit être d'abord assez faible au début de la saison des pluies, puis augmenter surtout à partir du début d'Août, pour diminuer à nouveau surtout à partir de la fin de Septembre. Il est intéressant de noter que cette variation est assez parallèle à celle du débit de base Q_0 noté avant chaque crue, qui est une caractéristique de l'état de saturation du terrain.

b) Hauteur ruisselée et ses divers facteurs conditionnels

Nous avons constitué un échantillon de 35 crues dites C_1 dont la lame ruisselée peut être considérée comme assez bien connue, du fait que leur débit maximal de pointe est inférieur à 10 m³/s, limite au-delà de laquelle l'étalonnage de la station est obtenu par extrapolation.

Nous avons éliminé de notre échantillon la crue du 19 au 20 Août 1962, car la durée ou temps de base de cette crue, formée en réalité de trois crues successives, rend difficile la séparation du ruissellement et de l'écoulement de base.

Nous avons dans notre échantillon 10 crues de la campagne 1962 et 25 crues de la campagne 1963. Tous les résultats que nous présentons dans la suite de ce rapport viennent confirmer que nous n'avons pas commis d'erreur systématique notable en utilisant, pour interpréter les données limnimétriques de 1963, le même barème d'étalonnage qu'en 1962, car les écarts apparus à chaque phase de notre recherche de corrélation hydro-pluviométrique présentaient la même dispersion pour les deux groupes de crues pris isolément et pour l'échantillon total.

Notre étude se subdivise en plusieurs opérations :

1°) La première est le tracé sur le graphique 1 d'une courbe moyenne donnant pour chaque valeur de la pluie moyenne une valeur théorique H_{RT} de la lame ruisselée. L'ajustement de cette courbe a été fait graphiquement de telle sorte que la somme algébrique des écarts $\mathcal{E} = H_p - H_{RT}$ soit nulle. La forme de la courbe adoptée n'est certainement pas celle qui conduit au meilleur ajustement, mais il est probable que la courbe idéale inconnue n'en est pas très éloignée, aussi n'avons-nous pas cherché à l'atteindre par approximations successives en faisant plusieurs fois de suite la série des opérations que nous exposons.

Nous avons calculé l'écart moyen de ce premier ajustement :

$$\frac{\sum |\mathcal{E}|}{35} = 0,73 \text{ mm}$$

Parmi les facteurs secondaires du ruissellement, il est apparu à la suite de nombreux essais que les plus influents sont le débit de base Q_0 avant la crue et la durée T_s de la "sécheresse" ayant précédé cette crue. Ce sont tous les deux des indices de l'état de saturation du terrain, le premier devant être sans doute un indice pour les couches les plus profondes. Nous avons cherché, dans les deux étapes suivantes, à préciser l'influence de ces facteurs .

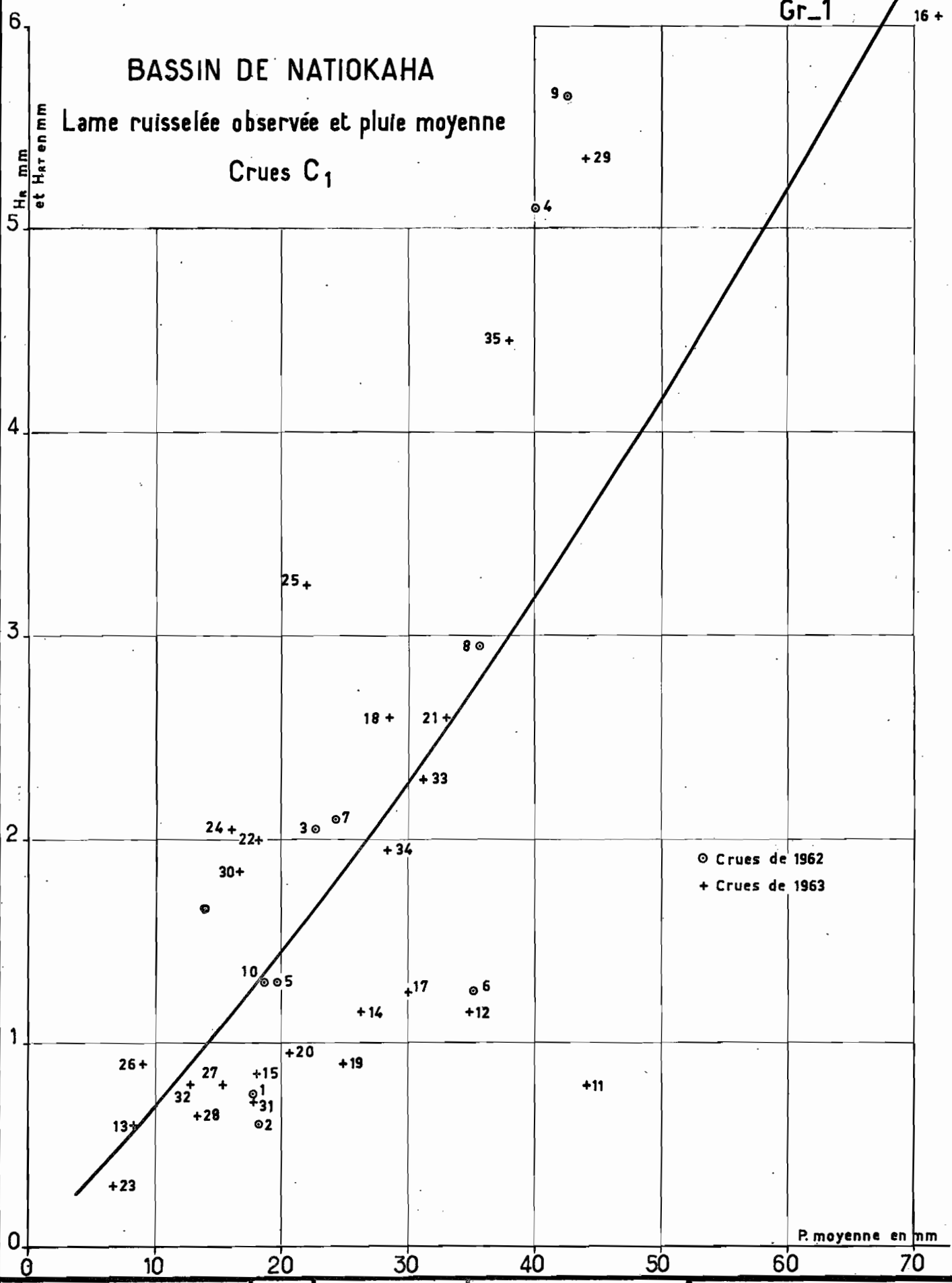
2°) Nous avons construit ensuite le graphique 2 donnant la valeur théorique \mathcal{E}_T qu'il faudrait ajouter à H_{RT} pour obtenir la hauteur ruisselée avec une meilleure précision que ce n'était possible en fonction de la pluie moyenne seule (puisque celle-ci conduit à H_{RT}). L'écart théorique \mathcal{E}_T est déterminé en fonction de Q_0 , sur une courbe moyenne ajustée comme précédemment en annulant la somme algébrique des nouveaux écarts $\mathcal{E}' = \mathcal{E} - \mathcal{E}_T$. L'écart moyen résultant de ce second ajustement est :

$$\frac{\sum |\mathcal{E}'|}{35} = 0,67 \text{ mm}$$

BASSIN DE NATIOKAHA

Lame ruisselée observée et pluie moyenne

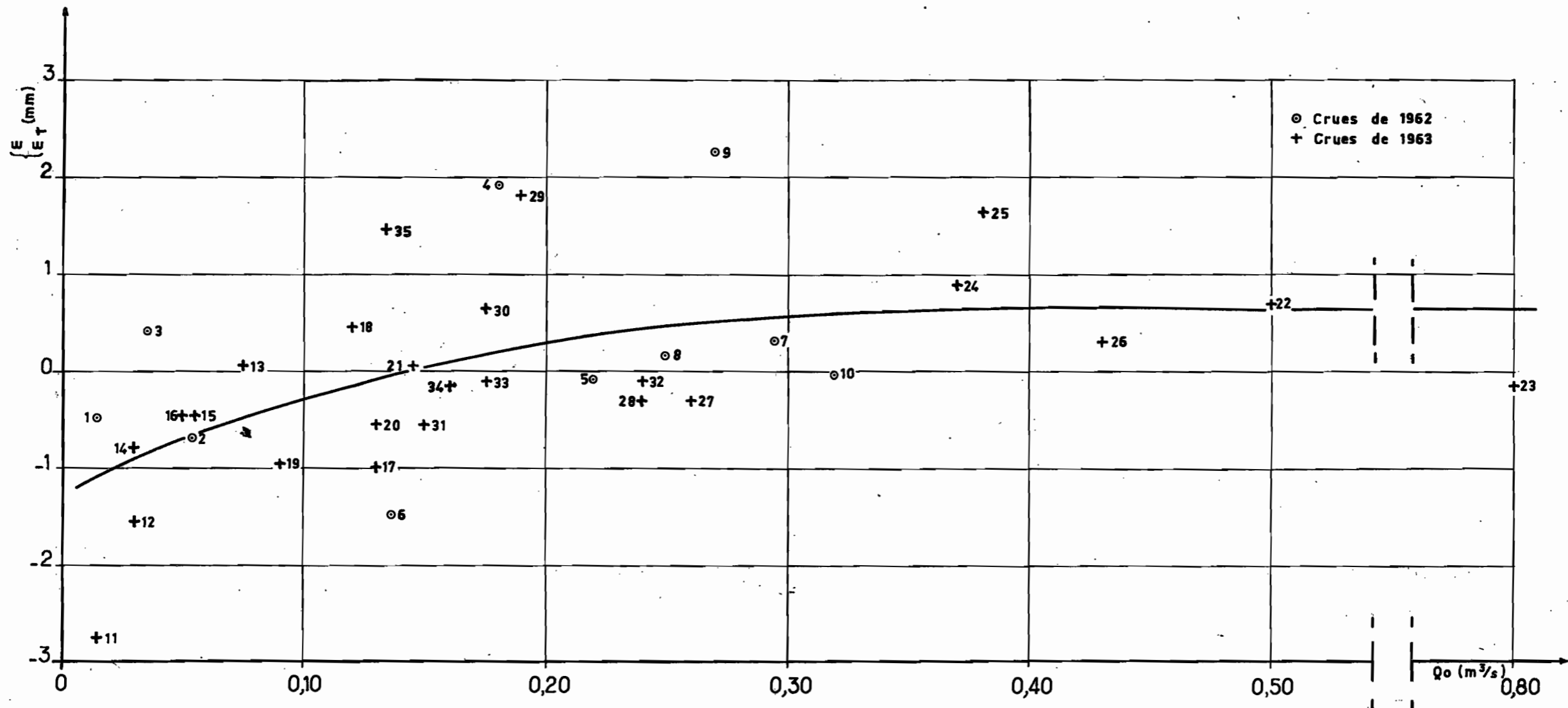
Crues C₁



BASSIN DE NATIOKAHA

Écart déterminés sur le graphique I en fonction du débit de base

Crues C₁



3°) Nous avons construit ensuite le graphique 3 donnant la valeur théorique ϵ'_T qu'il faudrait ajouter à ϵ_T pour obtenir ϵ avec une meilleure précision que ce n'était possible en fonction de Q_0 seul (puisque ce dernier conduit à ϵ_T).

L'écart théorique ϵ'_T est déterminé en fonction de T_s , sur une courbe moyenne ajustée comme précédemment en annulant la somme algébrique des nouveaux écarts $\epsilon'' = \epsilon' - \epsilon'_T$. L'écart moyen résultant de ce troisième ajustement est :

$$\frac{\sum |\epsilon''|}{35} = 0,57 \text{ mm}$$

4°) Finalement, la valeur théorique de la lame ruisselée ramenée à des conditions moyennes de saturation (définies ici par $Q_0 = 0,140 \text{ m}^3/\text{s}$ et $T_s = 90 \text{ h}$, et qu'on pourrait sans doute définir également par $I_h = 20 \text{ à } 30 \text{ mm}$) et qui doit pouvoir être déduite de la pluie moyenne seule, sera la valeur H''_{RT} donnée par la courbe moyenne tracée sur le graphique 4 où est reportée pour chaque crue, en fonction de P_{moy} , la différence $H_R - (\epsilon_T + \epsilon'_T)$. Nous aurions pu rechercher un troisième facteur secondaire du ruissellement qui aurait conduit à une nouvelle série d'écarts ϵ''_T et la valeur théorique H'''_{RT} correspondant à des conditions moyennes aurait pu être obtenue par la corrélation de P_{moy} et de $H_R - (\epsilon_T + \epsilon'_T + \epsilon''_T)$. Mais comme nous le verrons plus loin, les essais ont été décevants pour interpréter l'influence de l'intensité de la pluie et de sa dispersion.

Le graphique 4 permettant de prévoir la valeur H''_{RT} correspondant à une pluie donnée, il suffit, si l'on veut obtenir une approximation de la lame ruisselée, de corriger cette valeur H''_{RT} en fonction des conditions de saturation :

$$(H_R) = H''_{RT} + (\epsilon_T + \epsilon'_T)$$

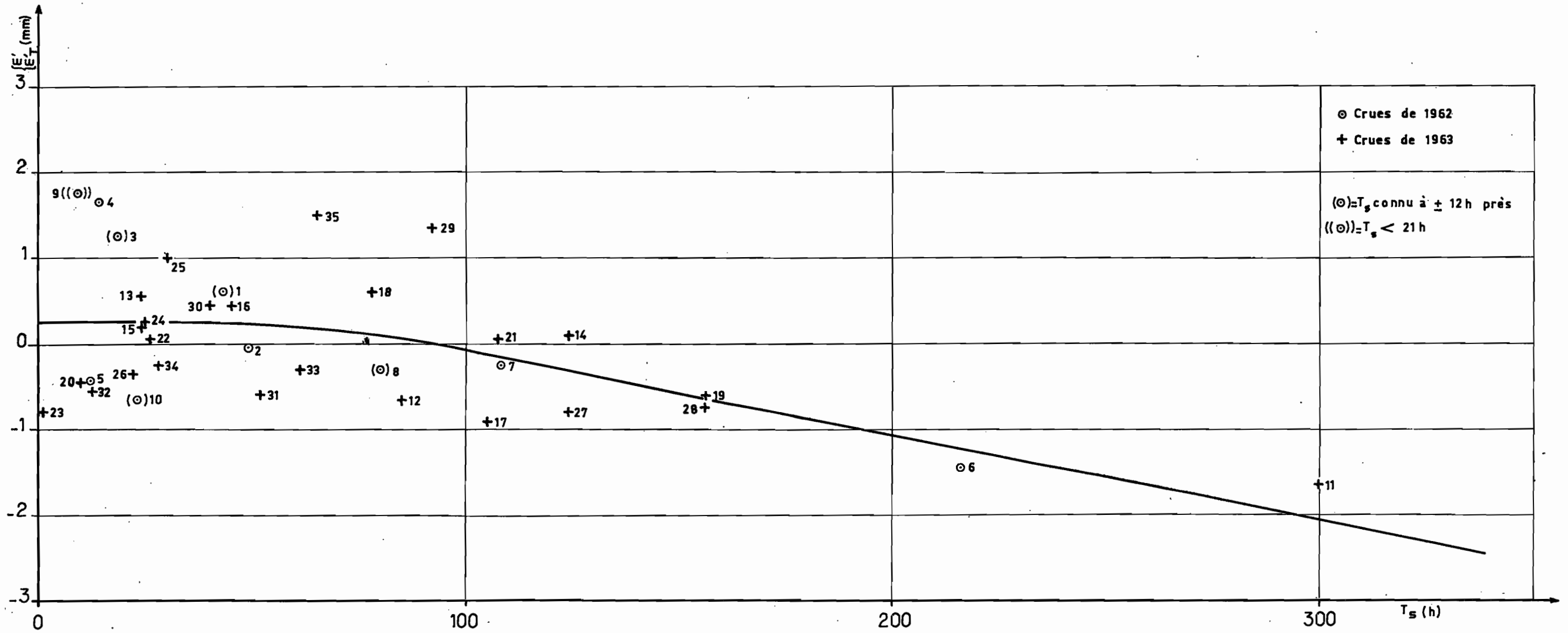
L'écart moyen qui représente l'erreur résiduelle de la détermination théorique de H_R est :

$$\frac{1}{35} \sum \left| \left\{ H''_{RT} + (\epsilon_T + \epsilon'_T) \right\} - H_R \right| = 0,52 \text{ mm.}$$

BASSIN DE NATIOKAHA

Écart déterminés sur le graphique II en fonction de la durée de sécheresse

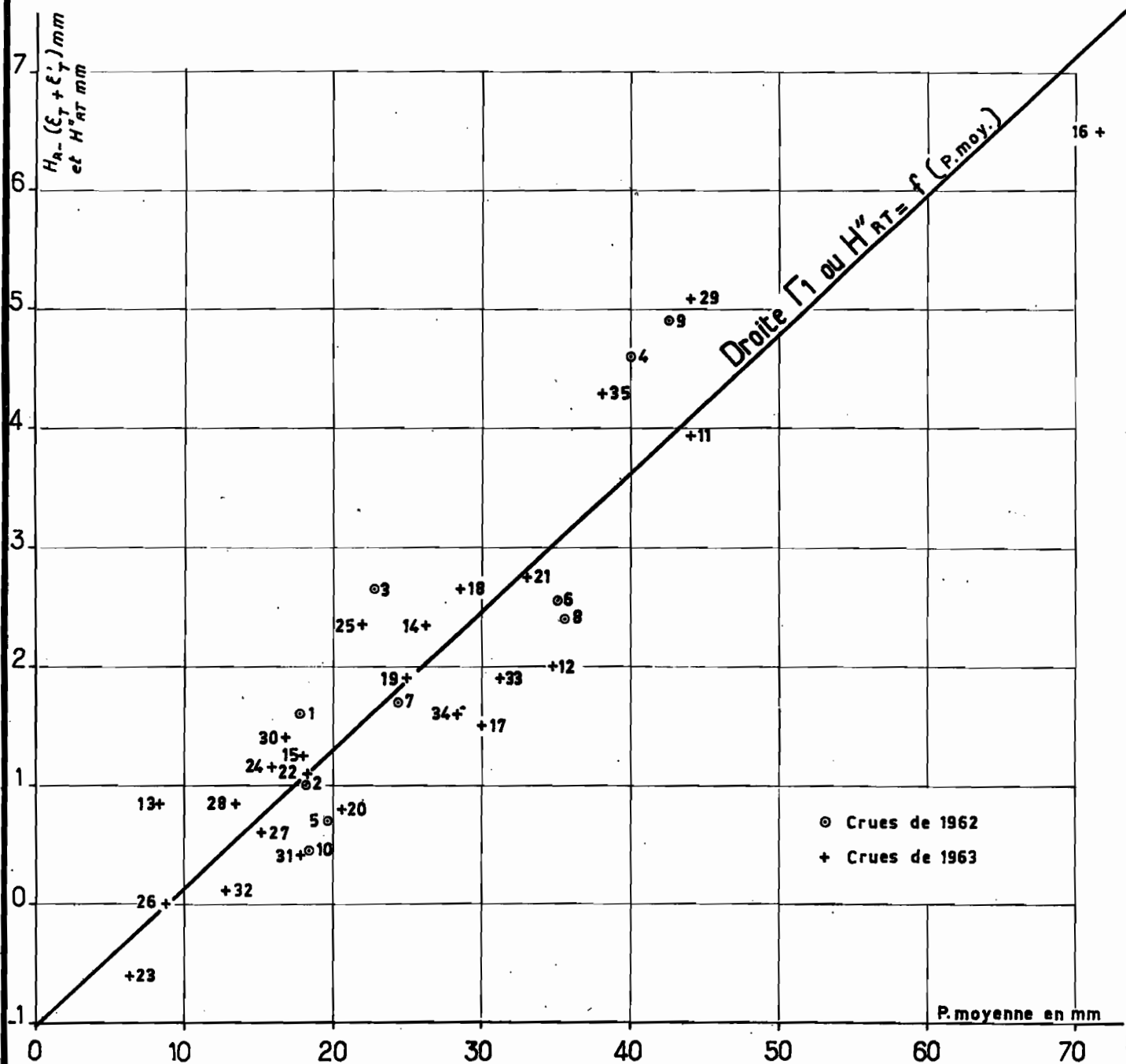
Crues C₁



BASSIN DE NATIOKAHA

Lame ruisselée corrigée pour des conditions moyennes de saturation et pluie moyenne

Crues C₁



Puisque chacun des écarts peut s'écrire également $H''_{RT} - [H_R - (\epsilon_T + \epsilon'_T)]$, cet écart moyen exprime la dispersion des points du graphique 4 par rapport à la courbe moyenne. C'est pourquoi celle-ci a été tracée avec soin, et puisqu'elle semble être une droite et que ce résultat est physiquement vraisemblable, nous avons calculé l'équation de la droite de régression Γ_1 de H''_{RT} en P moy :

$$H''_{RT} = 0,1163 \text{ P moy} - 1,02$$

Le coefficient de corrélation est $r = 0,95$.

La corrélation est donc satisfaisante, mais on peut mieux juger sa supériorité par rapport à la corrélation entre H_R et P moy, en considérant les écarts moyens respectifs déjà indiqués plus haut (0,52 mm et 0,73 mm), et les écarts maximaux (respectivement + 1 et - 1 mm, et + 2,25 et - 2,75 mm).

Le tableau IV résume les éléments de calcul relatifs aux divers ajustements cités ci-dessus au cours des opérations 1° à 4°.

5°) Commentaire des résultats obtenus -

Indiquons que si, parmi les facteurs pouvant être considérés comme indice d'intensité des averses, facteurs dont les valeurs sont indiquées dans le tableau I, aucun n'a permis d'améliorer l'approximation de notre calcul théorique de la lame ruisselée, cela est dû en grande partie à l'insuffisance du nombre de pluviographes et au fait que les plus fortes crues n'ont pu être jointes à l'échantillon utilisé dans cette étude. La considération du coefficient d'abattement K des averses n'a pas non plus été fructueuse, sans doute parce que l'influence de K dans le phénomène averse-crue a une importance du même ordre que celle de l'intensité de la pluie.

Nous pouvons remarquer que, d'après le graphique 4, on n'obtient un ruissellement, si les facteurs secondaires ont chacun une valeur moyenne, que si la pluie moyenne sur le bassin est supérieure à 9 mm. Mais la dispersion des points expérimentaux étant aussi forte en valeur absolue, c'est-à-dire en millimètres de ruissellement, pour les faibles crues que

TABLEAU IV

Bassin de NATIOKAHA (10,9 km²)

Etude de la lame ruisselée H_R en fonction de la pluie moyenne P_{moy} et des facteurs secondaires Q_0 et T_s

Date	N°	P _{moy} mm	H _R mm	H _{RT} mm	ε mm	Q ₀ m ³ /s	ε = ε - ε _T		T _s h	ε' = ε' - ε' _T		ε + ε' mm	H _R - ε - ε' mm		
							1962	ε _T mm		1962	ε' _T mm				
26/5	1	17,8	0,75	1,25	-0,50	0,015	+0,60	-1,10	(43)	+0,35	+0,25	-0,85	1,80		
1/7	2	18,2	0,80	1,30	-0,70	0,055	-0,05	-0,65	49	-0,30	+0,25	-0,40	1,00		
1/8	3	22,7	2,05	1,65	+0,40	0,038	+1,25	-0,85	(18)	+1,00	+0,25	-0,60	2,65		
2/8 I	4	40,0	5,10	3,20	+1,90	0,181	+1,65	+0,25	14	+1,40	+0,25	+0,50	4,60		
2/8 II	5	19,7	1,30	1,40	-0,10	0,220	-0,46	+0,35	12	-0,70	+0,25	+0,60	0,70		
17/8	6	35,2	1,25	2,75	-1,50	0,137	-1,45	-0,05	216	-0,20	-1,25	-1,30	2,55		
24/8	7	24,3	2,10	1,80	+0,30	0,295	-0,25	+0,55	108	-0,10	-0,15	+0,40	1,70		
1/9	8	35,7	2,95	2,80	+0,15	0,250	-0,30	+0,25	(80)	-0,40	+0,10	+0,55	2,40		
13/9	9	42,6	5,65	3,40	+2,25	0,270	+1,75	+0,50	(9)	+1,50	+0,25	+0,75	4,90		
28/9	10	18,5	1,30	1,35	-0,05	0,320	-0,65	+0,60	(23)	-0,90	+0,25	+0,85	0,45		
							1963								
6/4	11	44,1	0,80	3,55	-2,75	0,015	-1,65	-1,10	300	+0,40	-2,05	-3,15	3,95		
10/5	12	34,8	1,15	2,70	-1,55	0,030	-0,65	-0,90	85	-0,70	+0,05	-0,85	2,00		
11/5	13	8,2	0,60	0,55	+0,05	0,075	+0,55	-0,50	24	+0,30	+0,25	-0,25	0,85		
16/5	14	26,2	1,15	1,95	-0,80	0,030	+0,10	-0,90	124	+0,40	-0,30	-1,20	2,35		
10/6	15	18,0	0,85	1,30	-0,45	0,055	+0,20	-0,65	24	-0,05	+0,25	-0,40	1,25		
30/8	16	72,1	6,05	6,50	-0,45	0,050	+0,45	-0,70	45	+0,20	+0,25	-0,45	6,50		

TABLEAU IV
(suite)

Date	N°	P moy	H _R	H _{RT}	ε	Q ₀	ε' = ε - ε _T	ε _T	T _S	ε'' = ε' - ε' _T	ε' _T	ε _T + ε' _T	H - ε - ε' _{RTT}
5/7	17	29,9	1,25	2,25	- 1,00	0,13	- 0,90	- 0,10	105	- 0,75	- 0,15	- 0,25	1,50
8/7	18	28,5	2,60	2,15	+ 0,45	0,12	+ 0,60	- 0,15	78	+ 0,50	+ 0,10	- 0,05	2,65
15/7	19	25,0	0,90	1,85	- 0,95	0,09	- 0,80	- 0,35	156	+ 0,05	- 0,65	- 1,00	1,90
2/8	20	20,6	0,95	1,50	- 0,55	0,13	- 0,45	- 0,10	10	- 0,70	+ 0,25	+ 0,15	0,80
20/8	21	33,7	2,60	2,55	+ 0,05	0,145	+ 0,05	0	107	+ 0,20	- 0,15	- 0,15	2,75
30/8I	22	18,2	2,00	1,30	+ 0,70	0,50	+ 0,05	+ 0,65	26	- 0,20	+ 0,25	+ 0,90	1,10
30/8II	23	6,6	0,30	0,45	- 0,15	0,80	- 0,80	+ 0,65	1	- 1,05	+ 0,25	+ 0,90	- 0,80
3/9	24	16,0	2,05	1,15	+ 0,90	0,37	+ 0,25	+ 0,65	25	0	+ 0,25	+ 0,90	1,15
4/9	25	22,0	3,25	1,60	+ 1,65	0,38	+ 1,00	+ 0,65	30	+ 0,75	+ 0,25	+ 0,90	2,35
8/9	26	8,9	0,90	0,60	+ 0,30	0,43	- 0,35	+ 0,65	22	- 0,60	+ 0,25	+ 0,90	0
11/9	27	15,3	0,80	1,10	- 0,30	0,26	- 0,80	+ 0,50	124	- 0,50	- 0,30	+ 0,20	0,60
18/9	28	13,4	0,65	0,95	- 0,30	0,24	- 0,75	+ 0,45	156	- 0,10	- 0,65	- 0,20	0,85
22/9	29	44,0	5,35	3,55	+ 1,80	0,19	+ 1,35	+ 0,25	92	+ 1,35	0	+ 0,25	5,10
30/9	30	16,7	1,85	1,20	+ 0,65	0,175	+ 0,45	+ 0,20	40	+ 0,20	+ 0,25	+ 0,45	1,40
8/10	31	17,8	0,70	1,25	- 0,55	0,15	- 0,80	+ 0,05	52	- 0,85	+ 0,25	+ 0,30	0,40
7/10	32	12,8	0,80	0,90	- 0,10	0,24	- 0,55	+ 0,45	12,5	- 0,80	+ 0,25	+ 0,70	0,10
9-10/10	33	31,2	2,30	2,40	- 0,10	0,175	- 0,30	+ 0,20	61	- 0,50	+ 0,20	+ 0,40	1,90
30/10	34	28,3	1,95	2,10	- 0,15	0,16	- 0,25	+ 0,10	28	- 0,50	+ 0,25	+ 0,35	1,60
4/11	35	38,0	4,45	3,00	+ 1,45	0,135	+ 1,50	- 0,05	65	+ 1,30	+ 0,20	+ 0,15	4,30

pour les fortes crues, l'ajustement que nous avons obtenu n'a de signification pour les faibles crues que d'un point de vue statistique ; notre remarque devrait donc plutôt s'énoncer : si l'on considère de nombreuses averses groupées par classes de 1 mm, c'est dans la classe de 8 à 9 mm et dans toutes les classes inférieures que plus de la moitié des averses ne donnent lieu à aucun ruissellement.

6°) Apparition de la réaction du bassin aux précipitations.

Pour préciser la remarque précédente en se plaçant dans des conditions données de saturation, nous avons déterminé les hauteurs minimales de précipitation donnant lieu à un ruissellement ou à un simple écoulement hypodermique, par le tracé de deux courbes-enveloppes. Ces courbes figurent sur le graphique 4 bis où nous avons représenté chaque averse de 1963 par un point de forme variable suivant la réaction du bassin.

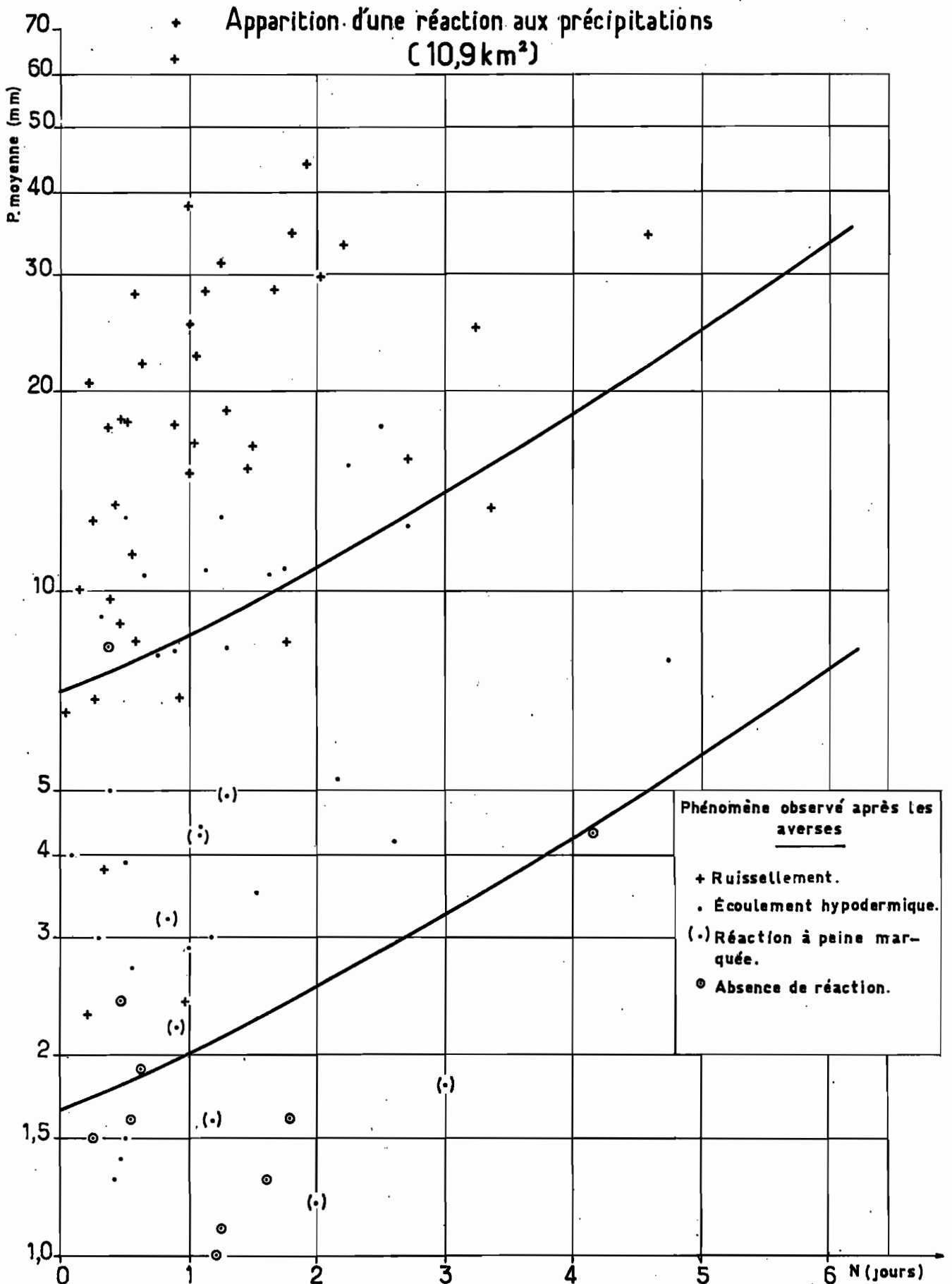
En abscisses, se trouve repéré le temps N séparant chaque averse de l'averse précédente : nous n'avons pas utilisé la variable T_s qui paraît convenir à l'étude quantitative du ruissellement, mais qui ne doit pas rendre compte assez bien de l'état de saturation du sol quand cet état n'est pas uniforme sur tout le bassin ; en effet, la plupart des crues hypodermiques ou n'ayant présenté qu'un faible ruissellement, crues dont les données sont ici les plus utiles, sont dues à des averses très hétérogènes. Nous avons donc utilisé la variable N qui est le temps écoulé depuis la fin de la dernière pluie ayant provoqué un ruissellement ou un écoulement hypodermique, ces derniers pouvant être généralisés ou plus ou moins localisés.

En ordonnées, se trouvent repérées les pluies moyennes de chaque averse sur une échelle logarithmique.

Le tracé des courbes-enveloppes exprime que si la couche superficielle du sol est saturée au maximum par la pluie précédente, il faut en moyenne une averse d'au moins 1,5 à 2 mm pour qu'apparaisse un écoulement hypodermique à la station et une averse d'au moins 7 mm pour qu'apparaisse un ruissellement.

BASSIN DE NATIOKAHA

Gr_4bis



Mais il n'est pas très logique de présenter cette conclusion puisque la réaction du bassin aux très faibles averses évoquées est en réalité une réaction localisée aux secteurs les plus arrosés. Nous avons donc complété le graphique 4 bis par le graphique 4 ter où est portée en ordonnée, non pas la pluie moyenne, mais la pluie maximale ponctuelle. Celle-ci n'est, hélas! pas mieux connue que la pluie moyenne pour les faibles averses hétérogènes, mais l'insuffisance du nombre de pluviomètres ne peut conduire qu'à une sous-estimation, et nous avons l'avantage de connaître le sens de l'erreur qui peut entacher notre conclusion : si la couche superficielle du sol est saturée au maximum par la pluie précédente, il faut en moyenne une averse présentant un maximum ponctuel d'au moins 4 mm pour qu'apparaisse un écoulement hypodermique à la station, et une averse présentant un maximum ponctuel d'au moins 12 mm pour qu'apparaisse un ruissellement.

7°) Généralisation de la corrélation hydro-pluviométrique aux crues autres que celles du groupe C₁.

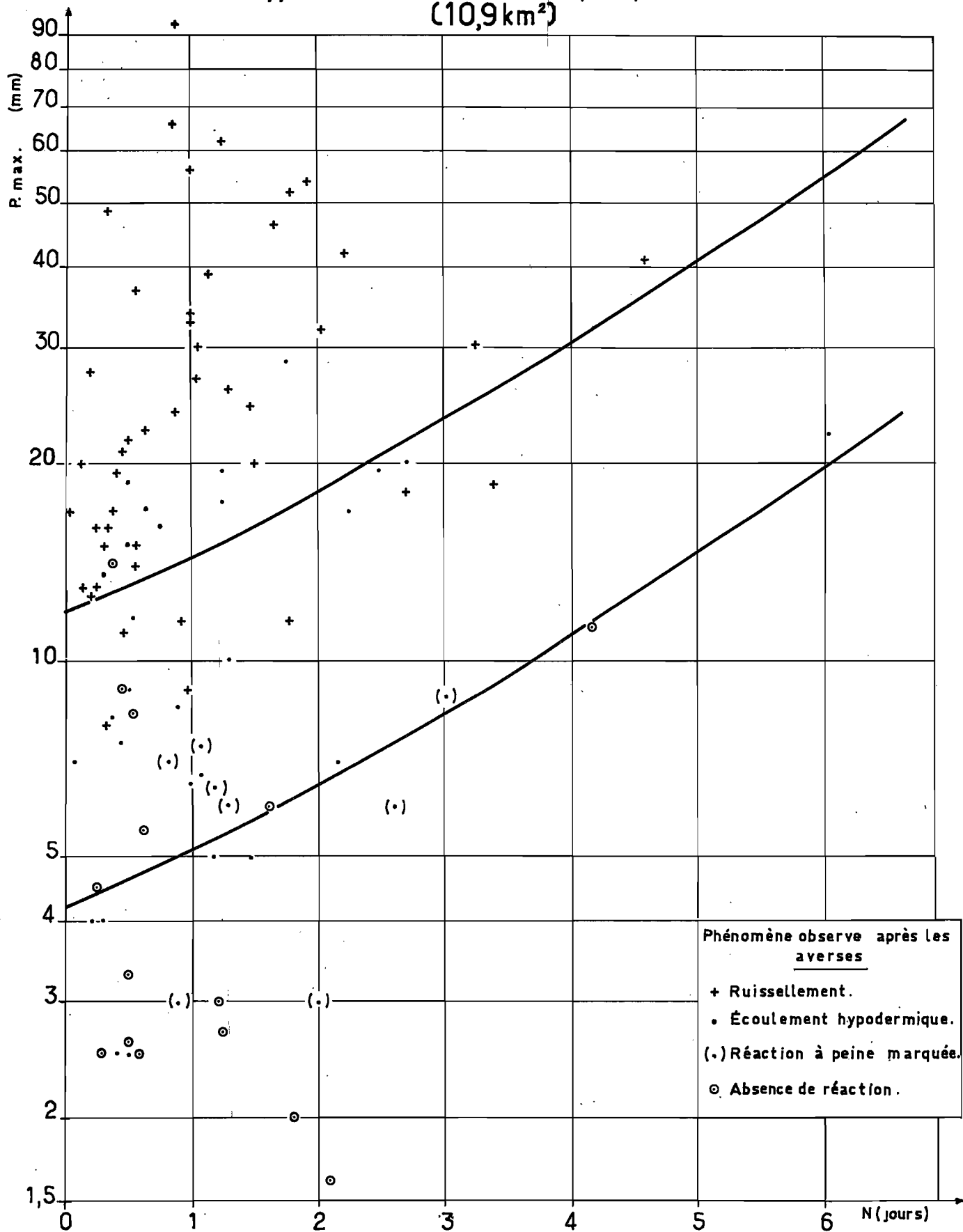
Nous pouvons essayer de vérifier si la relation qui semble exister entre P moy et $H_R - (\epsilon_T + \epsilon'_T)$ pour les crues C₁, peut être généralisée aux crues dont le débit maximal est supérieur à 10 m³/s, et dont la lame ruisselée H_R est par conséquent mal connue. Ces crues dont le nombre est de 6 correspondent toutes à des averses supérieures à 45 mm. La vérification que nous nous proposons de faire conduit à compléter le graphique 4 par les points représentatifs de ces 6 crues. Ces points, numérotés de 1 à 6, ont été reportés en réalité sur le graphique 5 car il était plus commode de changer d'échelle.

Les points 1 à 6 présentent un alignement nettement différent des points représentatifs des crues C₁. Cependant, nous pouvons supposer que la corrélation existant entre P moy et $H_R - (\epsilon_T + \epsilon'_T)$ n'est approximativement linéaire que pour les valeurs de P moy inférieures à 45 mm, puis prend une allure différente du fait que les plus fortes crues sont presque toujours dues à des averses bien plus intenses que la moyenne. Nous voyons alors que le graphique 5 permettrait d'ajuster une telle loi à l'ensemble des données des crues C₁ et C₂. La seule anomalie importante qui persisterait serait alors celle de la crue du 30/6/63, crue que nous avons repérée sur le graphique 5: cette anomalie s'explique à son tour si l'on considère sur le

BASSIN DE NATIOKAHA

Gr_4 ter

Apparition d'une réaction aux précipitations (10,9 km²)



Phénomène observé après les
averses

- + Ruissellement.
- Écoulement hypodermique.
- (.) Réaction à peine marquée.
- o Absence de réaction.

BASSIN DE NATIOKAHA

Lame ruisselée corrigée pour des conditions moyennes de saturation et pluie moyenne

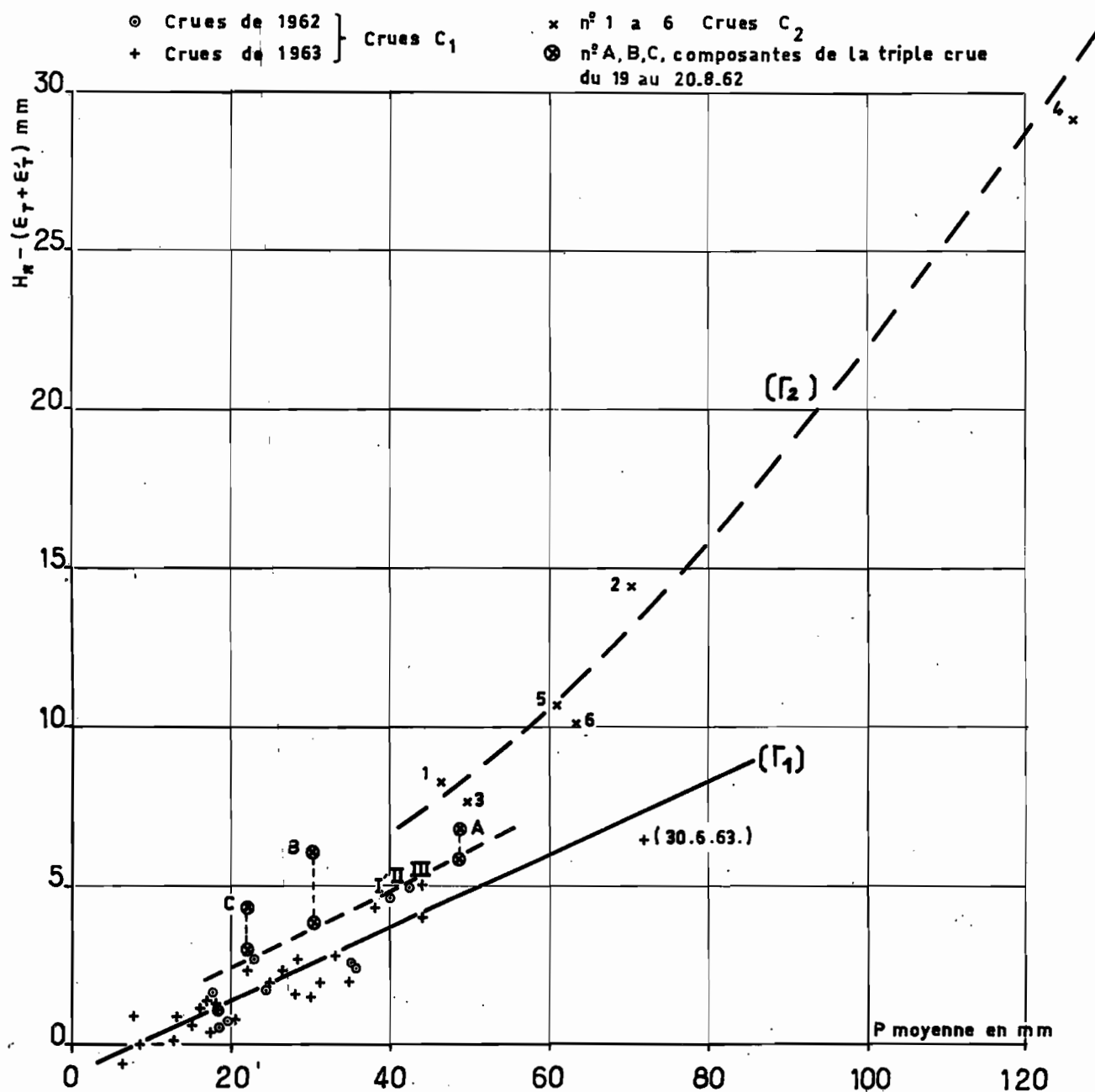
Crues C_1 et C_2 

TABLEAU V

Bassin de NATIOKAHA (10,9 km²)

Généralisation de la méthode d'analyse des crues C1 aux crues C2
et étude particulière des crues du 30/6/63 et du 19 au 20 août 1962

N ^a	Date	P _{moy} mm	H _R mm	Q ₀ m ³ /s	ε _T mm	T _S h	ε' _T mm	ε _T +ε' _T mm	H _R (ε _T +ε' _T) mm	I _C mm/h	Q _{max} m ³ /s
1	9/9/62	46,7	870	0,200	+ 0,30	(70)	(+0,15)	+0,45	8,25	87	15,9
2	16/9/62	70,0	1520	0,320	+ 0,60	70	+0,15	+0,75	14,45	120	29,9
3	21/9/62	49,6	850	0,380	+ 0,65	(48)	(+0,25)	+0,70	7,80	82	12,9
4	5/8/63	123,9	2920	0,100	- 0,30	24	+0,25	- 0,05	29,25	77	51,5
5	24/8/63	61,0	1120	0,190	+ 0,25	11	+0,25	+0,50	10,70	88	23,0
6	29/8/63	63,3	10,80	0,280	+ 0,50	23	+0,25	+0,75	10,05	82	14,4
	30/6/63	72,1								33	3,5
A	19.20/8/62	48,5	à 6,20 à 7,45	0,225	+ 0,40	< 50	+0,25	+ 0,65	à 5,55 à 6,80	54	8,8
B	id	30,5	à 4,65 à 6,85	1,580	+ 0,65	id	+0,25	+ 0,90	à 3,75 à 5,95	24	7,5
C	id	22,0	à 3,70 à 5,05	2,940	+ 0,65	id	+0,25	+ 0,90	à 2,80 à 4,15	30	8,2
I	2/8/62 I									45	7,2
II	13/9/62									35	7,8
III	22/9/63									65	7,4

tableau V les indices "intensité caractéristique" des 7 averses de plus de 45 mm que nous connaissons, puisque c'est dans ce groupe que l'averse du 30/6/63 se distingue à la fois par un ruissellement anormalement faible et par une intensité caractéristique très faible.

Nous pouvons remarquer d'autre part que, malgré la présence d'une averse à faible intensité parmi elles, les 7 averses de plus de 45 mm ont pour valeur moyenne de l'intensité caractéristique 78 mm/h, alors que la valeur moyenne pour l'ensemble des crues C₁ et C₂, c'est-à-dire pour 41 crues, est seulement 53 mm/h. Ceci justifie le fait que la courbe moyenne pouvant être tracée sur le graphique 5 donne pour P moy > 45 mm des valeurs de la lame ruisselée théorique supérieures à celles H^{"RT"} que donne la droite $\overline{1}$.

8° Incertitude due à l'étalonnage de la station.

Il nous faut noter maintenant que, la courbe d'étalonnage de la station ayant dû être extrapolée pour permettre l'interprétation des crues C₂, les valeurs de H_R calculées pour celles-ci sont sans doute affectées d'une erreur systématique, d'autant plus forte que le débit maximal de la crue est plus élevé.

Nous pensons que cette erreur doit être par excès car les points représentatifs des crues C₂ seraient peu dispersés par rapport à une courbe moyenne $\overline{2}$ présentant pour la valeur P moy = 45 mm un décrochement vers les H_R positifs par rapport à la droite de régression $\overline{1}$. Cependant, pour les fortes valeurs de H_R, cette erreur systématique est superposée au correctif qui doit être ajouté à H^{"RT"} en fonction de l'intensité des averses : aussi, la considération de la corrélation hydro-pluviométrique pour les fortes valeurs de H_R ne peut permettre de préciser ni même de confirmer l'existence de l'erreur d'étalonnage.

Nous pouvons donc seulement noter que certains des points représentatifs des crues C₂ sont probablement trop hauts sur le graphique 5.

L'interprétation de la crue du 19 au 20 Août 1962 a été reprise en tenant compte du fait que l'écoulement hypodermique est très difficile à distinguer du ruissellement. Nous

avons donc déterminé pour ce dernier deux valeurs-limites dont la plus forte est assez peu vraisemblable et la plus faible est probablement légèrement inférieure à la valeur réelle. Cette crue a été considérée comme formée de trois crues successives, et l'analyse des données figurant sur le tableau 5 conduit à placer les trois points représentatifs A, B, C, sur le graphique 5 chacun entre deux positions-limites.

Il est intéressant de noter que si l'on choisit pour les lames ruisselées des crues A, B, C, les valeurs les plus faibles, les points représentatifs s'alignent assez bien avec ceux des crues I, II, III, dont nous avons également rappelé quelques caractéristiques sur le tableau V, et cet alignement passe environ par le milieu du décrochement entre la droite de régression Γ_1 et la courbe moyenne Γ_2 relative aux crues C_2 . Ajoutons à cette remarque que les débits maximaux des crues considérées se classent comme suit :

- groupe des crues C_1 excepté I, II et III $Q_{\max} < 7 \text{ m}^3/\text{s}$
- groupe des crues I, II, III, A, B et C $7 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{\max} < 10 \text{ m}^3/\text{s}$
- groupe des crues C_2 $Q_{\max} > 10 \text{ m}^3/\text{s}$

Il n'est pas impossible qu'une erreur systématique par excès, due à l'extrapolation de la courbe d'étalonnage, apparaisse dès que le débit est de l'ordre de $7 \text{ m}^3/\text{s}$.

Une étude ultérieure reprenant l'ensemble des données corrigées des erreurs éventuelles dues à l'étalonnage conduirait sans doute à une droite de régression légèrement différente de Γ_1 , et dont on peut avoir une idée en considérant sur le graphique 4 la disposition du nuage des points représentatifs des crues C_1 excepté I, II et III.

2.6. - DETERMINATION de la CRUE de FREQUENCE DECENNALE et de la CRUE de FREQUENCE BIENNALE -

a) Lame ruisselée décennale

Nous savons, comme il est indiqué dans le rapport de la campagne 1962-63, que l'averse de fréquence décennale doit avoir les caractéristiques suivantes :

P max = 120 mm (valeur déterminée statistiquement avec
les données du poste de KORHOGO)
K = 0,90 (coefficient d'abattement)
P moy = 108 mm

Reportée sur le graphique 5 en utilisant la courbe moyenne Γ_2 , cette valeur de P moy correspond à une valeur théorique de la lame ruisselée d'environ 25 mm. Les correctifs ϵ_T et ϵ'_T , que nous avons toujours trouvés très faibles, sont ici théoriquement nuls, puisqu'on considère que la crue décennale doit correspondre à une averse de hauteur décennale rencontrant des facteurs secondaires de ruissellement moyens. Mais, craignant que notre étude, faite avec un échantillon de crues dont la majorité sont faibles, nous conduise à un chiffre trop optimiste, nous prendrons $(HR)_{10} = 28$ mm.

Cette valeur de (HR) ne doit théoriquement pas être retouchée en considération de l'intensité de l'averse, puisque la corrélation hydropluviométrique représentée par la courbe Γ_2 est supposée distincte de celle que représente la droite Γ_1 afin d'exprimer que l'intensité moyenne des averses croît en même temps que leur hauteur.

b) Forme de l'hydrogramme unitaire

On avait adopté, à la suite de la campagne 1962-63, un hydrogramme unitaire présentant les caractéristiques de forme et le temps de réponse suivants :

t_m	= 1 h	, minimum observé dans l'échantillon des crues de 1962
T_b	= 5 h	, minimum observé dans l'échantillon des crues de 1962
$\frac{QR \text{ max}}{HR}$	= 2,10	, maximum extrapolé d'après l'échantillon des crues de 1962
t_p	= 1 h	, minimum observé dans l'échantillon des crues de 1962.

Il se trouve que l'échantillon des crues de 1963 n'apporte pas d'éléments obligeant à réviser le choix de ces valeurs, sauf celle de $QR \text{ max}/HR$ comme nous allons le voir.

c) Débit de pointe de la crue décennale

Les deux fortes crues observées le 16/9/62 et le 24/8/63 sont presque unitaires, puisqu'elles présentent des rapports $\frac{Q_R \text{ max}}{H_R}$ respectivement de 1,88 et 1,96. Nous prendrons

pour la crue décennale un rapport de 1,70
 $(Q_R \text{ max})_{10} = 1,70 (H_R)_{10} = 47,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Par analogie avec la crue du 5/8/63 pour laquelle nous avons $Q_R \text{ max} = 51 \text{ m}^3/\text{s}$ et $Q \text{ max} = 51,5 \text{ m}^3/\text{s}$ après addition du débit d'écoulement hypodermique et du débit de base, nous aurons :

$$(Q \text{ max})_{10} \neq 48 \text{ m}^3/\text{s}$$

La crue du 5/8/63 est due à une averse de hauteur plus que décennale mais sans doute d'intensité moins que moyenne pour une telle hauteur. Parallèlement, elle a présenté une lame ruisselée et un débit de pointe seulement du même ordre que ceux de la crue décennale, le rapport $\frac{Q_R \text{ max}}{H_R}$ ayant atteint le 5/8/63 la valeur 1,75.

Notons que le rapport $\frac{Q_R \text{ max}}{H_R}$ de la crue exceptionnelle

calculée dans le rapport de la campagne 1962-63 a une valeur plus faible (1,65) bien que le temps de base T_b soit plus court que pour la crue du 5/8/63 (6 h au lieu de 8 h 30) : il faut en déduire que les hypothèses admises pour construire l'hydrogramme exceptionnel ne sont pas absolument adéquates : en particulier, après avoir décomposé le hyétogramme exceptionnel en tranches qui sont supposées ruisseler dans des proportions variables, on admet que les lames ruisselées partielles sont décalées dans le temps comme les tranches du hyétogramme, c'est-à-dire qu'on admet la constance du temps de réponse au cours de l'averse, ce qui n'est pas rigoureusement exact, le temps de réponse diminuant quand la saturation augmente.

La valeur de $Q_R \text{ max}$ déterminée pour la crue exceptionnelle dans le rapport de la campagne 1962-63 est pratiquement la même que celle que nous trouvons ici pour la crue décennale,

mais les deux hydrogrammes sont nettement différents. Il était dit dans le rapport cité ci-dessus que la crue exceptionnelle calculée pouvait avoir une fréquence légèrement plus faible que la crue décennale mais, pratiquement, les deux hydrogrammes estimés peuvent être comparés comme étant de même fréquence. Nous voyons donc que :

1°) on avait dû surestimer le coefficient global de ruissellement qui, au lieu d'être 0,30, serait plutôt :

$$K_R = \frac{28}{108} = 0,26$$

(valeur plus rapprochée de celle de la crue du 5/8/63)

2°) par contre, cet écart d'estimation avait été compensé dans le calcul de Q_R max parce que l'inadéquation des hypothèses faites en 1962, et que nous évoquons plus haut, avait conduit à sous-estimer la concentration de l'écoulement dans le temps et, par suite, à sous-estimer Q_R max pour une valeur donnée de H_R .

Nous pourrions imaginer un schéma qui permette de reconstituer la crue décennale par composition de plusieurs hydrogrammes unitaires. Par exemple, l'averse décennale de 108 mm peut être décomposée grosso-modo en quatre épisodes successifs conformément aux données présentées dans le rapport de la campagne 1962-63 :

- 1ère "averse" de 35 mm de l'instant 0 à 0h30 (intensité moyenne = 70 mm/h)
- 2ème "averse" de 35 mm de l'instant de 0 h 30 à 1 h (intensité moyenne = 70 mm/h)
- 3ème "averse" de 10 mm de l'instant de 1 h à 1 h 30 (intensité moyenne = 20 mm/h)
- 4ème "averse" de 28 mm de l'instant de 1 h 30 à 5 h (intensité moyenne = 8 mm/h)

Nous supposons que la 1ère "averse" donne lieu à une crue unitaire suivant le schéma adopté dans le rapport précité, le coefficient de ruissellement étant 11,5 % : la lame ruisselée est, par conséquent, 4 mm. Le temps de réponse est pris égal à 70 mn, et l'averse étant centrée sur 0h15, l'hydrogramme est censé commencer à 0h25 et atteindre son maximum à 1h25.

La 2ème "averse", avec un temps de réponse de 60 mn et un coefficient de ruissellement de 51,5 %, donnerait une lame ruisselée de 18 mm avec un hydrogramme commençant à 0h45.

La 3ème "averse", avec un temps de réponse de 50 mn et un coefficient de ruissellement de 30 %, donnerait une lame ruisselée de 3 mm avec un hydrogramme commençant à 1h05, ce qui est encore acceptable puisque cette "averse" commence à 1 h.

La somme des lames ruisselées correspondant à ces trois "averses" est 25 mm. Nous pouvons admettre que la traîne a donné lieu à un ruissellement de 3 mm, le coefficient de ruissellement retombant à la valeur 11 % en raison de la faiblesse de l'intensité de précipitation, et l'hydrogramme étant très aplati.

L'hydrogramme de la crue décennale s'obtient par composition des quatre hydrogrammes partiels que nous venons de décrire, et la partie qui nous intéresse est pratiquement déterminée par la composition des trois premiers, ce qui conduit à un débit maximal de pointe de 48 m³/s (voir schéma ci-joint).

Nous pouvons résumer ainsi les caractéristiques de la crue décennale estimée :

P max	K	P moy	T ₆	V _R	H _R	K _R	Q _R max	Q _R max	Q max
mm		mm		m ³	mm		m ³ /s	$\frac{Q_R \max}{H_R}$	m ³ /s : l/s.km ²
120	0,90	108	de l'ordre de 1 heure	305 000	28	0,26	48	1,70	49 : 4500

d) Détermination de la crue de fréquence biennale

En suivant la même méthode que pour la crue décennale, nous pourrions partir d'une hauteur de pluie ponctuelle

Reconstitution de la crue décennale

à NATIOKAHA

0 h 1 h 2 h 3 h 4 h 5

A₁ A₂ A₃ A₄

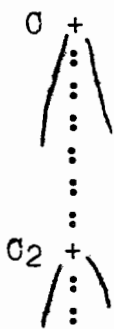
(Averse décennale décomposée en 4 averses)

48 m³/s-

40 m³/s-

20 m³/s-

0



Débuts et maximums des
3 premiers hydrogrammes
composants et de la
crue décennale théorique

G₁ G₂ G₃

de 90 mm qui a été déterminée statistiquement avec les données du poste de KORHOGO. Nous pourrions en déduire, comme il a été fait dans le rapport de la campagne 1962-63, une hauteur moyenne sur le bassin de 70 à 80 mm. Mais cette dernière estimation est peut être trop optimiste, puisqu'elle a été dépassée deux fois très largement en 2 ans (101 mm le 19/8/62 et 125,9 mm le 5/8/63). Nous prendrons donc pour pluie moyenne de fréquence biennale = $(P \text{ moy})_2 = 85 \text{ mm}$.

D'après le graphique 5, nous trouvons alors $(H_R)_2 = 17,5 \text{ mm}$ et avec un rapport $Q_R \text{ max} = 1,70$, nous avons $Q_R \text{ max} = \frac{H_R}{H_R} =$

$30 \text{ m}^3/\text{s}$. Les caractéristiques de cette crue biennale peuvent donc se résumer :

P moy	T_6	V_R	H_R	K_R	$Q_R \text{ max}$	$Q_R \text{ max}$	Q max
mm		m^3	mm		m^3/s	$\frac{H_R}{H_R}$	$\text{m}^3/\text{s} : \text{l/s} \cdot \text{km}^2$
85	de l'ordre	191 000	17,5	0,20	30	1,70	30 : 2750
	de 1 heure						

e) Estimation d'une marge d'erreur pour les débits de pointe des crues de fréquence décennale et de fréquence biennale.

On peut dire que l'erreur commise dans le choix du rapport $Q_R \text{ max}$ représente la plus grande partie de celle que

nous avons pu commettre dans la détermination de $Q_R \text{ max}$. Le rapport $Q_R \text{ max} = \frac{H_R}{H_R}$ a été pris égal à 1,70 par analogie avec les

valeurs observées que nous rappelons ci-dessous en même temps que les valeurs de Q max correspondantes. Ces dernières étant

sujettes à caution quand elles sont supérieures à $10 \text{ m}^3/\text{s}$ et d'autant plus qu'elles sont plus fortes, on peut admettre que $\frac{Q_R \text{ max}}{H_R}$ doit être compris entre 1,55 et 1,85 pour les crues

que nous voulons déterminer.

En effet, parmi les valeurs de $\frac{Q_R \text{ max}}{H_R}$ observées, voici celles qui sont supérieures à 1,50:

Date	Q max	$\frac{Q_R \text{ max}}{H_R}$	Date	Q max	$\frac{Q_R \text{ max}}{H_R}$
24/8/62	4,35	1,88	24-25/8/63	23,0	2,02
9/9/62	15,9	1,77	30/8/63I	3,75	1,56
16/9/62	29,9	1,96	3/9/63	3,80	1,65
5/8/63	51,5	1,75	6/9/63	1,90	1,60

La crue décennale, avec $H_R = 26$ à 30 mm , aura donc un débit de pointe de 40 à $55 \text{ m}^3/\text{s}$, soit 3700 à 5100 l/s.km^2 , et la crue biennale, avec $H_R = 16,5$ à $18,5 \text{ mm}$, aura un débit de pointe de 26 à $34 \text{ m}^3/\text{s}$, soit 2400 à 3100 l/s.km^2 .

Ces valeurs limites semblent ne pouvoir être dépassées qu'avec une probabilité très faible.

Chapitre III



Étude des Crues à DIELIKAHA

CHAPITRE III

ETUDE des CRUES à DIELIKAHA

Le plan de cette étude est calqué sur celui de l'étude des crues à NATIOKAHA, et nous pourrions répéter ici les remarques figurant dans le chapitre 2 au sujet de l'imprécision des données relatives aux fortes crues, et au sujet des difficultés rencontrées pour la séparation des écoulements des divers types. Les notations utilisées dans ce chapitre ont la même signification que dans le chapitre 2.

Il nous suffira donc tout d'abord de présenter la série des tableaux de données relatives aux crues observées à DIELIKAHA.

3.1. - TABLEAUX de DONNEES -

a) Tableau VI : c'est l'équivalent du tableau I pour NATIOKAHA

Les indices K et N utilisés dans les notations des intensités (I_K et I_N) signifient qu'il s'agit des valeurs moyennes sur les bassins partiels de KORHOGO et de NATIOKAHA.

Quelques enregistrements pluviographiques étant manquants ou difficiles à interpréter, les données relatives aux intensités sont assez incomplètes, et nous avons mis entre parenthèses les chiffres particulièrement douteux ou provenant d'un seul des deux pluviographes du bassin partiel considéré. Le temps T_{30} moy a été également indiqué entre parenthèses quand les données d'un ou plusieurs des 4 pluviographes du bassin total n'ont pas été utilisées.

Vu la faible densité des appareils, l'ensemble des données présentées pour caractériser l'intensité doit être considéré comme un simple indice assez grossier.

TABLEAU VI

Bassin de DIELIKAHA (56,75 km²)

Caractéristiques des averses principales
ayant donné lieu à un ruissellement en 1963

Date	P max mm	P moy mm	K	I _K max mm/h	I _N max mm/h	I _{CK} mm/h	I _{CN} mm/h	T ₃₀ ^{moy} mn	I _h mm	T _s h
25/3	39,0	35,3	0,90			(96)		(13)	0	>600
15/4	40,8	28,7	0,60	42		(35)		(4)	8,0	240
10/5	52,0	24,0	0,46	54	(228)	(48)	90	16	18,0	85
11/5	15,0	5,6	0,37		(42)		(40)	9	19,3	24
1/7	94,0	66,1	0,70	54	96	37	33	(35)	15,0	45
5/7	32,0	28,3	0,88	60	102	36	68	16	39,5	105
8/7	46,2	29,9	0,65	121	54	105	28	16	39,5	78
15/7	27,7	26,4	0,95	60	66	43	53	14	19,2	156
23/7	28,4	10,8	0,38	48		30		(5)	25,5	30
5/8	143,0	109,0	0,76	78	108	52	77	87	35,2	24
12/8	39,0	27,7	0,71	90		63		(25)	45,5	96
21/8	42,9	34,0	0,80	54	(54)	48	(53)	23	21,0	107
24/8	77,0	53,0	0,69	90	114	54	88	50	32,5	11
26/8	15,0	10,6	0,71	48		(40)		(3)	78,0	27
29/8	66,0	55,4	0,84	66	144	38	62	32	53,0	22
30/8	36,5	29,5	0,81	72	66	31	27 et 54 (2 averses)	10	90,0	26

TABLEAU VI (suite)

Date	P max	P moy	K	I _K max	I _N max	I _{CK}	I _{CN}	T ₃₀ moy	I _h	T _s
2/9	26,0	21,0	0,81	30		18		0	68,0	72
3/9	21,0	17,3	0,82		40	(9)	28	1	63,0	25
4/9	22,5	19,6	0,87	72	67	52	54	19	77,0	30
5/9	27,7	12,9	0,47	90		83		(8)	71,0	18
6/9	11,0	8,7	0,79		84		66	(4)	76,0	22
11/9	36,3	18,3	0,52	54	(59)	36	(55)	15	39,5	124 (*)
22/9	63,4	48,0	0,76	96	102	68	65	29	14,7	92
30/9	30,0	11,0	0,37	30	96	32	47	16	24,5	40
2/10	18,0	10,3	0,57	78	faible		faible		28,0	30
6/10	40,0	26,7	0,67	48	42	27	26	4	29,5	52
9/10	56,5	35,7	0,63	84	(90)	38	(55)	24	29,0	61
29/10	18,0	7,9	0,44	24		(24)		(0)	14,0	72
30/10	37,0	22,1	0,60	12	36	(12)	25	3	18,5	28
5/11	56,0	34,9	0,62		84	45	59	(14)	19,3	65

* Pendant les 124 heures qui ont précédé l'averse du 11/9, il n'y a eu aucune averse de 5 mm ou plus, mais de nombreuses pluies plus faibles dont une a peut-être donné lieu à un ruissellement, 72 heures avant l'averse du 11/9.

b) Tableau VII : c'est l'équivalent du tableau II pour NATIOKAHA.

Les valeurs mal connues du fait de l'imprécision de l'étalonnage au delà du débit de $16 \text{ m}^3/\text{s}$, ont été indiquées entre parenthèses.

Entre doubles parenthèses, on trouvera les caractéristiques de la crue du 5/8/63, dont le débit maximal de pointe a été déterminé de la même façon que celui de $170 \text{ m}^3/\text{s}$ supposé atteint lors de la crue du 16/9/62 : nous avons comparé la section utile de 22 m^2 mesurée le 9/10/63 à la cote 2,13, et la valeur supposée atteinte le 16/9/62, soit 100 m^2 à la cote 3,91. Une interpolation graphique nous a conduit à une section utile de 80 m^2 le 5/8/64, et en adoptant une vitesse moyenne de $1,60 \text{ m/s}$, le débit maximal de pointe est ainsi estimé à $130 \text{ m}^3/\text{s}$.

Les valeurs mal connues du volume d'écoulement hypodermique ont été représentées par les lettres X, Y, ..., W, dans les cas où plusieurs hydrogrammes de ruissellement successifs sont superposés à un même hydrogramme hypodermique.

c) Tableau VIII : c'est l'équivalent du tableau III pour NATIOKAHA

d) Tableau IX : c'est l'équivalent du tableau IV pour NATIOKAHA

Nous avons résumé ici l'étude d'un échantillon de 32 crues qui groupe les crues bien observées en 1962 et en 1963, exception faite de quelques très faibles crues et de celles dont le débit maximal de pointe a été supérieur à $16 \text{ m}^3/\text{s}$.

Le tableau IX, joint aux graphiques 6 à 9, représente l'étude de la corrélation entre la hauteur ruisselée, la pluie moyenne sur le bassin, et les facteurs secondaires du ruissellement Q_0 et T_s . La courbe moyenne tracée en fonction du facteur T_s a une forme qui peut paraître aberrante ; pour trouver un ajustement plus satisfaisant, l'étude de l'influence de Q_0 et T_s devrait être faite avec deux approximations successives, mais la seconde est une opération que ne justifie pas le degré de précision des données.

TABLEAU VII

Bassin de DIELIKHA (56,75 km²)

Caractéristiques de forme des hydrogrammes de crue en 1963

Date	Q ₀	Q max	V _R	H _R	V _H	t _m	T _b	Q ₁	a _h = $\frac{1}{t_h}$	Q ₂	a _b = $\frac{1}{t_b}$
	m ³ /s	m ³ /s	10 ³ m ³	mm	10 ³ m ³	h-mn	h-mn	m ³ /s	(t _h en j)	m ³ /s	(t _b en j)
25/3	0,230	3,14	49,8	0,90	23,2	1-50	12	0,71	0,61	0,46	0,11
15/4	0,120	1,91	45,9	0,80	10,6	4-40	18	0,39	0,96	0,23	0,08
10/5	0,090	3,43	98	1,75	37,2-X						
11/5	0,540	1,34	12	0,20	X			0,49	0,45	0,29	0,11
1/7	0,210	(29,1)	(647)	(11,40)	108	5	30	1,97	0,15	1,52	0,10
5/7	0,940	3,90	120	2,10	39	10	27	1,45	0,12	1,07	0,07
8/7	0,900	12,5	289	5,10	69,9	6	28	1,63	0,12	1,26	0,05
15/7	0,710	3,07	72,2	1,25	22,8		40	0,94	0,11	0,81	0,14
23/7	0,840	2,20	43,7	0,75	14,6	7	25	0,99	0,18	0,74	0,08
5/8	0,970	((130))	((1878))	((33,10))	487	3	16	5,95	0,42	2,85	0,16
12/8	1,590	10,4	230	4,05	112		30	2,15	0,12	1,71	0,07
21/8	1,060	7,10	163	2,85	41,2		24	1,61	0,07	1,37	0,02
24/8	1,190	(56,2)	(423)	(7,45)	132	5	28	3,28	0,48	2,25	0,15
26/8	2,100	3,59	25,9	0,45	21,6		12	2,46	0,46	2,06	0,15
29/8	1,390	(43,8)	(634)	(11,20)	363-Y	2-30	16	3,43	0,21		
30/8	2,850	(20,0)	(275)	(4,85)	Y		21	4,06	0,23	2,64	0,11

TABLEAU VII (Suite)

Date	Q ₀	Q max	V _R	H _R	V _H	t _m	T _b	Q ₁	a _h = $\frac{1}{t_h}$	Q ₂	a _b = $\frac{1}{t_b}$
	m ³ /s	m ³ /s	10 ³ m ³	mm	10 ³ m ³	h-mn	h-mn	m ³ /s	(t _h en j)	m ³ /s	(t _b en j)
2/9	2,100	5,20	68,8	1,20	68,8-Z		23				
3/9	2,580	6,83	54,1	0,95	Z		14	3,00	0,17		
4/9	2,200	7,20	135	2,40	87,1-U-V		18				
5/9	2,550	11,9	146	2,55	U		17	2,95	0,15		
6/9	2,750	4,35	41,6	0,75	V		13	2,85	0,18	2,58	0,09
11/9	1,630	5,50	65,6	1,15	14,7	7	13	2,15	0,17	1,86	0,07
22/9	0,870	(27,6)	344	(6,05)	110	4	16	2,30	0,17	1,45	0,06
30/9	1,100	3,36	32,7	0,60	7,6	3	13	1,52	0,29	1,34	0,11
2/10	1,190	3,51	45,2	0,80	17,0		14	1,51	0,15	1,02	
6/10	0,870	3,00	43,7	0,75	21,6-W	9	18	1,47			
9/10	1,070	15,1	294	5,20	70,9	3-20	18	3,31	0,47	2,75	0,13
29/10	0,880	1,80	23,5	0,40	7,20		18	1,04	0,27	0,91	
30/10	0,910	3,60	68,8	1,20	14,0		18	1,20	0,43	1,10	
5/11	0,820	11,4	226	4,00	52,7	8-30	20	1,69	0,24	1,47	0,12

TABLEAU VIII

Bassin de DIELIKAHA (56,75 km²)

Caractéristiques des phénomènes "Averse-Crue"

Date	P moy mm	H _R mm	100 K _R %	t _p h-mn
25/3	35,3	0,90	2,55	5
15/4	28,7	0,80	2,8	8
10/5	24,0	1,75	7,3	-
11/5	5,6	0,20	3,6	-
1/7	66,1	11,40	17,3	-
5/7	28,3	2,10	7,4	(10)
8/7	29,9	5,10	16,7	6
15/7	26,4	1,25	4,7	-
23/7	10,8	0,75	7,0	(7)
5/8	109,0	33,10	30,3	<3
12/8	27,7	4,05	14,6	-
21/8	34,0	2,85	8,4	-
24/8	53,0	7,45	14,1	(5)
26/8	10,6	0,45	4,3	-
29/8	55,4	11,20	20,6	2-30
30/8	29,5	4,85	16,5	-
2/9	21,0	1,20	5,7	-
3/9	17,3	0,95	5,5	-
4/9	19,6	2,40	12,2	-
5/9	12,9	2,55	19,8	-
6/9	8,7	0,75	8,6	-
11/9	18,3	1,15	6,3	-
22/9	48,0	6,05	12,6	4
30/9	11,0	0,60	5,5	3-30
2/10	10,3	0,80	7,8	-
6/10	26,7	0,75	2,8	8-30
9/10	35,7	5,20	14,5	<3
29/10	7,9	0,40	5,1	-
30/10	22,1	1,20	5,4	-
5/11	34,9	4,00	11,5	(8)

TABLEAU IX

Bassin de DIELIKAHA (56,75 km)

Etude de la lame ruisselée H en fonction de la pluie moyenne P.moy
et des facteurs secondaires Q_0 et T_s

Date	N°	P moy mm	H _R mm	H _{RT} mm	ε mm	Q ₀ m ³ /s	ε' = ε · ε _T 1962	ε _T mm	T _s h	ε'' = ε' · ε' _T mm	ε' _T mm	ε _T + ε' _T mm	Hε - ε' _{RT} mm
26/6	1	25,1	0,95	1,95	-1,00	0,170	+0,25	-1,25	(43)	+0,20	+0,05	-1,20	2,15
1/7	2	19,8	0,60	1,40	-0,80	0,310	+0,15	-0,95	49	0	+0,15	-0,80	1,60
1/8	3	23,1	1,40	1,75	-0,35	0,209	+0,80	-1,15	(18)	+0,95	-0,15	-1,30	2,70
2/8I	4	33,4	(3,10)	2,90	+0,20	(1,100)	-0,10	+0,30	14	+0,10	-0,20	+0,10	3,00
2/8II	5	21,5	(1,90)	1,60	+0,30	(2,200)	-0,35	+0,65	12	-0,15	-0,20	+0,45	1,45
17/8	6	34,1	1,10	3,00	-1,90	0,340	-1,00	-0,90	216	-0,40	-0,60	-1,50	2,60
24/8	7	17,2	2,70	1,20	+1,50	1,460	+0,95	+0,55	100	+0,80	+0,15	+1,70	2,00
1/9	8	43,3	5,05	5,20	-0,15	1,620	-0,75	+0,60	(80)	-1,25	+0,50	+1,10	3,95
							1963						
25/3	9	35,3	0,90	3,15	-2,25	0,230	-1,15	-1,10	>600	1	-1,15	-2,25	3,15
15/4	10	29,7	0,80	2,35	-1,55	0,120	-0,20	-1,35	240	+0,45	-0,65	-2,00	2,80
10/5	11	24,0	1,75	1,85	-0,10	0,090	+1,30	-1,40	85	+0,85	+0,45	-0,95	2,70
11/5	12	5,6	0,20	0,25	-0,05	(0,540)	+0,45	-0,50	24	+0,60	-0,15	-0,65	0,85
5/7	13	28,3	2,10	2,75	-0,65	0,940	-0,80	+0,15	105	-0,95	+0,15	+0,30	1,80
8/7	14	29,9	5,10	2,50	+2,60	0,900	+2,50	+0,10	78	+2,00	+4,50	+4,60	4,50
15/7	15	26,4	1,25	2,10	-0,85	0,710	-0,65	-0,20	156	-0,30	-0,35	-0,55	1,80

TABLEAU IX
(suite)-

Date	N°	P moy	H _R	H _{RT}	ε	Q ₀	ε̇ = ε - ε _T	ε _T	T _S	ε̈ = ε̇ - ε̇ _T	ε̇ _T	ε + ε̇ _T	H _R ε - ε̇ _{RTT}
23/7	16	10,8	0,75	0,65	+0,10	0,840	+0,10	0	30	+0,20	-0,10	-0,10	0,85
12/8	17	27,7	4,05	2,25	+1,80	1,590	+1,20	+0,60	96	+0,90	+0,30	+0,90	3,15
21/8	18	34,0	2,85	2,95	-0,10	1,080	-0,35	+0,25	107	-0,50	+0,15	+0,40	2,45
26/8	19	10,6	0,45	0,65	-0,20	2,100	-0,85	+0,65	27	-0,75	-0,10	+0,55	-0,10
2/9	20	21,0	1,20	1,55	-0,35	2,100	-1,00	+0,65	72	-1,50	+0,50	+1,15	0,05
3/9	21	17,3	0,95	1,20	-0,25	(2,580)	-0,90	+0,65	25	-0,75	-0,15	+0,50	0,45
4/9	22	19,6	2,40	1,40	+1,00	2,200	+0,35	+0,65	30	+0,45	-0,10	+0,55	1,85
5/9	23	12,9	2,55	0,80	+1,75	(2,550)	+1,10	+0,65	18	+1,25	-0,15	+0,50	2,05
6/9	24	8,7	1,75	0,50	+0,25	(2,750)	-0,40	+0,65	22	-0,25	-0,15	+0,50	0,25
11/9	25	18,3	1,15	1,30	-0,15	1,630	-0,75	+0,60	124	-0,70	-0,05	+0,55	0,80
30/9	26	11,0	0,60	0,65	-0,05	1,100	-0,35	+0,30	40	-0,35	0	+0,30	0,30
2/10	27	10,3	0,80	0,60	+0,20	1,190	-0,20	+0,40	30	-0,10	-0,10	+0,30	0,50
6/10	28	26,7	0,75	2,15	-1,40	0,870	-1,45	+0,05	52	-1,65	+0,20	+0,25	0,50
9/10	29	35,7	5,20	3,20	+2,00	1,070	+1,75	+0,25	61	+1,35	+0,40	+0,65	4,55
29/10	30	7,9	0,40	0,40	0	0,880	-0,05	+0,05	72	-0,55	+0,50	+0,55	-0,15
30/10	31	22,1	1,20	1,65	-0,45	0,910	-0,65	+0,10	28	-0,45	-0,10	0	1,20
5/11	32	34,9	4,00	3,10	+0,90	0,820	+0,95	-0,05	65	+0,50	+0,45	+0,40	3,60

IVO-151.627

CRISTON

A0

DATE 12.3.65

DESSINE Gallienne J.

IVO_151_584

H_R (mm)

3

2

1

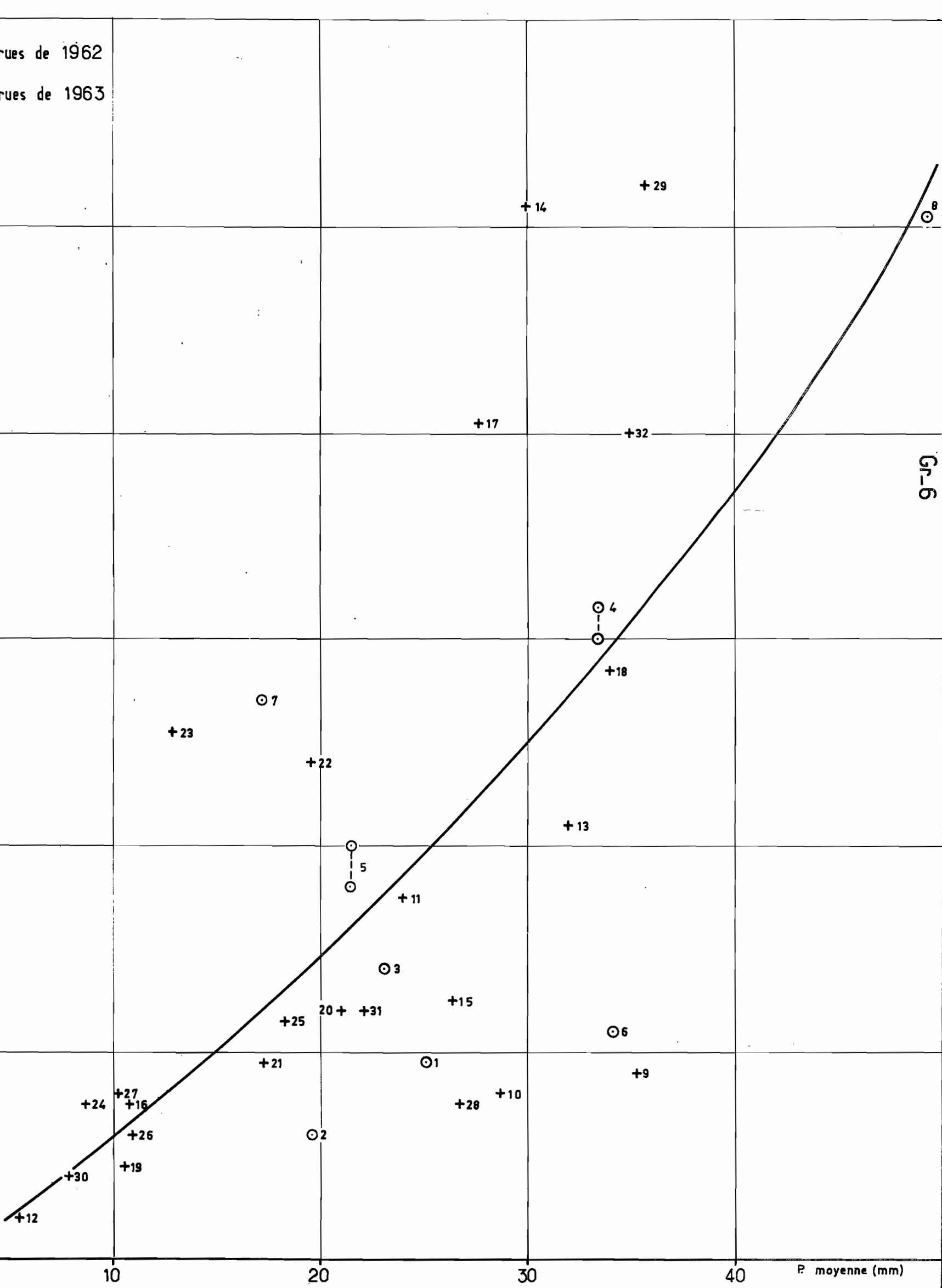
0

BASSIN DE DIELIKAHA

Lame ruisselée observée et pluie moyenne

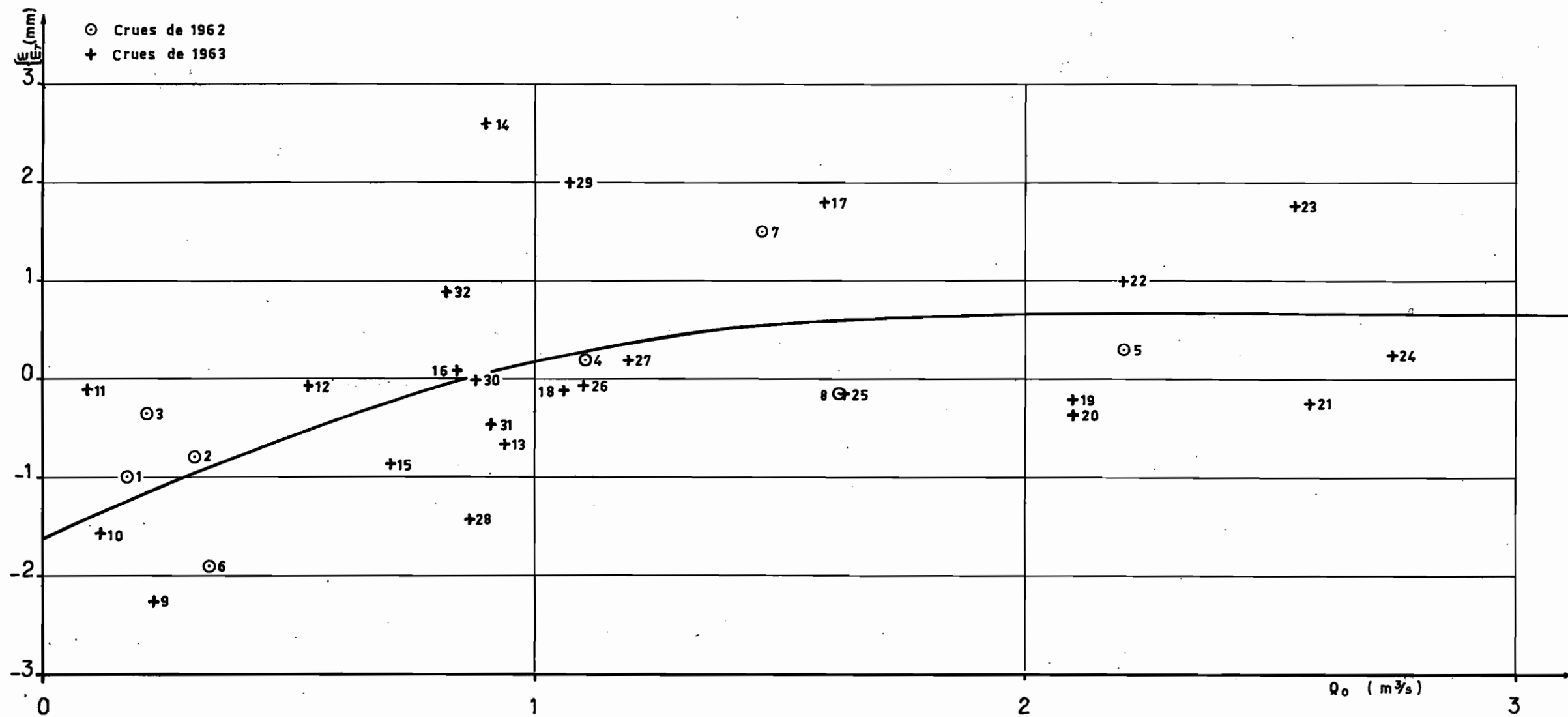
○ Crues de 1962
+ Crues de 1963

Gr-6



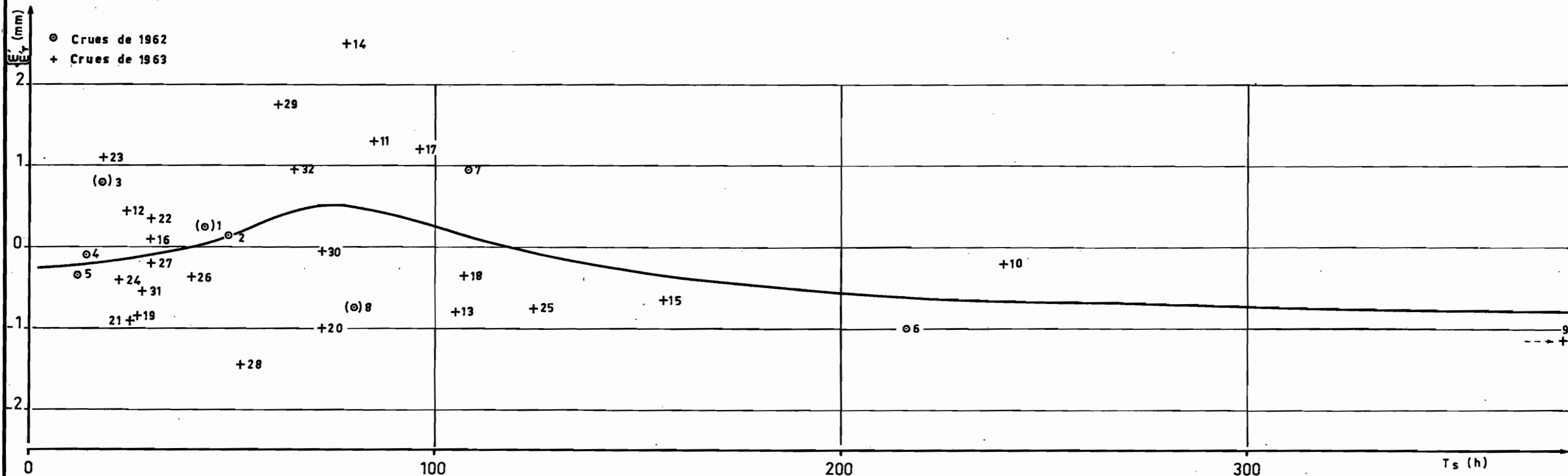
BASSIN DE DIÉLIKAHA

Écart déterminé sur le graphique 6 et débit de base



Gr_8

BASSIN DE DIÉLIKAHA
Écart déterminé sur le graphique 7
et "durée de sécheresse"



C.R.S.T.O.M.

A0

DATE 19.5.65

DESSINE Gallienne J.

IVO-151.587

3

(mm)
 $\frac{H_{\text{ext}} - (E_{\text{r}} + H_{\text{ext}})}{H_{\text{ext}}}$

2

1

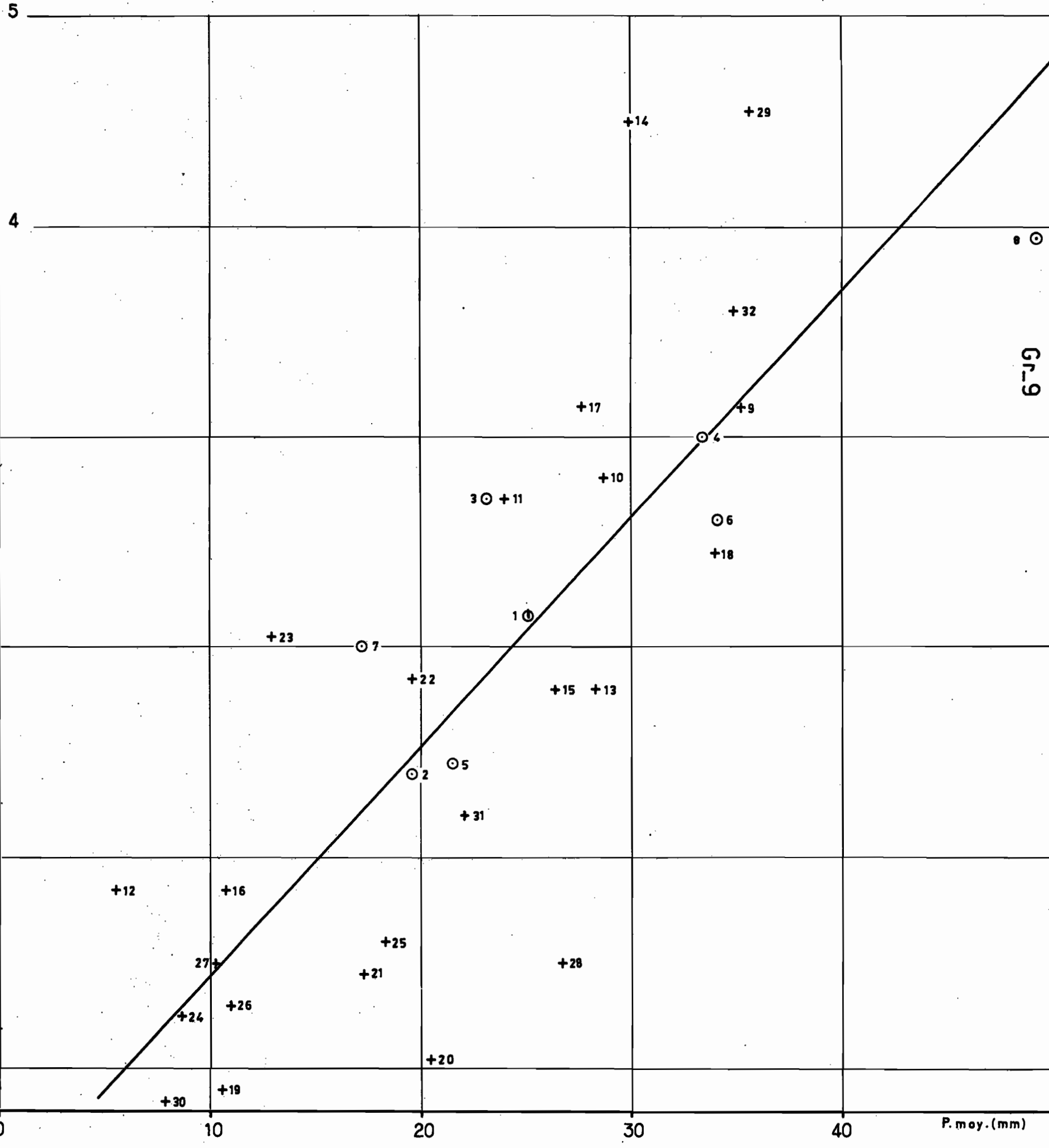
0

0

BASSIN DE DIÉLIKAHA

Lame ruisselée corrigée pour des conditions moyennes de saturation et pluie moyenne

○ Crues de 1962
+ Crues de 1963



Gr-9

P. moy. (mm)

Les valeurs de H_R indiquées entre parenthèses dans le tableau 9 sont relatives à deux crues de 1962 dont l'hydrogramme de ruissellement est difficile à séparer de l'hydrogramme d'écoulement hypodermique ; nous pourrions dire que H_R est compris :

- entre 3,00 et 3,15 mm pour la crue du 2/8/62 n° I
- entre 1,80 et 2,00 mm pour la crue du 2/8/62 n° II.

Les valeurs de Q_0 indiquées entre parenthèses ont sans doute une signification différente de la signification habituelle, car ces débits Q_0 comprennent une certaine proportion d'écoulement hypodermique, ce dernier étant consécutif à une crue immédiatement antérieure. Cependant, dans la corrélation représentée sur le graphique 7, les six points correspondant aux crues qui se trouvent dans ce cas ne paraissent pas constituer un ensemble aberrant.

3.2. - RESULTAT BRUT de l'ETUDE de la CORRELATION HYDRO-PLUVIOMETRIQUE -

La dispersion des valeurs de H_R sur le graphique 6 est représentée par l'écart moyen $\frac{\sum |\epsilon|}{32}$ qui a pour valeur 0,79 mm.

Les corrélations obtenues avec les facteurs secondaires Q_0 et T_s , mises en évidence sur les graphiques 7 et 8, sont caractérisées respectivement par les écarts moyens $\frac{\sum |\epsilon'|}{32} = 0,74$ mm et $\frac{\sum |\epsilon''|}{32} = 0,66$ mm.

Les valeurs de la hauteur ruisselée ramenée à ce qu'elle aurait été théoriquement pour chaque crue si les conditions de saturation avaient été des conditions moyennes, c'est-à-dire $H_R - (\epsilon_T + \epsilon'_T)$, présentent avec la pluie moyenne P moy une corrélation qui paraît être linéaire d'après le graphique 9, tout au moins dans le domaine des averses moyennes. Nous avons calculé l'équation de la droite de régression de $H_R - (\epsilon_T + \epsilon'_T)$ en P moy :

$$H''_{RT} = 0,1084 \quad P \text{ moy} - 0,64.$$

Le coefficient de corrélation est $r = 0,82$.

L'écart moyen qui représente, en comparaison avec la dispersion apparue sur le graphique 6, celle des points du graphique 9 par rapport à la droite de régression, est :

$$\frac{1}{32} \sum |H''_{RT} - [H_R - (\epsilon_T + \epsilon'_T)]| = 0,62 \text{ mm.}$$

Avec les données du bassin de DIELIKAHA, il est donc plus difficile, que dans le cas de NATIOKAHA, d'affirmer que la loi déterminant H''_{RT} représente une bonne interprétation des phénomènes. Cependant, nous pouvons essayer de pousser plus loin cette interprétation.

3.3. - CONCLUSIONS DIVERSES -

a) Par analogie avec ce que nous avons indiqué dans l'étude des crues de NATIOKAHA, nous pouvons dire que, si les averses sont classées en fonction de leur hauteur moyenne, c'est dans la classe de 5 à 6 mm et dans toutes les classes inférieures que plus de la moitié des averses ne donnent lieu à aucun ruissellement.

Cette limite de 6 mm est plus basse que celle de 9 mm trouvée pour le bassin de NATIOKAHA, mais vu la différence des aires des deux bassins, ces deux valeurs limites correspondent sans doute à la même probabilité pour qu'une partie non négligeable du bassin ait reçu une hauteur de pluie supérieure au seuil pour lequel s'amorce le ruissellement.

b) En généralisant l'étude aux crues dont le débit maximal de pointe est supérieur à 16 m³/s, nous pouvons établir le tableau X et le graphique 10 : sur ce dernier figure, à côté de chaque point, une valeur de l'intensité caractéristique de l'averse. La longueur des flèches tracées de part et d'autre de chaque point indique qualitativement les limites de l'erreur que l'on a pu commettre dans la détermination de H_R à partir de l'étalonnage extrapolé.

Il semble que les crues consécutives aux fortes averses suivent toutes pratiquement la même loi, même si l'averse a présenté de faibles intensités.

TABLEAU X

Bassin de DIELIKAHA (56,75 km²)

Généralisation de la méthode d'étude des crues faibles et moyennes à celles qui ont un débit maximal de pointe supérieur à 16 m³/s.

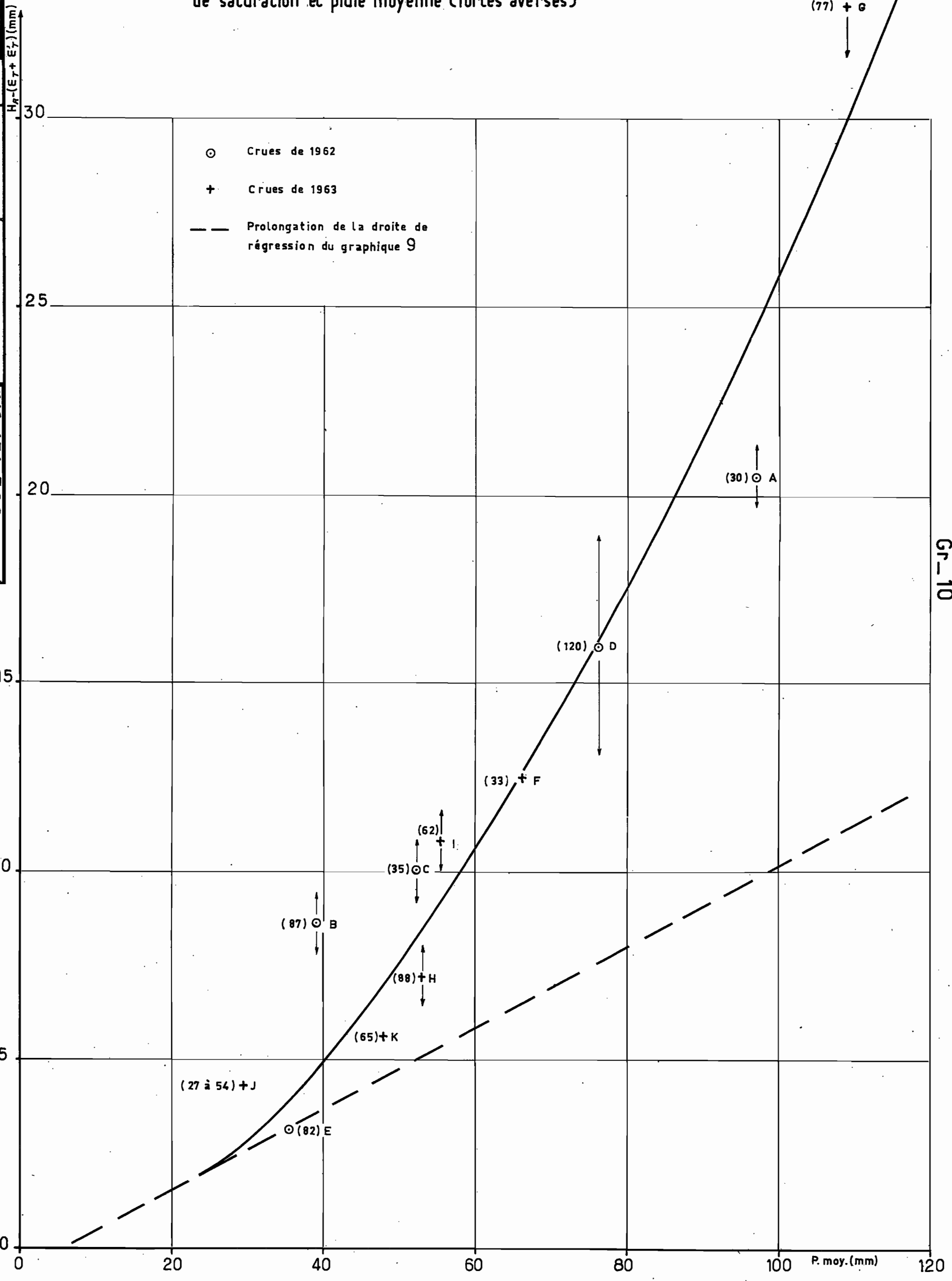
Date	N°	P moy	H _R	Q ₀	ε _T	T _S	ε' _T	ε _T + ε' _T	H _R - (ε _T + ε' _T)	I _C (1)	Q max
		mm	mm	m ³ /s	mm	h	mm	mm	mm	mm/h	m ³ /ε
19-20/8/62	A	97,0	20,40	0,865	+ 0,05	<<50	(- 0,15)	- 0,10	20,50	30	55,0
9/9/62	B	39,1	9,15	0,860	0	(70)	(+ 0,50)	+ 0,50	8,65	87	47,5
13/9/62	C	52,3	10,50	1,550	+ 0,60	(24)	(- 0,15)	+ 0,45	10,05	35	55,6
16/9/62	D	76,3	17,10	1,980	+ 0,65	70	+ 0,50	+ 1,15	15,95	120	(170)
21/9/62	E	35,5	3,90	2,250	+ 0,65	(48)	(+ 0,10)	+ 0,75	3,15	82	26,0
1/7/63	F	66,1	11,40	0,210	- 1,15	45	+ 0,05	- 1,10	12,50	33	29,1
5/8/63	G	109,0	33,10	0,970	+ 0,15	24	- 0,15	0	33,10	77	(130)
24/8/63	H	53,0	7,45	1,190	+ 0,40	11	- 0,20	+ 0,20	7,25	88	56,2
29/8/63	I	55,4	11,20	1,390	+ 0,50	23	- 0,15	+ 0,35	10,85	62	43,8
30/8/63	J	29,5	4,85	2,850	+ 0,65	26	- 0,15	+ 0,50	4,35	27 et 54	20,0
22/9/63	K	48,0	6,05	0,870	+ 0,05	92	+ 0,35	+ 0,40	5,65	65	27,6

(1) = Chiffres adoptés pour le Bassin de NATIOKAHA.

O R S T O M
 A 0
 DATE: 19.3.65
 DESSINE: Galliano J.
 IVO-151.588

BASSIN DE DIÉLIKAHA

Lame ruisselée corrigée pour des conditions moyennes
de saturation et pluie moyenne (fortes averses)



Gr-10

c) La détermination des crues de fréquence décennale et biennale peut être tentée en suivant la même méthode que pour NATIOKAHA

1°) Crue décennale

Nous pouvons partir d'une averse décennale estimée de la même façon que dans le rapport de la campagne 1962-63 :

$$\begin{aligned} P \text{ max} &= 120 \text{ mm} \\ K &= 0,80 \\ P \text{ moy} &= 96 \text{ mm} \end{aligned}$$

D'après le graphique 10, cette averse correspond à une valeur théorique de 24 mm pour la lame ruisselée dans des conditions moyennes de saturation, d'où :

$$(H_R)_{10} \neq 24 \text{ mm} \quad K_R = 25 \%$$

Les caractéristiques de l'hydrogramme unitaire adopté dans le rapport précité sont les suivantes :

$$\begin{aligned} t_m &= 1 \text{ h } 50 \\ T_b^m &= 7 \text{ h} \\ \frac{Q_R \text{ max}}{H_R} &= 10 \\ t_p &= 3 \text{ h} \end{aligned}$$

Les données recueillies en 1963 confirment ce choix pour plusieurs raisons :

- la valeur minimale observée est toujours 1 h 50 pour t_m et elle est toujours 7 h pour T_b .
- le temps de réponse paraît parfois être inférieur à 3 h mais il vaut mieux exprimer cette tendance en remarquant comme nous l'avons fait pour NATIOKAHA que le temps de réponse ne peut pas être défini pour une forte crue comme pour une faible crue : il doit en effet diminuer progressivement au cours de l'averse du fait de l'augmentation de la saturation du sol.

- le rapport $\frac{Q_R \text{ max}}{H_R}$ semble être inférieur à une limite approximative de 7 pour la totalité des crues excepté celle du 16/9/62. En effet, les valeurs de ce rapport pour les crues non complexes observées en 1963 sont les suivantes :

Date	$\frac{Q_R \text{ max}}{H_R}$	Date	$\frac{Q_R \text{ max}}{H_R}$	Date	$\frac{Q_R \text{ max}}{H_R}$
24-25/3	3,2	23/7	1,75	11/9	3
15/4	2,1	5/8	3,9	22/9	4,3
11/5	4	24/8	7,2	2/10	2,6
1/7	2,5	29/8	3,8	6/10	2,3
5/7	1,35	3/9	4,2	30/10	2,1
8/7	2,25	5/9	3,5	4/11	2,4

et d'autre part, ce rapport devant être inférieur au rapport $\frac{Q \text{ max}}{H_R}$, on peut vérifier pour ce dernier que la valeur 7 n'a été dépassée que le 16/9 en 1962.

Or, la valeur 10 atteinte ce jour-là provient d'une estimation hasardeuse du débit maximal de pointe. Nous avons conservé cette estimation, uniquement parce que la crue du 16/9/62 est la seule forte crue qui paraisse unitaire, avec un temps de base de 7 heures (la crue du 24/8/62, bien qu'ayant un temps de base de 7 heures, n'est pas unitaire car l'averse a été très irrégulièrement répartie dans l'espace).

Il nous faut cependant admettre que la vraie valeur de $\frac{Q_R \text{ max}}{H_R}$ peut être assez différente de 10. Il y a seulement une forte probabilité pour qu'elle soit comprise entre 8 et 10.

Les caractéristiques de la crue décennale estimée peuvent être résumées ainsi :

P max	K	P moy	T _b	V _R	H _R	Q _R max	Q _R max	Q max
mm		mm	h	m ³	mm	m ³ /s	$\frac{Q_R \text{ max}}{H_R}$	m ³ /s : l/s/km ²
120	0,80	96	7	1 360 000	24	190 à 240	8 à 12	190 à 240 : 3400 à 4250

2^o Crue biennale

Si nous partons, comme dans le rapport de la campagne 1962-63, d'une averse ayant un maximum ponctuel de 90 mm et une hauteur moyenne de 67,5 mm, nous obtenons, d'après le graphique 10, (H_R)₂ 13 mm, d'où les caractéristiques :

P max	K	P moy	T _b	V _R	H _R	Q _R max	Q _R max	Q max
mm		mm	h	m ³	mm	m ³ /s	$\frac{Q_R \text{ max}}{H_R}$	m ³ /s : l/s/km ²
90	0,75	67,5	7	740 000	13	105 à 130	8 à 10	105 à 130 : 1900 à 2300

Chapitre IV



**Étude de l'écoulement à NATIOKAHA
en 1963 par épisode pluvieux**

CHAPITRE IV

ETUDE de l'ÉCOULEMENT à NATIOKAHA en 1963 par ÉPISODE PLUVIEUX

Comme nous l'avons vu précédemment, les précipitations donnent lieu à un ruissellement assez variable suivant l'état de saturation du sol et la répartition de la pluie dans le temps et dans l'espace. Ces facteurs secondaires du ruissellement ne doivent plus intervenir de façon aussi importante dans la genèse de l'écoulement hypodermique, et surtout dans celle de l'écoulement de base. Ces deux derniers types d'écoulement sont traditionnellement séparés dans les études hydrologiques bien que l'on ne sache pas toujours avec précision ce qui peut les distinguer au-delà de l'aspect extérieur du phénomène.

Il est certain que ce qu'on désigne par écoulement hypodermique correspond plus ou moins au drainage des couches superficielles du sol, mais le fait de trouver, pour lois de décroissance des logarithmes des débits, des droites à pentes différentes dans le cas de l'écoulement hypodermique et de l'écoulement de base, n'est pas une raison suffisante pour affirmer qu'il y a une discontinuité dans le sol à une certaine profondeur, en ce qui concerne ses propriétés vis-à-vis du transit de l'eau, car la loi de décroissance linéaire des logarithmes des débits n'est guère justifiable qu'empiriquement.

Nous avons cependant étudié séparément les corrélations existant entre les précipitations et, d'une part le volume de l'écoulement hypodermique, d'autre part le volume de l'écoulement de base.

4.1. - DETERMINATION du VOLUME de l'ÉCOULEMENT HYPODERMIQUE -

Cette détermination a été effectuée en considérant le rythme de décroissance des logarithmes des débits, et elle est justifiée par les données du tableau II.

4.2. - DETERMINATION du VOLUME de l'ÉCOULEMENT de BASE -

La nature de cet écoulement fait qu'il ne peut présenter que des gonflements lents et d'amplitude relativement faibles, que nous appellerons cependant "crues" et dont le "temps de réponse" est nettement supérieur à celui des crues hypodermiques, lequel est de l'ordre d'un jour. C'est l'examen de l'hydrogramme annuel qui nous a permis de mettre en parallèle sans grande ambiguïté 7 "crues d'écoulement de base" et 7 "épisodes pluvieux" (voir le graphique 11 illustrant les tableaux XI ci-après).

L'hydrogramme annuel de l'écoulement de base présente en outre de petites fluctuations, plus rapides, qui sont peut être dues à l'imprécision de la détermination de l'écoulement hypodermique, détermination compliquée par l'apparition du phénomène périodique évoqué au paragraphe 2 du chapitre II.

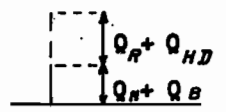
Pour que les pluies incluses dans un "épisode" soient bien des pluies intervenant dans la formation de la "crue" correspondante, nous avons vérifié en particulier que chaque "crue" commençait au moins 2 à 3 jours après la dernière pluie de plus de 5 mm de l'épisode précédent, et au plus 2 à 3 jours après la première pluie de plus de 5 mm de l'épisode correspondant.

Étant donné la forme de l'hydrogramme annuel de l'écoulement de base, ce dernier pourrait être considéré comme la superposition des 7 "crues" successives, à un débit de restitution des nappes profondes, débit dont la valeur augmenterait jusqu'à un maximum unique puis diminuerait lentement en finissant par être le seul écoulement en jeu dans la phase précédant le tarissement, c'est-à-dire à partir de la mi-novembre environ. Nous avons trouvé pour coefficient de tarissement du bassin la valeur exprimée en inverses de jours : $a = 0,023$; d'autre part, comme on peut le voir sur le tableau II, la décroissance du débit de base après les diverses crues étudiées pour le ruissellement et l'écoulement hypodermique a toujours suivi un rythme plus rapide, avec des coefficients a_b pouvant atteindre 0,22.

Ceci pourrait être considéré comme un argument en faveur de la distinction entre l'écoulement de base présentant une crue à chaque épisode pluvieux, et celui qui ne présente

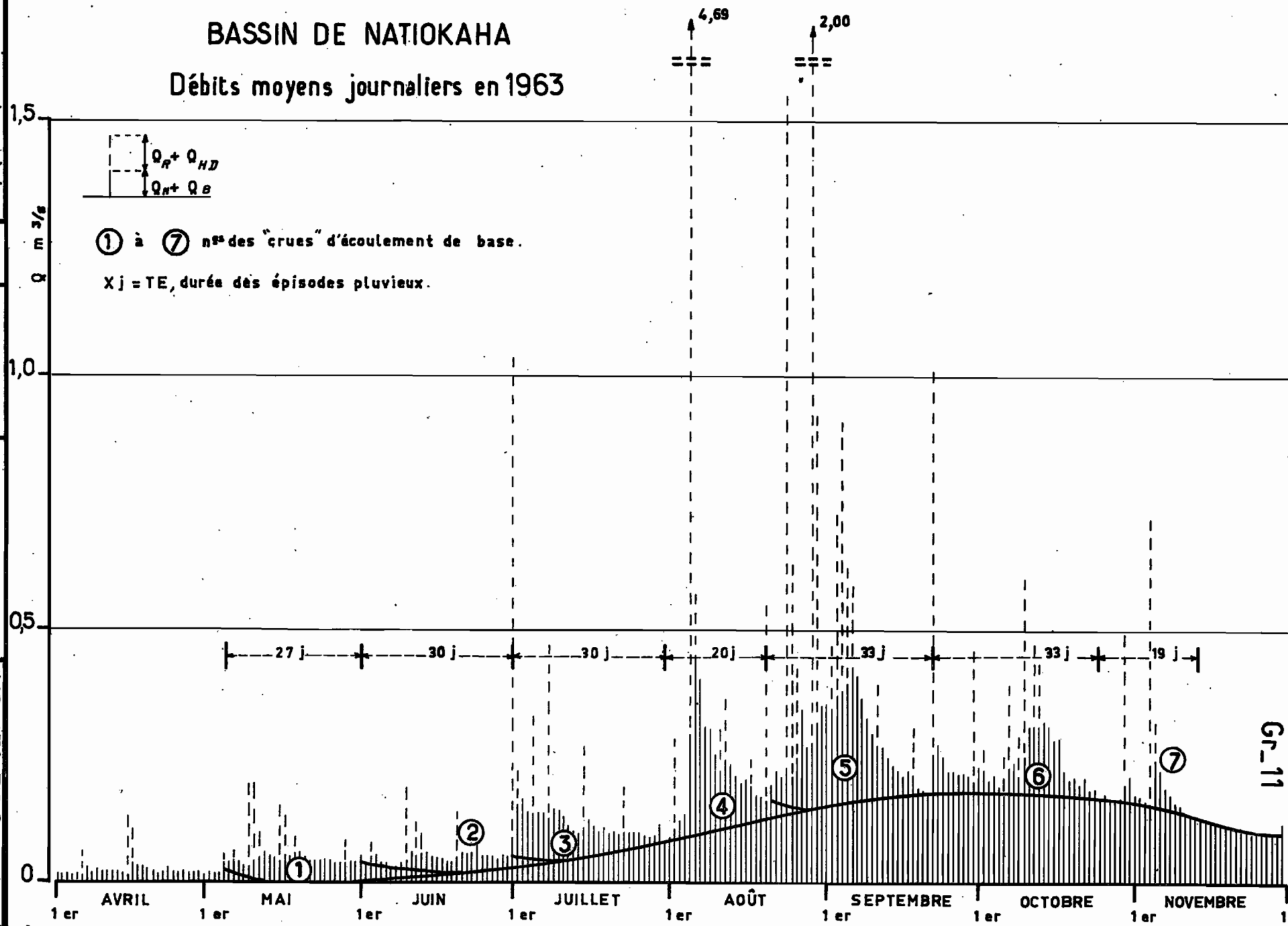
BASSIN DE NATIOKAHA

Débits moyens journaliers en 1963



① à ⑦ n^{os} des "crues" d'écoulement de base.

$X_j = TE$, durée des épisodes pluvieux.



O R S T O N
 Ao
 DATE: 15. 3. 65
 DESSINÉ: Gallienne J.
 IVO-151.589

Gr-11

qu'une crue annuelle. Le tracé de l'hydrogramme de cette crue annuelle doit de toute façon se raccorder sans invraisemblance à la courbe de tarissement amorcée vers la mi-novembre. Avec le tracé ainsi choisi, l'individualisation des 7 "crues d'écoulement de base" est assez facile et paraît satisfaisante puisque les volumes représentés par ces sept hydrogrammes sont en corrélation assez étroite avec les totaux P moy des précipitations sur le bassin au cours des épisodes pluvieux correspondants, ce que nous voyons sur les graphiques 11 et 12 illustrant la série des tableaux XI et XII.

TABLEAU XI

Episode pluvieux et crue d'écoulement de base n° 1 de 1963

Date	Débit (m ³ /s)	Pluie moyenne (mm)	Date	Débit (m ³ /s)	Pluie moyenne (mm)
5/5	0,010	16,2	31/5	0,040	
6	0,025	8,2	1/6	0,035	
7	0,030	11,3	2	0,035	
8	0,030	1,5			
9	0,020		3	0,030	
10	0,020		4	0,030	
11	0,030	34,8	5	0,025	
12	0,045	8,2	6	0,025	
13	0,060		7	0,020	
14	0,050		8	0,020	
15	0,045	1,3	9	0,015	
16	0,040		10	0,015	
17	0,050	26,2	11	0,015	
18	0,055		12	0,010	
19	0,060	12,9	13	0,010	
20	0,060		14	0,010	
21	0,050		15	0,005	
22	0,040		16	0,005	
23	0,040				
24	0,040	15,4			
25	0,045				
26	0,040				
27	0,035				
28	0,035				
29	0,040	17,7			
30	0,040				
				Volume	120.10 ³ m ³
				Pluie totale (1)	153,7
				L _R + L _{HD} (1)	5,9
					<hr/>
					147,8
				L _B (1)	11,0

(1) - Chiffres exprimés en mm ainsi que dans les tableaux suivants.

TABLEAU XI (suite)

Episode pluvieux et crue d'écoulement de base n° 2 de 1963

Date	Débit (m ³ /s)	Pluie moyenne (mm)	Date	Débit (m ³ /s)	Pluie moyenne (mm)
3/6	0,005	15,8	29/6	0,030	
4	0,010	0,2	30	0,025	
5	0,015		1/7	0,020	
6	0,015		2	0,020	
7	0,010		3	0,015	
8	0,010		4	0,015	
9	0,020	12,5	5	0,010	
10	0,030	18,0	6	0,005	
11	0,040		7	0,005	
12	0,030				
13	0,035	18,7			
14	0,040				
15	0,035				
16	0,035				
17	0,035	1,1			
18	0,030	3,1			
19	0,025				
20	0,035	22,8			
21	0,045				
22	0,045	4,3			
23	0,040				
24	0,055	8,1			
25	0,040				
26	0,035	1,4			
27	0,035	0,2			
28	0,020				

Volume	79.10 ³	m ³
Pluie totale		111,1
L _R + L _{HD}		3,6
		<hr/>
		107,5
L _B		7,2

TABLEAU XI (suite)

Episode pluvieux et crue d'écoulement de base n° 4 de 1963

Date	Débit (m ³ /s)	Pluie moyenne (mm)	Date	Débit (m ³ /s)	Pluie moyenne (mm)
1/8	0,010	12,9	20/8	0,040	
2	0,035	20,6	21	0,035	
3	0,040	10,6	22	0,030	
4	0,050	7,0	23	0,025	
5	0,210	125,9	24	0,020	
6	0,355	3,8	25	0,020	
7	0,305		26	0,015	
8	0,215	2,4	27	0,010	
9	0,200	2,2	28	0,010	
10	0,155		29	0,005	
11	0,125				
12	0,135	28,2			
13	0,130	1,6	Volume	228.10 ³	m ³
14	0,100		Pluie totale		233,7
15	0,085	3,7	L _R + L _{HD}		40,2
16	0,095	14,8			193,5
17	0,075				
18	0,060		L _B		20,9
19	0,050				

TABLEAU XI (suite)

Episode pluvieux et crue d'écoulement de base n° 7 de 1963

Date	Débit (m ³ /s)	Pluie moyenne (mm)
22/10		2,0
23		3,9
24		15,0
25	0,005	
26	0,020	(17,0)
27	0,010	
28	0,010	3,2
29	0,015	9,0
30	0,045	28,3
31	0,055	1,5
1/11	0,025	0,6
2	0,020	
3	0,015	8,4
4	0,015	
5	0,100	38,0
6	0,085	
7	0,050	
8	0,040	
9	0,025	
10	0,025	
11	0,015	
12	0,010	
13	0,005	
14	0,005	
15	0,010	
16	0,005	
17	0,005	

Volume 53.10³ m³

Pluie totale 126,9
L_R + L_{HD} 9,3

LB 117,6
4,9

4.3. - INTERPRETATION des CORRELATIONS HYDRO-PLUVIOMETRIQUES -

Ces corrélations, dont l'étude fait l'objet du tableau XII et du graphique 12, concernent outre les lames correspondant aux crues d'écoulement de base (L_B), les lames correspondant, pour chaque épisode pluvieux, au ruissellement (L_R) et à l'écoulement hypodermique (L_{HD}). La notation L a été adoptée pour différencier ces lames équivalentes des lames H_R correspondant à des phénomènes "averse-crue" distincts.

Notons, pour la compréhension des tableaux XI, que nous avons délimité par un trait la fin de chaque épisode pluvieux, qui peut avoir lieu longtemps avant la fin de la crue d'écoulement de base correspondante si la crue suivante se superpose à elle. Nous avons évidemment calculé les lames L_R et L_{HD} d'après les données Q_R et Q_{HD} des tableaux de débits moyens journaliers de l'annexe II, totalisant ces données sur les mêmes périodes que P moy, et non sur les mêmes que Q_B .

Interprétation du graphique 12.

Les écarts relatifs moyens observés par rapport à chacune des droites de régression, tracées à l'estime sur ce graphique, sont, conformément à ce que nous imaginions au début de ce chapitre IV, très forts, en ce qui concerne L_R , moins forts et enfin très faibles en ce qui concerne respectivement L_{HD} et L_B .

Cette constatation doit être complétée par une remarque justifiant les fortes valeurs de L_R pour les épisodes n° 4 et 7. En effet, parmi les crues ayant ruisselé au cours de l'épisode n° 4, c'est la crue du 5 Août qui fournit à elle seule la presque totalité du volume ruisselé, et au cours de l'épisode n° 7, c'est la crue du 4 Novembre qui joue ce rôle. Ces deux crues ayant bénéficié de conditions favorables au ruissellement, nous sommes loin d'avoir des conditions moyennes pour les facteurs secondaires du ruissellement au cours des épisodes considérés malgré la durée relativement longue de ces épisodes.

TABLEAU XII

Bassin de NATIOKAHA (10,9 km²)

Etude de l'écoulement par épisode pluvieux

Episodes 1963	1	2	3	4	5	6	7
durée TE (j)	29	28	31	20	21	30	27
P moy (mm)	153,7	111,1	190,2	233,7	324,4	191,3	126,9
L _R "	2,8	1,5	10,6	31,2	36,3	12,7	6,8
L _{HD} "	3,1	2,1	4,8	9	14,1	4,8	2,5
L _R + L _{HD} (mm)	5,9	3,6	15,4	40,2	50,4	17,5	9,3
L _B " "	11,0	7,2	15,0	20,9	30,7	16,3	4,9
L _B réduite "	11,4	7,8	14,5	31,3	43,9	16,3	5,4
P moy - (L _R + L _{HD}) (mm)	147,8	107,5	174,8	193,5	274,0	173,8	117,6
P moy - (L _R + L _{HD}) réduite(mm)	153	115	169	290	391	174	131

Nota : La définition des valeurs "réduites" est donnée au paragraphe 5-2.

TABLEAU XII (suite)

Bassin de NATIOKAHA (10,9 km²)

Etude de l'écoulement par épisode pluvieux

Episodes 1962 (1)	I	II	III	IV	V	VI
durée TE (j)	67	53	17	23	26	25
P moy (mm)	282,5	221,1	107,8	310,6	294,8	132,6
L _R + L _{HD} "	19,5	4,9	10,2	40,9	48,2	12,8
L _B "	15,8	14,6	19,7	41,5	38,6	12,5
L _B réduite "	7,0	8,3	32,8	54,1	44,5	14,6
P moy - (L _R + L _{HD}) (mm)	263,0	216,2	97,6	269,7	246,6	119,8
P moy - (L _R + L _{HD}) réduite (mm)	116	122	163	352	285	144

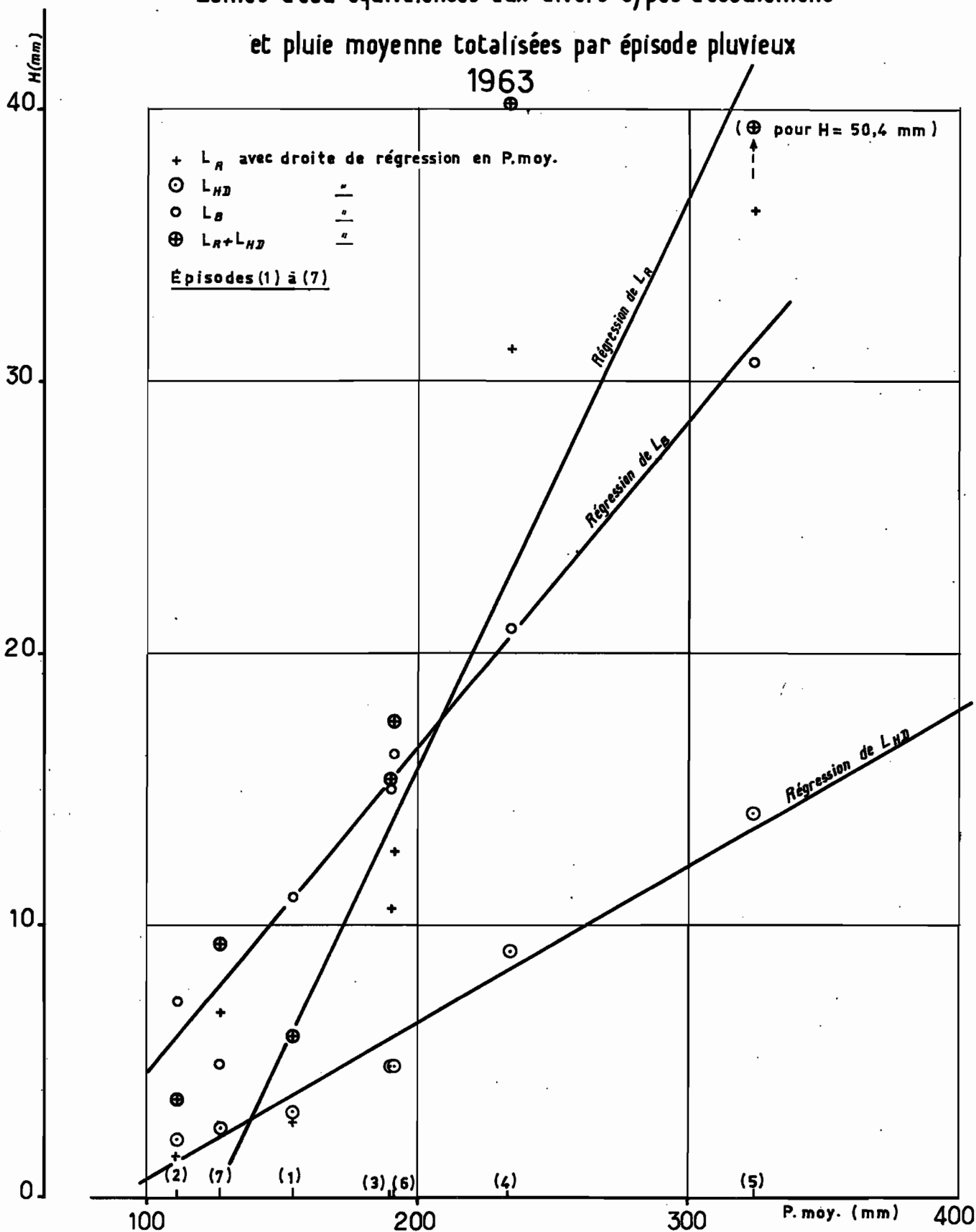
(1) - Voir le chapitre V

BASSIN DE NATIOKAHA

Lames d'eau équivalentes aux divers types d'écoulement

et pluie moyenne totalisées par épisode pluvieux

1963



En ce qui concerne l'épisode n° 4, cette remarque peut justifier également la forte valeur de L_{HD} observée, car celle-ci est aussi presque entièrement consécutive à la crue du 5 Août. En ce qui concerne l'épisode n° 7, l'importance du ruissellement paraît se traduire par un déficit marqué de L_B dans la corrélation, alors qu'au cours de l'épisode n° 2, le très faible ruissellement justifierait la valeur relativement forte de L_B . On voit là l'influence des difficultés que nous rencontrons pour faire une ~~bonne~~ séparation entre les diverses formes d'écoulement.

Le fait que, d'après le graphique 12, les lames L_B sont approximativement proportionnelles à la pluie moyenne P moy diminuée d'une constante, est difficile à interpréter mais nous pouvons imaginer que le résultat graphique serait peu changé si nous remplacions P moy par ce que nous appellerions la pluie nette :

$$P_N = P \text{ moy} - L_R - L_{HD}$$

Nous aurions alors la possibilité de tracer une droite de régression d'équation :

$$L_B = k (P_N - P_0)$$

Si nous supposons que l'évaporation totale a été la même au cours de chacun des épisodes pluvieux, ce qui est peut-être assez proche de la réalité car ces épisodes ont des durées peu différentes et l'évapotranspiration varie peu au cours de la saison des pluies, cette équation pourrait exprimer quantitativement les propriétés de deux phénomènes :

a) l'évaporation qui serait égale à P_0 au cours de chaque épisode.

b) l'infiltration profonde qui serait proportionnelle au volume d'eau transitant dans les couches moins profondes

$$\begin{aligned} I &= P_N - P_0 - L_B \\ I &= (P_N - P_0) (1 - k) \end{aligned}$$

Chapitre V



**Bilan Hydrologique en 1962 et en 1963
pour le Bassin de NATIOKAHA**

CHAPITRE V

BILAN HYDROLOGIQUE en 1962 et en 1963 pour le BASSIN de NATIOKAHA

5.1. - SEPARATION des COMPOSANTS de l'ECOULEMENT en 1962 -

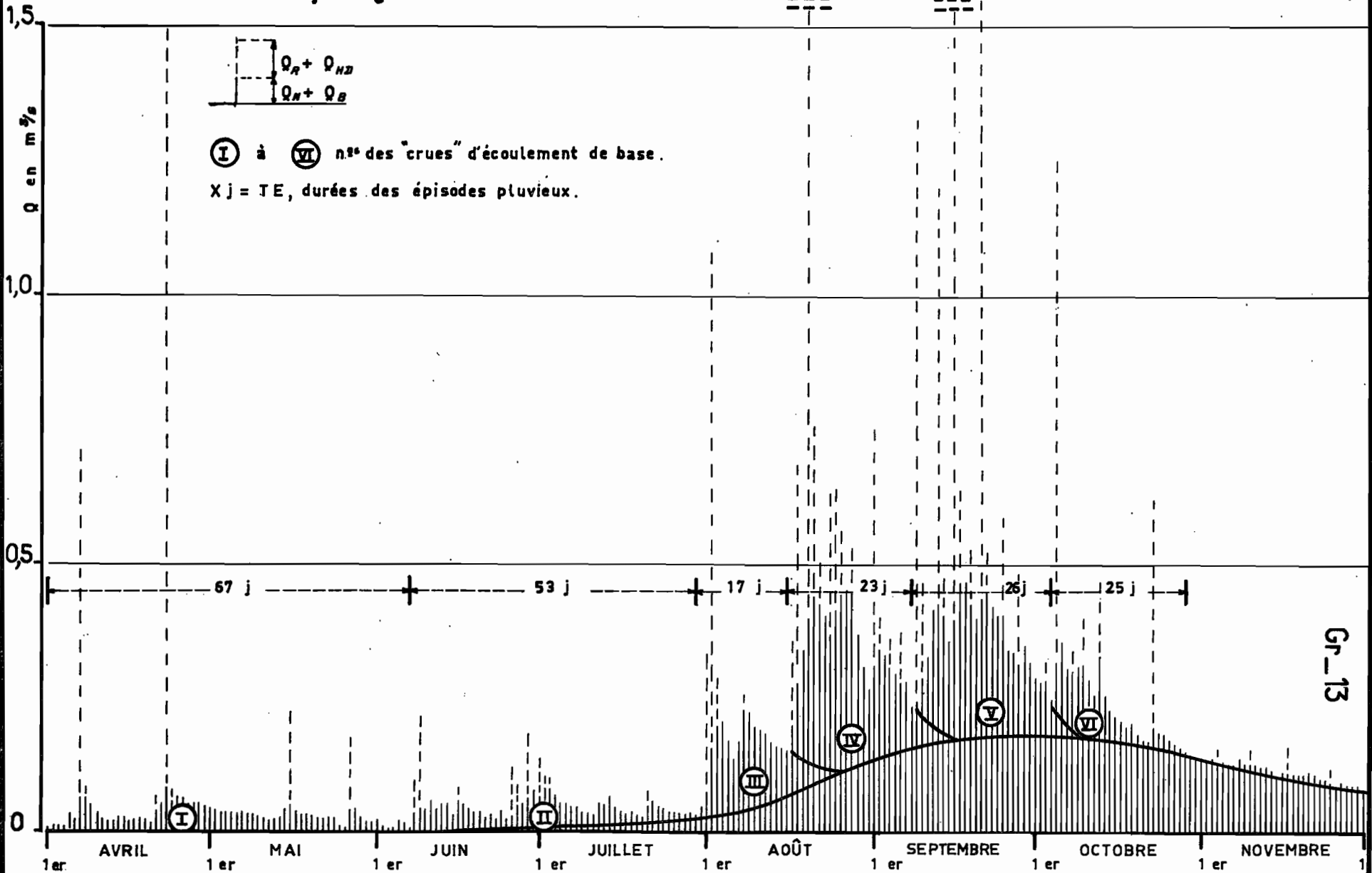
Comme nous l'avons fait pour 1963, nous avons essayé de séparer pour 1962 un volume de ruissellement, un volume d'écoulement hypodermique, un volume correspondant à des "crues d'écoulement de base", et un volume correspondant à la restitution des nappes les plus profondes.

Nous avons utilisé les résultats déjà fournis dans le rapport de la campagne 1962-63, en les interprétant de façon à obtenir, à la place du volume de ruissellement, la somme de celui-ci et de l'écoulement hypodermique, car nous avons renoncé à déterminer séparément avec précision ces deux termes du bilan. Les résultats de ces opérations sont consignés dans les tableaux de l'annexe II.

Nous avons tracé sur le graphique 13 l'hydrogramme hypothétique de la crue annuelle des nappes les plus profondes, à laquelle doivent se superposer les "crues d'écoulement de base" correspondant aux épisodes pluvieux. Il nous a fallu tenir compte du fait que le niveau des nappes paraît être monté légèrement moins haut en 1962 qu'en 1963, et que le maximum paraît avoir été atteint à peu près à la même date, étant donné les variations de niveau que l'on a observées au cours des deux années dans les puits situés sur le bassin de KORHOGO. Il serait donc anormal de supposer que le débit de restitution des nappes les plus profondes ait atteint en 1962 et 1963 des valeurs maximales très différentes. D'ailleurs, étant donné l'allure de la courbe de tarissement qui commence à se dessiner vers le 1er Novembre 1962, nous avons estimé que ces deux débits maximaux annuels devaient être du même ordre, c'est-à-dire environ $0,18 \text{ m}^3/\text{s}$, sans pouvoir affirmer que ce dernier chiffre soit entièrement justifié en 1962.

BASSIN DE NATIOKAHA

Débits moyens journaliers en 1962



Gr-13

ORSTOM
 Ao
 DATE: 16.3.65
 DESSINÉ: Galliane J.
 IVO-151.591

TABLEAU XIII

Episode pluvieux et crue d'écoulement de base n° I de 1962

Date	Débit (m ³ /s)	Pluie moyenne (mm)	Date	Débit (m ³ /s)	Pluie moyenne (mm)
1/4	0,005		8/5	0,030	3,5
2	0,010		9	0,030	
3	0,010		10	0,025	
4	0,010	30,7	11	0,020	
5	0,030		12	0,020	
6	0,020		13	0,020	
7	0,060	39,4	14	0,025	9,7
8	0,060		15	0,040	
9	0,045		16	0,050	20,3
10	0,035		17	0,040	
11	0,020		18	0,030	
12	0,020		19	0,030	0,6
13	0,020		20	0,025	
14	0,025		21	0,025	
15	0,025		22	0,020	
16	0,020		23	0,025	10,9
17	0,020	3,5	24	0,025	
18	0,020		25	0,010	
19	0,020		26	0,005	
20	0,015		27	0,040	41,8
21	0,040	29,9	28	0,040	
22	0,050	67,2	29	0,025	
23	0,080		30	0,020	
24	0,055		31	0,020	3,6
25	0,065		1/6	0,020	
26	0,060	0,2	2	0,010	
27	0,050		3	0,005	
28	0,050	7,0	4	0,005	
29	0,050		5	0,015	12,1
30	0,045		6	0,015	
1/5	0,040	1,1	7	0,005	
2	0,035	1,0			
3	0,035				
4	0,035				
5	0,030				
6	0,030				
7	0,030				
				Volume	172.10 ³ (m ³)
				Pluie totale	(mm) 282,5
				L _R + L _{HD}	(mm) 19,5
					<hr/> 263,0
				L _B	(mm) 15,8

TABLEAU XIII (suite)

Episode pluvieux et crue d'écoulement de base n°II de 1962

Date	Débit (m ³ /s)	Pluie moyenne (mm)	Date	Débit (m ³ /s)	Pluie moyenne (mm)
8/6	0,035	26,0	11/7	0,020	
9	0,045	17,1	12	0,045	11,1
10	0,040		13	0,040	
11	0,055	11,5	14	0,050	13,1
12	0,040		15	0,030	
13	0,050	11,7	16	0,020	
14	0,050		17	0,020	
15	0,030		18	0,020	
16	0,060	22,5	19	0,015	
17	0,050		20	0,015	
18	0,040		21	0,030	18,4
19	0,035		22	0,035	
20	0,035	3,0	23	0,025	0,8
21	0,025		24	0,025	
22	0,025	4,1	25	0,015	
23	0,015		26	0,015	
24	0,035	8,8	27	0,015	
25	0,015		28	0,015	
26	0,020	18,2	29	0,010	
27	0,045	1,6	30	0,005	
28	0,045	6,5			
29	0,060	18,2			
30	0,070				
1/7	0,060	17,6	Volume	159.10 ³	
2	0,075	0,9	Pluie totale		221,1
3	0,075	3,1	L _R + L _{HD}		4,9
4	0,055				216,2
5	0,040				
6	0,040	5,0			
7	0,035	1,9	L _B		14,6
8	0,035				
9	0,025				
10	0,025				

(1) - Chiffre exprimé en m³
 (2) - " " " en mm

TABLEAU XIII (suite)

Episode pluvieux et crue d'écoulement de base n° III de 1962

Date	Débit (m ³ /s)	Pluie moyenne (mm)
31/7	0,015	5,6
1/8	0,045	24,3
2	0,130	57,1
3	0,170	2,1
4	0,175	3,1
5	0,135	2,3
6	0,100	
7	0,125	
8	0,190	9,2
9	0,180	
10	0,150	
11	0,135	2,8
12	0,130	
13	0,110	
14	0,095	
15	0,095	1,3
16	0,085	
17	0,080	
18	0,070	
19	0,060	
20	0,055	
21	0,045	
22	0,035	
23	0,025	
24	0,020	
25	0,015	
26	0,010	
27	0,005	

Volume $215 \cdot 10^3$ (1)

Pluie totale (2) 107,8

$L_R + L_{HD}$ (2) 10,2

L_B (2) 19,7 97,6

TABLEAU XIII (suite)

Episode pluvieux et crue d'écoulement de base n° IV de 1962

Date	Débit (m ³ /s)	Pluie moyenne (mm)
17/8	0,050	35,2
18	0,140	22,6
19	0,205	7,5
20	0,260	101,2
21	0,310	1,0
22	0,315	
23	0,270	
24	0,245	
25	0,305	51,6
26	0,330	4,0
27	0,335	3,5
28	0,340	15,5
29	0,255	
30	0,185	
31	0,140	
1/9	0,180	35,7
2	0,210	
3	0,195	
4	0,170	16,2
5	0,150	
6	0,140	13,0
7	0,110	3,6
8	0,085	
9	0,075	
10	0,065	
11	0,050	
12	0,040	
13	0,030	
14	0,020	
15	0,015	
16	0,010	
17	0,005	

Volume	452.10 ³	(1)	
Pluie totale		(2)	310,6
L _R + L _{HD}		(2)	40,9
			<hr/> 269,7
L _B		(2)	41,5

TABLEAU XIII (suite)

Episode pluvieux et crue d'écoulement de base n° V de 1962

Date	Débit (m ³ /s)	Pluie moyenne (mm)
9/9	0,010	46,5
10	0,070	1,9
11	0,115	
12	0,220	5,5
13	0,235	42,6
14	0,215	1,1
15	0,175	
16	0,220	70,0
17	0,285	6,0
18	0,295	
19	0,270	16,5
20	0,225	1,9
21	0,265	49,6
22	0,275	1,4
23	0,245	
24	0,230	4,3
25	0,220	9,7
26	0,160	
27	0,155	5,2
28	0,135	3,5
29	0,170	18,5
30	0,140	2,3
1/10	0,110	
2	0,105	4,3
3	0,105	4,0
4	0,075	
5	0,050	
6	0,040	
7	0,025	
8	0,015	
9	0,010	
10	0,005	
Volume	421.10 ³	(1)
Pluie totale		(2) 294,8
L _R + L _{HD}		(2) 48,2
		<hr/> 246,6
L _B		(2) 38,6

TABLEAU XIII (suite)

Episode pluvieux et crue d'écoulement de base n° VI de 1962

Date	Débit (m ³ /s)	Pluie moyenne (mm)
5/10	0,095	49,8
6	0,140	
7	0,100	
8	0,110	9,2
9	0,125	20,4
10	0,140	6,0
11	0,110	
12	0,085	
13	0,160	16,3
14	0,080	
15	0,060	
16	0,040	
17	0,040	
18	0,030	
19	0,040	5,3
20	0,020	
21	0,015	
22	0,015	
23	0,035	23,5
24	0,035	
25	0,035	2,1
26	0,020	
27	0,020	
28	0,010	
29	0,010	

Volume 136.10³ (1)

Pluie totale (2) 132,6
 L_R + L_{HD} (2) 12,8

119,8

L_B (2) 12,5

Les "crues d'écoulement de base" en 1962 ont des hydrogrammes beaucoup plus difficiles à séparer qu'en 1963, car ils sont en partie superposés. Malgré cela, nous avons déterminé les volumes correspondant à chacun d'eux afin de les étudier comme ceux de 1963. Les données ainsi élaborées sont consignées dans les tableaux XIII, semblables aux tableaux XI déjà décrits.

5.2. - COMPARAISON des "CRUES d'ÉCOULEMENT de BASE" en 1962 et 1963 -

Ce que nous prétendons comparer ici, c'est en particulier le mécanisme de formation de ces crues. Nous devrions donc faire une extension de l'étude, présentée au paragraphe 3 du chapitre IV, qui concernait l'année 1963. Mais si l'hypothèse admettant que l'évaporation totale soit toujours la même au cours de chacun des épisodes pluvieux était plausible en 1963, elle ne l'est plus en 1962 où la durée de ces épisodes est très variable. D'ailleurs le graphique 14 construit pour 1962, comme le graphique 12 pour 1963, accuse une dispersion bien plus grande des valeurs de L_B .

Pour obtenir des résultats à peu près comparables avec les données des deux années, nous avons donc ramené les lames d'eau équivalentes et les totaux de précipitations à leurs "valeurs réduites" qu'ils auraient pu présenter dans l'hypothèse suivante : on peut faire correspondre à chacun des 13 épisodes pluvieux de durée T_E , un épisode fictif ayant duré 30 jours et pour lequel tous les éléments entrant dans la corrélation hydro-pluviométrique seraient obtenus en multipliant les valeurs observées par le coefficient $\frac{30}{T_E}$. Ces opérations sont résumées dans le tableau XII et ont permis de construire le graphique 15.

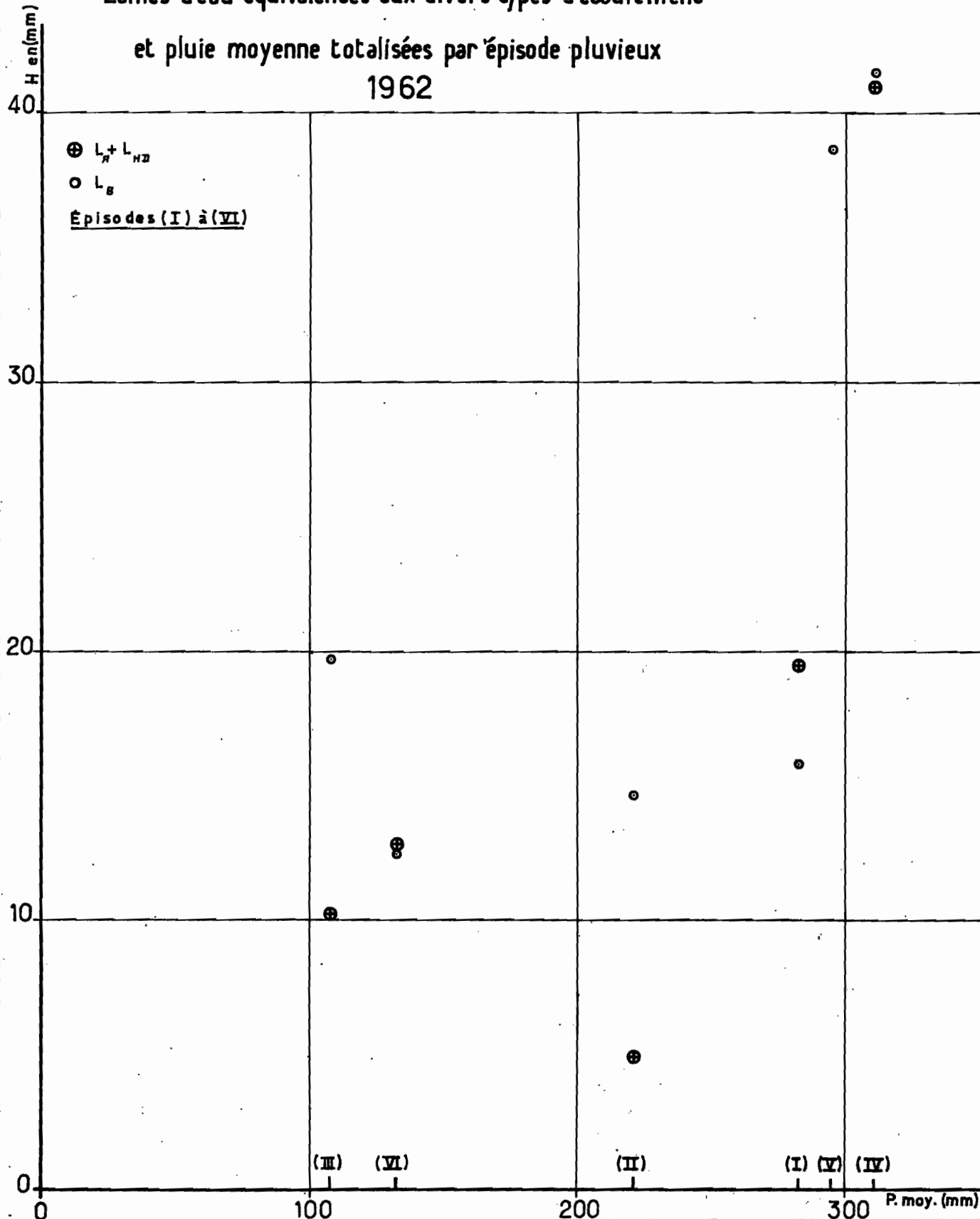
L'examen du graphique 15 montre que notre schéma d'interprétation indiqué au paragraphe 3 du chapitre IV est peut-être valable en prenant $P_0 = 70$ mm et :

$(1 - k) = 0,79$ en 1962, la droite de régression ayant pour équation L_B réduite = $0,21 (P_N$ réduite - 70),

$(1 - k) = 0,86$ en 1963, la droite de régression ayant pour équation L_B réduite = $0,14 (P_N$ réduite - 70).

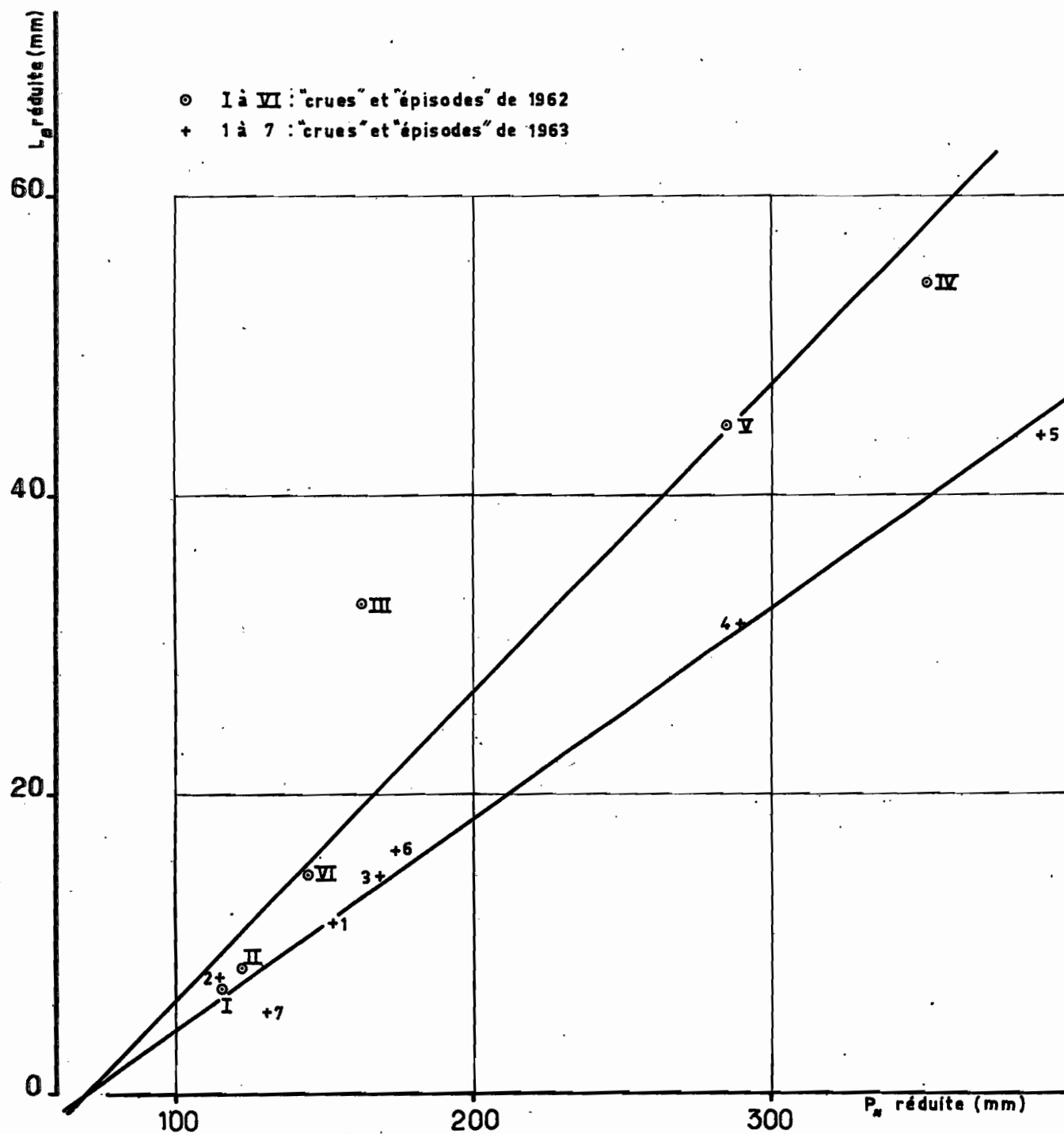
BASSIN DE NATIOKAHA

Lames d'eau équivalentes aux divers types d'écoulement
 et pluie moyenne totalisées par épisode pluvieux
 1962



BASSIN DE NATIOKAHA

Valeurs réduites des lames équivalentes "aux crues d'écoulement de base"
et de la "pluie nette" des épisodes pluvieux correspondants



Ce qui apparaît clairement, et que nous allons retrouver dans l'étude du bilan annuel, c'est donc qu'en 1962 les épisodes pluvieux ayant les plus fortes précipitations, bien que survenant après un mois de Juillet très déficitaire, se succèdent à un rythme plus rapide qu'en 1963, et donnent lieu à des "crues d'écoulement de base" relativement plus fortes qu'en 1963, les eaux transitant à des profondeurs moyennes ayant eu sans doute moins de temps pour s'infiltrer vers les nappes les plus profondes.

C'est d'ailleurs un retard momentané dans l'alimentation de ces nappes qui paraît être lié au fait que la lame L_B réduite correspondant à l'épisode III est nettement plus forte que sa valeur théorique résultant de la corrélation avec P_N réduite.

5.3. - COMPARAISON des BILANS HYDROLOGIQUES en 1962 et en 1963 -

a) Définition des éléments du bilan

Nous avons étudié séparément, pour chacune de ces années, la période d'Avril à Juin durant laquelle les pluies ruissellent peu, la période de Juillet à Novembre durant laquelle les pluies donnent lieu aux plus forts ruissellements, et la période de Décembre à Mars durant laquelle il pleut très peu et pour laquelle nous connaissons mal, et la pluie, et les écoulements.

Pour cette dernière période, nous avons d'ailleurs utilisé des données hétérogènes, et ceci uniquement pour pouvoir présenter un bilan sur 12 mois. Les volumes écoulés ont été déduits de notre étude du tarissement et nous rappelons ci-dessous les éléments de leur calcul :

En 1962-63, le débit le 1er Décembre étant $0,70 \text{ m}^3/\text{s}$, et le coefficient de tarissement $a = 0,023$, la "réserve" théorique totale est $260\ 000 \text{ m}^3$ dont 94 % environ doivent s'écouler avant le 1er Avril, soit $240\ 000 \text{ m}^3$.

En 1963-64, les données correspondantes sont $0,105 \text{ m}^3/\text{s}$ et $390\ 000 \text{ m}^3$ dont $370\ 000 \text{ m}^3$ avant le 1er Avril.

En réalité, les écoulements de Décembre à Mars ont dû être un peu différents de ces valeurs théoriques, en partie à cause des pluies tombées au cours de ces périodes, qui ont eu un effet à courte échéance et mal connu. Mais ces pluies ont eu aussi peut-être pour effet de maintenir les réserves souterraines à une valeur plus élevée, ce qui peut justifier de prendre pour année pluviométrique la période de Décembre à Novembre, c'est-à-dire une période décalée de 3 mois en avance sur l'année hydrologique dans le cas où les précipitations sont nulles en Décembre : ce décalage est certainement beaucoup trop grand, mais l'erreur qui en découle est négligeable dans l'étude du bilan.

Pour la période de Décembre 1961 à Mars 1962, nous ne connaissons pas la pluviométrie moyenne du bassin, et nous lui avons substitué la pluviométrie du poste de KORHOGO.

Le tableau XIV donne, pour chaque période d'étude du bilan, les valeurs du volume total écoulé V et de la lame d'eau équivalente L , et une répartition de V et L suivant les divers types d'écoulement. On trouvera dans ce tableau :

- 1°) les données provenant de la totalisation de celles des tableaux de l'annexe II
- 2°) le coefficient moyen de ruissellement K_{RM} qui est le rapport de L_R à P moy.
- 3°) le coefficient moyen K_{HM} qui est le rapport de L_{HD} à L_R
- 4°) le coefficient moyen $K_{RM} (1 + K_{HM})$ qui est égal au rapport de $L_R + L_{HD}$ à P moy.

(Ces deux derniers coefficients sont donnés pour permettre une comparaison entre les deux années, vu que le ruissellement et l'écoulement hypodermique n'ont pas été étudiés séparément en 1962)

- 5°) l'évapotranspiration totale annuelle ET , qui a été estimée par différence entre P moy et L , car la variation interannuelle des réserves souterraines paraît devoir être toujours très faible.

TABLEAU XIV

Bassin de NATIOKAHA (10,9 km²)

Bilan hydrologique

Périodes	1962-63					1963-64				
	Avril à Juin	Juillet à Novembre	Avril à Novembre	Décembre à Mars (1)	Total Avril à Mars	Avril à Juin	Juillet à Novembre	Avril à Novembre	Décembre à Mars (2)	Total Avril à Mars
	V _N (3)	4	1350	1350	240	1590	30	1630	1660	370
L _N (3)	0,4	124	125	22	147	3	149	152	34	186
V _B	250	1330	1580		1580	260	970	1230		1230
L _B	23	122	145		145	24	89	113		113
V _{HD}						70	380	450		450
L _{HD}						6	35	41		41
V _R						60	1060	1120		1120
L _R						6	98	104		104
V _R + V _{HD}	256	1240	1500		1500	130	1440	1570		1570
L _R + L _{HD}	23	114	137		137	12	133	145		145
V	510	3920	4430	240	4670	420	4040	4460	370	4830
L	47	360	407	22	429	39	371	410	34	444
P moy (3)	432	951	1383	(12)	1395	348	1067	1415	(56)	1471
100 K _{RM}						1,7 %	9,2 %	7,4 %		
100 K _{HM}						100 %	36 %	39 %		
100 K _{RM} (1+K _{HM})	5,3 %	12 %	9,9 %			3,4 %	12,5 %	10,3 %		
ET (3)					966					1027

Nota (1) et (2) - La pluie moyenne notée entre parenthèses correspond aux périodes de :

- Décembre 1961 à Mars 1962 à KORHOGO dans la colonne (1)

- Décembre 1962 à Mars 1963 sur le bassin dans la colonne (2)

Nota (3) - Les volumes tels que V_N sont exprimés en milliers de m³

- Les lames équivalentes telles que L_N, ainsi que P moy et ET sont exprimées en mm

b) Interprétation du bilan

1°) Remarques relatives au ruissellement et à l'écoulement hypodermique.

Nous pouvons noter la similitude très grande des coefficients $K_{RM} (1 + K_{HM})$ calculés pour les périodes de Juillet à Novembre en 1962 et en 1963, et cette similitude doit exister également entre les coefficients K_{RM} . On peut donc dire que l'ensemble des facteurs secondaires de ruissellement a eu le même effet moyen au cours des deux saisons, malgré la différence assez nette de la répartition des crues dans le temps, qui apparaît sur les graphiques 11 et 13.

Les coefficients $K_{RM} (1 + K_{HM})$ sont nettement moins élevés pour les périodes d'Avril à Juin, ce qui est normal car les conditions moyennes de saturation sont alors moins favorables au ruissellement. Nous pouvons noter une valeur légèrement plus forte de ce coefficient en 1962, ce qui correspond à un total de précipitations également plus fort. Remarquons enfin que le fait de survenir après un étiage particulièrement sévère, celui de Mars 1962, n'a pas apparemment réduit le coefficient de ruissellement moyen des trois premiers mois de saison des pluies de 1962.

2°) Remarques relatives aux "crues d'écoulement de base" et à l'infiltration profonde.

Le destin de l'eau résiduelle n'ayant ni ruisselé, ni été drainée par l'écoulement hypodermique, ni été évaporée, paraît avoir été assez différent pour la période de Juillet à Novembre en 1962 et en 1963.

En 1963, $L_N = 152$ mm et $L_B = 113$ mm - En 1962, $L_N = 124$ mm et $L_B = 122$ mm. Autrement dit, pendant la période des plus fortes pluies, les nappes les plus profondes ont été moins alimentées en 1962 qu'en 1963. Cette interprétation est conforme à ce qui a déjà été formulé en conclusion du paragraphe 2 du chapitre V, où nous trouvons pour "coefficients d'infiltration" :

$$1 - k = 0,79 \text{ en } 1962$$

$$1 - k = 0,86 \text{ en } 1963.$$

La répartition des précipitations au cours de la saison des pluies est un facteur déterminant du phénomène d'infiltration profonde. Ce phénomène, du fait qu'il est lent, a peut-être été gêné par la cadence rapide des précipitations au cours de ce que nous pourrions appeler le "corps" de la saison des pluies en 1962 (699,3 mm sont tombés entre le 1er Août et le 30 Septembre), ce "corps" étant survenu de plus après un mois de Juillet déficitaire (77,5 mm). A titre de comparaison, notons que le total des précipitations a été 613,9 mm entre le 1er Août et le 30 Septembre 1963 et 190,2 mm en Juillet 1963. Mais comme nous le remarquons au chapitre 1 de la 1ère partie de ce rapport, la répartition moyenne des pluies entre les mois de l'année se rapproche plus de celle observée en 1962 que de celle observée en 1963.

3°) Remarques relatives à l'évapotranspiration.

D'après la remarque précédente, nous voyons que l'occasion apparue en 1963 d'observer des "crues d'écoulement de base" successives assez facilement séparables, est peut-être exceptionnelle, et cela vaut la peine d'essayer de chercher quelle est la signification des résultats obtenus au cours de l'étude comparative de ces crues, en ce qui concerne l'évapotranspiration mensuelle pendant la saison des pluies.

Nous avons vu au paragraphe 2 du chapitre 5 que la corrélation entre L_B réduite et P_N réduite est très serrée en 1963, et il est possible que cette corrélation ne serait apparue nettement qu'avec les données d'observation de nombreuses années si on ne disposait pas de celles de 1963. Nous avons vu que, si l'on interprète le terme $P_0 = 70$ mm de l'équation de la droite de régression comme représentant l'évapotranspiration mensuelle moyenne de saison des pluies, celle-ci doit être la même en 1962 et en 1963. Mais faisant cette estimation, nous commettons peut-être une erreur due au caractère arbitraire du calcul des "valeurs réduites" de L_B et de P_N . Pour 1963, cette "réduction" des données n'était pratiquement pas nécessaire pour faire apparaître la corrélation hydropluviométrique : aussi avons-nous préféré reprendre les valeurs réelles de L_B et de P_N et construire le graphique 16 où la droite de régression choisie peut être la droite d'équation :

$$L_B = 0,15 (P_N - 65)$$

à condition de considérer seulement les épisodes n° 2 à 6 qui couvrent la période de Mai à Octobre 1963.

En supposant toujours, comme à la fin du chapitre IV, que l'infiltration profonde est proportionnelle au volume d'eau transitant dans les couches moins profondes, la valeur théorique de l'évapotranspiration pour chacun des épisodes est donnée par l'abscisse à l'origine de la parallèle à la droite de régression passant par le point représentatif de cet épisode sur le graphique 16.

Nous trouvons ainsi les valeurs suivantes :

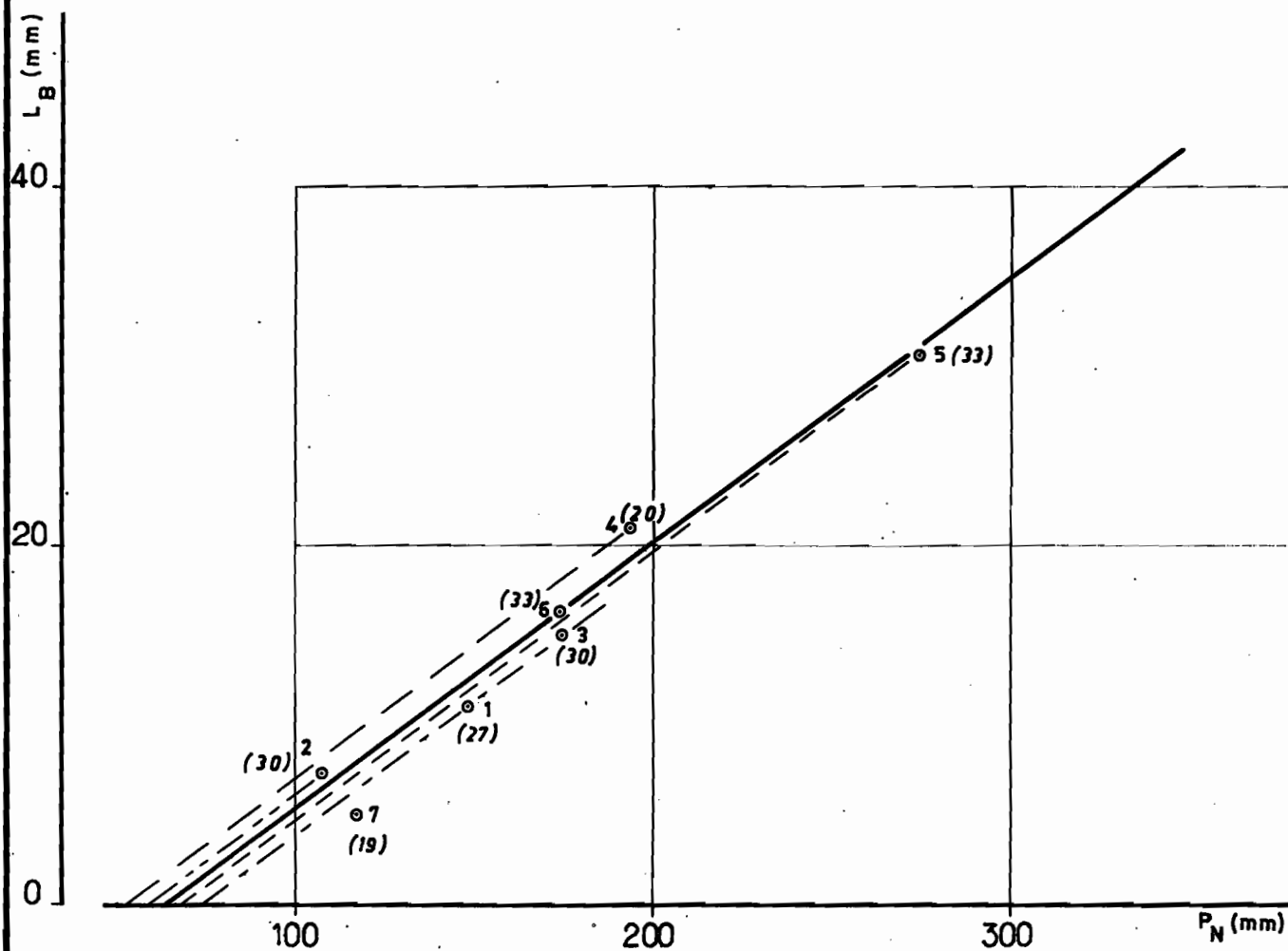
n° de l'épisode	2	3	4	5	6	période totale
durée T_E (j)	30	30	20	33	33	146
ET (mm)	59	75	53	68	65	320
ET pour 30 j	59	75	79	62	59	65

L'évapotranspiration mensuelle moyenne de la période de Juin à Octobre doit donc être généralement comprise entre 60 et 80 mm pour les années dont la pluviosité est du même ordre que celle de l'année 1963. Ce chiffre est assez voisin de celui observé sur nappe d'eau libre ce qui est normal. Nous aurons ainsi, en effet, pour cette période de Juin à Octobre une hauteur totale évaporée de 300 à 400 mm, ce qui montre la possibilité d'une variation dans un intervalle de 100 mm, et il est très vraisemblable que cet intervalle n'est pas sous-estimé, car le pouvoir évaporant de l'air n'est pas sujet à des variations très importantes d'un an à l'autre, surtout quand la pluviosité reste du même ordre. Remarquons que le choix de la période de Juin à Octobre pour déterminer une évapotranspiration mensuelle moyenne de saison des pluies est d'autant plus judicieux que cette période se distingue nettement des autres mois de l'année par ses caractéristiques climatologiques moyennes : à FERKESSEDOUGOU, l'humidité relative moyenne est supérieure à 78 % de Juin à Octobre alors que sa valeur moyenne annuelle est 69 %, et l'évaporomètre Piche indique des hauteurs mensuelles inférieures à 60 mm par mois de Juin à Octobre alors que la valeur moyenne annuelle est de 92 mm.

En ce qui concerne l'année 1963, le tableau ci-dessus nous montre que l'évapotranspiration a été de 320 mm en 5 mois

BASSIN DE NATIOKAHA

Interprétation de l'écoulement des épisodes n°2 à 6 de 1963



de saison des pluies, et comme nous savons qu'elle a été de 1020 mm pour l'année hydrologique 1963-64, elle a donc été pendant les mois de saison sèche de 100 mm par mois en moyenne. Mais cette apparente simplicité cache certainement des variations plus complexes d'un mois à l'autre au cours de chacune des deux saisons. En particulier, on peut se douter que l'évapotranspiration a dû être très forte en Novembre 1963, ceci se traduisant par la position aberrante du point qui représente l'épisode n° 7 sur les graphiques : en effet, en Novembre l'humidité de l'air a tendance à diminuer plus rapidement que l'alimentation en eau des couches superficielles du sol par les pluies et par remontée capillaire.

Le fait que, pour les totaux annuels, la valeur de ET paraisse légèrement supérieure en 1963 à celle de 1962, est normal car le sol a été plus abondamment arrosé et ceci par des pluies dont une plus faible proportion a été concentrée dans la période de l'année où l'humidité est la plus forte.

CHAPITRE VI

BILAN HYDROLOGIQUE pour le BASSIN de DIELIKAHA

6.1. - DEFINITION des ELEMENTS du BILAN -

a) Nous avons reproduit pour mémoire les éléments du bilan précédemment établi dans le rapport de la campagne 1962-63 il s'agit d'un bilan pour la période du 1er Janvier au 31 Décembre 1962.

b) Pour 1963-64.

Nous avons étudié le bilan entre le 1er Avril et le 31 Mars comme pour le bassin de NATIOKAHA, et subdivisé de la même façon l'année hydrologique en 3 périodes d'Avril à Juin, de Juillet à Novembre et de Décembre à Mars.

Les volumes d'écoulement et leurs divers composants, ainsi que les lames équivalentes, ont été calculés pour les deux premières périodes à partir des débits moyens journaliers donnés dans l'annexe III. Dans cette annexe figurent également les hauteurs des précipitations moyennes journalières et mensuelles sur le bassin.

Pour la dernière période, le volume d'écoulement que nous considérons est un volume théorique déduit de l'étude du tarissement. Rappelons que le débit le 1er Décembre 1963 est $0,55 \text{ m}^3/\text{s}$ et le coefficient de tarissement $0,0185$ en inverses de jours. Le calcul conduit à une "réserve mobilisable" théorique totale de 2650 milliers de m^3 , dont une proportion de 89% pourrait s'être écoulée avant le 1/4/64, soit $2360 \times 10^3 \text{ m}^3$ pour notre bilan.

Comme dans le calcul du bilan de NATIOKAHA, nous avons pris une année pluviométrique allant du 1/12/62 au 30/11/62 mais qui n'est véritablement décalée que de 3 mois par rapport à l'année hydrologique car les précipitations

ont été nulles en Décembre en 1962 et 1963.

Le tableau XV résume les données du bilan. Les notations et les unités employées sont les mêmes que dans le tableau XIV mais ici V_B et L_B représentent la totalité de l'écoulement de base puisque nous n'avons pas fait de distinction entre V_B et V_N .

6.2. - INTERPRETATION du BILAN et COMPARAISON avec les DONNEES du BASSIN de NATIOKAHA -

Les coefficients de ruissellement moyens du bassin de DIELIKAHA, pour chacune des deux périodes constituant la saison des pluies de 1963, soit 1,7 % et 10,5 %, sont très voisins de ceux que nous avons trouvés pour le bassin de NATIOKAHA (1,7 % et 9,2 %).

L'évapotranspiration, estimée comme pour NATIOKAHA en supposant qu'elle est représentée par le déficit d'écoulement, est, elle aussi, pratiquement identique pour les deux bassins en 1962, et peu différente d'un bassin à l'autre en 1963, la différence apparaissant ici étant d'ailleurs peu significative étant donné l'imprécision avec laquelle est connue la pluie moyenne sur le bassin de DIELIKAHA en 1963.

TABLEAU XV

BASSIN de DIELIKAHA (56,75 km²) - Bilan Hydrologique

Périodes	Janvier à : Décembre 1962 :	Avril à Juin : 1963 :	Juillet à Novembre : 1963 :	Décembre 1963 : à Mars 1964 :	Avril 1963 à : Mars 1964 :
V _B	19 600	1 330	16 220	2 360	19 910
L _B	345	23	286	42	351
V _{HD}		120	1 300		1 420
L _{HD}		2	23		25
V _R		340	6 220		6 560
L _R		6	110		116
V _R + V _{HD}	5 670	460	7 520		7 980
L _R + L _{HD}	100	8	133		141
V	25 270	1 790	23 740	2 360	27 890
L	445	31	419	42	492
P moy	1 404	345	1 042	(69)	1 456
ET	959				964
100 K _R		1,7 %	10,5 %		

(1) - la pluie moyenne notée entre parenthèses correspond à la période de Décembre 1962 à Mars 1963.

ANNEXES

ANNEXE I

Précipitations journalières

observées à chaque appareil

en 1963

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de NATIOKAHA

Mois : Mars

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	P 1		P 2		P 3		P 4		P 5		PE I		PE II		P. moy.		m	s	m	s
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s				
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25	26,1		21,7		27,6		32,6		19,9		17,0		12,5		22,4					
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
TX	26,1		21,7		27,6		32,6		19,9		17,0		12,5		22,4					

m : Matin . de 19h (La veille) à 7h

s : Soir . de 7h à 19h

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de NATIOKAHA

Mois : Avril

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	P 1		P 2		P 3		P 4		P 5		PE I		PE II		P.moy.					
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
1																				
2																				
3																				
4	0,0		1,2		1,8		4,0		0,0		0,0		0,0		0,9					
5																				
6	44,3		46,8		52,5		41,2		41,0		46,0		33,0		44,1					
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16	39,5		35,5		40,8		34,2		26,4		33,5		27,0		34,4					
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24	5,2		1,7		2,0		2,0		11,2		3,0		7,5		4,3					
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
TX	89,0		85,2		97,1		81,4		78,6		82,5		67,5		83,7					

M : Matin . de 19h (La veille) à 7h

S : Soir . de 7h à 19h

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de NATIOKAHA

Mois : Mai

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	P 1		P 2		P 3		P 4		P 5		PE I		PE II		P. moy.		m	s	m	s
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s				
1																				
2																				
3																				
4																				
5	16,7		15,3		16,2		10,6		15,5		22,0		13,2		16,2					
6	7,6		8,5		14,0		5,6		4,2		12,0		5,0		8,2					
7	11,2	1,4	7,5	0,7	5,9	0,0	13,0	0,5	15,4	2,8	7,5	0,7	17,0	0,7	10,5	0,8				
8	0,9		0,8		1,0		1,2		1,9		2,0		4,5		1,5					
9																				
10																				
11	24,5		34,0		30,5		49,0		43,5		26,0		52,0		34,8					
12	14,0		2,0		0,6		15,0		11,5		3,5		13,2		8,2					
13																				
14																				
15	0,6		1,0		0,5		1,8		2,0		0,7		6,0		1,3					
16																				
17	29,0		26,0		30,6		18,4		20,0		34,0		19,5		26,2					
18																				
19	11,0		15,5		17,5		10,5		10,5		13,5		11,5		12,9					
20																				
21																				
22																				
23																				
24	16,2		15,3		16,9		16,2		12,0		16,5		14,0		15,4					
25																				
26																				
27																				
28																				
29	19,2		17,5		18,2		12,8		18,2		19,5		16,5		17,7					
30																				
31																				
TX	152,3		144,1		151,9		154,6		157,5		156,5		172,4		153,7					

M : Matin - de 19h (La veille) à 7h

S : Soir - de 7h à 19h

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de NATIOKAHA

Mois : Juin

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	P 1		P 2		P 3		P 4		P 5		PE I		PE II		P. moy.					
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
1																				
2																				
3		17,0		15,0		13,0		15,2		15,0		18,0		15,0		15,8				
4	1,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,2					
5																				
6																				
7																				
8																				
9	10,5		14,5		19,0		10,0		8,4		11,0		20,0		12,5					
10	21,7		18,0		20,0		14,9		16,5		20,0		8,5		18,0					
11																				
12																				
13	21,0		19,1		26,0		11,0		15,0		23,5		12,0		18,7					
14																				
15																				
16																				
17		1,5		1,3		1,2		0,5		1,0	x	x		0,5	(1,1)					
18	2,6		2,2		2,3		4,2		3,5		x		5,5	(3,1)						
19																				
20	25,0		19,6		21,5		17,4		27,0		24,0		26,0		22,8					
21																				
22		2,7		5,6		7,4		3,6		5,0		3,5		4,0		4,3				
23																				
24	8,0		7,9		8,0		8,3		8,0		8,5		8,5		8,1					
25																				
26		1,0		1,6		0,8		6,4		0,0		1,5		1,0		1,4				
27												1,0				0,2				
28																				
29	4,9		5,2		6,0		4,0		3,5		5,8		5,0		4,9					
30																				
31																				
TX	116,9		110,0		125,2		95,5		102,9		116,8		106,0		111,1					

m : Matin . de 19h (La veille) à 7h

s : Soir . de 7h à 19h

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de NATIOKAHA

Mois : Juillet

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	P 1		P 2		P 3		P 4		P 5		P I		P II		P. moy.		m	s	m	s
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s				
1	73,0		62,0		60,0		80,0		78,0		70,1		94,0		72,1					
2																				
3																				
4																				
5		30,0		32,0		30,0		25,3		26,9		32,0		31,0		29,9				
6																				
7																				
8		19,5		35,0		39,5		46,2		17,3		22,5		26,0		28,5				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15	26,4	4,2	26,2	2,0	27,7	2,5	17,3	1,5	22,0	13,5	30,5	2,5	19,5	3,5	25,0	4,1				
16																				
17																				
18		2,0		1,5		1,4		1,6		2,0		2,0		1,0		1,6				
19		4,0		6,2		4,4		4,2		5,2		5,0		7,0		5,2				
20																				
21	7,0		7,5		7,0		13,0		4,4		0?		7,0		6,2					
22	7,7		9,0		10,0		8,3		7,5		8,0		7,5		8,2					
23	0?		0?		0?		0?		0?		7,5		0?		(1,4)					
24	0?		0?		0?		0?		0?		7,5		12,5		(2,3)					
25																				
26	5,3		5,0		3,0		6,7		1,5		5,0		2,0		4,4					
27																				
28																				
29																				
30	0,7		1,1		1,6		0,6		0,3		0?		0?		(0,6)					
31	0,8		1,0		3,3		0,5		0,0		0?		0?		(0,7)					
TX																				
	180,6		188,5		190,4		205,2		178,6		192,6		210,0		190,2					

m : Matin . de 19h (La veille) à 7h

S : Soir . de 7h à 19h

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de NATIOKAHA

Mois : Août

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	P 1		P 2		P 3		P 4		P 5		P I		P II		P.moy.					
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
1		18,8		9,0		7,8		9,5		15,0		14,5		12,0		12,9				
2	27,8		19,0		15,0		4,5		25,7		27,5		13,0		20,6					
3		13,1		8,3		8,3		8,2		11,5		x		17,0		(10,6)				
4	8,2		6,0		3,4		3,8		5,7		14,0				7,0					
5	133,0		113,3		110,0		114,5		141,9		129,5		143,0		125,9					
6	6,5		1,0		2,3		0,5		6,2		4,0		8,0		3,8					
7																				
8	1,0		0,2		0,0		3,3		9,0		0?		7,5		(2,4)					
9		1,9		1,7		1,7		2,2		3,0		3,0		2,0		2,2				
10																				
11																				
12	25,0		25,0		31,0		39,0		19,0		30,5		36,0		28,2					
13	0,9		0,7		0,9		8,3		1,3		0?		0?		(1,6)					
14																				
15	3,3		4,0		5,0		4,6		2,6		3,5		3,0		3,7					
16	19,5	0,6	9,5	2,5	10,5	2,0	19,5	0,2	7,5	0,0	11,5	2,5	18,0	0?	13,5	(1,3)				
17																				
18																				
19																				
20																				
21	33,6		32,0		32,0		29,5		26,3		42,0		32,0		33,1					
22																				
23	0,0		0,5		1,0		0,5		0,7		3,0		1,0		1,0					
24	2,0	5,0	25,0	3,5	6,6	2,7	6,7	1,6	3,0	1,4	2,5	0?	6,0	0?	8,5	(2,3)				
25	64,0		64,4		60,3		55,0		41,5		77,0		47,0		61,0					
26	11,0		12,5		13,5		10,0		7,2		15,0		6,5		11,3					
27	1,5		1,7		2,0		11,6		1,2		0?		4,0		(2,7)					
28																				
29	66,0		61,3		59,3		62,5		62,5		65,0		65,0		63,3					
30	21,0	4,0	17,0	5,6	16,0	11,8	14,5	17,0	18,0	7,5	20,0	3,0	18,5	2,0	18,2	6,6				
31																				
TX	467,7		423,7		403,1		427,0		417,7		468,0		439,0		441,7					

M : Matin - de 19h (La veille) à 7h

S : Soir - de 7h à 19h

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de NATIOKAHA

Mois : Septembre

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	P 1		P 2		P 3		P 4		P 5		PE I		PE II		P. moy.		m	s	m	s
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s				
1																				
2		(21,0)		(17,0)		(19,5)		(22,5)		(26,0)		17,5		15,0		(16,5)				
3	x(*)	20,0	x(*)	21,0	x(*)	14,0	x(*)	13,5	x(*)	14,0	2,5	15,0	3,5	18,0	(3,0)	17,1				
4		5,0		13,0		1,2		1,0		2,1		5,0		0,5		5,3				
5	x	7,5	x	13,0	x	17,0	x	10,5	x	5,0	21,5	9,5	22,5	6,0	22,0	9,7				
6		10,5		8,0		8,5		6,6		8,5		10,0		11,0		8,9				
7																				
8		1,5		3,5		6,5		3,5		1,3		3,5		(2,0)		(2,9)				
9																				
10		1,5		1,5		2,0		5,5		1,0		1,5		(2,0)		(1,9)				
11		14,9		15,5		11,7		8,0		14,0		24,5		(11,0)		(15,3)				
12		0,7		0,5		0		0,3		0,8		0		(0)		(0,4)				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18		11,5		13,5		14,0		11,0		11,5		18,5		12,0		13,4				
19																				
20																				
21																				
22		41,5		45,0		44,3		43,5		28,0		53,0		54,0		44,0				
23																				
24		1,0		0,6		1,5		0,5		2,7		1,0		1,2		1,1				
25																				
26		0,3		0,9		1,3		1,2		0,0		2,5		3,0		1,2				
27																				
28		15,0		8,0		16,0		8,0		3,5		1,2		6,5		8,0				
29																				
30		1,6		1,0		2,3		1,5		2,5		1,6		0		1,5				
31																				
TX (**)		153,5		154,8		159,8		137,1		120,9		188,3		168,2		172,2				

M : Matin de 19h (La veille) à 7h

** Totaux de P1 à P5 sous-estimés de 20 mm environ (pluie du 5 au matin.)

S : Soir de 7h à 19h

* la pluie indiquée le 2-9 au soir est en réalité la somme des pluies du 2 au soir et du 3 au matin.

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de NATIOKAHA

Mois : Octobre

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	P 1		P 2		P 3		P 4		P 5		PE I		PE II		P. moy.		m	s	m	s
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s				
1	2,8		27,0		30,0		6,5		6,5		24,5		26,0		16,7					
2	7,5		6,0		8,0		13,0		7,5		8,0		14,0		8,4					
3	0,0		0,2		0,3		0,0		0,0		0?		2,5		0,3					
4											1,0				0,2					
5	2,5		2,2		2,3		2,5		4,0		13,5		11,5		5,3					
6		(33,0)		26,1		24,2		32,0		40,0		17,0		17,5		(17,8)				
7	x(*)		x(*)		x(*)		x(*)		x(*)		12,5		12,0		(12,8)					
8																				
9																				
10	25,0		21,5		21,0		55,0		39,0		20,0		62,0		31,2					
11	0,2	0,3	0,3	0,0	0,4	0,0	1,3	0,2	0,0	0,5	0?	0?	2,5	0?	(0,5)	(0,1)				
12	5,0	10,0	4,5	13,0	6,6	8,0	11,5	3,6	6,5	8,0	7,0	0?	12,0	0?	6,9	(6,9)				
13	15,0		11,0		14,0		48,5		0,0		24,0		13,0		17,7					
14	9,0		9,0		10,0		7,0		10,0		10,0		8,0		9,1					
15	0,5		0,0		0,6		2,5		2,0		0?		1,0		(0,8)					
16		0,8		1,0		2,6		0,5		0,5		0,5		0?		(0,8)				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	5,3	0,0	8,8	0?	0?	2,0	0?	(0,2)	(1,8)				
23		8,0		3,0		0,0		3,0		9,0		0?		3,0		(3,9)				
24	21,0		17,0		18,0		33,0		11,0		2,0		0?		(15,0)					
25																				
26	x		x		x		x		x		19,5		15,0		(17,0)					
27																				
28	3,7		2,4		0,3		7,0		4,2		3,0		0?		3,2					
29	5,0		15,0		18,0		7,0		7,0		6,0		7,0		9,0					
30	35,5		23,0		15,0		24,5		37,0		26,0		36,0		28,3					
31	1,0		1,0		3,5		2,5		2,0		0?		3,0		1,5					
TX (**)	186,3		183,2		183,5		266,4		203,5		194,5		222,0		215,4					

m : Matin de 19h (La veille) à 7h ** Totaux de P1 à P5 sous-estimés de 15 à 20 mm environ.

S : Soir de 7h à 19h (pluie du 26)

* la pluie indiquée le 6-10 au soir est en réalité la somme des pluies du 6 au soir et du 7 au matin

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de NATIOKAHA

Mois : Novembre

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	P 1		P 2		P 3		P 4		P 5		PE I		PE II		P. moy.		m	s	m	s
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s				
1				1,5		2,0							2,0		0,6					
2																				
3	6,5		11,5		10,0		9,5		6,0		10,5		6,5		8,4					
4																				
5	34,0		37,0		56,0		47,0		25,0		41,0		34,0		38,0					
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19															x					
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25											5,5		0,1		(1,0)					
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
TX																				
(*)	40,5		50,0		68,0		56,5		31,0		57,0		34,1		(48,0)					

m : Matin . de 19h (La veille) à 7h

S : Soir . de 7h à 19h

* Tous les totaux sont peut-être un peu sous-estimés.

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin Versant : de KORHOGO
Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

	JANVIER			FEVRIER			MARS			AVRIL		
	PE I	PE II	P.moy.	PE I	PE II	P.moy.	PE I	PE II	P.moy.	PE I	PE II	P.moy.
1												
2												
3												
4												
5										4,0	5,0	4,4
6										43,4	47,8	45,0
7												
8												
9												
10												
11												
12				19,5	20,0	19,7						
13												
14												
15				4,7	5,1	4,8						
16										12,5	21,9	16,0
17				7,3	11,9	9,0						
18												
19												
20												
21												
22												
23	6,0	9,0	7,1									
24							39,0	24,9	33,8			
25												
26												
27												
28												
29												
30										12,9	4,7	9,9
31												
TΣ	6,0	9,0	7,1	31,5	37,0	33,5	39,0	24,9	33,8	72,8	79,4	75,3

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de KORHOGO

Mois : Mai

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	PE I		PE II		P 1		P 2		P 3		P 4		P 5							
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
1																				
2																				
3																				
4																				
5	1,5		2,5		3,0		3,8		3,5		3,7		4,3							
6	5,5		7,5		6,7		7,7		7,9		7,5		6,0							
7	22,5		16,5		20,3		15,0		19,3		22,4		19,6							
8																				
9																				
10																				
11	18,5		9,0		17,4		13,1		17,0		18,8		17,1							
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17	0,0		1,0		1,0		1,0		1,1		1,3		1,4							
18																				
19	15,0		16,5		14,7		15,0		14,4		15,8		11,7							
20																				
21																				
22																				
23																				
24	32,5		31,5		34,6		35,2		30,8		30,0		35,5							
25																				
26																				
27																				
28		0				2,2		0,6		4,0		3,9		7,5						
29	22,5		16,0		17,8		18,7		17,9		15,5		22,4							
30																				
31																				
TX	118,0		100,5		117,7		110,1		115,9		118,9		125,5							

M : Matin . de 19h (La veille) à 7h

S : Soir . de 7h à 19h

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de KORHOGO

Mois : Mai

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	P 6		P 7		P 8		P 9		P. moy.									
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
1																		
2																		
3																		
4																		
5	3,1		2,0		3,9		6,0		3,3									
6	5,4		5,9		7,6		7,9		7,0									
7	19,9		20,0		18,7		16,5		18,9									
8																		
9																		
10																		
11	17,2		22,6		20,7		15,2		16,5									
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17	1,3		1,3		1,3		1,1		1,0									
18																		
19	10,7		14,2		13,1		14,9		14,3									
20																		
21																		
22																		
23																		
24	30,3		29,6		34,1		29,4		32,4									
25																		
26																		
27																		
28		4,6		4,0		1,0		0		2,2								
29	18,2		18,3		20,3		19,3		18,7									
30																		
31																		
TX	110,7		117,9		120,7		110,3		114,3									

m : Matin . de 19h (La veille) à 7h

S : Soir . de 7h à 19h

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de KORHOGO

Mois : Juin

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	PE I		PE II		P 1		P 2		P 3		P 4		P 5							
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
1																				
2																				
3	16,7		10,3		14,2		11,2		15,0		15,9		15,1							
4																				
5																				
6		8,3		11,1		10,2		9,9		13,1		11,2		7,5						
7																				
8																				
9	19,0		19,3		19,2		18,4		17,9		14,5		22,9							
10	24,0		23,3		24,4		21,5		23,9		19,1		25,5							
11																				
12		21,5		23,1		22,5		22,0		28,7	(25,0)		26,2							
13																				
14																				
15																				
16			1,7		0,9		2,2		2,0		0,6		1,2							
17																				
18	6,3		5,0		4,7		(5,0)		4,0		5,5		4,5							
19																				
20	20,5		24,0		18,8		19,5		19,0		16,1		20,0							
21																				
22		3,2		2,8		3,7		3,5		4,8		3,6		4,2						
23																				
24	7,1		7,2		7,0		7,0		7,7		7,1		8,3							
25																				
26																				
27																				
28																				
29	17,3		15,1		17,7		20,0		12,6		15,2		15,0							
30																				
31																				
TX	143,9		142,9		143,3		140,2		148,7		133,8		150,4							

m : Matin .de 19h (la veille) à 7h

s : Soir .de 7h à 19h

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de KORHOGO

Mois : Juin

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	P 6		P 7		P 8		P 9		P.moy.									
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
1																		
2																		
3	14,8		16,9		13,0		10,8		13,7									
4																		
5																		
6		6,6		9,0		8,3		7,5		9,6								
7																		
8																		
9	21,6		17,6		19,8		20,3		19,0									
10	22,9		21,5		24,1		21,1		22,9									
11																		
12		25,7		19,0		21,1		18,7		23,2								
13																		
14																		
15																		
16	1,0		1,0		2,1		2,9		1,4									
17																		
18	5,3		5,2		4,0		4,0		4,9									
19																		
20	18,9		16,5		18,7		20,2		19,5									
21																		
22		4,5		3,3	3,2		2,7	0,3	3,3									
23																		
24	7,3		7,0		7,1		6,6		6,7	0,5								
25																		
26																		
27																		
28																		
29	21,0		15,9		19,2		21,5		17,4									
30																		
31																		
TX	149,6		132,9		140,6		136,3		142,4									

M : Matin .de 19h (La veille) à 7h

S : Soir .de 7h à 19h

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de KORHOGO

Mois : Juillet

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	PE I		PE II		P 1		P 2		P 3		P 4		P 5							
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
1	45,5		70,3		48,3		50,8		66,6		51,4		47,8							
2																				
3																				
4	2,4		2,9		1,9		2,2		3,0		1,9		2,0							
5	25,8		22,8		25,9		22,7		26,2		28,0		22,9							
6																				
7																				
8		31,6		32,1		36,3		37,0		32,5		30,3		27,8						
9																				
10																				
11																				
12																				
13		0,6																		
14																				
15	11,9	9,9	13,5	6,3	9,7	10,8	7,3	10,5	16,0	12,8	10,4	12,1	9,9	11,8						
16																				
17																				
18																				
19																				
20		3,6		10,2		8,2		7,5		8,9		8,0		3,7						
21																				
22	11,9		13,6		12,5		17,2		6,7		7,6		3,9							
23	27,5	4,2	23,4	3,9	25,1	4,1	22,2	3,9	26,4	6,8	24,6	5,3	29,3	4,0						
24																				
25		6,8		10,6		6,9		8,3		8,7		7,8		9,0						
26	1,4																			
27																				
28		2,0		8,9		2,6		3,0		6,4		4,4		2,9						
29		6,4		4,1		6,0		3,3		4,8		5,2		3,3						
30	1,7	15,1	2,5	21,1	2,2	18,4	2,0	17,9	2,2	19,2	3,5	18,0	3,1	18,0						
31																				
TX	208,3		246,2		218,9		215,8		247,2		218,5		199,4							

m : Matin - de 19h (La veille) à 7h

s : Soir - de 7h à 19h

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de KORHOGO

Mois : Juillet

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	P 6		P 7		P 8		P 9		P. moy.									
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
1	45,9		44,9		49,9		53,8		53,0									
2																		
3																		
4	2,3		2,5		2,3		2,0		2,3									
5	25,7		22,8		23,8		24,6		24,6									
6																		
7																		
8		31,4		31,4		34,1		31,6		33,0								
9																		
10																		
11																		
12																		
13									0,1									
14																		
15	10,3	10,6	19,2	8,8	13,5	9,7	9,2	7,6	11,8	10,1								
16																		
17																		
18																		
19																		
20		3,3		5,1		8,2		6,0		7,0								
21																		
22	6,5		9,2		14,0		19,7		11,6									
23	28,4	4,7	26,9	4,3	25,5	3,6	21,3	5,0	25,3	4,5								
24																		
25		6,9		7,7		6,7		7,6		8,0								
26									0,1									
27																		
28		2,4		1,6		2,2		4,0		3,8								
29		6,5		8,7		3,2		0,6		4,8								
30	2,6	15,2	1,7	17,6	1,5	23,5	2,0	21,8	2,2	18,6								
31																		
TX																		
		202,7		212,4		221,7		216,8		220,8								

m : Matin . de 19h (La veille) à 7h

s : Soir . de 7h à 19h

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de KORHOGO

Mois : Août

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	PE I		PE II		P 1		P 2		P 3		P 4		P 5							
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
1		7,5		5,9		6,5		9,0		7,4		5,4		7,9						
2	6,8		2,5		5,0		5,7		6,6		6,5		7,7							
3		3,0		8,0		4,4		4,8		8,5		6,7		3,8						
4	15,5		18,5		19,9		19,4		16,5		15,5		15,7							
5	68,5		78,6		68,8		74,7		70,0		68,5		71,4							
6																				
7																				
8																				
9		2,5		1,7		2,8		3,2		2,3		3,4		6,9						
10	0,2		0,5																	
11		6,5		10,5		7,6		9,0		8,4		9,0		7,0						
12	22,6		32,2	1,6	22,7	1,5	22,8	1,6	31,2	0,9	20,7	0,7	27,8	0,9						
13																				
14																				
15	7,6		6,8		7,8		7,5		9,5		9,1		8,6							
16	4,0	3,6	11,0	3,0	13,8	2,2	13,4	2,3	10,8	4,3	13,3	3,1	8,5	8,5						
17		2,0		1,3		2,2		1,1		4,0		3,5		5,8						
18																				
19																				
20																				
21	30,2		37,3		42,9		34,9		36,0		41,2		29,5							
22																				
23	2,0		0,6		1,7		1,2		2,2		2,2		3,2							
24		29,5		17,0	1,8	33,7	2,3	30,5	2,5	29,5	1,7	35,8	2,8	32,2						
25	37,0		31,5		40,0		35,8		34,9		38,4		33,5							
26	9,8		8,0		9,4		8,0		9,7		8,5		11,5							
27		3,0	1,3			6,5		6,7		5,2		7,8		3,0						
28																				
29	36,1		39,8		36,2		37,1		42,6		42,5		36,7							
30	6,2	28,8	10,9	19,9	8,7	33,7	9,0	31,2	8,6	30,1	9,6	30,8	8,5	32,3						
31																				
TX		332,9		348,4		379,8		371,2		381,7		383,9		373,7						

m : Matin .de 19h (La veille) à 7h

S : Soir .de 7h à 19h

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de KORHOGO

Mois : Août

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	P 6		P 7		P 8		P 9		P. moy.											
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
1		0,9		13,0		11,3		8,9		8,2										
2	6,1		5,7		4,1	3,5	6,1	3,5	5,5	0,5										
3		4,6		3,9			20,9		1,1	4,7										
4	12,5		14,6		18,6				16,2											
5	69,0		68,2		70,5		76,6		71,5											
6																				
7																				
8																				
9		7,5		4,0		3,5		2,4		3,4										
10									0,1											
11		5,9		7,9		7,6		9,6		8,1										
12	12,5	0,9	30,7	1,0	27,5	1,9	33,1		25,5	1,1										
13																				
14																				
15	8,1		8,3		8,0		7,2		8,0											
16	9,9	4,9	8,0	3,0	11,2	1,5	10,2		10,7	3,2										
17		3,4		1,8		1,2		1,4		2,3										
18																				
19																				
20																				
21	34,6		27,8		38,2		33,4		35,7											
22																				
23	3,0		2,4		1,6		0,7		1,8											
24	1,5	30,0	2,0	28,2	1,7	31,7	3,3	27,6	1,7	29,3										
25	33,4		30,8		33,6		39,5		35,3											
26	10,7		9,9		8,2		8,0		9,1											
27		2,3		5,1		4,6		4,3	0,1	4,5										
28																				
29	37,4		37,6		35,7		38,3		38,1											
30	8,0	26,5	9,7	32,2	8,4	36,5	10,2	33,6	8,8	30,2										
31																				
TX																				
	341,7		355,8		370,6		378,4		364,7											

m : Matin - de 19h (La veille) à 7h

s : Soir - de 7h à 19h

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de KORHOGO

Mois : Septembre

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	PE I		PE II		P 1		P 2		P 3		P 4		P 5							
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
1																				
2	0,6	21,2	6,0	23,5	0,5	19,2	3,6	22,4	0,4	18,9	0,6	19,6	0,5	20,4						
3	11,0	21,0	8,0	5,6	9,2	12,4	8,2	8,5	9,0	8,4	8,6	14,1	8,0	15,8						
4																				
5	13,7	20,0	17,3	16,7	15,2	18,1	14,0	17,7	9,3	20,5	9,0	19,2	7,2	26,3						
6		8,0		6,3		9,1		7,7		10,1		9,8		8,9						
7																				
8		5,7		7,9		3,7		6,5		5,8		6,0		3,7						
9																				
10	3,0		3,9		3,2		5,0		2,1		2,0		0,7							
11																				
12	20,0		23,0		32,3		29,0		17,0		16,7		19,3							
13																				
14		0,3		1,3																
15																				
16																				
17																				
18	15,8		9,0		12,0		10,2		14,9		18,5		17,5							
19																				
20																				
21																				
22	61,0		46,0		60,0		55,9		60,5		62,1		63,4							
23																				
24	7,1		0,8		6,6		8,0		1,8		4,9		5,0							
25																				
26	2,2		0,3		2,0		1,7		2,3		2,5		3,0							
27																				
28	4,0	3,0	6,9	7,0	3,1	2,0	8,7	5,0	4,6	3,7	4,6	3,8	5,0	4,9						
29	11,0		7,5		10,9		9,1		11,3		14,5		13,2							
30																				
31																				
TX	228,6		197,0		219,5		221,2		200,6		216,5		222,8							

m : Matin . de 19h (La veille) à 7h

s : Soir . de 7h à 19h

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de KORHOGO

Mois : Septembre

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	P 6		P 7		P 8		P 9		P. moy.									
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
1																		
2	0,6	19,8	1,8	16,4	1,3	18,5	5,0	18,7	2,0	20,1								
3	9,7	16,3	10,0	14,6	9,2	16,5	8,2	7,3	9,0	12,4								
4																		
5	7,6	27,7	18,0	22,3	26,0	18,2	17,8	18,0	14,3	20,0								
6		7,7		8,3		9,1		6,7		8,3								
7																		
8		6,1		7,1		3,8		6,7		5,8								
9																		
10	1,6		3,6		7,8		12,2		4,0									
11																		
12	20,2		24,5		35,3		36,3		25,1									
13																		
14									0,2									
15																		
16																		
17																		
18	15,5		13,6		9,6		10,5		12,9									
19																		
20																		
21																		
22	61,9		59,4		55,0		58,6		57,9									
23																		
24	10,9		10,7		14,8		14,8		7,3									
25																		
26	1,8		2,2		1,9		0,9		1,8									
27																		
28	4,5	3,6	5,9	6,2	5,0	3,9	5,9	4,7	5,4	4,3								
29	13,0		14,0		9,7		11,0		10,9									
30																		
31																		
TX	228,5		238,6		245,6		243,3		221,7									

M : Matin . de 19h (La veille) à 7h

S : Soir . de 7h à 19h

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de KORHOGO

Mois : Octobre

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	PE I		PE II		P 1		P 2		P 3		P 4		P 5							
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
1																				
2	16,5		18,0		16,6		16,7		16,7		16,6		17,5							
3																				
4	3,5	24,0	2,6	13,0	3,5	25,0	3,6	23,7	4,5	26,0	4,9	25,0	4,5	24,6						
5	8,0		6,5		8,2		7,9		5,8		6,9		7,0							
6																				
7	15,3	4,3	15,0	6,0	20,0		20,8		19,5		21,0		18,3							
8																				
9																				
10	38,6		56,5		43,3		49,2		52,5		47,2		44,2							
11																				
12	4,1	2,0	6,0	3,0	5,3	2,8	4,9	1,6	5,0	2,9	4,5	3,0	4,9	2,7						
13	7,0		8,0		6,7		5,9		4,9		5,3		6,7							
14	6,0		11,0		8,3		10,1		9,8		8,4		6,9							
15	1,8				0,8		1,3		0,7		0,9		1,3							
16		5,3		4,5		5,0		3,4		4,9		5,6		5,1						
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22		0,6				0,5		0,3				0,4								
23		0,7		1,5		0,7		0,5		0,8		0,9		1,3						
24		1,8		0,5		0,3		0,1				0,5		0,7						
25		2,0		6,0		2,0		2,7		2,2		2,6		1,3						
26	5,0		6,5		5,8		6,2		5,7		5,2		4,6							
27		0,2																		
28																				
29	3,7		8,5		4,0		6,5		5,1		4,5		6,4							
30	8,2		9,0		8,0		8,0		8,0		8,8		8,8							
31	6,0	0,8	4,7	0,5	7,1		7,8		8,5		7,4		7,9							
TX	165,4		187,3		173,9		181,2		183,5		179,6		174,7							

M : Matin . de 19h (La veille) à 7h

S : Soir . de 7h à 19h

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de KORHOGO

Mois : Octobre

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	P 6		P 7		P 8		P 9		P.moy.									
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
1																		
2	18,0		17,0		15,5		16,2		16,8									
3																		
4	3,9	25,0	3,5	27,3	3,2	23,2	4,0	24,0	3,7	23,4								
5	7,2		7,9		8,1		7,5		7,4									
6																		
7	18,4		19,2		20,0		20,0		18,8	1,1								
8																		
9																		
10	37,2		35,8		39,4		52,6		45,6									
11																		
12	4,8	2,0	4,7	1,5	5,4	3,2	4,9	3,7	5,0	2,5								
13	6,9		7,2		10,0		9,4		7,0									
14	7,5		7,4		6,9		7,7		8,5									
15	1,0		1,5		1,3		0,9		1,0									
16		4,9		5,8		2,1		3,6		4,5								
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22		0,2		0,4						0,2								
23		0,9		0,6		0,3		1,0		0,8								
24		0,9		1,8		0,3				0,6								
25		3,3		2,3		6,6		11,5		3,6								
26	4,8		5,1		5,7		6,1		5,6									
27																		
28																		
29	4,9		4,2		4,5		6,4		5,4									
30	8,4		8,6		8,2		6,7		8,3									
31	6,2		7,2		9,5		5,8		7,1	0,1								
TX																		
	166,4		169,0		173,3		192,0		177,0									

M : Matin . de 19h (la veille) à 7h

S : Soir . de 7h à 19h

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de KORHOGO

Mois : Novembre

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	PE I		PE II		P 1		P 2		P 3		P 4		P 5							
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
1																				
2																				
3			0,2		0,6		0,8		0,5		0,2		0,3							
4																				
5	38,5		21,6		30,5		31,8		30,6		30,2		15,8							
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19	13,4		4,4		10,3		8,1		9,8		10,8		6,6							
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25	x		x		x		x		x		x		x							
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
TX	(51,9)		(26,2)		(41,4)		(40,7)		(40,9)		(41,2)		(22,7)							

M : Matin . de 19h (La veille) à 7h

S : Soir . de 7h à 19h

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

Bassin versant : de KORHOGO

Mois : Novembre

Territoire : CÔTE D'IVOIRE

Année : 1963

PLUVIOGRAPHES - PLUVIOMÈTRES

	P 6		P 7		P 8		P 9		P. moy.									
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
1																		
2																		
3	0,6		0,4		0,5		1,0		0,5									
4																		
5	18,9		21,8		30,0		32,5		28,1									
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19	6,0		4,0		6,7		7,2		8,1									
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
25	x		x		x		x		x									
26																		
27																		
28																		
29																		
30																		
31																		
TX	(25,5)		(26,2)		(37,2)		(40,7)		(36,7)									

m : Matin .de 19h (La veille) à 7h

s : Soir .de 7h à 19h

ANNEXE II

Débits moyens journaliers et
précipitations moyennes journalières
sur le bassin de NATIOKAHA
en 1962 et en 1963

Chapitre VI



Bilan Hydrologique pour le Bassin de DIELIKAHA

Avril 1962

Date	Q _N	Q _B	Q _{HD}	Q _R	Q _R + Q _{HD}	P moy	Q total
1		0,005					
2		0,010					
3		0,010					
4		0,010				30,7	
5		0,030					
6		0,020					
7		0,060			0,660	39,4	
8		0,060			0,020		
9		0,045					
10		0,035					
11		0,020					
12		0,020					
13		0,020					
14		0,025					
15		0,025					
16		0,020					
17		0,020				3,5	
18		0,020					
19		0,020					
20		0,015					
21		0,040			0,030	29,9	
22		0,050				67,2	
23		0,080			1,420		
24		0,055			0,020		
25		0,065					
26		0,060				0,2	
27		0,050					
28		0,050				7,0	
29		0,050					
30		0,045					
V (10 ³ m ³)	0	89			186		275
L (mm)	0	8,2			17,0	177,9	25,2

Mai 1962

Date	Q _N	Q _B	Q _{HD}	Q _R	Q _R + Q _{HD}	P moy	Q total
1		0,040				1,1	
2		0,035				1,0	
3		0,035					
4		0,035					
5		0,030					
6		0,030					
7		0,030					
8		0,030				3,5	
9		0,030					
10		0,025					
11		0,020					
12		0,020					
13		0,020					
14		0,025				9,7	
15		0,040					
16		0,050			0,175	20,3	
17		0,040					
18		0,030					
19		0,030				0,6	
20		0,025					
21		0,025					
22		0,020					
23		0,025				10,9	
24		0,025					
25		0,010					
26		0,005					
27		0,040			0,135	41,8	
28		0,040					
29		0,025					
30		0,020					
31		0,020				3,6	
V (10 ³ m ³):	0	76			27		103
L (mm)	0	7			2,5	92,5	9,5

Juin 1962

Date	Q _N	Q _B	Q _{HD}	Q _R	Q _R + Q _{HD}	P moy	Q total
1		0,020					
2		0,010					
3		0,005					
4		0,005					
5		0,015				12,1	
6		0,015					
7		0,005					
8		0,035			0,060	26,0	
9		0,045			0,170	17,1	
10		0,040					
11		0,055				11,5	
12		0,040					
13		0,050				11,7	
14		0,050					
15		0,030					
16		0,060			0,020	22,5	
17		0,050					
18		0,040					
19		0,035					
20		0,035				3,0	
21		0,025					
22	0,005	0,025				4,1	
23	0,005	0,015					
24	0,005	0,035				8,8	
25	0,005	0,015					
26	0,005	0,020			0,095	18,2	
27	0,005	0,045			0,035	1,6	
28	0,005	0,045				6,5	
29	0,005	0,060			0,115	18,2	
30	0,005	0,070					
V (10 ³ m ³)	4	86			43		133
L (mm)	0,4	7,9			3,9	161,3	12,2

Juillet 1962

Date	Q _N	Q _B	Q _{HD}	Q _R	Q _R + Q _{HD}	P moy	Q total
1	:0,005	:0,060	:	:	:0,070	:17,6	:
2	:0,005	:0,075	:	:	:0,020	:0,9	:
3	:0,005	:0,075	:	:	:0,015	:3,1	:
4	:0,010	:0,055	:	:	:	:	:
5	:0,010	:0,040	:	:	:	:	:
6	:0,010	:0,040	:	:	:	:5,0	:
7	:0,010	:0,035	:	:	:	:1,9	:
8	:0,010	:0,035	:	:	:	:	:
9	:0,010	:0,025	:	:	:	:	:
10	:0,010	:0,025	:	:	:	:	:
11	:0,010	:0,020	:	:	:	:	:
12	:0,010	:0,045	:	:	:	:11,1	:
13	:0,010	:0,040	:	:	:	:	:
14	:0,015	:0,050	:	:	:	:13,1	:
15	:0,015	:0,030	:	:	:	:	:
16	:0,015	:0,020	:	:	:	:	:
17	:0,015	:0,020	:	:	:	:	:
18	:0,015	:0,020	:	:	:	:	:
19	:0,015	:0,015	:	:	:	:	:
20	:0,015	:0,015	:	:	:	:	:
21	:0,020	:0,030	:	:	:0,025	:18,4	:
22	:0,020	:0,035	:	:	:	:	:
23	:0,020	:0,025	:	:	:	:0,8	:
24	:0,020	:0,025	:	:	:	:	:
25	:0,020	:0,015	:	:	:	:	:
26	:0,020	:0,015	:	:	:	:	:
27	:0,020	:0,015	:	:	:	:	:
28	:0,025	:0,005	:	:	:	:	:
29	:0,025	:0,010	:	:	:	:	:
30	:0,025	:0,005	:	:	:	:	:
31	:0,030	:0,015	:	:	:	:5,6	:
V (10 ³ m ³)	:40	:81	:	:	:11	:	:132
L (mm)	:3,7	:7,4	:	:	:1	:77,5	:12,1

août 1962

Date	Q _N	Q _B	Q _{HD}	Q _R	Q _R + Q _{HD}	P moy	Q total
1	:0,030	:0,045	:	:	: 0,260	: 24,3	:
2	:0,030	:0,130	:	:	: 0,920	: 57,1	:
3	:0,030	:0,170	:	:	: 0,085	: 2,1	:
4	:0,035	:0,175	:	:	:	: 3,1	:
5	:0,035	:0,135	:	:	:	: 2,3	:
6	:0,035	:0,100	:	:	:	:	:
7	:0,040	:0,125	:	:	:	:	:
8	:0,040	:0,190	:	:	: 0,025	: 9,2	:
9	:0,045	:0,180	:	:	:	:	:
10	:0,045	:0,150	:	:	:	:	:
11	:0,050	:0,135	:	:	:	: 2,8	:
12	:0,050	:0,130	:	:	:	:	:
13	:0,055	:0,110	:	:	:	:	:
14	:0,060	:0,095	:	:	:	:	:
15	:0,060	:0,095	:	:	:	: 1,3	:
16	:0,065	:0,085	:	:	:	:	:
17	:0,070	:0,130	:	:	: 0,160	: 35,2	:
18	:0,070	:0,210	:	:	: 0,405	: 22,6	:
19	:0,075	:0,265	:	:	:	: 7,5	:
20	:0,080	:0,315	:	:	: 2,870	:101,2	:
21	:0,085	:0,355	:	:	: 0,315	: 1,0	:
22	:0,090	:0,350	:	:	: 0,060	:	:
23	:0,095	:0,295	:	:	:	:	:
24	:0,100	:0,265	:	:	: 0,265	:	:
25	:0,100	:0,320	:	:	: 0,220	: 51,6	:
26	:0,105	:0,340	:	:	: 0,110	: 4,0	:
27	:0,110	:0,340	:	:	:	: 3,5	:
28	:0,110	:0,340	:	:	: 0,080	: 15,5	:
29	:0,115	:0,255	:	:	:	:	:
30	:0,120	:0,185	:	:	:	:	:
31	:0,125	:0,140	:	:	:	:	:
V (10 ³ m ³)	: 186	: 532	:	:	: 499	:	: 1217
L (mm)	: 17,1	: 48,8	:	:	: 45,8	: 344,3	: 111,7

Septembre 1962

Date	Q _N	Q _B	Q _{HD}	Q _R	Q _R + Q _{HD}	P moy	Q total
1	:0,130	:0,180	:	:	: 0,440	: 35,7	:
2	:0,130	:0,210	:	:	: 0,060	:	:
3	:0,135	:0,195	:	:	:	:	:
4	:0,140	:0,170	:	:	: 0,055	: 16,2	:
5	:0,145	:0,150	:	:	:	:	:
6	:0,145	:0,140	:	:	: 0,090	: 13,0	:
7	:0,150	:0,110	:	:	: 0,020	: 3,6	:
8	:0,150	:0,085	:	:	:	:	:
9	:0,155	:0,085	:	:	: 1,090	: 46,5	:
10	:0,155	:0,135	:	:	: 0,175	: 1,9	:
11	:0,160	:0,165	:	:	:	:	:
12	:0,160	:0,260	:	:	:	: 5,5	:
13	:0,165	:0,265	:	:	: 0,775	: 42,6	:
14	:0,165	:0,235	:	:	: 0,075	: 1,1	:
15	:0,165	:0,190	:	:	:	:	:
16	:0,170	:0,230	:	:	: 2,145	: 70,0	:
17	:0,170	:0,290	:	:	: 0,175	: 6,0	:
18	:0,170	:0,295	:	:	:	:	:
19	:0,170	:0,270	:	:	: 0,090	: 16,5	:
20	:0,170	:0,225	:	:	:	: 1,9	:
21	:0,175	:0,265	:	:	: 1,110	: 49,6	:
22	:0,175	:0,275	:	:	: 0,070	: 1,4	:
23	:0,175	:0,245	:	:	:	:	:
24	:0,175	:0,230	:	:	:	: 4,3	:
25	:0,180	:0,220	:	:	: 0,185	: 9,7	:
26	:0,180	:0,160	:	:	:	:	:
27	:0,180	:0,155	:	:	:	: 5,2	:
28	:0,180	:0,135	:	:	: 0,170	: 3,5	:
29	:0,175	:0,170	:	:	:	: 18,5	:
30	:0,175	:0,140	:	:	:	: 2,3	:
V (10 ³ m ³)	: 421	: 508	:	:	: 580	:	: 1509
L (mm)	: 38,7	: 46,6	:	:	: 53,3	: 355,0	: 138,5

Octobre 1962

Date	Q _N	Q _B	Q _{HD}	Q _R	Q _R + Q _{HD}	P moy	Q total
1	0,175	0,110					
2	0,175	0,105				4,3	
3	0,175	0,110			0,030	4,0	
4	0,175	0,075					
5	0,175	0,145			0,930	49,8	
6	0,175	0,180					
7	0,175	0,125					
8	0,175	0,125			0,035	9,2	
9	0,175	0,135				20,4	
10	0,170	0,140			0,090	6,0	
11	0,170	0,110					
12	0,170	0,085					
13	0,170	0,160			0,135	16,3	
14	0,170	0,080					
15	0,170	0,060					
16	0,170	0,040					
17	0,165	0,040					
18	0,165	0,030					
19	0,165	0,040				5,3	
20	0,160	0,020					
21	0,160	0,015					
22	0,155	0,015					
23	0,155	0,035			0,425	23,5	
24	0,155	0,035					
25	0,150	0,035				2,1	
26	0,150	0,020					
27	0,145	0,020					
28	0,145	0,010					
29	0,140	0,010					
30	0,140	0,005					
31	0,135	0,005					
V (10 ³ m ³)	436	183			142		761
L (mm)	40,0	16,8			13,0	140,9	69,8

Novembre 1962

Date	Q _N	Q _B	Q _{HD}	Q _R	Q _R + Q _{HD}	P moy	Q total
1	0,135	0,005					
2	0,130	0,005					
3	0,130	0,005					
4	0,125	0,005			0,025	6,2	
5	0,125	0,005					
6	0,120	0,005					
7	0,120						
8	0,120	0,015				2,5	
9	0,115	0,010				9,4	
10	0,115	0,010			0,025		
11	0,110	0,015					
12	0,110	0,010					
13	0,105	0,015				0,4	
14	0,105	0,010					
15	0,100	0,005					
16	0,100	0,010				1,3	
17	0,100	0,010			0,040	8,6	
18	0,095	0,010					
19	0,095	0,010					
20	0,095	0,010					
21	0,090	0,020				4,9	
22	0,090	0,015					
23	0,085	0,015					
24	0,085	0,015					
25	0,085	0,010			0,025	?	
26	0,080	0,010					
27	0,080	0,010					
28	0,080	0,010					
29	0,080	0,005					
30	0,080	0,005					
V (10 ³ m ³)	266	25			10		301
L (mm)	24,4	2,3			0,9	(33,3)	27,6

Avril 1963

Date	Q _N	Q _B	Q _{HD}	Q _R	Q _R + Q _{HD}	P moy	Q total
1		:0,015:					
2		:0,015:					
3		:0,015:					
4		:0,010:				0,9:	
5		:0,015:					
6		:0,020:	0,040:	0,100:	0,140	44,1:	
7		:0,030:					
8		:0,020:					
9		:0,030:					
10		:0,020:					
11		:0,020:					
12		:0,020:					
13		:0,020:					
14		:0,015:					
15		:0,020:	0,040:	0,070:	0,110		
16		:0,030:	0,070:		0,070	34,4:	
17		:0,040:					
18		:0,035:					
19		:0,030:					
20		:0,025:					
21		:0,020:					
22		:0,015:					
23		:0,020:					
24		:0,030:				4,3:	
25		:0,020:					
26		:0,020:					
27		:0,020:					
28		:0,020:					
29		:0,020:					
30		:0,020:					
V (10 ³ m ³):		: 56 :	13 :	15 :	28 :		84 :
L (mm):		: 5,1 :	1,2 :	1,4 :	2,6 :	83,7:	7,7 :

Mai 1963

Date	Q _N	Q _B	Q _{HD}	Q _R	Q _R + Q _{HD}	P moy	Q total
1		0,015					
2		0,020					
3		0,020					
4		0,020					
5		0,030	0,025		0,025	16,2	
6		0,040				8,2	
7		0,040	0,025		0,025	11,3	
8		0,040				1,5	
9		0,030					
10		0,030	0,030	0,140	0,170		
11		0,035	0,095	0,080	0,175	34,8	
12		0,050	0,050		0,050	8,2	
13		0,060					
14		0,050					
15		0,045				1,3	
16		0,040	0,005	0,105	0,110		
17		0,050	0,045	0,035	0,080	26,2	
18		0,055					
19		0,060	0,030		0,030	12,9	
20		0,060					
21		0,050					
22		0,040					
23		0,040	0,015		0,015		
24		0,040	0,030		0,030	15,4	
25		0,045					
26		0,040					
27		0,035					
28		0,035					
29		0,040	0,040		0,040	17,7	
30		0,040					
31		0,040					
V (10 ³ m ³)	107	34	31	65	172		
L (mm)	9,8	3,1	2,8	5,9	153,7	15,7	

Jun 1963

Date	Q _N	Q _B	Q _{HD}	Q _R	Q _R + Q _{HD}	P moy	Q total
1		0,035					
2		0,035					
3		0,035	0,050		0,050	15,8	
4		0,040	0,015		0,015	0,2	
5		0,040					
6		0,040					
7	0,005	0,030					
8	0,005	0,030					
9	0,005	0,035	0,030		0,030	12,5	
10	0,005	0,045	0,035	0,105	0,140	18,0	
11	0,005	0,055					
12	0,010	0,040	0,030	0,040	0,070		
13	0,010	0,045	0,045		0,045	18,7	
14	0,010	0,050					
15	0,010	0,040					
16	0,010	0,040					
17	0,010	0,035				1,1	
18	0,015	0,030				3,1	
19	0,015	0,025					
20	0,015	0,035	0,040	0,050	0,090	22,8	
21	0,015	0,045					
22	0,015	0,045				4,3	
23	0,020	0,040					
24	0,020	0,040	0,015		0,015	8,1	
25	0,020	0,040					
26	0,020	0,035				1,4	
27	0,020	0,035				0,2	
28	0,025	0,020					
29	0,025	0,030				4,9	
30	0,025	0,025					
V (10 ³ m ³)	29	96	22	17	39		164
L (mm)	2,7	8,8	2,1	1,5	3,6	111,1	15,1

Juillet 1963

Date	Q _N	Q _B	Q _{HD}	Q _R	Q _R + Q _{HD}	P moy	Q total
1	0,025	0,060	0,195	0,765	0,960	72,1	
2	0,030	0,130	0,060		0,060		
3	0,030	0,140					
4	0,030	0,110					
5	0,030	0,105	0,050	0,145	0,195	29,9	
6	0,035	0,105	0,025		0,025		
7	0,035	0,105					
8	0,035	0,090	0,030	0,320	0,350	28,5	
9	0,040	0,105	0,035		0,035		
10	0,040	0,105					
11	0,040	0,090					
12	0,045	0,070					
13	0,045	0,060					
14	0,045	0,055					
15	0,050	0,060	0,050	0,110	0,160	29,1	
16	0,050	0,075					
17	0,050	0,060					
18	0,055	0,050				1,6	
19	0,055	0,055	0,005		0,005	5,2	
20	0,055	0,045					
21	0,060	0,040				6,2	
22	0,060	0,035	0,020		0,020	8,2	
23	0,060	0,040	0,090		0,090	(1,4)	
24	0,065	0,035	0,020		0,020	(2,3)	
25	0,065	0,035	0,010		0,010		
26	0,065	0,030	0,010		0,010	4,4	
27	0,070	0,025					
28	0,070	0,020					
29	0,075	0,020					
30	0,075	0,015				0,6	
31	0,075	0,010				0,7	
V (10 ³ m ³)	135	171	52	116	168		474
L (mm)	12,4	15,7	4,8	10,6	15,4	190,2	43,5

Août 1963

Date	Q _N	Q _B	Q _{HD}	Q _R	Q _R + Q _{HD}	P moy	Q total
1	:0,080	:0,010	:0,020	:	0,020	:12,9	:
2	:0,080	:0,035	:0,045	:0,125	0,170	:20,6	:
3	:0,085	:0,040	:0,055	:	0,055	:10,6	:
4	:0,085	:0,050	:0,025	:	0,025	:7,0	:
5	:0,090	:0,210	:0,700	:3,690	4,390	:125,9	:
6	:0,090	:0,355	:0,125	:	0,125	:3,8	:
7	:0,095	:0,305	:0,010	:	0,010	:	:
8	:0,095	:0,215	:	:	:	:2,4	:
9	:0,100	:0,200	:	:	:	:2,2	:
10	:0,100	:0,155	:	:	:	:	:
11	:0,105	:0,125	:0,020	:0,065	0,085	:	:
12	:0,105	:0,135	:0,060	:0,060	0,120	:28,2	:
13	:0,105	:0,130	:	:	:	:1,6	:
14	:0,110	:0,100	:	:	:	:	:
15	:0,110	:0,085	:0,025	:	0,025	:3,7	:
16	:0,110	:0,095	:0,045	:	0,045	:14,8	:
17	:0,115	:0,075	:	:	:	:	:
18	:0,115	:0,060	:	:	:	:	:
19	:0,120	:0,050	:	:	:	:	:
20	:0,120	:0,040	:	:	:	:	:
21	:0,120	:0,075	:0,055	:0,315	0,370	:33,1	:
22	:0,125	:0,095	:0,020	:0,010	0,030	:	:
23	:0,125	:0,085	:	:	:	:1,0	:
24	:0,130	:0,070	:0,060	:1,290	1,350	:10,8	:
25	:0,130	:0,080	:0,290	:0,125	0,415	:61,0	:
26	:0,135	:0,115	:0,175	:	0,175	:11,3	:
27	:0,135	:0,205	:	:	:	:2,7	:
28	:0,135	:0,135	:	:	:	:	:
29	:0,140	:0,140	:0,360	:1,365	1,725	:63,3	:
30	:0,140	:0,180	:0,320	:0,285	0,605	:24,8	:
31	:0,140	:0,205	:0,015	:	0,015	:	:
V (10 ³ m ³)	:300	:333	:210	:633	843	:	:1476
L (mm)	:27,5	:30,6	:19,3	:58,1	77,4	:441,7	:135,5

Septembre 1963

Date	Q _N	Q _B	Q _{HD}	Q _R	Q _R + Q _{HD}	P moy	Q total
1	:0,145	:0,205	:	:	:	:	:
2	:0,145	:0,185	:0,040	:0,095	:0,135	:16,5	:
3	:0,150	:0,220	:0,100	:0,260	:0,360	:20,1	:
4	:0,150	:0,225	:0,125	:0,410	:0,535	:5,3	:
5	:0,155	:0,235	:0,110	:0,125	:0,235	:31,7	:
6	:0,155	:0,255	:0,065	:0,115	:0,180	:8,9	:
7	:0,155	:0,250	:	:	:	:	:
8	:0,160	:0,205	:0,010	:	:0,010	:2,9	:
9	:0,160	:0,165	:	:	:	:	:
10	:0,160	:0,135	:	:	:	:1,9	:
11	:0,165	:0,110	:0,015	:0,100	:0,115	:15,3	:
12	:0,165	:0,105	:	:	:	:0,4	:
13	:0,165	:0,080	:	:	:	:	:
14	:0,165	:0,060	:	:	:	:	:
15	:0,170	:0,050	:	:	:	:	:
16	:0,170	:0,040	:	:	:	:	:
17	:0,170	:0,050	:	:	:	:	:
18	:0,170	:0,045	:0,010	:0,085	:0,095	:13,4	:
19	:0,170	:0,020	:	:	:	:	:
20	:0,170	:0,010	:	:	:	:	:
21	:0,170	:0,010	:	:	:	:	:
22	:0,170	:0,090	:0,080	:0,675	:0,755	:44,0	:
23	:0,175	:0,100	:	:	:	:	:
24	:0,175	:0,075	:	:	:	:1,1	:
25	:0,175	:0,045	:	:	:	:	:
26	:0,175	:0,045	:	:	:	:1,2	:
27	:0,175	:0,040	:0,005	:	:0,005	:	:
28	:0,175	:0,040	:0,005	:	:0,005	:8,0	:
29	:0,175	:0,040	:0,005	:	:0,005	:	:
30	:0,175	:0,030	:0,020	:0,235	:0,255	:1,5	:
V (10 ³ m ³)	:429	:274	:51	:181	:232	:	:935
L (mm)	:39,3	:25,1	:4,7	:16,6	:21,3	:172,2	:85,7

Octobre 1963

Date	Q _N	Q _B	Q _{HD}	Q _R	Q _R + Q _{HD}	P moy	Q total
1	:0,175	:0,055	:0,015	:	:0,015	:16,7	:
2	:0,175	:0,045	:0,005	:0,045	:0,050	:8,4	:
3	:0,175	:0,025	:	:	:	:0,3	:
4	:0,175	:0,035	:0,050	:	:0,050	:0,2	:
5	:0,175	:0,020	:0,015	:	:0,015	:5,3	:
6	:0,175	:	:0,010	:0,075	:0,085	:17,8	:
7	:0,175	:0,035	:0,065	:0,115	:0,180	:12,8	:
8	:0,175	:0,065	:	:	:	:	:
9	:0,175	:0,035	:0,010	:0,075	:0,085	:	:
10	:0,175	:0,075	:0,135	:0,220	:0,355	:31,2	:
11	:0,175	:0,135	:	:	:	:0,6	:
12	:0,175	:0,115	:0,075	:0,105	:0,180	:13,8	:
13	:0,175	:0,135	:0,065	:0,060	:0,125	:17,7	:
14	:0,175	:0,145	:0,050	:	:0,050	:9,1	:
15	:0,170	:0,140	:	:	:	:0,8	:
16	:0,170	:0,115	:	:	:	:0,8	:
17	:0,170	:0,115	:	:	:	:	:
18	:0,170	:0,055	:	:	:	:	:
19	:0,170	:0,040	:	:	:	:	:
20	:0,170	:0,040	:	:	:	:	:
21	:0,170	:0,030	:	:	:	:	:
22	:0,165	:0,045	:	:	:	:2,0	:
23	:0,165	:0,030	:0,025	:	:0,025	:3,9	:
24	:0,165	:0,025	:	:	:	:15,0	:
25	:0,165	:0,005	:0,035	:0,050	:0,085	:	:
26	:0,160	:0,020	:0,040	:	:0,040	:(17,0)	:
27	:0,160	:0,010	:	:	:	:	:
28	:0,160	:0,010	:0,020	:	:0,020	:3,2	:
29	:0,155	:0,015	:0,025	:	:0,025	:9,0	:
30	:0,155	:0,045	:0,050	:0,245	:0,295	:28,3	:
31	:0,155	:0,055	:	:	:	:1,5	:
V (10 ³ m ³)	:453	:148	:60	:85	:145	:	:746
L (mm)	:41,5	:13,6	:5,5	:7,8	:13,3	:215,4	:68,4

Novembre 1963

Date	Q _N	Q _R	Q _{HD}	Q _R	Q _R + Q _{HD}	P moy	Q total
1	:0,150	:0,025	:	:	:	0,6	:
2	:0,150	:0,020	:0,040	:	0,040	:	:
3	:0,150	:0,015	:	:	:	8,4	:
4	:0,145	:0,015	:0,030	:0,530	0,560	:	:
5	:0,145	:0,100	:0,045	:0,030	0,075	38,0	:
6	:0,140	:0,085	:	:	:	:	:
7	:0,140	:0,050	:	:	:	:	:
8	:0,135	:0,040	:	:	:	:	:
9	:0,135	:0,025	:	:	:	:	:
10	:0,130	:0,025	:	:	:	:	:
11	:0,130	:0,015	:	:	:	:	:
12	:0,130	:0,010	:	:	:	:	:
13	:0,125	:0,005	:	:	:	:	:
14	:0,125	:0,005	:	:	:	:	:
15	:0,120	:0,010	:	:	:	:	:
16	:0,120	:0,005	:	:	:	:	:
17	:0,115	:0,005	:	:	:	:	:
18	:0,115	:	:	:	:	:	:
19	:0,110	:	:	:	:	?	:
20	:0,110	:	:	:	:	:	:
21	:0,110	:	:	:	:	:	:
22	:0,110	:	:	:	:	:	:
23	:0,105	:	:	:	:	:	:
24	:0,105	:	:	:	:	:	:
25	:0,100	:	:	:	:	1,0	:
26	:0,100	:	:	:	:	:	:
27	:0,100	:	:	:	:	:	:
28	:0,100	:	:	:	:	:	:
29	:0,100	:	:	:	:	:	:
30	:0,100	:	:	:	:	:	:
V (10 ³ m ³)	: 315	: 40	: 10	: 48	: 58	:	: 413
L (mm)	: 28,9	: 3,6	: 0,9	: 4,5	: 5,4	: (48,0)	: 37,9

ANNEXE III

Débits moyens journaliers et
précipitations moyennes journalières
sur le bassin de DIELIKAHA
en 1963

Mars

Date	Q_B	Q_{HD}	Q_R	P moy
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15	0,09			
16	0,09			
17	0,09			
18	0,10	0,04	0,04	
19	0,09			
20	0,09			
21	0,09			
22	0,09			
23	0,09			
24	0,09			
25	0,21	0,27	0,58	35,3
26	0,15			
27	0,12			
28	0,09			
29	0,09			
30	0,09			
31	0,09			
:V ($10^3 m^3$)	151	27	54	
:L (mm)	2,6	0,5	0,9	

Avril

Date	Q _B	Q _{HD}	Q _R	P moy
1	0,09			
2	0,09			
3	0,09			
4	0,09			0,6
5	0,09			1,4
6	0,21	(0,40) ⌘	(1,20) ⌘	44,4
7	0,21			
8	0,15			
9	0,12			
10	0,09			
11	0,09			
12	0,09			
13	0,09			
14	0,09			
15	0,09			
16	0,20	0,12	0,53	28,7
17	0,16			
18	0,15			
19	0,12			
20	0,09			
21	0,06			
22	0,05			
23	0,05			
24	0,05			3,0
25	0,05			
26	0,05			
27	0,05			
28	0,05			
29	0,05			
30	0,09			3,1
V (10 ³ m ³)	255	45	150	
L (mm)	4,5	0,8	2,6	81,2

(⌘) - Valeurs estimées en fonction de la crue observée
à NATIOKAHA -

Mai

Date	Q _B	Q _{HD}	Q _R	P moy
1	0,09			
2	0,09			
3	0,09			
4	0,06			
5	0,12			12,2
6	0,15			7,8
7	0,21			13,1
8	0,18			1,0
9	0,14			
10	0,10	0,21	0,64	5,1
11	0,18	-	-	24,0
12	0,26			5,6
13	0,26			
14	0,20			
15	0,21			0,9
16	0,14			
17	0,24	0,10	0,27	18,4
18	0,22			
19	0,28			13,3
20	0,26			
21	0,23			
22	0,21			
23	0,18			
24	0,20	0,08	0,32	20,7
25	0,18			
26	0,16			
27	0,12			
28	0,09			0,7
29	0,18			18,0
30	0,15			
31	0,15			
V (10 ³ m ³)	460	34	106	
L (mm)	8,1	0,6	1,9	140,8

Juin

Date	Q _B	Q _{HD}	Q _R	P moy
1	0,15			
2	0,12			
3	0,18	0,05		15,2
4	0,22	-		1,4
5	0,16			
6	0,14			3,0
7	0,12			
8	0,12			
9	0,18	0,14	0,20	14,4
10	0,40	-	-	19,5
11	0,35			
12	0,37			
13	0,40	0,20	0,54	20,1
14	0,35			
15	0,32			
16	0,26			0,4
17	0,23			0,6
18	0,21			3,3
19	0,21			
20	0,29	0,12	0,17	21,8
21	0,29			
22	0,26			4,1
23	0,29			
24	0,26			7,8
25	0,26			
26	0,21			1,0
27	0,21			1,4
28	0,18			
29	0,18			8,8
30	0,18			
:V (10 ³ m ³)	613	44	79	
:L (mm)	10,8	0,8	1,4	122,8

Juillet

Date	Q _B	Q _{HD}	Q _R	P moy
1	0,74	0,62	3,75	66,1
2	1,52	-	-	
3	1,35			
4	1,10			0,7
5	0,97	0,23	1,39	28,3
6	1,06	-		
7	1,00			
8	0,90			29,9
9	1,10	0,35	3,34	
10	1,26	-		
11	1,13			
12	0,97			
13	0,87			
14	0,78			
15	0,74	0,13	0,84	26,4
16	0,78	-		0,5
17	0,74			
18	0,65			0,9
19	0,68	0,12		3,8
20	0,68			2,2
21	0,65			4,3
22	0,71	0,23		9,2
23	0,84		0,51	10,8
24	0,81	0,17		1,6
25	0,74			2,5
26	0,74	0,16		3,1
27	0,62			
28	0,62			1,2
29	0,62			1,9
30	0,55			6,9
31	0,55	0,13		
V (10 ³ m ³)	2290	185	850	
L (mm)	40,4	3,3	15,0	200,3

Août

Date	Q _B	Q _{HD}	Q _R	P moy
1	0,52			15,6
2	0,74	0,08	0,20	11,8
3	0,81			7,8
4	0,97			9,8
5	1,35	2,82	21,73	109,0
6	2,30	-		2,6
7	2,52	0,13	0,20	
8	2,30			1,7
9	1,93			2,6
10	1,78			
11	1,63			2,5
12	1,63	0,65	2,67	27,7
13	1,67	-		1,1
14	1,67			
15	1,67	0,07		5,0
16	1,67	0,15		14,1
17	1,59			1,1
18	1,32			
19	1,16			
20	1,10			
21	1,16	0,24	1,88	34,0
22	1,29	-		
23	1,29			1,2
24	1,32			17,0
25	2,06	1,54	4,90	53,0
26	2,06	0,25	0,30	10,6
27	1,82			3,3
28	1,56			
29	1,56	1,40	7,34	55,4
30	1,97	-	3,18	29,5
31	2,46	-		
V (10 ³ m ³)	4220	633	3660	
L (mm)	74,4	11,2	64,5	416,4

Septembre

Date	Q _B	Q _{HD}	Q _R	P moy
1	2,36			
2	2,10	0,40	0,80	21,0
3	2,15	-	0,63	21,8
4	2,20	0,34	1,56	19,6
5	2,30	-	1,69	12,9
6	2,46	-	0,48	8,7
7	2,41			
8	2,10	0,05	0,15	3,8
9	2,06			
10	1,89			2,6
11	1,71		0,76	18,3
12	1,74	0,17		0,3
13	1,67			
14	1,42			
15	1,29			
16	1,19			
17	1,10			
18	1,13	0,10	0,30	13,2
19	1,10			
20	1,03			
21	0,94			
22	1,00	0,64	3,99	48,0
23	1,29	-		
24	1,39			3,0
25	1,32			
26	1,16			1,4
27	1,06			
28	1,12	0,10		8,5
29	1,19	(0,10) _⌘	(0,10) _⌘	3,4
30	1,13		0,38	1,0
:V (10 ³ m ³)	4050	164	937	
:L (mm)	71,4	2,8	16,5	187,5

(⌘) - Valeurs estimées d'après la hauteur de précipitation

Octobre

Date	Q _B	Q _{HD}	Q _R	P moy
1	1,26	0,09		11,0
2	1,22	0,13	0,52	10,3
3	1,10	0,07		0,2
4	1,12		0,20	8,5
5	1,12	0,20		6,0
6	1,00			
7	1,16	0,25	0,86	27,3
8	1,22			
9	1,16			
10	1,84	1,74	3,40	35,7
11	2,10			0,4
12	2,10	0,12	0,20	11,8
13	2,10	-	-	14,4
14	2,10	-	-	8,9
15	1,76			0,9
16	1,58			1,9
17	1,47			
18	1,30			
19	1,23			
20	1,13			
21	1,10			
22	1,13			1,5
23	1,13			2,9
24	1,10			10,5
25	1,10			1,1
26	1,12	0,12	0,12	5,0
27	1,04			
28	0,94			2,2
29	0,91	0,08	0,27	7,9
30	1,04	0,11	0,80	22,1
31	1,13	0,05		3,3
V (10 ³ m ³)	3520	256	550	
L (mm)	62,0	4,5	9,7	193,8

Novembre

Date	Q _B	Q _{HD}	Q _R	P moy
1	1,04			0,3
2	0,97			
3	0,98	0,06		5,9
4	0,91			
5	1,36	0,61	2,62	34,9
6	1,30			
7	1,07			
8	1,00			
9	0,94			
10	0,91			
11	0,85			
12	0,82			
13	0,82			
14	0,79			
15	0,79			
16	0,76			
17	0,73			
18	0,76			
19	0,94			2,5
20	0,82			
21	0,67			
22	0,67			
23	0,64			
24	0,64			
25	0,64			
26	0,61			
27	0,61			
28	0,58			
29	0,58			
30	0,58			
V (10 ³ m ³)	2140	58	226	
L (mm)	37,7	1,0	4,0	43,6