

Office de la Recherche Scientifique
et Technique Outre-Mer



RÉPUBLIQUE DE HAUTE-VOLTA



Ministère des Travaux Publics
de la Construction, de l'Urbanisme
et des Transports



Direction des Travaux Publics



Service de l'Hydraulique

ÉTUDE HYDROLOGIQUE DES BASSINS VERSANTS DANS LA RÉGION DE OUAGADOUGOU



Campagne 1963

Conclusions générales sur les trois campagnes

par

S. PIEYNS
Hydrologue à l'O.R.S.T.O.M.

J.C. KLEIN
Ingénieur Hydrologue de l'O.R.S.T.O.M.

OFFICE de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE
et TECHNIQUE OUTRE-MER

REPUBLIQUE de HAUTE-VOLTA

MINISTERE des TRAVAUX PUBLICS
de la CONSTRUCTION, de l'URBANISME
et des TRANSPORTS

DIRECTION des TRAVAUX PUBLICS

Service de l'hydraulique
--

ETUDE HYDROLOGIQUE des BASSINS VERSANTS
dans la REGION de OUAGADOUGOU

Campagne 1963

Conclusions générales sur les trois campagnes

par

S. PIEYNS
Hydrologue
à l'ORSTOM

J.C. KLEIN
Ingénieur hydrologue
de l'ORSTOM

1964

- SOMMAIRE -

	Page
- <u>INTRODUCTION</u> -	1
- <u>CHAPITRE I : Données climatologiques</u>	2
1.1. - <u>Températures</u>	2
1.2. - <u>Humidité relative</u>	3
1.3. - <u>Pressions et vents</u>	3
1.4. - <u>Evaporation</u>	5
1.4.1. - Données 1963	5
1.4.2. - Comparaison avec 1962	7
1.4.3. - Evaporation mensuelle interannuelle	8
1.4.4. - Evaporation annuelle	9
- <u>CHAPITRE II : Données pluviométriques</u>	11
2.1. - <u>Données pluviométriques pour l'année 1963</u>	11
2.1.1. - Hauteur annuelle	11
2.1.2. - Répartition mensuelle des précipitations	13
2.1.3. - Nombre de jours de pluie	15
2.1.4. - Fortes averses	16
2.2. - <u>Etude comparative de la pluviométrie des trois campagnes</u>	17
2.2.1. - Module pluviométrique annuel	17
2.2.2. - Répartition mensuelle	19
2.3. - <u>Conclusions générales</u>	20

	Page
- <u>CHAPITRE III : Etude Hydrologique</u>	22
- <u>INTRODUCTION</u> -	22
3.1. - <u>Bassin versant de BAZOULE</u>	24
3.1.1. - <u>Etalonnage du déversoir</u>	24
3.1.2. - Débits journaliers - Débits moyens mensuels	24
3.1.2.1. - Année 1962	24
3.1.2.2. - Année 1963	26
3.1.3. - Etude des crues	26
3.1.3.1. - Année 1962	26
3.1.3.2. - Année 1963	27
3.1.4. - Bilan de Surface	27
3.1.4.1. - Année 1962	27
3.1.4.2. - Année 1963	28
3.1.5. - Conclusions	28
3.2. - <u>Bassin versant de ZAGTOULI</u>	29
3.2.1. - Débits journaliers Débits moyens mensuels	29
3.2.2. - Bilan de surface	30
3.2.3. - Conclusions	31
3.3. - <u>Bassin versant du MORO-NABA</u>	33
3.3.1. - Débits journaliers Débits moyens mensuels	33
3.3.2. - Etude des averses et des crues	34
3.3.3. - Bilan de surface	36
3.3.4. - Conclusions	37

	Page
3.4. - <u>Bassin versant de GOGEN</u>	39
3.4.1. - Etalonnage du déversoir	39
3.4.2. - Débits journaliers Débits moyens mensuels	40
3.4.3. - Etude des averses et des crues	41
3.4.4. - Bilan de surface	45
3.4.5. - Conclusions	46
3.5. - <u>Bassin versant de SELOGEN</u>	47
3.5.1. - Etalonnage du déversoir	47
3.5.2. - Débits journaliers Débits moyens mensuels	47
3.5.3. - Etude des averses et des crues	49
3.5.4. - Estimation des crues médianes et décennales	54
3.5.5. - Bilan de surface	55
3.5.6. - Conclusions	56
3.6. - <u>Bassin versant de KAMBOENSE</u>	58
3.6.1. - Débits journaliers Débits moyens mensuels	58
3.6.2. - Bilan de surface	58
3.6.3. - Conclusions	59
3.7. - <u>Bassin versant de BOULBI</u>	61
3.7.1. - Débits journaliers Débits moyens mensuels	61
3.7.2. - Etude des averses et des crues	62
3.7.3. - Bilan de surface	63
3.7.4. - Conclusions	64

	Page
3.8. - <u>Bassin versant de DONSE</u>	65
3.8.1. - Débits journaliers Débits moyens mensuels	65
3.8.2. - Bilan de surface	66
3.8.3. - Conclusions	66
3.9. - <u>Bassin versant de PABRE</u>	68
3.9.1. - Etalonnage du déversoir	68
3.9.2. - Bilan de surface	69
3.9.2.1. - Année 1962	69
3.9.2.2. - Année 1963	70
3.9.3. - Conclusions	71
3.10. - <u>Bassin versant de OUAGADOUGOU I</u>	72
3.10.1. - Débits journaliers Débits moyens mensuels	72
3.10.2. - Etude des averses et des crues	73
3.10.3. - Bilan de surface	73
3.10.4. - Conclusions	74
3.11. - <u>Bassin versant de OUAGADOUGOU III</u>	76
3.11.1. - Etude du déversement	76
3.11.2. - Conclusions	77
3.12. - <u>Bassin versant de NABAGALE</u>	80
3.12.1. - Débits journaliers Débits moyens mensuels	80
3.12.2. - Etude des averses et des crues	81
3.12.3. - Bilan de surface	82
3.12.4. - Conclusions	82

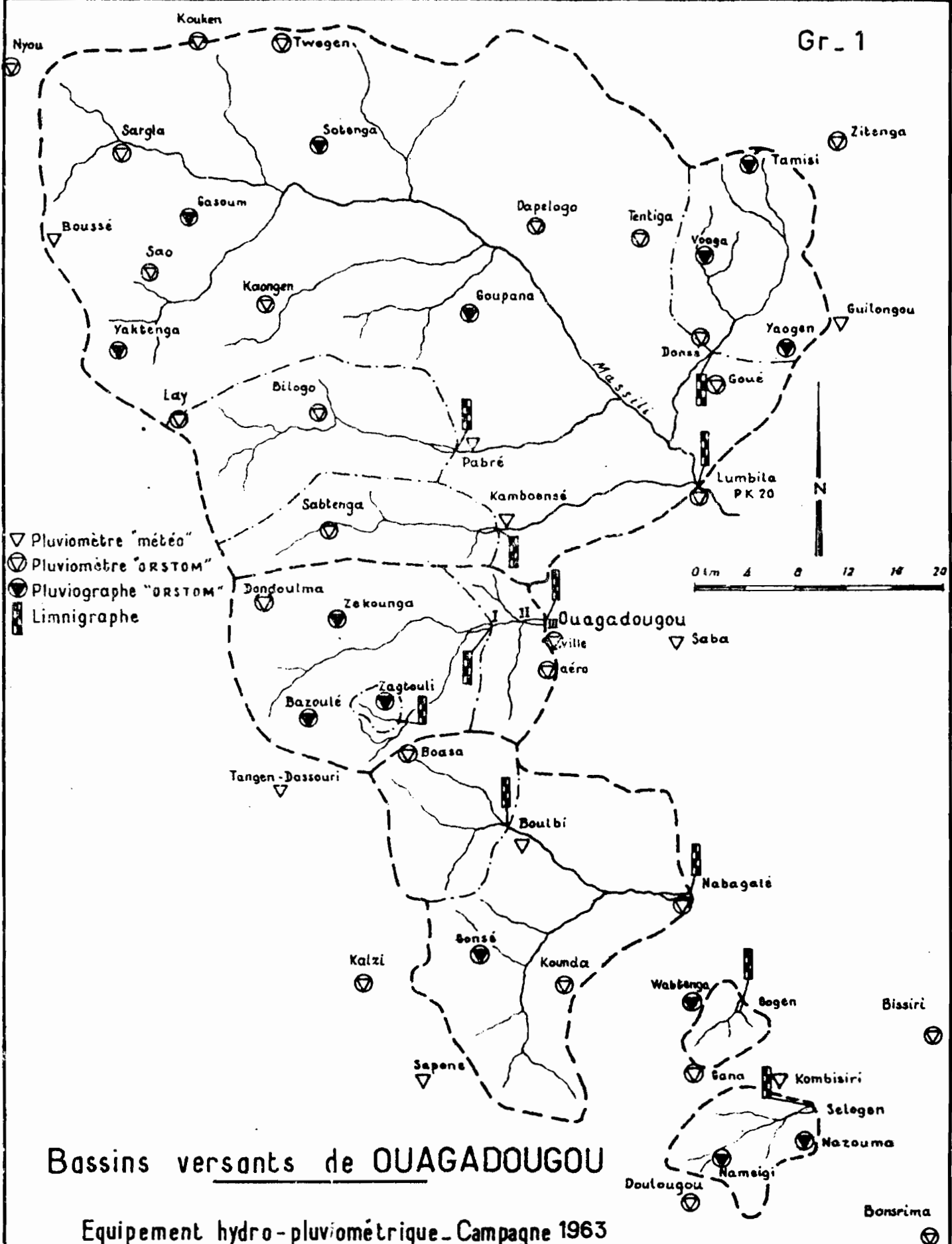
	Page
3.13. - <u>Bassin versant de LOUMBILA</u>	84
3.13.1. - Débits journaliers	
Débits moyens mensuels	
Bilan de surface	84
3.13.1.1. - Année 1961	84
3.13.1.2. - Année 1962	86
3.13.1.3. - Année 1963	87
3.13.2. - Conclusions	89
3.13.2.1. - Ecoulements	89
3.13.2.2. - Débits de pointe	91
- <u>CHAPITRE IV</u> : Conclusions	92
- <u>Annexes pluviométriques</u>	

L'extrême irrégularité du régime hydrologique des bassins versants de la région de OUAGADOUGOU a nécessité une troisième campagne d'étude.

La réinstallation de l'équipement hydro-pluviométrique par M. R. HOORELBECK sous la direction de M. J.C. KLEIN commencée le 24 Avril s'est achevée le 14 Mai.

M. CHALON a assuré l'exécution des observations et des mesures pendant toute la campagne. Ce rapport comporte, d'une part, les observations climatologiques, pluviométriques et hydrologiques propres à l'année 1963 et d'autre part, les conclusions générales basées sur les résultats des trois campagnes.

Gr. 1



Bassins versants de OUAGADOUGOU

Equipement hydro-pluviométrique - Campagne 1963

ORSTOM

A0

DATE: v. 64

DESSINE: GOTTIARD

VOL 61.306

CHAPITRE II

DONNEES CLIMATOLOGIQUES

Les bassins versants étudiés sont soumis au climat soudanien ou tropical pur comportant :

- une saison sèche allant d'Octobre à Mai
- une saison humide ou hivernage allant de Mai à Septembre avec un maximum de précipitations en Août.

1.1. - TEMPERATURES (Graphique 2) -

Les températures moyennes mensuelles de l'année 1963 sont supérieures à celles enregistrées en 1962 et sensiblement équivalentes aux moyennes calculées sur 24 ans à OUAGADOUGOU-Aéro.

Les températures nocturnes, minimales en Décembre (16°7), croissent jusqu'à un premier maximum en Mai (25°2) puis décroissent vers le second minimum situé en Août (22°) et remontent légèrement jusqu'au maximum secondaire de Septembre (22°9).

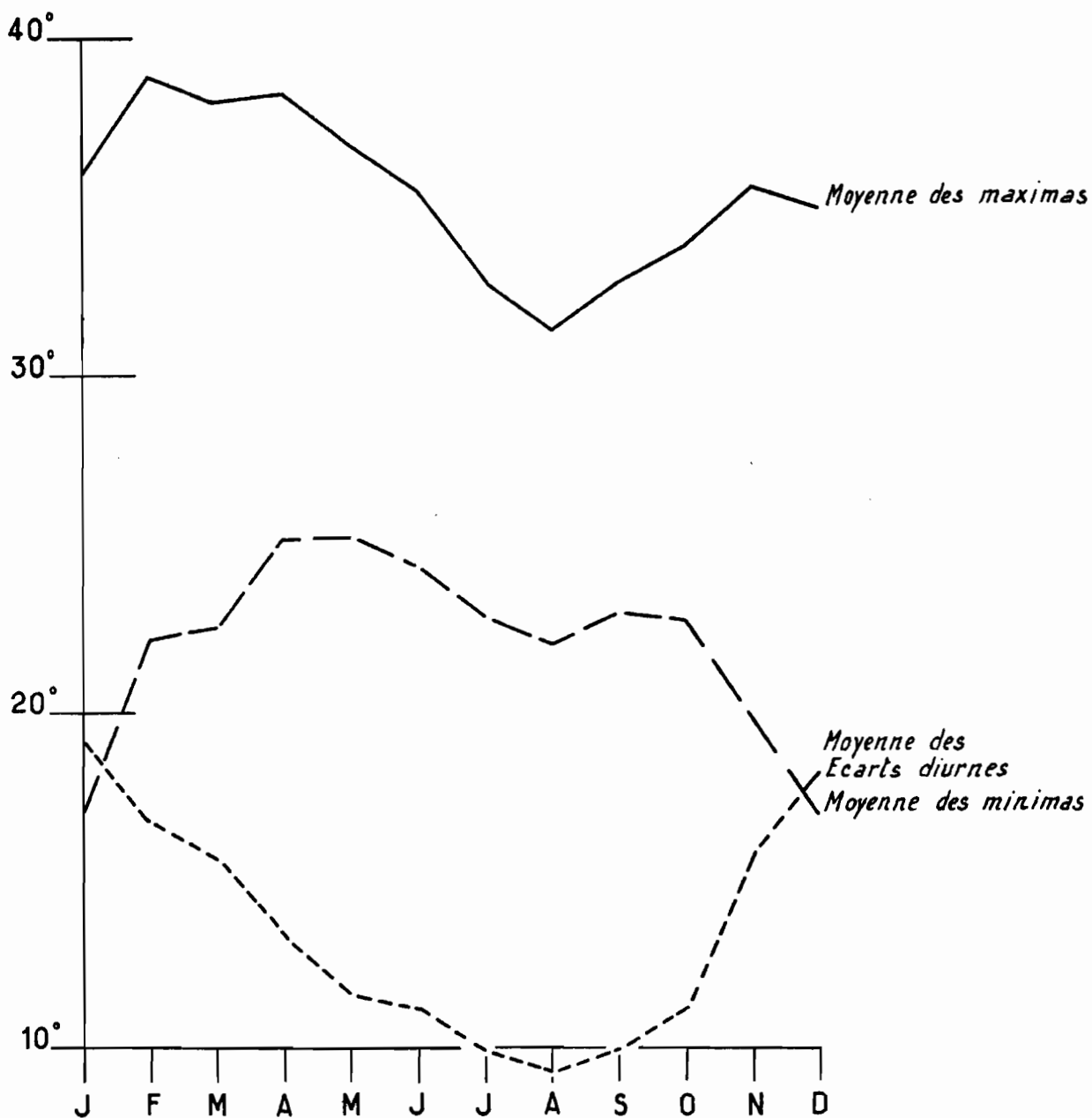
Les températures diurnes présentent un maximum inhabituel en Février (38°9), décroissent ensuite en Mars et atteignent 38°4 en Avril, maximum principal habituel. Puis on assiste à la chute brutale des températures diurnes jusqu'au minimum de 31°3 en Août, suivie d'une remontée jusqu'au maximum secondaire en Novembre (35°6). Le minimum secondaire est en Décembre (34°9).

L'écart diurne maximal moyen est de 19°1 en Janvier ;
l'écart diurne minimal moyen est de 9°3 en Août.

Mois le plus chaud : Avril 31°7
Mois le plus froid : Décembre 25°8

OUAGADOUGOU - AÉRO -

VARIATIONS MENSUELLES DES TEMPÉRATURES
1963



1.2. - HUMIDITE RELATIVE (Graphique 3) -

L'humidité relative à OUAGADOUGOU-Aéro est maximale en Août (72 %) et minimale en Janvier (31 %).

L'humidité relative durant l'hivernage 1963 est nettement inférieure à celle de l'hivernage 1962 (77 % en Août 1962) et à la moyenne établie sur 19 ans, ce qui est en rapport avec le caractère déficitaire des précipitations.

1.3. - PRESSIONS et VENTS -

A OUAGADOUGOU-Aéro, les pressions moyennes mensuelles rapportées au niveau de la mer sont inférieures à celles de l'année 1962, sauf pour le mois de Mars.

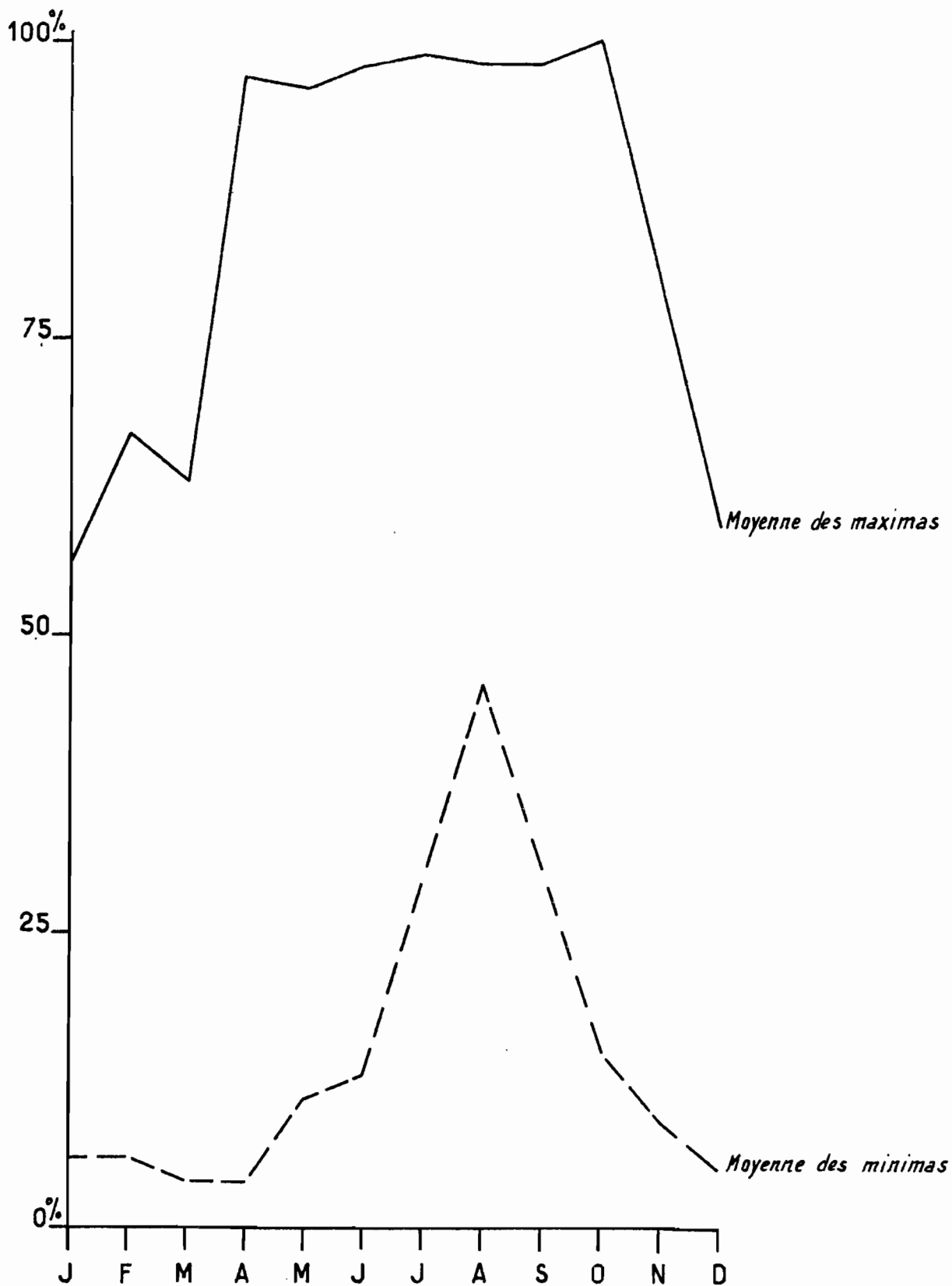
A cette même station, le diagramme de fréquence des directions des vents montre une prédominance moins nette qu'en 1962 des vents de secteur SW sur ceux de secteur NE. La fréquence des vents de vitesse inférieure à 1 m/s passe de 7 % en 1962 à 11,8 % en 1963.

Le diagramme de fréquence des directions des vents selon la saison montre qu'en 1963 les vents dominants durant la saison des pluies ont été du sud et de l'ouest alors qu'en 1962, ils étaient du sud-ouest (graphique 4); ceci est en rapport avec le caractère déficitaire de l'hydraulicité.

Les tableaux suivants donnent les fréquences des directions du vent pour l'année et selon la saison

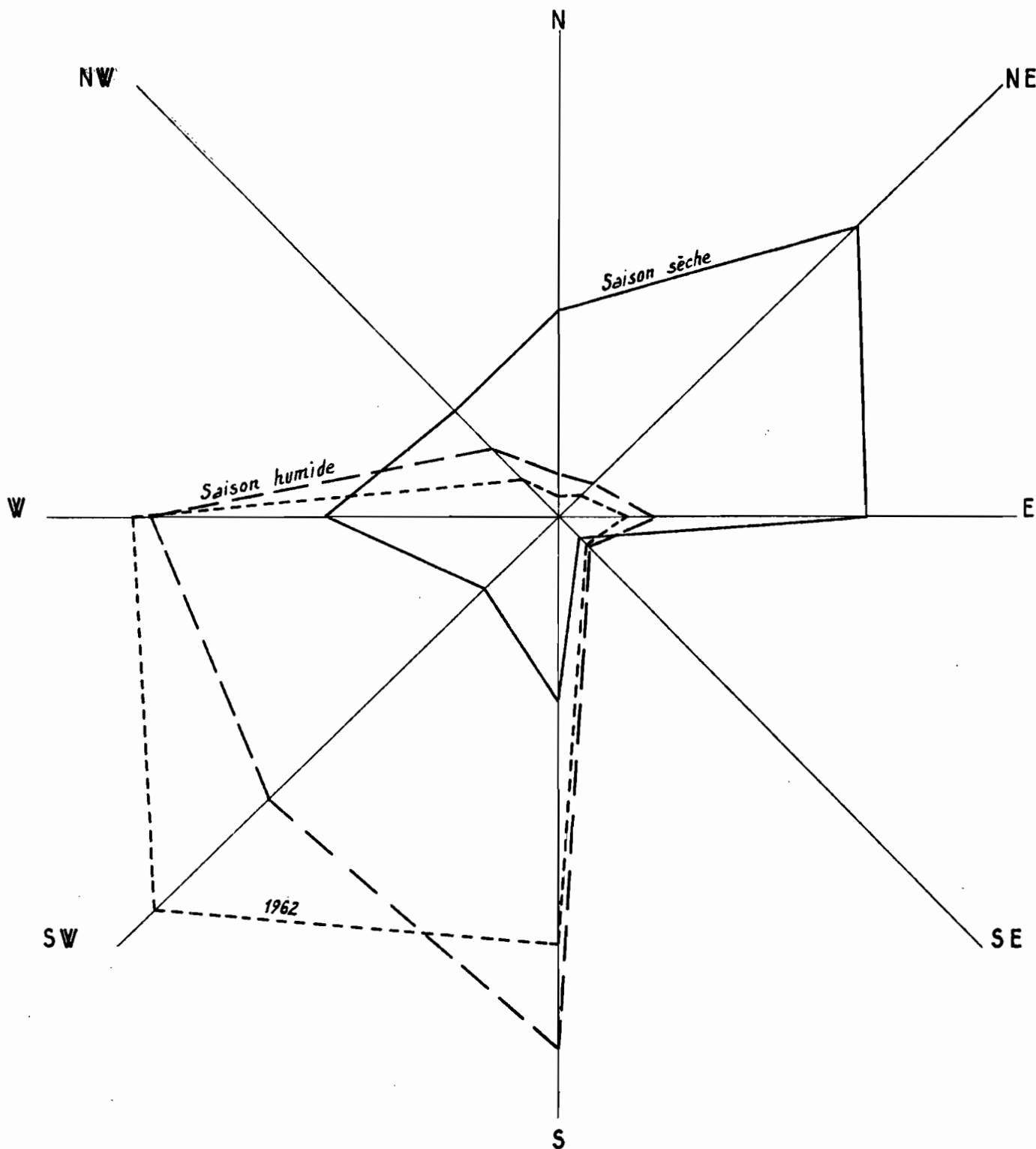
OUAGADOUGOU - AÉRO

VARIATIONS MENSUELLES DE L'HUMIDITÉ RELATIVE
1963



OUAGADOUGOU - AÉRO

FRÉQUENCE DES DIRECTIONS DES VENTS SELON LA SAISON 1963



DIRECTION des VENTS à OUAGADOUGOU - Aéro en 1963

Fréquence en %

Direction Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Janvier	26	32	43	41	39	3	0	5	4	2	3	0	3	0	11	16
Février	14	11	27	17	28	9	4	12	18	8	6	13	11	8	8	11
Mars	13	28	43	28	31	9	2	5	8	1	6	2	18	11	17	12
Avril	8	8	12	3	6	0	5	12	25	31	21	28	33	13	15	12
Mai	6	2	4	2	11	4	2	9	34	37	27	20	31	18	19	7
Juin	2	1	5	5	7	2	1	6	47	49	43	17	33	6	4	2
Juillet	0	1	3	2	3	3	5	19	47	34	39	25	35	8	6	2
Août	4	3	1	2	4	2	4	17	43	29	33	26	35	8	7	3
Septembre	5	3	6	2	13	2	4	32	38	29	18	16	28	9	2	1
Octobre	5	3	4	3	7	0	3	24	27	16	14	17	41	24	16	2
Novembre	8	16	29	30	31	1	1	10	7	3	4	1	13	6	3	4
Décembre	35	29	54	20	16	0	0	1	6	0	0	0	0	2	5	13
Total des bservations	126	137	231	155	196	35	31	152	304	239	214	165	281	113	113	85
%	4,9	5,3	9,0	6,0	7,6	1,3	1,2	5,9	11,8	9,2	8,3	6,4	10,9	4,4	4,4	3,3

Total des observations pour les vitesses ≥ 1 m/s : 2577

Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Saison des pluies	1,5	1,7	3,4	1,4	18,6	14,3	14,4	3,4
Saison sèche	7,5	14,6	10,9	1,0	6,5	3,7	8,2	5,2

1.4. - EVAPORATION -

1.4.1. - Données 1963 -

Les données de l'évaporomètre PICHE en mm/jour pour l'année 1963 sont rassemblées dans le tableau ci-dessous :

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
E mm/j	8,3	8,7	10,9	8,9	6,7	5,5	3,8	2,4	3,0	4,3	7,7	8,6

Le tableau suivant rassemble les résultats des mesures d'évaporation faites sur les 5 bacs installés par l'ORSTOM.

- Bac 1 : bac flottant sur la retenue du PK 20
- Bac 2 : bac enterré près de la retenue du PK 20
- Bac 3 : bac enterré dans la concession ORSTOM
- Bac 4 : bac flottant sur la retenue de OUAGADUGOU III
- Bac 5 : bac enterré près de la retenue de BOULBI.

N° du bac	1963												1964				
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M
1	6,7	7,2	9,6	8,3	8,1	6,7	5,5	4,7	5,0	5,7	7,1	7,1	7,2	7,7	8,5	7,9	7,6
2	7,0	7,3	9,5	8,5	8,1	7,0	5,5	4,4	4,4	5,8	7,4	7,5	7,5	7,6	9,0	8,7	8,3
3	6,8	7,4	9,6	8,7	8,1	(6,5)	4,8	4,4	4,4	5,7	7,1	7,1	7,1	7,8	9,5	9,9	8,5
4	6,3	6,9	9,0	(8,4)	(8,0)	(6,8)	5,7	4,6	4,0	5,7	7,3	7,6	7,4	7,5	8,8	8,1	8,0
5	6,7	8,1	10,5	11,1	9,5	(7,5)	6,1	5,0	5,8	6,4	7,5	7,7	7,6	8,0	9,3	10,0	8,2

Evaporation moyenne mensuelle en mm/jour
de Janvier 1963 à Mai 1964

() Valeur plus ou moins reconstituée

Le tableau suivant donne l'évaporation totale en mm pour les cinq bacs.

1	2	3	4	5
2482	2484	2441	2445	2774

Pour les différentes années d'étude, nous remarquons que les graphiques des variations de l'évaporation mensuelle PICHE et de l'évaporation mensuelle de l'un quelconque de nos bacs au cours de l'année sont semblables (graphique 5).

Cette corrélation peut nous permettre de corriger certaines données des bacs ou même d'estimer certaines valeurs manquantes ou trop imprécises du fait des difficultés de mesure.

Notons que, pour tous les bacs et pour nos deux années complètes d'observation, l'évaporation PICHE, plus importante que l'évaporation du bac en saison sèche, lui devient nettement inférieure durant l'hivernage et plus précisément de Mai à Novembre.

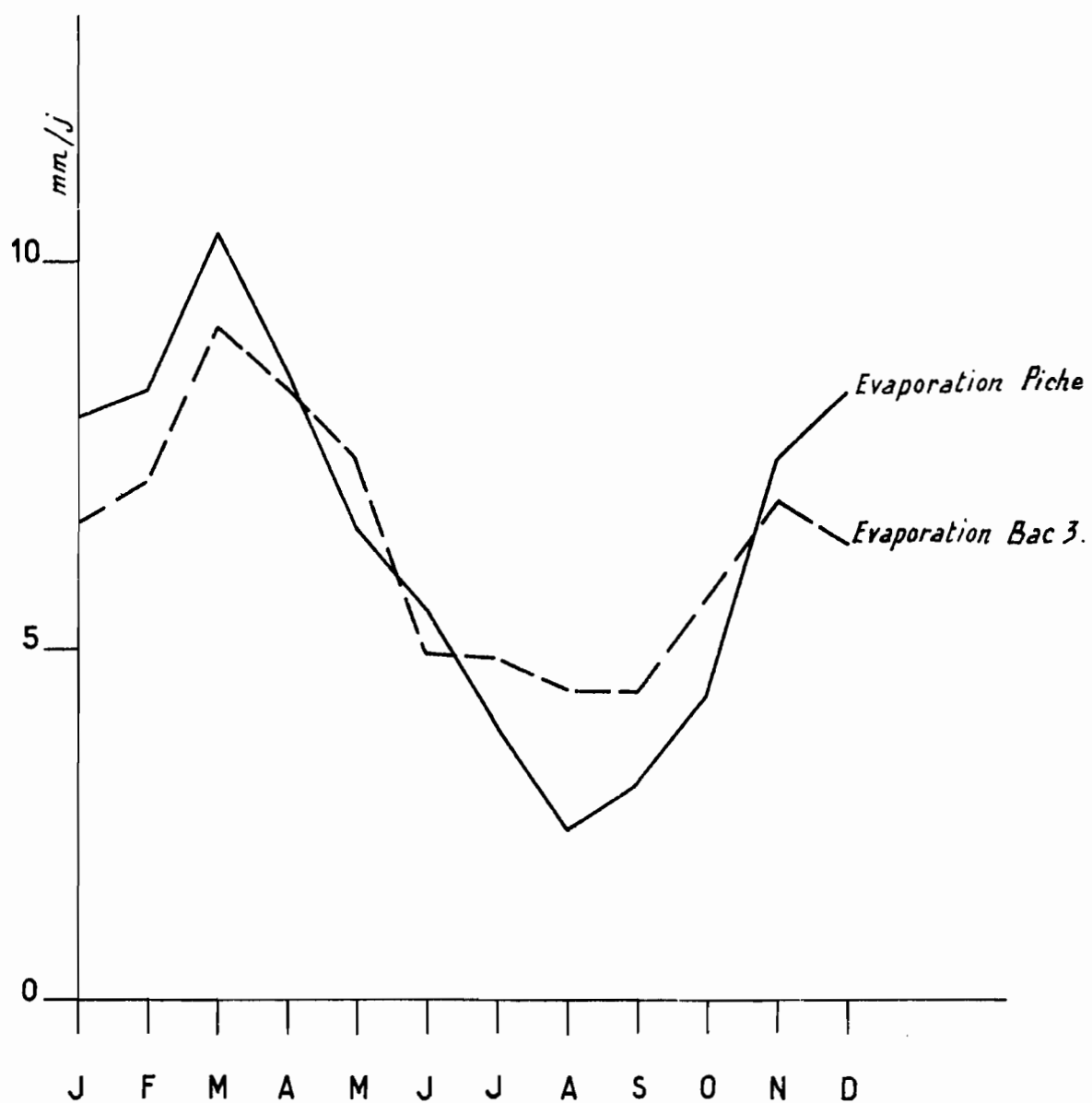
Ce phénomène est général.

1.4.2. - Comparaison avec l'année 1962 -

Le graphique 6 montre les variations mensuelles de l'évaporation en 1962 et 1963 pour le bac n° 1. Nous avons en outre porté sur ce même graphique les variations mensuelles de l'évaporation interannuelle calculée sur 31 mois, de Novembre 1961 à Mai 1964.

L'évaporation en 1963 est supérieure à celle de 1962 pour les mois de saison des pluies et inférieure pour les mois de saison sèche : ceci est valable pour tous les bacs et est confirmé par l'évaporation PICHE, et en parfait accord d'ailleurs avec le déficit des précipitations.

COMPARAISON ENTRE L'ÉVAPORATION PICHE
ET L'ÉVAPORATION DU BAC 3 (OUAGA enterré)



Le tableau suivant donne les valeurs moyennes et extrêmes de l'évaporation pour 1962 et 1963 par bac et en mm/j.

	1	2	3	4	5					
	62	63	62	63	62	63	62	63	62	63
Moyenne:	6,9	6,8	6,7	6,8	6,7	6,7	6,7	7,7	7,6	
Maximum:	9,4	9,6	9,1	9,5	9,3	9,6	9,0	11,1	11,1	
Minimum:	(3,7)	4,7	(3,7)	4,4	3,7	4,4	4,0	3,8	5,0	

Bac n° 4: relevés incomplets en 1962.

En ce qui concerne l'évaporation totale annuelle, on constate pour les différents bacs et pour l'année 1963 par rapport à l'année 1962.

Bac 1	: déficit de 36 mm	soit 1,4 %
Bac 2	: excédent de 38 mm	soit 1,5 %
Bac 3	: déficit de 4 mm	soit 0,16 %
Bac 5	: déficit de 20 mm	soit 0,07 %

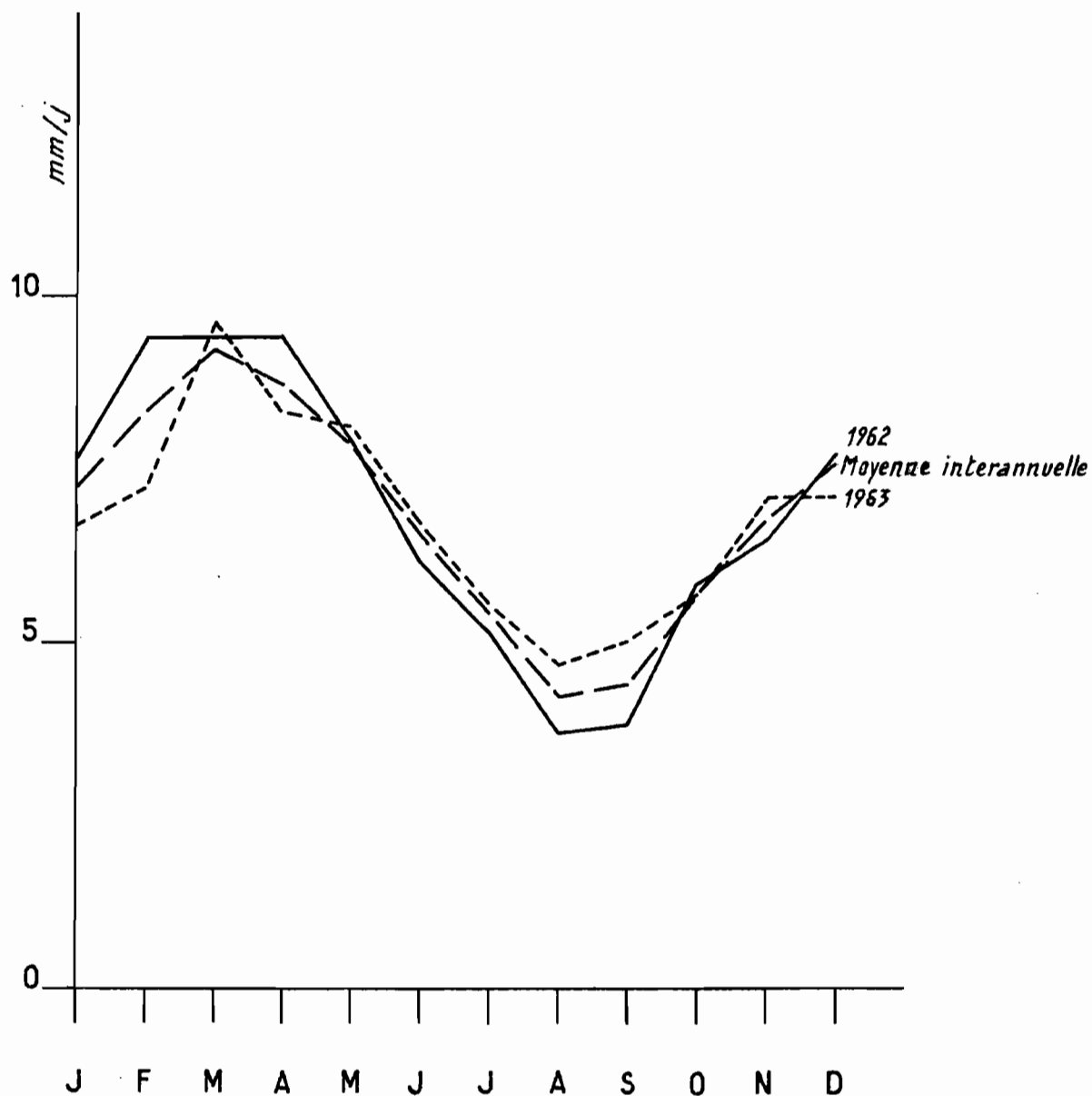
L'évaporation annuelle est donc sensiblement la même qu'en 1962, ce qui prouve en particulier que les bacs sont restés bien étanches.

1.4.3. - Evaporation mensuelle interannuelle -

Le tableau suivant donne l'évaporation mensuelle en mm/j (moyennes interannuelles) pour les 5 bacs d'évaporation.

Les résultats obtenus pendant la saison des pluies 1963 et le début de l'année 1964 nous ont amenés à modifier légèrement les résultats du rapport précédent et, notamment, à diminuer l'évaporation durant la saison sèche et à la majorer pour les mois d'hivernage.

ÉVAPORATION COMPARÉE DU BAC N°1
POUR LES ANNÉES 1962, 1963 ET MOYENNE INTERANNUELLE



	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	7,2	8,3	9,2	8,7	7,8	6,5	5,3	4,2	4,4	5,8	6,8	7,6
2	7,2	8,2	9,2	8,6	7,9	6,7	5,4	4,0	4,2	5,8	7,0	7,7
3	7,1	7,9	9,4	8,8	8,1	6,5	4,8	4,0	4,1	5,5	6,7	7,5
4	7,0	8,0	9,0	8,5	8,0	(6,8)	(5,7)	(4,6)	(4,0)	5,6	6,8	7,6
5	7,8	9,2	10,5	10,5	9,0	8,0	5,6	4,4	5,3	6,3	7,0	8,0

() Valeur estimée à partir de la seule année 1963.

1.4.4. - Evaporation annuelle -

A partir des données du tableau précédent, on peut calculer les évaporations annuelles pour les différents bacs :

Bac	1	2	3	4	5
Evaporation annuelle en mm	2482	2482	2445	2482	2774

Les bacs 1, 2 et 4, placés en microclimat humide, présentent des évaporations annuelles identiques.

Le bac n°3, placé dans la concession ORSTOM, n'est pas à proprement parler un bac en micro-climat sec, trop abrité, il donne une évaporation trop faible, alors que le bac n°5 dont le micro-climat se rapproche du micro-climat sec donne des valeurs nettement plus élevées.

L'année 1963 a une évaporation annuelle égale à celle de l'année moyenne mais l'évaporation est plus importante pendant la saison des pluies qu'elle ne devrait l'être. Ce résultat

est conforme aux observations déjà faites: température plus forte, humidité relative plus faible pendant l'hivernage et surtout pluviométrie inférieure à la normale.

En conclusion, nous retiendrons comme valeur de l'évaporation d'un bac en microclimat humide 2400 mm par an.

En conservant le coefficient de passage déjà retenu dans le rapport 1962, nous obtenons pour les réservoirs de la région une évaporation totale annuelle de 2200 mm, valeur qui doit être considérée comme une limite supérieure.

CHAPITRE II

DONNEES PLUVIOMETRIQUES

Nous rappelons que l'ensemble des bassins versants de OUAGADOUGOU est compris entre les isohyètes interannuelles 800 et 900, la pluviométrie moyenne variant, en année normale, de 825 mm sur le bassin de LOUMBILA au Nord à 900 mm sur les bassins de SELOGEN-GOGEN au Sud.

Dans un premier sous-chapitre, nous donnerons les résultats obtenus en 1963 et dans un second, nous comparerons les données pluviométriques des trois campagnes d'étude.

2.1. - DONNEES PLUVIOMETRIQUES pour l'ANNEE 1963 -

2.1.1. - Hauteur annuelle -

Nous avons mis au point la carte des isohyètes pour l'année 1963 (graphique n°7).

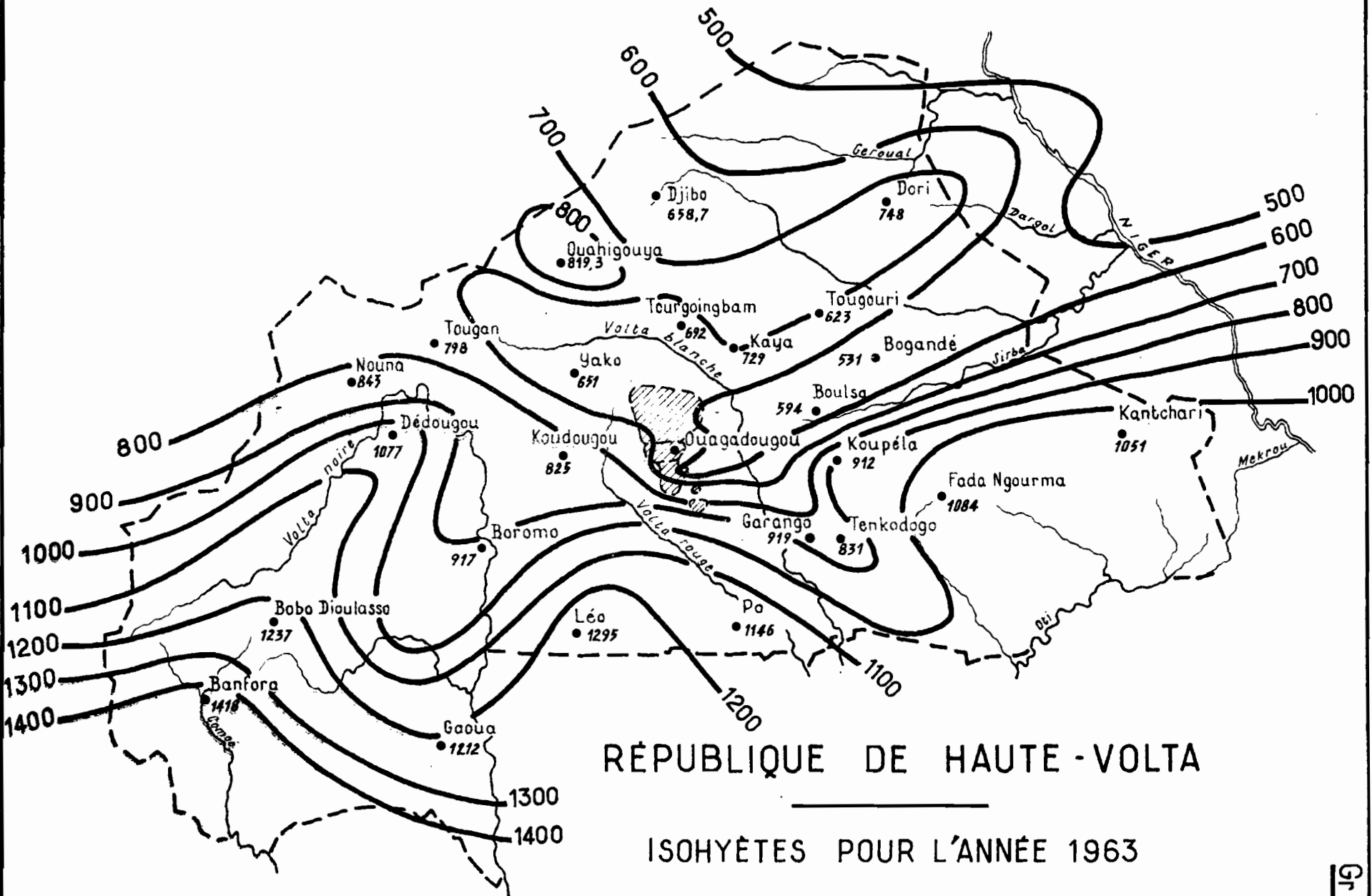
De l'observation de cette carte, on peut tirer les conclusions suivantes :

Présence d'une zone excédentaire dans l'Est et le Sud-Ouest du pays et même fortement excédentaire autour de BANFORA, FADA N'GOURMA et KANTCHARI.

Par contre, le centre de la HAUTE-VOLTA a une pluviométrie déficitaire, devenant très inférieure à la normale sur les bassin de OUAGADOUGOU, l'isohyète 800 descendant jusqu'au bassin de SELOGEN.

Selon une direction Nord-Sud, nous constatons que les isohyètes se resserrent beaucoup au Sud des bassins étudiés, s'étalant au contraire largement au Nord.

Un creux pluviométrique très important fait descendre jusqu'à OUAGADOUGOU l'isohyète 600 qui suit en année normale le 14 ème parallèle.



RÉPUBLIQUE DE HAUTE-VOLTA

ISOHYÈTES POUR L'ANNÉE 1963

Cette isohyète 600 passe en 1963 sur le bassin de DONSE, le bassin de OUAGADOUGOU III et le bassin de NABAGALE, comme on peut le voir sur la carte pluviométrique à plus grande échelle des bassins de OUAGADOUGOU (graphique n°8).

La pluviométrie enregistrée à OUAGADOUGOU-Ville en 1963 est de 633 mm. Elle est donc inférieure à celle de l'année sèche de période de retour 20 ans, que nous avons estimée à 670 mm dans le précédent rapport.

On peut dire que la probabilité au non dépassement d'un tel module pluviométrique annuel est de l'ordre de 1 fois en 28 ans.

Nous avons calculé, pour les différents bassins versants, les pluviométries moyennes pour l'année 1963. Dans le même tableau, nous portons les valeurs de 1962 ainsi que le déficit en %.

Bassin	P. moy. en mm. 1963	P. moy. en mm. 1962	Déficit en %	excédent en %
LOUMBILA	700	800	12,5	
DONSE	570	875	34,9	
PABRE	740	750	1,3	
KAMBOENSE	750	900	16,6	
OUAGA II	680	850	20,0	

Bassin	P moy. en mm 1963	P moy. en mm 1962	Déficit en %	Excédent en %
OUAGA III	670	950	29,5	
BOULBI	670	1 050	36,0	
NABAGALE	660	1 070	38,4	
GOGEN	800	900	11,0	
SELOGEN	906	900		0,7
MORO NABA	(600)	1 080	(44,5)	

Tous les bassins sont déficitaires par rapport à 1962, sauf celui de SELOGEN, les plus défavorisés étant ceux de NABAGALE, BOULBI, DONSE et du MORO NABA.

2.1.2. - Répartition mensuelle des précipitations -

En 1963, les fréquences au dépassement déterminées à partir des relevés mensuels à OUAGADOUGOU-Ville portant sur 37 ans, sont pour les mois de l'hivernage:

Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
94,5	97,0	84,0	62,0	86,5	27,0

Pour ces différents mois, on note les écarts suivants en pour cent de la valeur médiane (hauteur de pluie qui a 50 chances sur 100 d'être atteinte ou dépassée à OUAGADOUGOU-Ville).

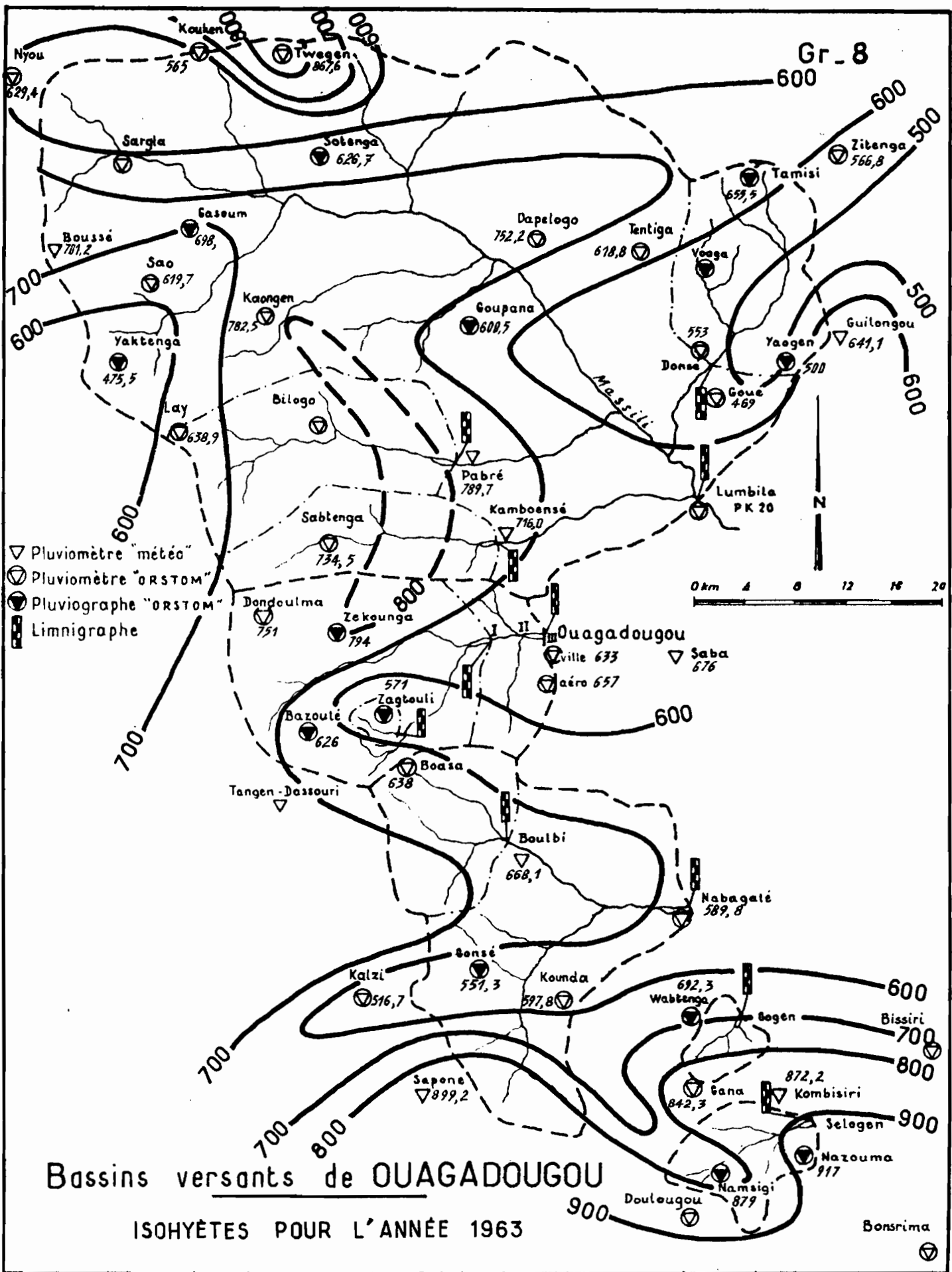
Mois	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Déficit		75	50	22	7	36	
Excédent	68						63

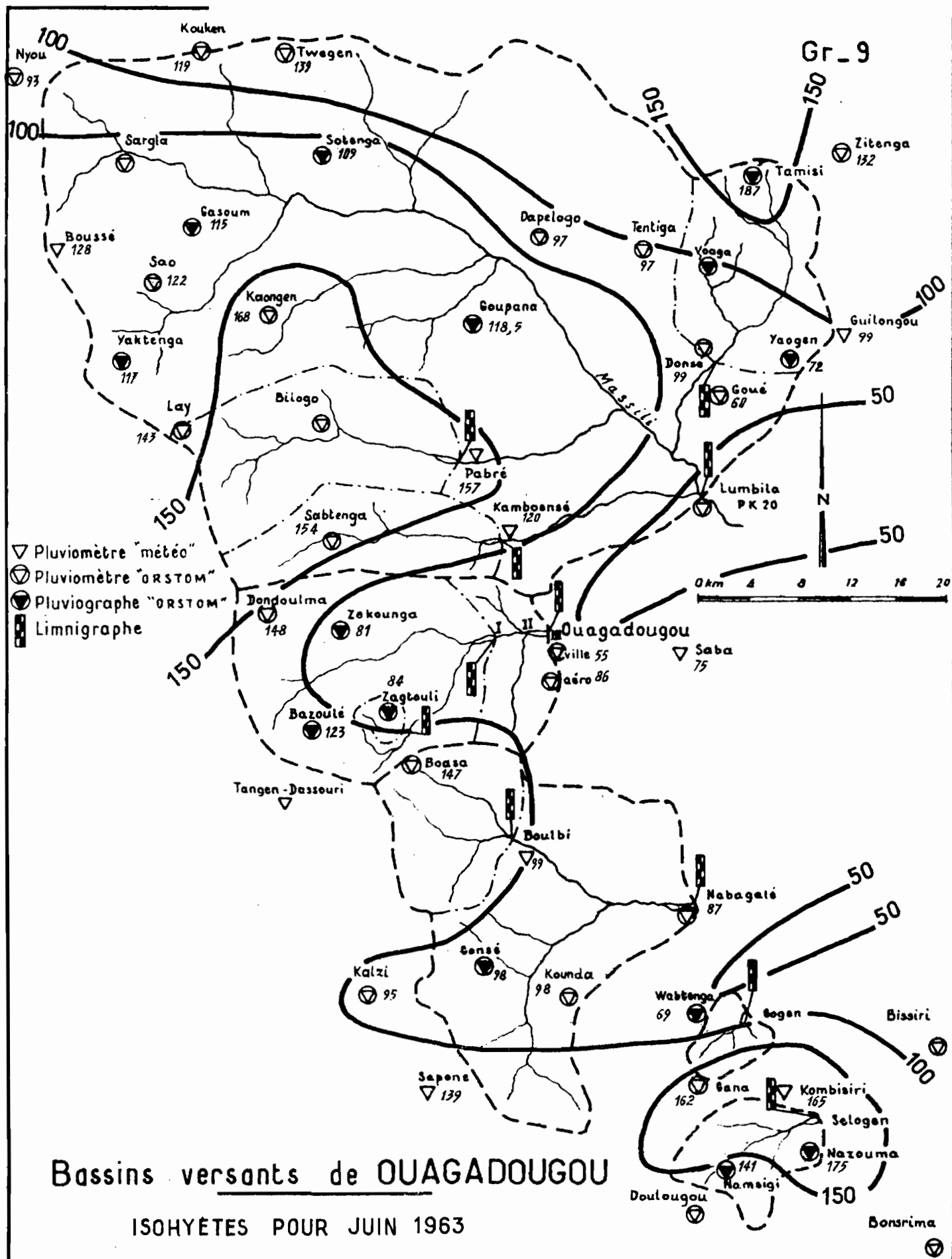
A part les mois d'Avril et d'Octobre qui sont très excédentaires, tous les autres mois sont déficitaires dans de très larges proportions; seul, le mois d'Août n'est que faiblement déficitaire.

Les forts déficits de Mai, Juin et Juillet, et surtout de Septembre, expliquent la faible hydraulicité de l'année 1963, les pluies d'Août presque normales tombant sur un sol à très faible indice d'humidité. Cette situation défavorable est aggravée par le fort déficit de Septembre, dont les fortes crues compensent parfois le déficit des mois antérieurs.

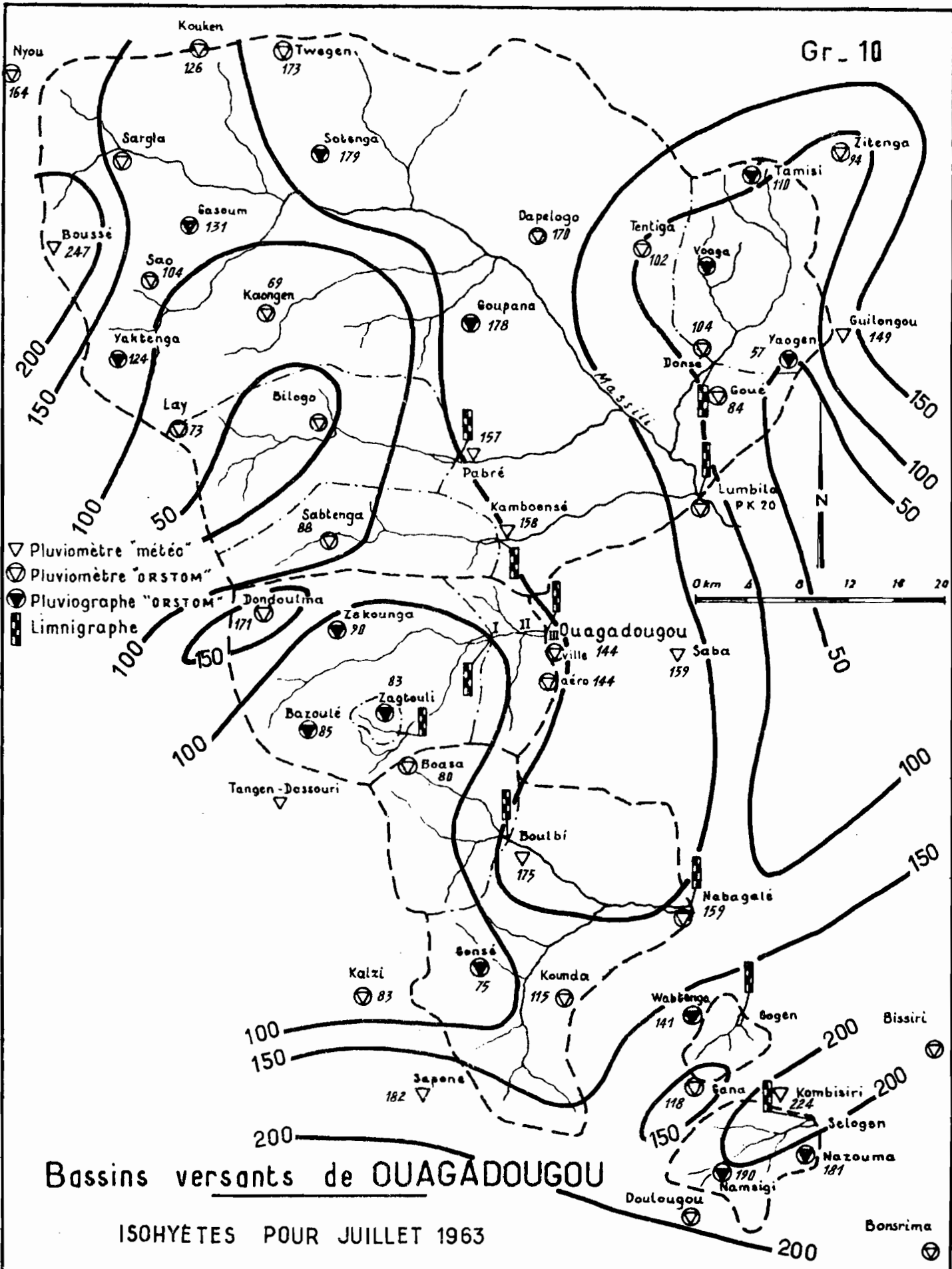
On trouvera en annexe les pluviométries journalières et les pluviométries mensuelles relevées aux différents postes pluviométriques.

Ces relevés nous ont permis de tracer les isohyètes des mois de Juin à Septembre (graphiques 9 à 12) et de calculer, pour chacun de ces mois, les pluviométries moyennes sur les quatre bassins principaux de LOUMBILA, OUAGADOUGOU III, NABAGALE et SELOGEN (en mm):





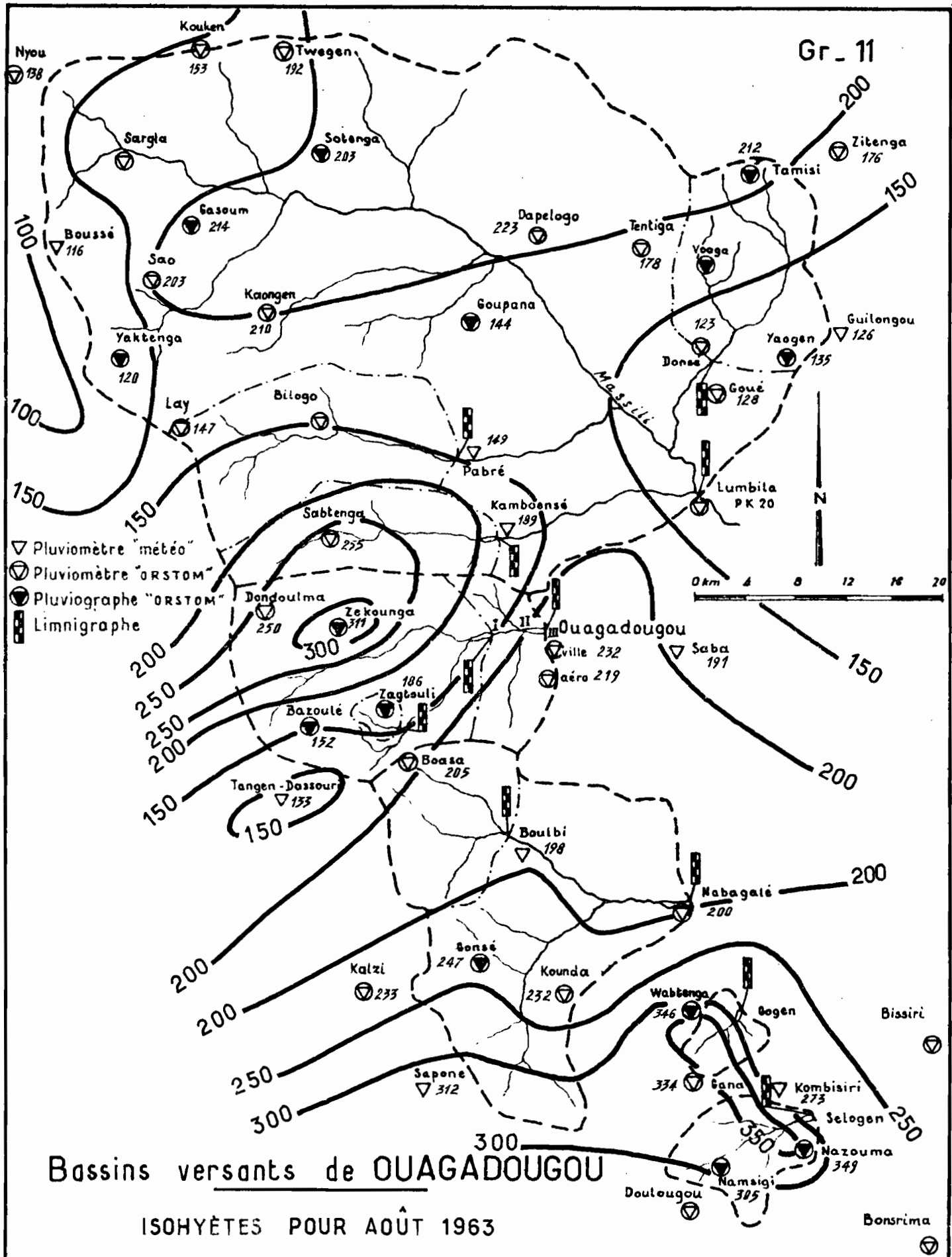
Bassins versants de OUAGADOUGOU
ISOHYÈTES POUR JUIN 1963

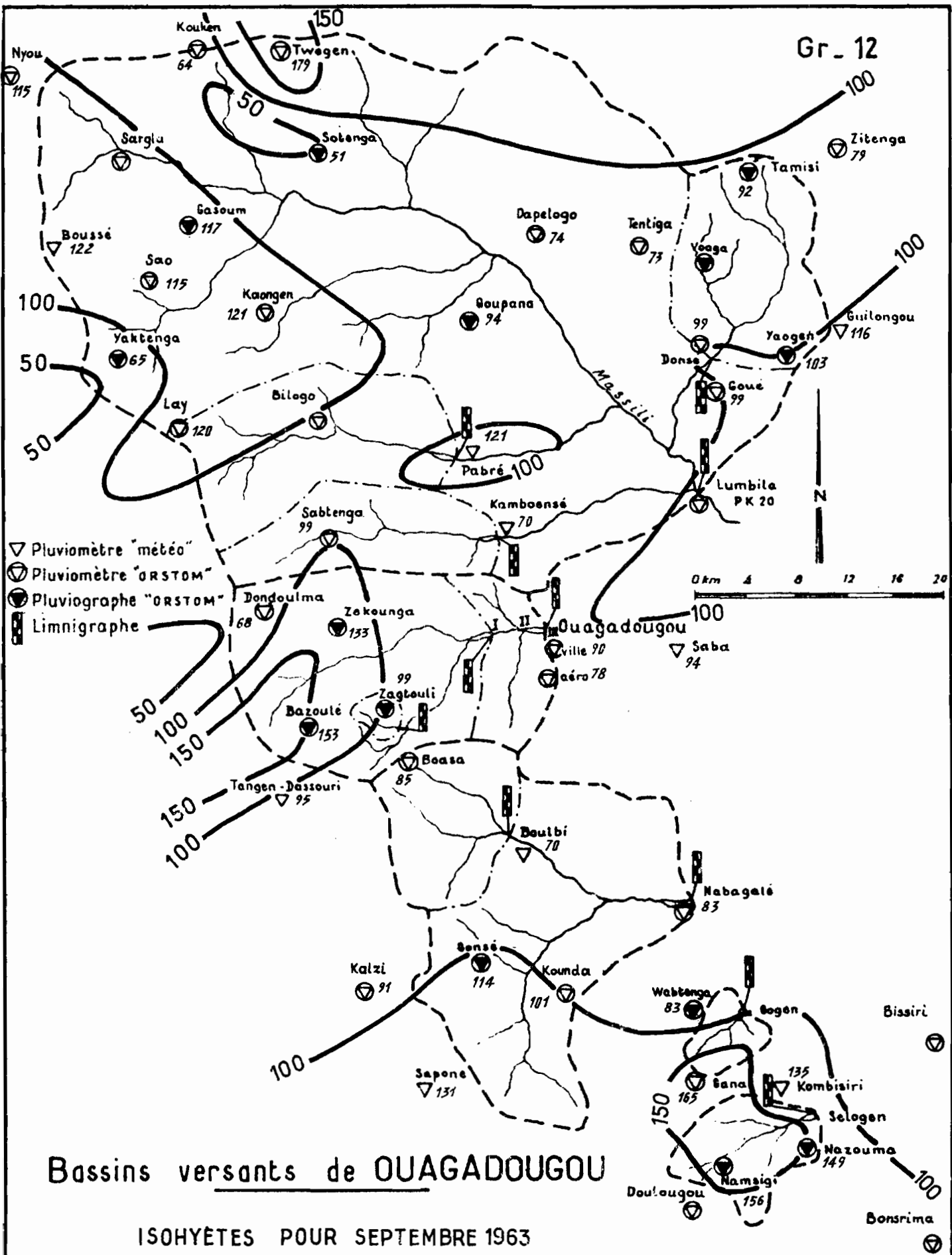


- ▽ Pluviomètre "météo"
- Pluviomètre "ORSTOM"
- ⊕ Pluviographe "ORSTOM"
- ▮ Limnigraphe

Bassins versants de OUAGADOUGOU

ISOHYETES POUR JUILLET 1963





Bassin	Mois	Jun	Juillet	Août	Septembre
LOUMBILA	120	150	200	100	
OUAGADOUGOU III	100	110	230	110	
NABAGALE	100	130	230	100	
SELOGEN	160	150	310	150	

on voit ici le déficit de Septembre dans toute sa gravité.

2.1.3. Nombre de jours de pluie -

Le tableau suivant donne le nombre moyen de jours de pluie sur les quatre bassins principaux :

LOUMBILA	OUAGADOUGOU III	NABAGALE	SELOGEN
51	77	51	47

Il faut noter que c'est à OUAGADOUGOU même que les pluies ont été les plus fréquentes pour une hauteur annuelle beaucoup plus faible que sur l'ensemble du bassin.

Par contre, le bassin de SELOGEN, qui présente du point de vue du module pluviométrique annuel un excédent de 6 mm, n'a eu en moyenne que 47 jours de pluie contre les 60 jours de l'année normale.

Les fortes averses ont donc eu lieu sur les bassins du Sud et plus précisément sur ceux de GOGEN et de SELOGEN ; c'est là que l'on doit normalement s'attendre à trouver les

crues intéressantes.

Par rapport à la normale et en ne tenant pas compte de l'anomalie de OUAGADOUGOU (90 jours de pluie), le nombre de jours de pluie sur l'ensemble des bassins est inférieur de 10 jours environ à la normale.

2.1.4. - Fortes averses en 1963 -

Les plus fortes précipitations ponctuelles relevées en 1963 ont été :

99,8 mm le 24 Juin à SABTENGA (bassin de LOUMBILA), précipitation de probabilité 1 fois en 7 ans.

118,1 mm le 7 Août au P4 (bassin du MORO-NABA), précipitation répartie malheureusement sur plus de 24 heures.

105,5 mm le 21 Juillet à WABTENGA (bassin de GOGEN), précipitation de probabilité 1 fois en 8 ans.

Ces averses ne donnent de hauteurs moyennes importantes que sur de faibles étendues.

Averse du 24 Juin

Cette averse centrée sur SABTENGA et LAY décroît rapidement en intensité vers le Sud, conservant une certaine force sur la partie Nord-Ouest du bassin de LOUMBILA.

La pluviométrie moyenne sur ce bassin peut être estimée à 30 mm. Celle des bassins de PABRE et de KAMBOENSE doit être de 70 mm et a une période de retour d'environ 5 années.

Sur tous les autres bassins, la pluviométrie moyenne varie entre 10 et 20 mm.

La durée moyenne de cette averse peut être estimée à 3 heures.

Averse du 21 Juillet

Elle présente 2 centres pluviométriques. L'un sur WABTENGA (bassin de GOGEN) l'autre sur DAPELOGO et GOUPANA au

centre et au Nord Nord-Est du bassin de LOUMBILA.

La hauteur moyenne sur le bassin de GOGEN est d'environ 80 mm : période de retour 5 années.

Sur le bassin de LOUMBILA, la hauteur moyenne est de 25 mm. La durée moyenne de cette averse est de 4 heures.

L'averse enregistrée à GOUPANA présente une intensité maximale de 126 mm/h pendant 5 minutes.

La plus forte intensité enregistrée durant les 3 campagnes a été de 270 mm/h pendant cinq minutes à ZEKOUNGA sur le bassin de OUAGADOUGOU III le 14 Août 1963.

En conclusion, l'année 1963 est déficitaire pour tous les bassins et particulièrement pour ceux du centre. Le très fort déficit des mois du début de l'hivernage aggrave encore le déficit global, les pluies d'Août et de Septembre se produisant sur un sol non saturé.

2.2. - ETUDE COMPARATIVE de la PLUVIOMETRIE des TROIS CAMPAGNES -

Nous comparerons tout d'abord les modules pluviométriques annuels, puis les répartitions mensuelles et nous essaierons de dégager des conclusions générales applicables aux volumes ruisselés.

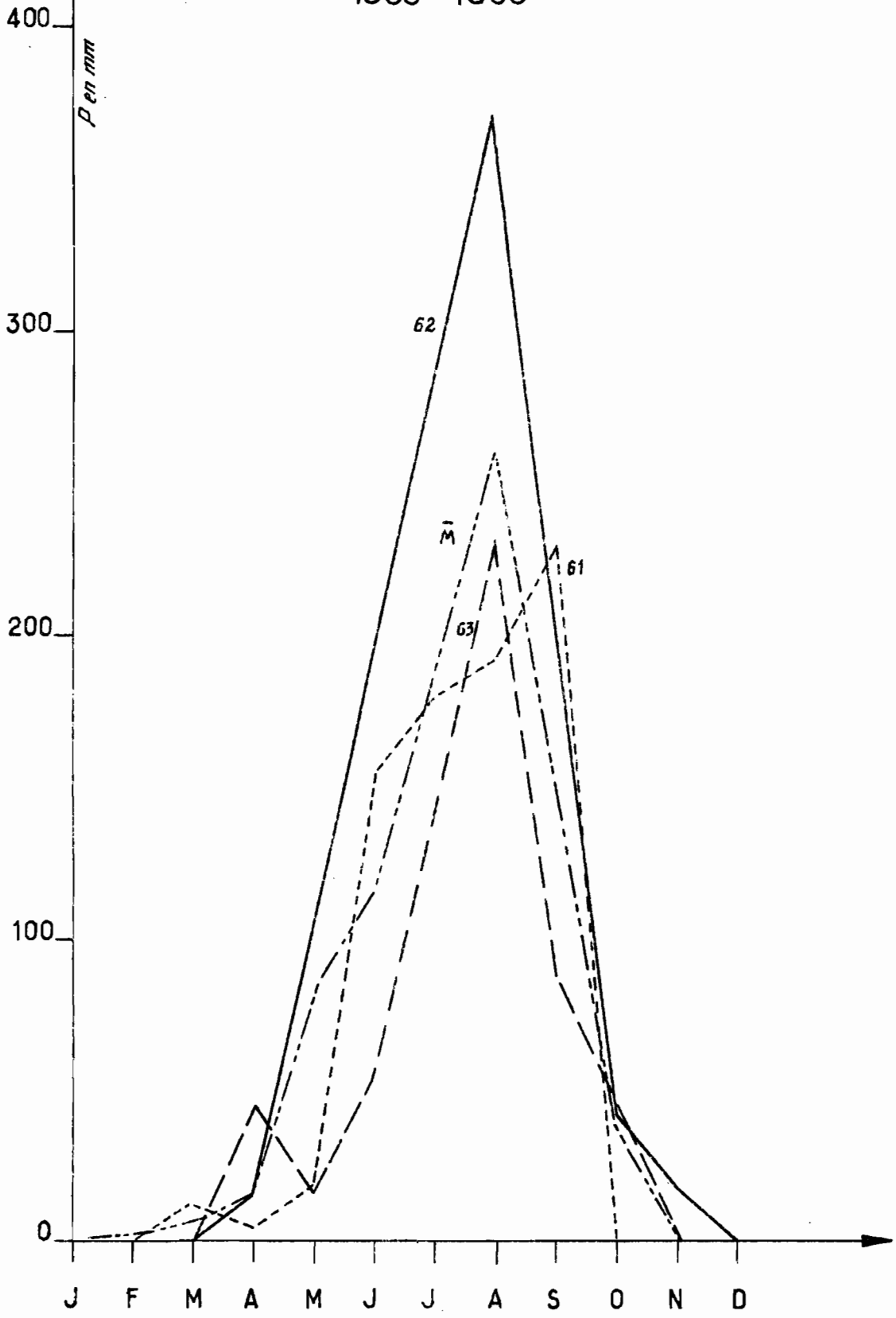
2.2.1. - Module pluviométrique annuel -

Pour nos quatre principaux bassins, nous avons rassemblé, dans le tableau suivant, les modules pluviométriques des trois années d'étude ainsi que ceux de l'année moyenne (mm).

	LOUMBILA	OUAGADOUGOU III	NABAGALE	SELOGEN
Année moyenne	825	850	875	900
1961	770	810	800	780
1962	800	950	1070	900
1963	700	670	660	906

OUAGADOUGOU - VILLE -

PLUVIOMETRIE MOYENNE MENSUELLE DES 3 CAMPAGNES
1933 - 1963



L'année 1961 est déficitaire pour tous les bassins, le plus arrosé étant celui de OUAGADOUGOU III.

L'année 1962 est faiblement déficitaire pour LOUMBILA, fortement excédentaire pour OUAGADOUGOU III, très fortement excédentaire pour NABAGALE et normale pour SELOGEN.

L'année 1963 est déficitaire pour tous les bassins, sauf pour celui de SELOGEN. C'est elle qui présente la plus faible hauteur de précipitation annuelle des 3 campagnes.

Les écarts à la normale en pour cent, pour les trois années, sont rassemblés dans le tableau suivant :

	LOUMBILA		OUAGADOUGOU III		NABAGALE		SELOGEN	
	Exc.	Déf.	Exc.	Déf.	Exc.	Déf.	Exc.	Déf.
1961		6,7		4,7		8,6		13,3
1962		3,0	8,5		22,0		0	0
1963		15,2		21,2		24,6	0,7	

Sur l'ensemble des trois campagnes, le bassin de LOUMBILA accuse un déficit moyen atteignant 8,3 %.

Le bassin de OUAGADOUGOU III accuse un déficit de 6 %.

Le bassin de NABAGALE présente un déficit de 3,7 % celui de SELOGEN un déficit de 4,2 %.

Tous ces bassins sont donc déficitaires lorsque l'on considère l'ensemble des trois années : seule l'année 1962 a permis de combler quelque peu ce déficit pour les bassins de OUAGADOUGOU III et de NABAGALE. Mais n'oublions pas que grâce

aux fortes averses journalières de 1961, le ruissellement pendant cette année a été largement excédentaire.

2.2.2. - Répartition mensuelle des précipitations -

Le graphique 13 montre les variations des pluviométries moyennes mensuelles pour les trois campagnes d'étude à OUAGADOUGOU-Ville.

Le fait important à noter est le très net excédent du mois de Septembre 1961 sur la moyenne, excédent dû aux 2 fortes averses du 2 et du 11.

Nous avons tracé les mêmes courbes pour les quatre bassins principaux (graphique 14) : on peut en tirer les conclusions suivantes :

Bassin versant de LOUMBILA

Les années 1961 et 1963 sont pratiquement identiques jusqu'au mois d'Août. Mais en 1963, Septembre est très faible alors que la pluviométrie de Septembre 61, supérieure à la normale et surtout concentrée dans le temps, explique l'importance du volume écoulé.

L'année 1962 est excédentaire sur les deux autres années sauf pour Juin et Juillet : la pluviométrie est plus étalée sur les différents mois qu'en 1961.

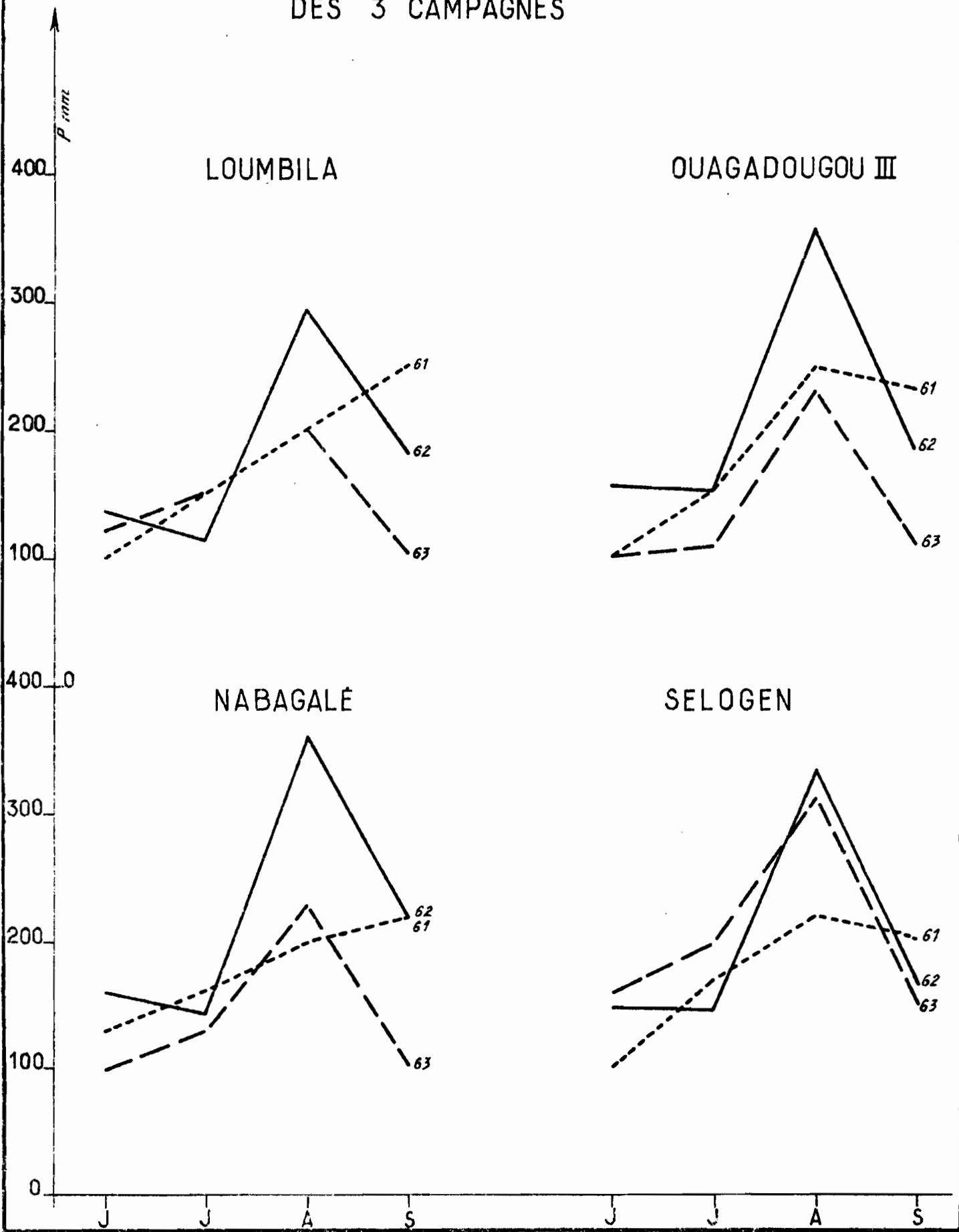
Bassin versant de OUAGADOUGOU III

L'année 1961 est intermédiaire du point de vue pluviométrique entre 1962 et 1963, sauf pour le mois de Septembre qui est légèrement supérieur.

L'année 1962 est nettement supérieure aux deux autres sauf pour Septembre ; mais le mois d'Août, très excédentaire, explique le volume écoulé plus important que pour 1961.

On doit s'attendre pour 1963 à un volume écoulé plus faible qu'en 1962 et 1961.

VARIATIONS COMPARÉES DE LA PLUVIOMÉTRIE MENSUELLE Gr: 14
DES 3 CAMPAGNES



Bassin versant de NABAGALE

L'année 1962 est excédentaire sur les deux autres années, sauf pour Septembre équivalent à Septembre 1961 : l'excédent d'Août assure un volume écoulé double de celui de 1961.

En 1963, année de faible pluviométrie avec un mois d'Août légèrement supérieur à Août 1961, on devrait normalement observer un volume écoulé plus faible que pour les autres années.

Bassin versant de SELOGEN

Les deux années 1962 et 1963 sont équivalentes à l'année moyenne du point de vue hauteur annuelle.

Au point de vue de la répartition mensuelle, l'année 1963 semble être plus favorable au ruissellement, le mois de Juillet étant très arrosé et devant donc permettre une bonne saturation du sol avant le maximum pluviométrique de l'hivernage.

Nous devons donc nous attendre à des apports naturels plus importants en 1963 qu'en 1962 et 1961 sur ce bassin.

2.3. - CONCLUSIONS GENERALES -

L'année 1963 est particulièrement défavorable au ruissellement, non pas tant en raison du déficit de la hauteur totale de précipitation qu'en raison de la répartition mensuelle défavorable de ces précipitations, sauf pour les bassins de SELOGEN et de GOGEN.

L'année 1962 peut être considérée comme normale pour les bassins de LOUMBILA et de SELOGEN, excédentaire et fortement excédentaire pour OUAGADOUGOU III et NABAGALE.

L'année 1961 est celle qui se rapproche le plus de l'année normale pour OUAGADOUGOU III et NABAGALE.

Année se rapprochant le plus de l'année normale au point de vue module pluviométrique annuel pour les bassins de :

<u>LOUMBILA</u>	:	<u>1962</u>
<u>OUAGADOUGOU III</u>	:	<u>1961</u>
<u>NABAGALE</u>	:	<u>1961</u>
<u>SELOGEN</u>	:	<u>1962 et 1963</u>

Pour LOUMBILA, l'année 1961 est déficitaire mais la répartition des pluies est telle que l'excédent de Septembre joue le rôle le plus important et donne un volume écoulé que l'on peut considérer comme résultant de l'année décennale humide.

Nous pouvons donc dire que la répartition mensuelle des pluies au cours de l'hivernage joue un rôle aussi important que la hauteur annuelle du point de vue du volume écoulé, ce rôle pouvant, dans certains cas, devenir prépondérant.

Deux années de hauteurs annuelles sensiblement égales peuvent donner, selon la répartition mensuelle des précipitations, des volumes écoulés totalement différents.

CHAPITRE III

ETUDE HYDROLOGIQUE

L'étude hydrologique sera conduite comme dans le précédent rapport, bassin par bassin.

Pour chaque cas, nous présenterons les résultats obtenus pendant l'hivernage 1963 au point de vue des crues et des apports naturels mensuels et annuels.

L'étude des crues sera très réduite car, comme le laissait présager notre conclusion du chapitre II, seuls les bassins du Sud présentent un nombre relativement élevé de crues intéressantes.

Dans une seconde partie, nous établirons une comparaison entre les résultats obtenus pour chaque année d'étude, comparaison pouvant nous permettre l'estimation des trois caractéristiques hydrologiques suivantes :

1. Volume annuel en année moyenne
2. Volume annuel en année décennale sèche
3. Crue décennale.

A partir de ces caractéristiques, nous comparerons entre eux les différents bassins, cela dans un dernier chapitre : "conclusions générales".

Notre étude porte sur 13 bassins soit trois de plus qu'en 1961 et 1962. Les bassins nouvellement étudiés sont ceux de :

BAZOULÉ : bassin de 10 km², inclus dans le bassin versant de OUNGADOUYOU I.

PABRÉ : bassin de 210 km², inclus dans le bassin versant de LOUMBILA.

GOGEN : bassin de 30 km².

Notons que, sauf indication particulière, les courbes d'étalonnage utilisées en 1963 ne présentent pas de variations par rapport à celles utilisées en 1962.

BASSIN VERSANT de BAZOULE

(S = 10 km²)

Ce bassin versant, le plus petit de ceux exploités par l'ORSTOM dans la région de OUAGADOUGOU, est inclus dans le bassin de OUAGADOUGOU I.

Non exploité en 1961, on y installe une échelle en 1962 qui est doublée d'un limnigraphe en 1963.

3.1.1. - Etalonnage du déversoir -

Aucun jaugeage n'ayant pu être effectué sur le déversoir nous adopterons la formule suivante.

$$Q = \sqrt{2g} \int_0^l h^{\frac{3}{2}} dl$$

avec $\begin{cases} l & = 0,10 \\ h & = \text{longueur du déversoir} \\ & = \text{hauteur (variable) au-dessus du} \\ & \text{déversoir.} \end{cases}$

La courbe de tarage tracée à partir de cette formule figure au graphique 15, ainsi que le profil en long du déversoir. Le graphique 16 donne les courbes de remplissage de la retenue.

3.1.2. - Débits journaliers - Débits moyens mensuels -

3.1.2.1. - Année 1962 -

Les débits journaliers, calculés à partir des lectures d'échelle à raison d'une lecture par jour, sont rassemblés dans le tableau suivant pour les mois d'Août, Septembre et Octobre, en m³/s :

:=====:			:=====:						
: Jours:	A	S	O	: Jours:	A	S	O		
:-----:			:-----:						
:	:	:	:	:	:	:	:		
:	1	0	0,175	0,010	:	16	0,011	0,070	0
:	2	0	0,341	0,010	:	17	0	0,060	0
:	3	0,031	0	0,080	:	18	0	0,100	0
:	4	0	0,086	0,130	:	19	0	0,110	0
:	5	0	0,040	0,110	:	20	0,032	0,100	0,010
:	6	0	0,040	0,080	:	21	0	0,110	0
:	7	0	0,060	0,040	:	22	0	0,080	0
:	8	0,047	0,060	0,020	:	23	0	0,060	0
:	9	0	0,040	0,150	:	24	0,025	0,070	0
:	10	0	0,040	0,080	:	25	0	0,070	0
:	11	0	0,070	0,040	:	26	0,027	0,070	0
:	12	0	0,070	0,020	:	27	0,018	0,030	0
:	13	0,072	0,050	0,010	:	28	0,006	0,030	0
:	14	0	0,040	0,010	:	29	0,003	0,010	0
:	15	0	0,030	0	:	30	0,011	0,010	0
:	:	:	:	:	:	31	0,593	:	0
:=====:			:=====:						

L'écoulement permanent ne s'établit que le 26 Août et le déversement commence le 4 Septembre pour s'achever le 23 Octobre.

Notons que les apports dans la retenue, du 17 Avril au 1er Août, sont de 18 500 m³.

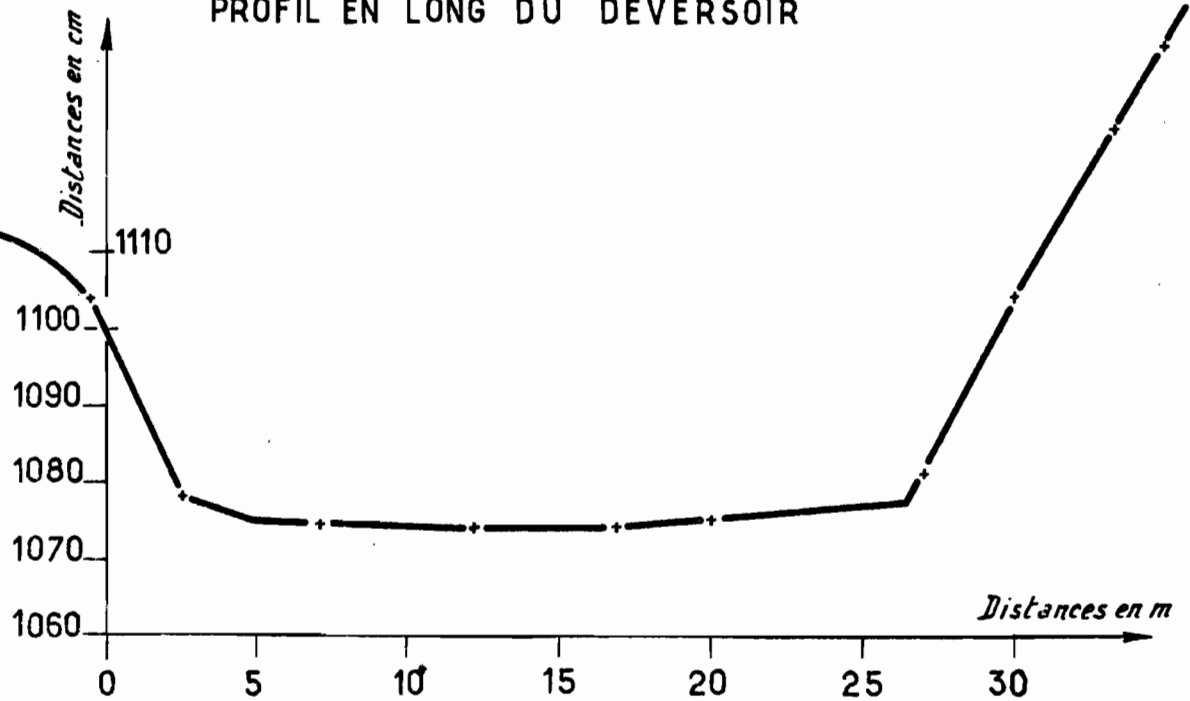
Les débits journaliers nous permettent de calculer les débits moyens mensuels entrant dans la retenue, exprimés en m³/s et en volume.

:=====:			
Mois	A	S	O
:-----:			
m ³ /s	0,028	0,070	0,025
Volume en 10 ³ m ³	75	181	67
:=====:			

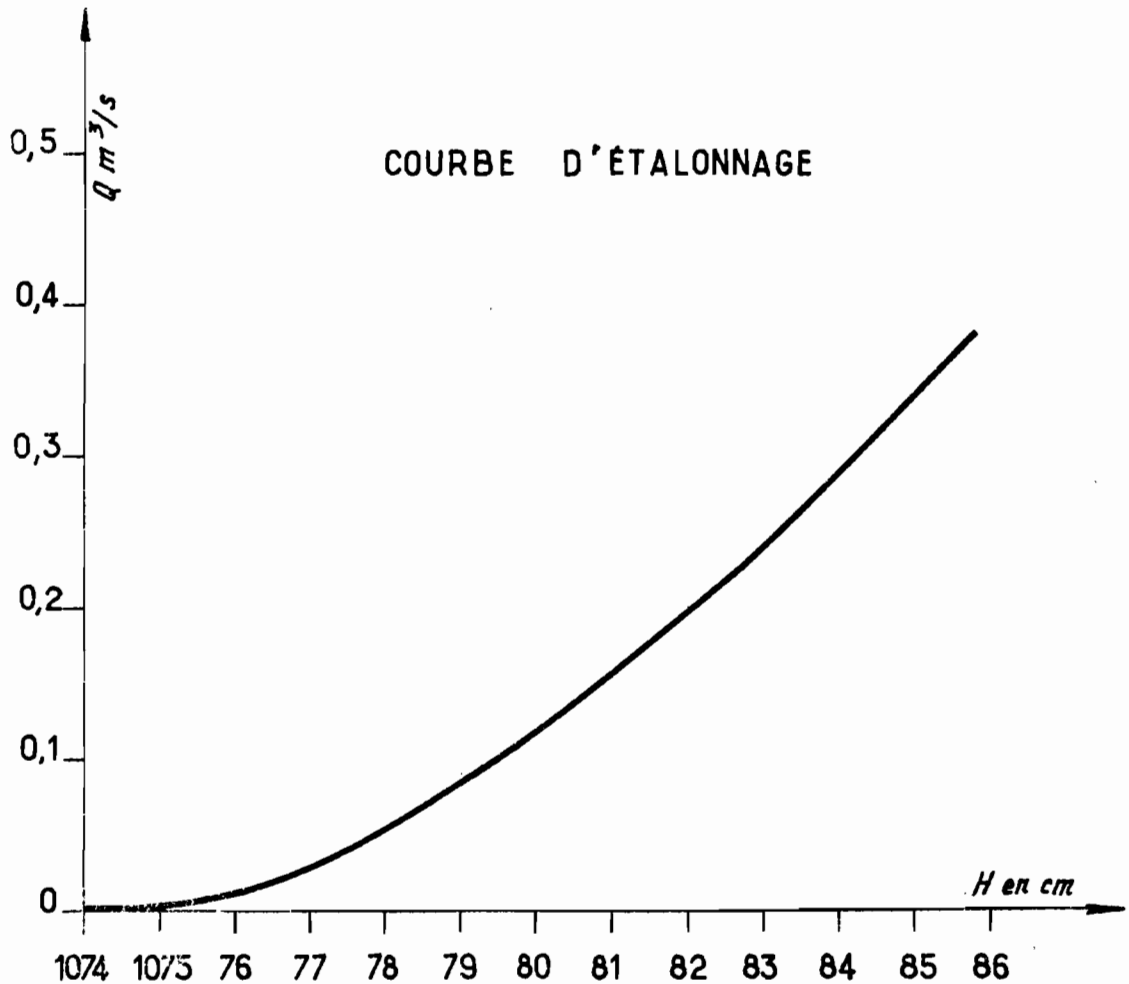
BARRAGE DE BAZOULE

Gr:15

PROFIL EN LONG DU DÉVERSOIR

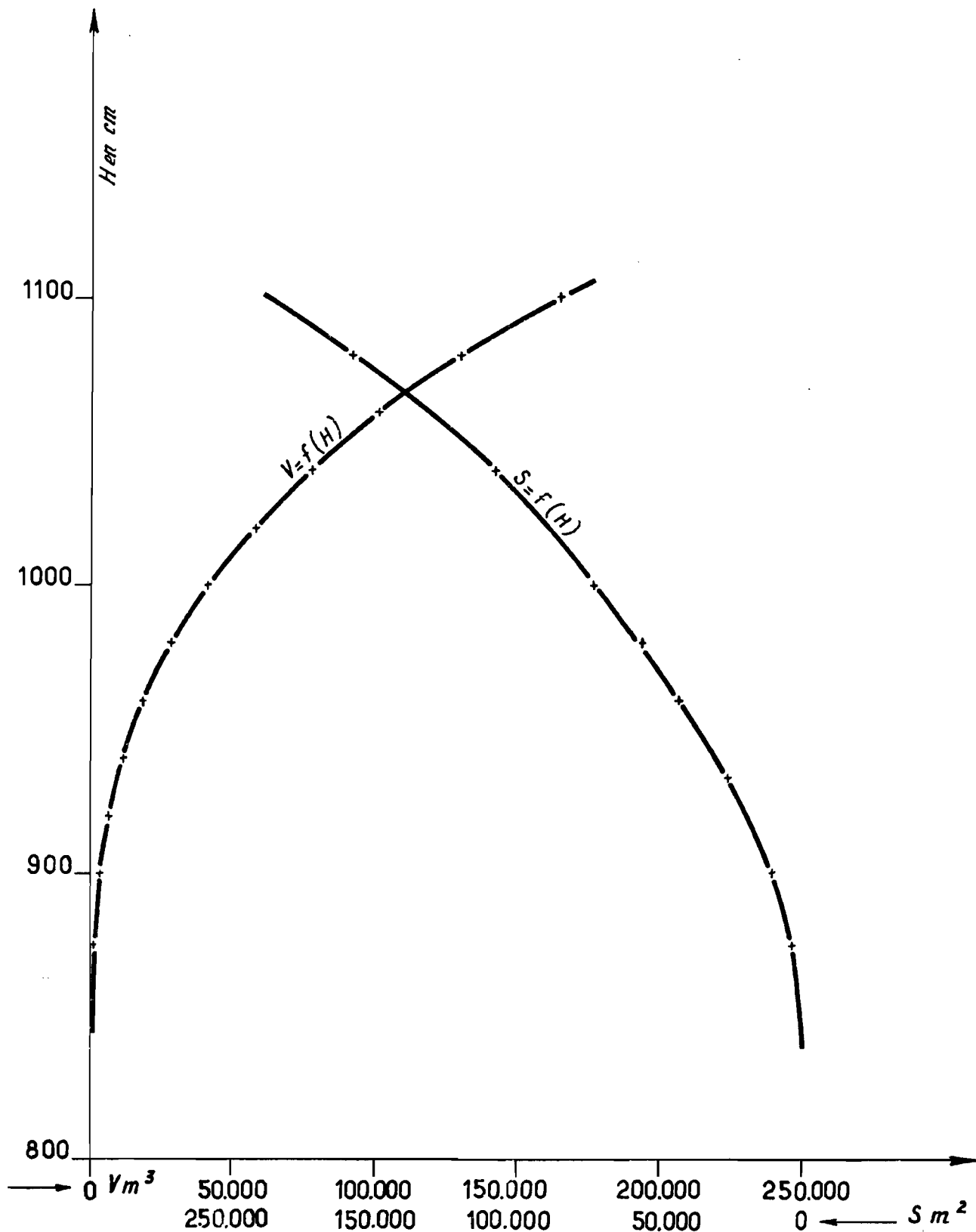


COURBE D'ÉTALONNAGE



RETENUE DE BAZOULE

COURBES DE REMPLISSAGE



3.1.2.2. - Année 1963 -

Sur trois mois d'enregistrement, on observe seulement 18 jours d'écoulement. Aucun déversement ne se produit et le plus fort débit moyen journalier enregistré est de 0,075 m³/s le 11 Septembre correspondant à une averse de hauteur ponctuelle égale à 38,5mm survenant trois jours après une précipitation ponctuelle de 42,5 mm à BAZOULE.

Le tableau suivant donne les débits moyens mensuels entrant dans la retenue en m³/s et les volumes correspondants.

Mois	A	S	O
m ³ /s	0,003	0,004	0,001
Volume en 10 ³ m ³	9	11	3

3.1.3. - Etude des crues -

Etant donné les dimensions du bassin, les crues ne sont pas suffisamment étalées dans le temps pour que nous puissions reconstituer les hydrogrammes avec de simples lectures quotidiennes, ceci surtout pour l'année 1962. Nous pouvons cependant avoir une idée des coefficients de ruissellement à partir des averses enregistrées à BAZOULE et des apports correspondants dans la retenue.

3.1.3.1. - Année 1962 -

Nous avons calculé pour quelques crues des coefficients de ruissellement. Nous les indiquerons ci-après ainsi que les pluies moyennes correspondantes Pm calculées en affectant de 0,85 comme coefficient de réduction les données du pluviomètre;

Date:	P mm:	K _R %:	Date:	P mm:	K _R %:	Date:	P mm:	K _R %:
7/8:	32,3:	1,2	24/8:	17,0:	1,3	2/9:	19,5:	15,3:
13/8:	49,7:	1,0	26/8:	28,9:	1,4	4/9:	11,0:	16,0:
16/8:	14,0:	7,1	31/8:	59,0:	11,0	7/9:	7,6:	6,5:

Les coefficients de ruissellement sont généralement faibles, même en plein hivernage.

Ainsi, après une précipitation moyenne de 59,0 mm le 31 Août et une de 19,5 mm le 2 Septembre, le coefficient de ruissellement n'est que de 16 % le 4 Septembre. Mais il s'élève en fin de saison des pluies, puisqu'il atteint 16 % pour 11 mm seulement, le 4 Septembre. Il en résulte qu'en général K_R deviendra très faible pour une saison des pluies déficitaire qui n'arrivera pas à saturer le sol.

3.1.3.2. - Année 1963 -

Les deux crues les plus importantes enregistrées en 1963 sont celles du 8 et du 11 Septembre.

8/9	P mm =	36,1	K _R % =	0,7
11/9	P mm =	32,7	K _R % =	2,0.

Ces coefficients de ruissellement sont ainsi très faibles, même en Septembre, car la saturation n'a pas pu se produire.

La précipitation limite d'écoulement est de l'ordre de 10 mm après 2 jours sans pluie.

3.1.4. - Bilan de surface -

3.1.4.1. - Année 1962 -

Les apports dans la retenue sont, pour la période allant du 17 Avril à la fin Octobre, de 342. 10³ m³ (Il n'y a pas eu de ruissellement avant le 17 Avril).

Module : 0,010 m³/s (module spécifique 1 l/s.km²)
Hauteur de la lame d'eau correspondante He = 34,1 mm.
Déficit d'écoulement De = 800 - 34.
De = 766 mm.

Coefficient d'écoulement 4,2 %, ce qui est faible et classé ce bassin parmi les moins aptes au ruissellement, la pluviométrie de l'année 1962 étant supérieure à la moyenne.

3.1.4.2. - Année 1963 -

Le total des apports dans la retenue est de 40. 10³ m³.
Module: légèrement supérieur à 0,001 m³/s (module spécifique 0,10 l/s.km²)
Hauteur de la lame d'eau équivalente He = 4,0 mm.
Déficit d'écoulement De = 600 - 4.
De = 596 mm.
Coefficient d'écoulement = 0,66 %.

3.1.5. - Conclusions :

Il est difficile de tirer des renseignements précis de ces résultats.

Retenons que ce bassin ruisselle très peu et que les apports de l'année 1963 peuvent être considérés comme ceux de l'année décennale sèche.

Nous pouvons donc retenir les estimations suivantes.

Apports en année moyenne : 250 000 m³
Apports en année décennale sèche : 40 000 m³.

BASSIN VERSANT de ZAGTOULI

(S = 11 km²)

La hauteur pluviométrique enregistrée en 1963 à ZAGTOULI est inférieure à celle de l'année décennale sèche et nous ne pourrions nous livrer à aucune étude de crue.

3.2.1. - Débits journaliers - Débits moyens mensuels -

Les débits journaliers exprimés en m³/s sont rassemblés dans le tableau suivant :

Jours:	J	A	S	Jours:	J	A	S
				16	0	0	0
1	0	0	0	17	0	0	0
2	0	0,045	0	18	0	0,009	0
3	0	0,045	0	19	0,002	0	0
4	0	0,045	0	20	0,012	0	0
5	0,530	0,045	0	21	0,003	0,066	0
6	0	0,045	0	22	0	0	0
7	0	0,045	0	23	0	0	0
8	0	0,160	0,012	24	0,005	0	0
9	0	0,009	0,005	25	0,015	0	0
10	0	0	0	26	0	0	0
11	0	0	0,180	27	0	0	0
12	0	0	0,015	28	0	0,008	0
13	0	0	0	29	0	0	0
14	0	0,004	0	30	0	0	0
15	0	0	0	31	0	0	0

La retenue ne déverse que durant trois jours, l'écoulement n'est pas permanent et les débits entrants sont très faibles.

Les débits moyens mensuels exprimés en m^3/s et les volumes correspondants sont donnés par le tableau suivant.

Le volume dans la réserve au 1er Juillet 1963 est de $31. 10^3 m^3$.

Mois	J	A	S
m^3/s	0,018	0,016	0,007
Volume en $10^3 m^3$	48	43	18

Le plus fort débit enregistré en 1963 est de 810 litres seconde le 11 Septembre. Les données de la campagne 1963 ne sont d'aucun secours pour l'étude des crues.

3.2.2. - Bilan de Surface -

Le total des apports naturels pour 1963 est de $109. 10^3 m^3$.

Module : $0,003 m^3/s$ (module spécifique : $0,3 l/s.km^2$).

Hauteur de la lame d'eau équivalente $H_e = 9,9 mm$

Déficit d'écoulement $D_e = 570 - 10$

$D_e = 560 mm$

Coefficient d'écoulement 1,7 %.

Le tableau suivant donne les apports déversés mensuels et le total des apports naturels dans la retenue.

Mois	J	A	S	Volume total:
Apports déversés en $10^3 m^3$:	19	17		36
Apports naturels en $10^3 m^3$:				109

L'année 1963 correspond à peu près à l'année décennale sèche.

3.2.3. - Conclusions -

Nous ne possédons pour ce bassin que deux années d'étude, encore l'année 1962 est elle incomplète.

Le tableau suivant donne, pour chaque année :

La pluviométrie P en mm.
Le déficit ou l'excédent pluviométrique en % par rapport à l'année moyenne.
Le total des apports naturels V en 10^3 m^3 .
Le coefficient d'écoulement Ke en %.

	P	D	E	V	Ke
1962:	900		6,0	1374	14,0
1963:	570	33,0		109	1,7

A partir des données de ce tableau, nous pouvons tirer les conclusions suivantes en ce qui concerne les caractéristiques hydrologiques essentielles pour notre étude.

L'année 1962 avec sa pluviométrie légèrement excédentaire peut être considérée comme année légèrement supérieure à la moyenne. On admettra que les apports en année moyenne sont de 1 million de m^3 .

L'année 1963 avec sa pluviométrie inférieure à celle de l'année décennale sèche donne un volume d'apports qui peut être considéré comme la limite inférieure de l'apport probable en année décennale sèche.

En conclusion, nous donnerons les chiffres suivants pour le bassin versant de ZAGTOULI :

Apports en année moyenne : 1 000 000 m³.
Apports en année décennale sèche : 150 000 m³.
Crue décennale Q_M = 25 m³/s q = 2300 l/s/km².

BASSIN VERSANT du MORO NABA

(S = 18 km²)

3.3.1. - Débits journaliers - Débits moyens mensuels -

Les débits journaliers entrant dans la retenue, calculés à partir des enregistrements limnigraphiques et exprimés en m³/s, sont rassemblés dans le tableau suivant :

Jours	J	A	S	O
1	0	0,020	0,020	0,002
2	0,011	0,020	0	0,002
3	0,011	0	0,050	0,050
4	0,011	0	0,050	0,036
5	0,012	0	0,002	0,022
6	0,012	0,30	0,025	0,022
7	0,012	6,58	0,050	0
8	0,012	0,51	0,20	
9	0,012	0,10	0,33	
10	0,012	0,070	0,080	
11	0	0,55	0,12	
12	0	0,33	0,080	
13	0	0,070	0,060	
14	0	0,020	0,050	
15	0	0,030	0,050	
16	0	0,030	0,040	
17	0	0,010	0,020	
18	0	0,030	0	
19	0	1,32	0	
20	0	0,14	0,002	
21	0,45	0,29	0,002	
22	0,41	0,29	0,002	
23	0,13	0,49	0,002	
24	0,11	0,12	0,002	
25	0,040	0,12	0,002	
26	0,010	0,12	0,002	
27	0,18	0,70	0,002	
28	0,12	0,70	0,001	
29	0,030	0,70	0,001	
30	0,020	0,050	0,001	
31	0,020	0,030		

Ces débits journaliers nous permettent de calculer les débits moyens mensuels et les volumes correspondants :

Mois	J	A	S	O
m ³ /s	0,052	0,370	0,041	0,004
Volume en 10 ³ m ³	139	991	106	11

3.3.2. - Etude des averses et des crues

L'hivernage 1963 ne comporte que deux crues intéressantes.

Crues du 6 et du 7 Août : graphique 18

Ces crues correspondent à deux averses séparées par un intervalle de temps de 9 heures. Ces averses s'étant produites de nuit, les pluviomètres n'ont pu être relevés entre les deux et nous ne possédons, pour les cinq pluviomètres, que les pluies cumulées du 6 et du 7 : la hauteur maximale totale précipitée est de 118,1 mm au pluviomètre n° 4.

C'est la partie Ouest du bassin qui est la plus arrosée, l'averse diminuant en intensité vers l'Est et le Sud.

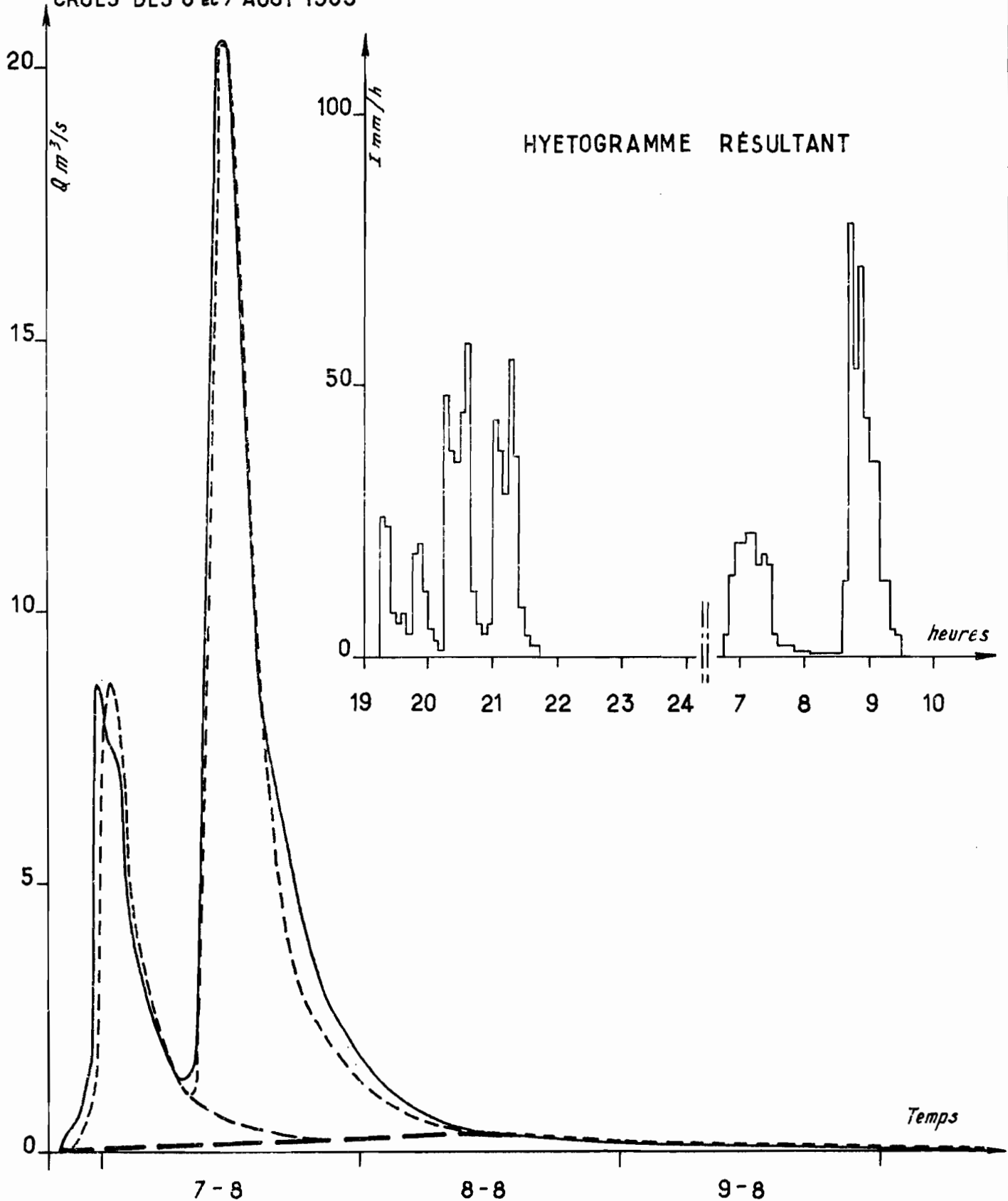
La hauteur moyenne précipitée du 6 au 7 Août est de 96,0 mm.

A partir des enregistrements des deux pluviographes, nous obtenons les caractéristiques suivants :

Averse du 6/8 P = 50,2 mm durée moyenne 3 heures

Averse du 7/8 P = 46,1 mm durée moyenne 2 $\frac{1}{2}$ heures

CRUES DES 6 et 7 AOÛT 1963



L'intensité maximale moyenne en 5 minutes est de 80 mm/h.

Les crues résultantes sont simples :

$$\begin{aligned} 6/8 \quad Q_M &= \underline{8,7 \text{ m}^3/\text{s}} \quad t_m = 3 \frac{1}{2} \text{ heures} \\ 7/8 \quad Q_M &= \underline{20,5 \text{ m}^3/\text{s}} \quad t_m = 3 \frac{1}{2} \text{ heures} \end{aligned}$$

Crue du 18 au 19 Août

Cette crue est provoquée par une averse présentant une dorsale pluviométrique orientée E-W, l'intensité diminuant rapidement vers le Nord, plus lentement vers le Sud.

Le maximum ponctuel P_M est de 52,8 mm, la hauteur moyenne précipitée P de 35,0 mm. Cette averse s'étale sur 4 heures.

La crue est simple : Q_M : 6,4 m³/s t_m = 2 ½ heures

Nous avons rassemblé dans le tableau suivant les principales caractéristiques des averses et des crues décrites précédemment :

N°	Date	P_M mm	P mm	K	V_R 10 ³ m ³	H_R mm	K_R %	I_H	t_m h	t_p h	T_b j	Q_M m ³ /s	Q_M/HR l/s/km ²	
18	6/8	118,1	50,2	0,81	162	9,0	18,0	12,2	3½	3½	1	8,7	0,97	483
19	7/8		46,1		439	24,4	53	60,6	3½	3½	1¼	20,5	0,84	1 140
20	18/8	52,8	35,0	0,66	128	7,1	20,2	14,8	2½	3½	1	6,4	0,90	359

La crue du 7 Août doit son excellent coefficient de ruissellement à la forte saturation du sol ($I_H = 60$) après la pluie du 6. Celle-ci, comme la crue du 18 Août, a un coefficient de ruissellement inférieur à la moyenne de ceux observés sur trois ans.

3.3.3. - Bilan de surface

L'écoulement permanent ne s'établit pas en 1963.

Rappelons que les débit moyens mensuels entrant dans la retenue sont de Juillet à Octobre.

J	A	S	O
0,052	0,370	0,041	0,004

Module : 0,039 m³/s (Module spécifique q = 2,1 l/s/km²)

Hauteur de la lame d'eau équivalente H_e = 68,8 mm

Déficit d'écoulement D_e = 600 - 69

D_e = 531 mm

Coefficient d'écoulement 11,3 %.

La crue du 7 Août a singulièrement amélioré ce coefficient.

Le tableau suivant donne les apports déversés par mois et le total des apports naturels :

Mois	J	A	S	O	Volume total
Apports déversés en 10 ³ m ³	139	991	106	11	1247
Apports naturels en 10 ³ m ³					1265

Plus du tiers de ce volume est dû à la crue du 7 Août.

L'année 1963, malgré une pluviométrie voisine de celle de l'année décennale sèche, présente un coefficient d'écoulement anormalement élevé.

3.3.4. - CONCLUSIONS -

Les crues observées en 1963 ne nous conduisent pas à modifier les résultats obtenus dans le rapport précédent en ce qui concerne les hydrogrammes types et les valeurs des crues médianes et décennales.

La plus forte crue enregistrée en trois ans est de $26,0 \text{ m}^3/\text{s}$ soit $1\,440 \text{ l/s/km}^2$. Elle correspond à une précipitation moyenne de $50,5 \text{ mm}$, son coefficient de ruissellement est de $71,2 \%$ pour un I_H de $49,6$: le volume ruisselé est de $648\,103 \text{ m}^3$.

Le tableau suivant donne les pluviométries, les apports naturels et les coefficients d'écoulement des trois années, ainsi que les écarts en % des pluviométries annuelles à la pluviométrie moyenne :

Année	P_m	$D \%$	$E \%$	$V \text{ } 10^3 \text{ m}^3$	$K_e \%$
1961	800	6,0		1 200	8,5
1962	1080		27,0	5 723	29,0
1963	(600)	(29,0)		1 265	(11,3)

Nous voyons que le coefficient d'écoulement ne suit pas les variations de la pluviométrie annuelle et que 1963, classée au 3ème rang de par sa pluviométrie, se trouve au 2ème rang si l'on considère les apports naturels. Tout dépend des précipitations journalières.

Cependant, il règne une grande imprécision sur la pluviométrie de 1963; aussi ne devons-nous pas nous baser sur les apports 1963 pour estimer ceux de l'année décennale sèche.

Nous retiendrons les valeurs suivantes.

- Apports en année moyenne : 1 500 000 m³
- Apports en année décennale sèche : 500 000 m³
- Crue décennale : $Q_M = 40 \text{ m}^3/\text{s}$ $q = 2\,200 \text{ l/s/km}^2$

BASSIN VERSANT de GOGEN

(S = 30 km²)

3.4.1. - Etalonnage du déversoir -

Le déversement se fait par 10 buses de 0,98 m de diamètre et d'environ 7 mètres de long. Ces buses présentent une pente de près de deux centimètres par mètre.

Les conditions de l'écoulement à l'aval sont mal définies ; il semble cependant que le niveau aval soit toujours nettement inférieur au niveau des buses.

Quatre jaugeages de basses eaux ont été effectués.

Date	H _{em}	Q m ³ /s.
15/8/62	455,5	0,182
2/10/62	450,0	0,065
9/9/63	461,7	0,60
10/9/63	457,9	0,30

Ils nous permettent d'esquisser le début de la courbe de tarage.

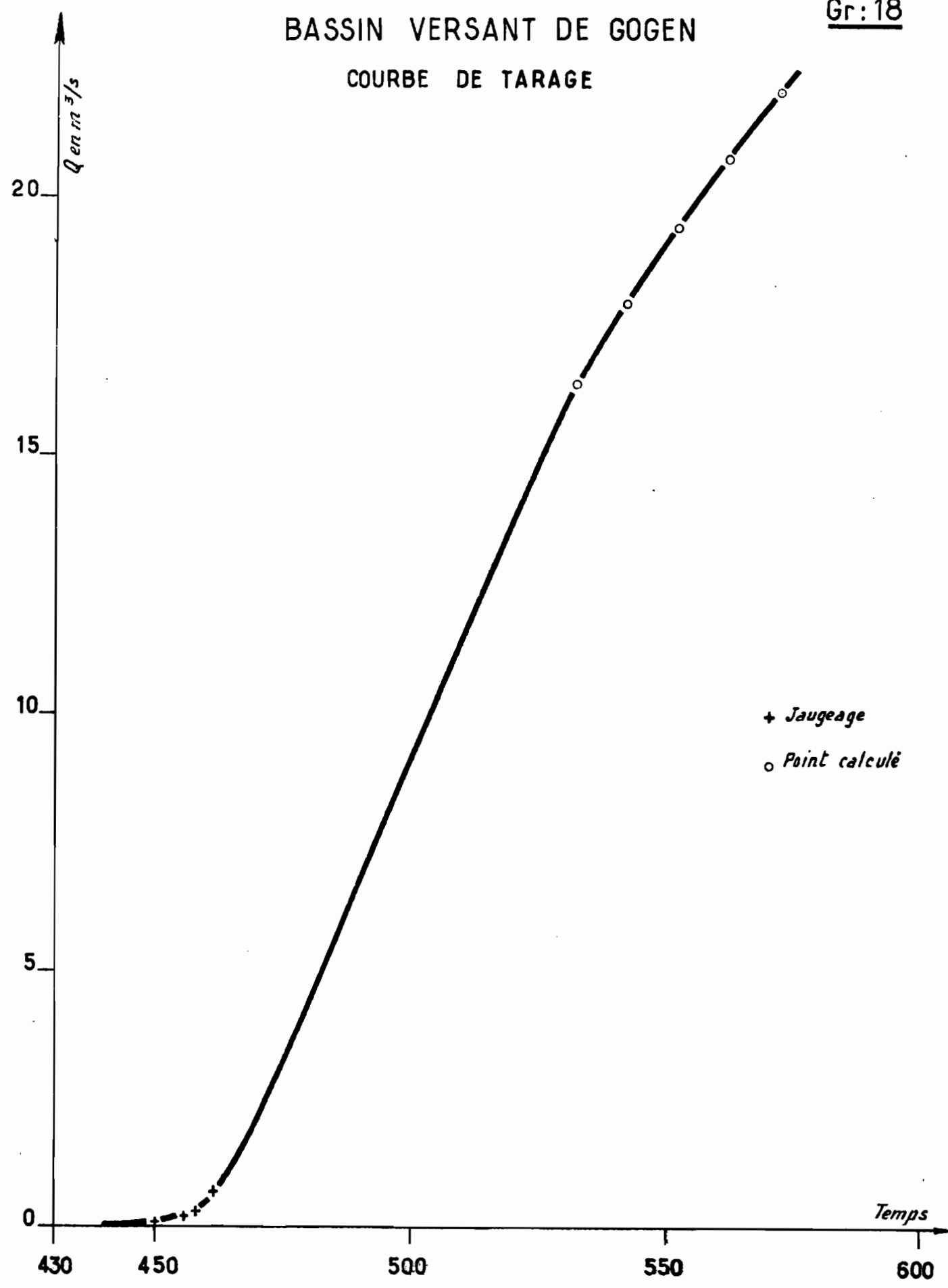
A partir de la cote H = 532 cm à l'échelle soit h = 1 mètre, les buses sont en charge et on peut leur appliquer la formule classique de l'écoulement par un orifice :

$$Q = \mu S \sqrt{2gh}$$

avec μ coefficient de débit qui est de 0,80 pour un ajutage cylindrique de longueur égale à 2 ou 3 fois le diamètre, et de

BASSIN VERSANT DE GOGEN

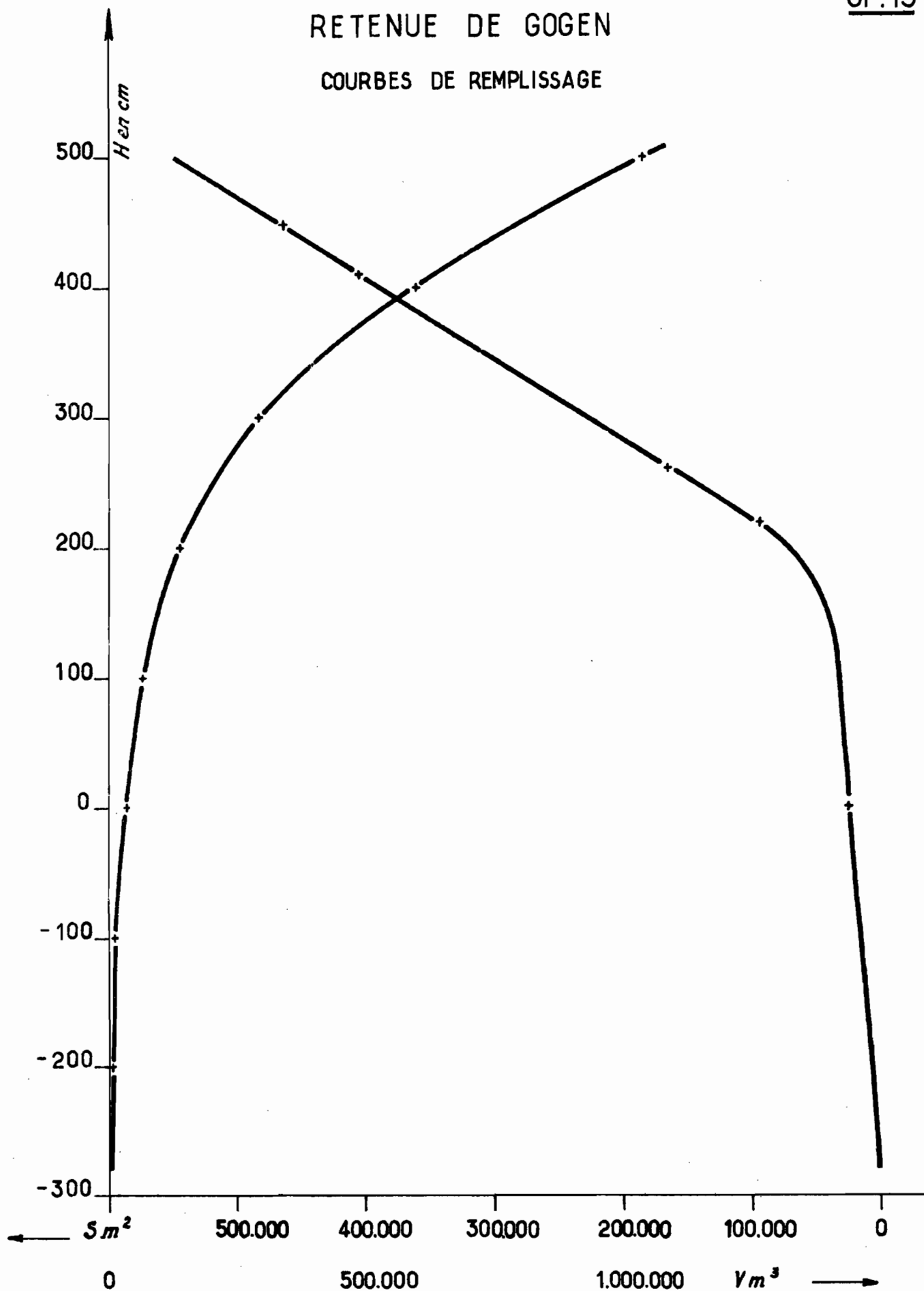
COURBE DE TARAGE



+ Jaugeage
o Point calculé

RETENUE DE GOGEN

COURBES DE REMPLISSAGE



0,60 pour un orifice sans ajutage.

Nous retiendrons $\mu = 0,70$ car il se produit un décollement de la veine liquide.

S = Aire de l'orifice

h = charge sur le centre de l'orifice.

La courbe d'étalonnage ainsi obtenue est tracée au graphique 18.

Le graphique 19 donne les courbes de remplissage de la retenue de GOGEN. Le volume de la retenue pour la cote de déversement (H = 440) est de $780.10^3 m^3$.

3.4.2. - Débits journaliers - Débits moyens mensuels -

Nous ne possédons pour ce bassin que les limnigrammes des mois d'Août et de Septembre 1963 qui nous permettent de calculer les débits journaliers en m^3/s entrant dans la retenue :

Jours:	A	S	Jours:	A	S
1		0,15	17	0,056	0,042
2		0,13	18	1,79	0,015
3	0,26	0,13	19	2,89	0,015
4	0,046	0,12	20	1,85	0,007
5	0	0,062	21	10,36	0,012
6	0,064	0,022	22	1,89	0,030
7	0,84	0,006	23	0,28	0,030
8	0	0,90	24	0,23	0,030
9	0,29	0,57	25	0,16	0,030
10	0,54	0,19	26	0,23	0
11	0,015	0,83	27	0,19	
12	0,10	0,30	28	1,96	
13	0,040	0,17	29	1,12	
14	0,21	0,13	30	0,26	
15	0,25	0,099	31	0,15	
16	0,13	0,075			

Ces débits nous permettent de calculer les débits moyens mensuels exprimés en m^3/s et les volumes correspondants :

Mois	A	S
m^3/s	0,84	0,14
Volume en $10^3 m^3$	2 270	355

3.4.3. - Etude des averses et des crues -

Les mois d'Août et de Septembre comportent 4 crues intéressantes.

Crue des 18 et 19 Août

Elle correspond à une averse s'étalant sur $3 \frac{1}{2}$ heures, produisant en moyenne 51,5 mm. Cette averse, enregistrée à WABTENGA, présente une première partie durant à peu près 45 minutes et donnant 41,0 mm. La pluie reprend ensuite après un arrêt de 30 minutes mais avec une très faible intensité.

Les caractéristiques principales de l'averse sont :

$$\underline{P_M = 54,1 \text{ mm}}$$

$$\underline{P = 51,5 \text{ mm}}$$

La crue résultante est double :

$$\underline{Q_{M1} = 14,3 \text{ m}^3/s \quad t_m = \frac{1}{2} \text{ heure}}$$

$$\underline{Q_{M2} = 14,0 \text{ m}^3/s \quad t_m = 1 \text{ heure}}$$

Le temps de montée global de la crue est de $2 \frac{1}{2}$ heures.

Crue du 20 Août

L'averse d'intensité constante très faible s'étale

sur 3 heures. Ses caractéristiques principales sont :

$$\underline{P_M = 18,0 \text{ mm}}$$

$$\underline{P = 14,0 \text{ mm}}$$

La crue résultante est simple :

$$\underline{Q_M = 4,1 \text{ m}^3/\text{s} \quad t_m = 2 \frac{1}{2} \text{ heures.}}$$

Crue du 21 Août. (graphique 20)

Cette crue correspond à une averse enregistrée à WABTENGA s'étalant sur un peu moins de deux heures. L'intensité maximale atteinte est de 108 mm/h pendant 5 minutes.

$$\underline{P_M = 97,6 \text{ mm}}$$

$$\underline{P = 82,8 \text{ mm.}}$$

La précipitation moyenne est pratiquement de fréquence décennale, elle rencontre d'assez bonnes conditions de saturation grâce aux averses du 19 et du 20 Août.

La crue résultante est simple :

$$\underline{Q_M = 51,2 \text{ m}^3/\text{s} \quad t_m = 3 \text{ heures.}}$$

Crue du 28 Août.

Elle correspond à une averse s'étalant sur plus de 2 heures qui se compose d'une petite pluie préliminaire puis du corps de l'averse avec une intensité maximale de 156 mm/h pendant 5 minutes, suivie d'une petite pluie de 4,0 mm.

$$\underline{P_M = 63,2 \text{ mm}}$$

$$\underline{P = 56,5 \text{ mm.}}$$

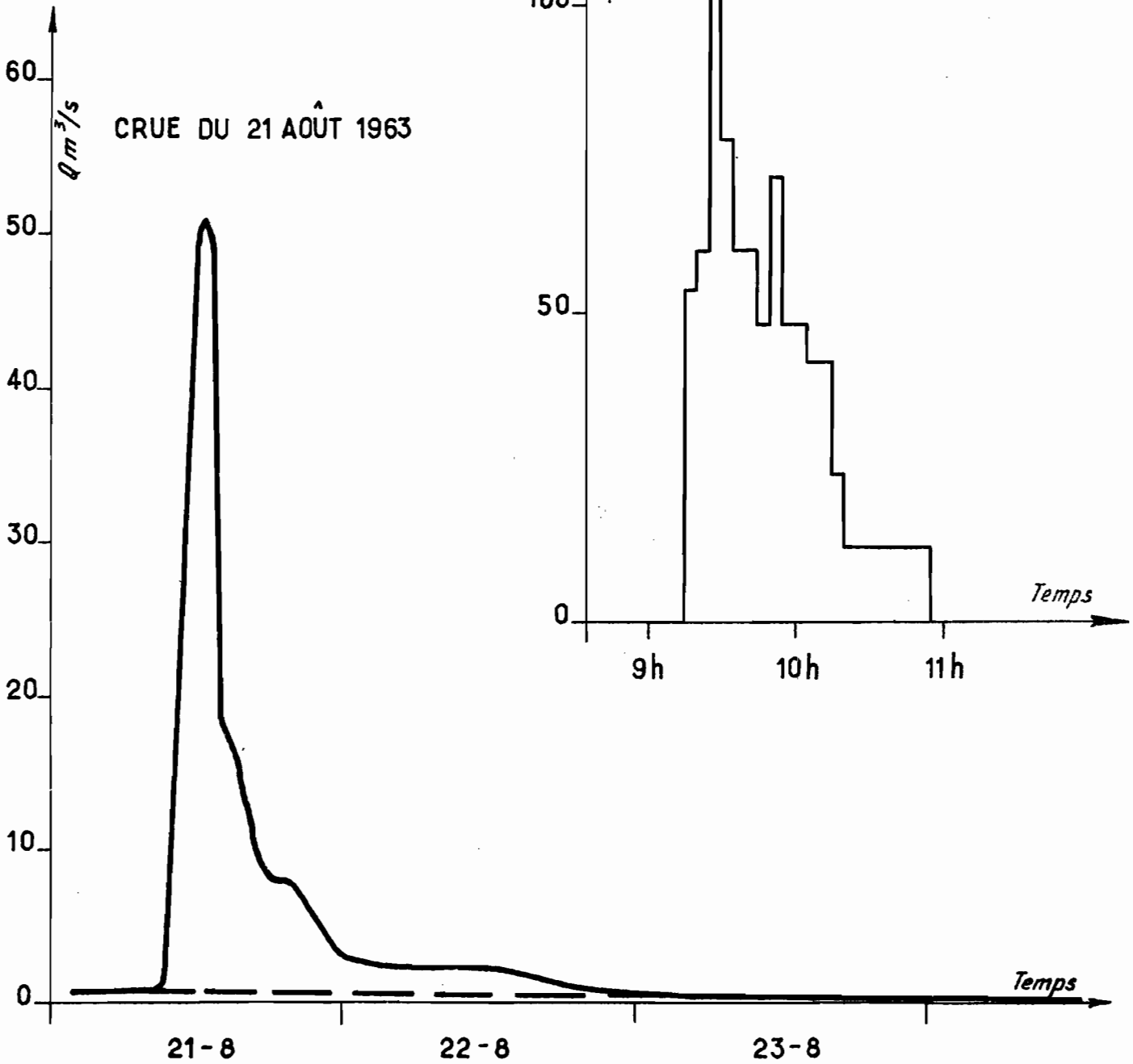
Le sol a eu le temps de se ressuyer depuis l'averse du 21 Août.

La crue est simple mais avec un temps de montée supérieur à celui des crues précédentes du fait de la structure

BASSIN VERSANT DE GOGEN

PLUVIOGRAPHE DE WABTENGA

AVERSE DU 21 AOÛT 1963



de l'averse :

$$\underline{Q_M = 8,5 \text{ m}^3/\text{s} \quad t_m = 4 \frac{1}{2} \text{ heures.}}$$

Nous avons rassemblé dans le tableau suivant les caractéristiques des quatre couples averse-crue étudiés :

Date	P _M mm	P mm	K	VR 10 ³ m ³	HR mm	KR %	t _m h	t _p h	t _b h	Q _M m ³ /s	Q _M /HR	q l/s/km ²
18/8	54,1	51,5	0,94	423	14,1	27,4	2½	1	48	14,0		465
20/8	18,1	14,0	0,78	131	4,3	30,0	2½	2	38	4,1	0,95	137
21/8	97,6	82,8	0,85	945	31,5	38,0	3	3	38	51,2	1,62	1 700
28/8	63,2	56,5	0,89	230	7,7	13,6	4½	4 ½	25	8,5	0,62	280

Nous pouvons tirer de ce tableau les conclusions suivantes, conclusions d'ailleurs sujettes à caution car ne s'appuyant que sur quatre crues.

Le coefficient de réduction moyen est de l'ordre de 0,85 ce qui est normal pour un bassin de 30 km².

Les coefficients de ruissellement sont tous supérieurs à 10 %. Il faut cependant remarquer que le coefficient de 38 % correspond à une saturation très importante du sol par suite d'une série d'averses enregistrées depuis le 30 Août (8 averses supérieures à 10 mm).

Il semble d'ailleurs que l'influence des averses antérieures s'estompe rapidement. Ainsi la crue du 28 Août, survenant après une semaine pratiquement sans pluie présente seulement un coefficient de ruissellement de 13,6 % pour une pluie moyenne de 56,5 mm.

En conclusion, il nous semble que les coefficients de ruissellement observés pour la seconde et la troisième crues soient anormalement forts et correspondent à des conditions

d'humidité du sol supérieures à la normale.

Les temps de montée de ces crues varient assez fortement mais on peut fixer à 3 heures celui d'une crue unitaire en se basant sur la crue du 21 Août.

Les rapports Q_M/H_R varient notablement : la valeur 1,62 correspondant à une crue de fréquence sensiblement voisine de la fréquence décennale est peut-être un peu forte.

Les crues 2 et 3 sont bien faibles et il est probable qu'il y a deux formes d'hydrogrammes. Nous proposons de prendre le rapport $\frac{Q_M}{H_R}$ égal à 1,5.

Le temps de base à prendre en considération pour l'hydrogramme unitaire est de 38 heures, ce qui est relativement court.

Nous pouvons donc donner les paramètres suivants pour la construction de l'hydrogramme type du bassin de GOGEN pour les fortes crues.

$$\underline{T_b = 38 \text{ heures}}$$

$$\underline{t_m = 3 \text{ heures}}$$

$$\underline{Q_M/H_R = 1,5}$$

Le débit de pointe de la crue médiane peut être estimé en nous basant sur la crue du 28 Août, qui correspond à une précipitation maximale ponctuelle de fréquence médiane. Les conditions de saturation nous semblent un peu faibles, nous adopterons un coefficient de ruissellement de 20 %. En prenant d'autre part $Q_M/H_R = 1,3$, nous obtenons un Q_M de 14 m³/s.

$$\underline{q = 465 \text{ l/s/km}^2} \quad \text{Nous retiendrons pour la crue médiane } Q_m = 14 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pour la crue décennale, nous nous baserons sur la crue du 21 Août survenant dans d'excellentes conditions de saturation, ce qui nous conduira à réduire à 35 % le coeffi-

cient de ruissellement à prendre en considération pour notre calcul.

Nous retiendrons pour la crue décennale $Q_M = 50 \text{ m}^3/\text{s}$
 $q = 1\,650 \text{ l/s/km}^2$.

3.4.4. - Bilan de surface -

Il nous est difficile de faire un tel bilan car nous ne possédons que deux mois de relevés.

Nous pouvons cependant supposer que la retenue était vide au début de l'hivernage et qu'il n'y a pas eu de déversement jusqu'au 1er Août, sauf pour la crue du 21 Juillet correspondant à une pluie moyenne de 75,0 mm tombant dans de mauvaises conditions de saturation. Le volume ruisselé correspondant à cette orue peut être estimé à $300 \cdot 10^3 \text{ m}^3$.

Nous établirons notre bilan en ajoutant, aux apports d'Août et de Septembre, le volume de la crue du 21 Juillet et le volume de la retenue à sa cote de déversement soit : $780 \cdot 10^3 \text{ m}^3$.

Cela nous donne : apports naturels pour 1963 :
 $3\,700 \cdot 10^3 \text{ m}^3$.

Module : $0,11 \text{ m}^3/\text{s}$. (Module spécifique $q = 36,8 \text{ l/s/km}^2$)

Hauteur de la lame d'eau équivalente $H_e = 123 \text{ mm}$

Déficit d'écoulement $D_e = 800 - 123$

$D_e = 677 \text{ mm}$.

Coefficient d'écoulement : 15 %.

Cette valeur correspond à une pluviométrie inférieure à la moyenne mais bien répartie en Juillet et Août, groupée en fortes averses successives et donnant lieu en définitive à un volume annuel nettement supérieur à la moyenne.

Le volume des apports naturels à retenir pour l'année moyenne doit donc être de l'ordre de $2\,500 \cdot 10^3 \text{ m}^3$, valeur peut-être pessimiste mais il est difficile d'avancer un chiffre

avec le peu de renseignements en notre possession.

3.4.5. - CONCLUSIONS -

Avec une extrême prudence et en nous basant plus sur les résultats obtenus sur les autres bassins que sur les résultats à GOGEN en 1963, résultats basés sur des mesures incomplètes, nous retiendrons les données suivantes :

- Apports en année moyenne : 2 500 000 m³.
- Apports en année décennale sèche : 500 000 m³
- $Q_M = 50 \text{ m}^3/\text{s}$ $q = 1\,650 \text{ l/s/km}^2$.

BASSIN VERSANT de SELOGEN

(S = 75 km²)

3.5.1. - Etalonnage du déversoir -

On a tracé (graphique 22) une nouvelle courbe d'étalonnage s'appuyant sur les 6 jaugeages effectués en 1963 :

Date	H cm	Q _m ³ /s
7/9	795	0,45
9/9	824,5	4,35
9/9	820	3,51
10/9	816	2,82
10/9	813,6	2,46
10/9	810	1,80

Au-dessus de la cote 825, on a extrapolé la courbe de tarage par extrapolation logarithmique.

Cette courbe de tarage nous permet de calculer les débits journaliers entrant dans la retenue et d'estimer les débits de crue.

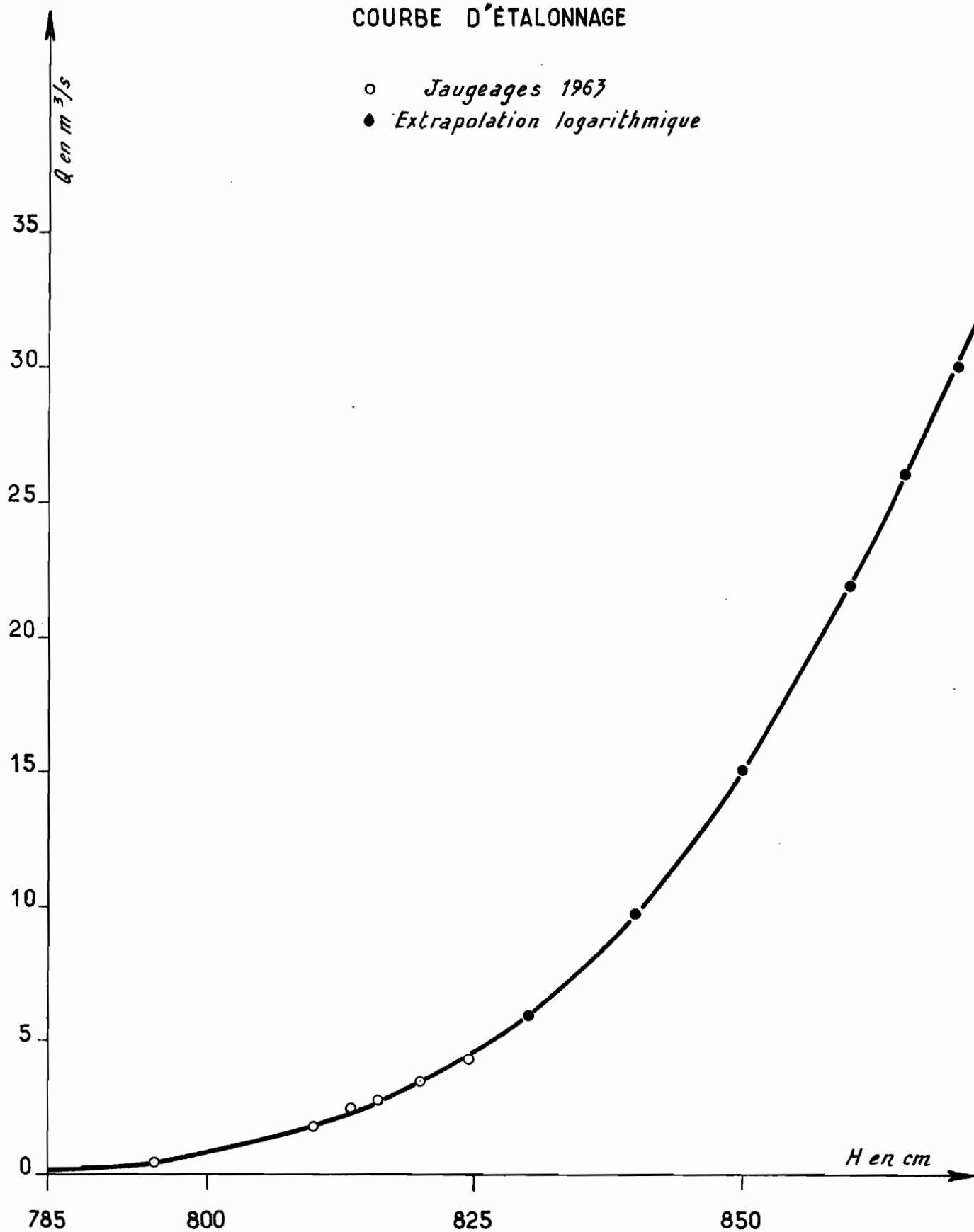
3.5.2. - Débits journaliers. Débits moyens mensuels -

Les débits journaliers exprimés en m³/s sont rassemblés dans le tableau suivant :

SELOGEN

COURBE D'ÉTALONNAGE

- *Jaugeages 1963*
- *Extrapolation logarithmique*



Jours	J	J	A	S	O	N
1		:0	:0,04	:0,82	:1,23	:0,75
2		:0	:0,04	:0,89	:1,35	:0,75
3		:0	:0,61	:0,73	:1,14	:0,75
4		:0,26	:0,40	:0,61	:1,09	:0,74
5		:0,13	:0,15	:0,53	:1,04	:0,72
6		:0,52	:0,27	:0,48	:1,00	:0,72
7		:0,04	:1,52	:0,47	:0,99	:0,72
8		:0	:0,79	:7,37	:0,98	:0,71
9		:0	:1,20	:4,46	:1,03	:0,69
10		:0	:0,62	:1,98	:0,97	:0,69
11		:0,08	:0,72	:4,81	:0,95	:0,68
12		:0,08	:0,89	:3,00	:0,90	
13		:0	:0,42	:1,55	:0,90	
14		:0	:0,26	:1,37	:0,90	
15		:0,07	:0,33	:1,60	:0,90	
16		:0,16	:0,41	:1,20	:0,90	
17		:0,02	:0,44	:0,99	:0,90	
18		:0	:0,29	:0,93	:0,90	
19		:0	:0,91	:0,76	:0,89	
20		:0,05	:0,99	:0,61	:0,84	
21		:0,56	:9,63	:1,38	:0,80	
22		:4,60	:1,84	:1,50	:0,80	
23		:0,07	:0,55	:1,57	:1,49	:0,80
24		:1,51	:0,22	:1,02	:1,43	:0,80
25		:0,68	:0,11	:0,79	:1,30	:0,80
26		:4,10	:0,05	:0,72	:1,29	:0,80
27		:0,13	:0,62	:0,88	:1,18	:0,80
28		:0,04	:0,28	:5,53	:1,09	:0,80
29		:0,01	:0,12	:4,00	:1,01	:0,80
30		:0	:0,11	:1,17	:1,02	:0,80
31		:0,09	:1,02		:0,79	

A partir de ce tableau, on a calculé les débits moyens mensuels entrant dans la retenue ainsi que les volumes correspondants.

Nos enregistrements cessent le 11 Novembre, mais il est

probable que le déversement se poursuit au moins jusqu'à la fin du mois aussi estimerons-nous le débit moyen de Novembre à $0,56 \text{ m}^3/\text{s}$.

Mois	J	J	A	S	O	N
m^3/s	0,21	0,28	1,27	1,59	0,92	(0,56)
Volume en 10^3 m^3	544	750	3 401	4 121	2 464	(1 450)

3.5.3. - Etude des averses et des crues -

L'année 1963 présente 6 crues intéressantes dépassant toutes un débit maximal de $10 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue du 22 Juillet (graphique 23) -

Elle correspond à une averse centrée sur l'amont du bassin se produisant à peu près 24 heures après une précipitation moyenne de 30,5 mm.

Cette averse s'étale sur 5 heures.

$$\underline{P_M = 84,0 \text{ mm}} \quad \underline{P = 67,5 \text{ mm}}$$

La crue est simple : $\underline{Q_M = 39,8 \text{ m}^3/\text{s}}$ $\underline{t_m = 4 \text{ heures}}$.
Le coefficient de ruissellement n'est pas très élevé malgré l'averse de la veille. I_H étant élevé, on voit bien l'insuffisance de cet indice qui traduit mal le déficit général du début de la saison des pluies.

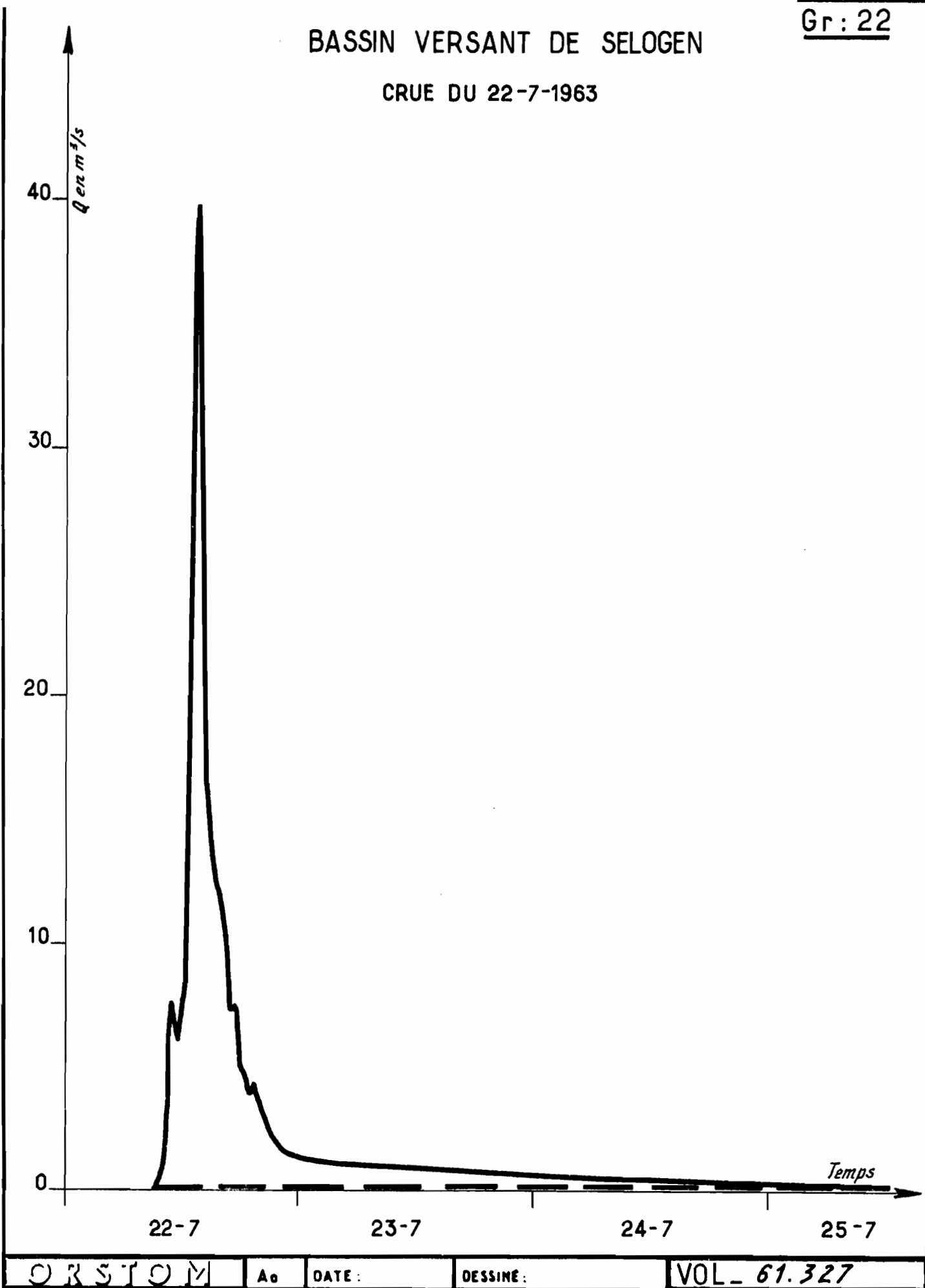
Crue du 21 Août -

Provoquée par une averse très homogène qui survient un peu plus de 24 heures après une précipitation moyenne de 17,0 mm :

$$\underline{P_M = 65,5 \text{ mm}} \quad \underline{P = 60,0 \text{ mm}}$$

BASSIN VERSANT DE SELOGEN

CRUE DU 22-7-1963



La crue présente deux pointes séparées par un intervalle de temps de 1 heure.

$$\underline{Q_{M1} = 41,5 \text{ m}^3/\text{s}} \quad \underline{t_{m1} = 4 \text{ heures.}}$$
$$\underline{Q_{M2} = 37,9 \text{ m}^3/\text{s.}}$$

Cette double pointe correspond certainement à l'arrivée de la deuxième onde de crue venant de la partie amont du bassin car rien, dans l'averse, ne permet de donner une autre explication.

C'est la plus forte crue de l'année.

Crue du 28 Août -

Elle est provoquée par une averse homogène centrée sur l'amont du bassin.

$$\underline{P_M = 52,0 \text{ mm}} \quad \underline{P = 49,5 \text{ mm.}}$$

La durée moyenne de l'averse est de 2 heures.

La crue est simple.

$$\underline{Q_M = 32,8 \text{ m}^3/\text{s}} \quad \underline{t_m = 4 \text{ heures.}}$$

Crue du 8 Septembre -

On a enregistré le 8 Septembre deux crues ayant sensiblement la même importance, consécutives à deux averses séparées par un intervalle de temps de $14 \frac{1}{2}$ heures.

Crue n°1 -

Elle correspond à une averse centrée sur l'amont du bassin et décroît en intensité vers l'aval. Durée moyenne de l'averse: 3 heures.

$$\underline{P_M = 60,5 \text{ mm}} \quad \underline{P = 54,5 \text{ mm.}}$$

La crue est simple, elle n'est pas très forte, le sol

étant assez sec avant la pluie.

$$\underline{Q_M} = 13,6 \text{ m}^3/\text{s} \quad \underline{t_m} = 5 \text{ heures.}$$

Crue n°2 -

Elle correspond à une averse centrée sur l'amont du bassin, de durée moyenne égale à $2 \frac{1}{2}$ heures.

$$\underline{P_M} = 29,0 \text{ mm} \quad \underline{P} = 24,0 \text{ mm.}$$

La crue est simple, elle bénéficie de la saturation du sol par l'averse précédente.

$$\underline{Q_M} = 14,0 \text{ m}^3/\text{s} \quad \underline{t_m} = 4 \frac{1}{2} \text{ heures.}$$

Crue du 11 Septembre -

Elle correspond à une averse centrée sur l'aval du bassin de durée moyenne égale à 3 heures.

$$\underline{P_M} = 32,0 \text{ mm} \quad \underline{P} = 27,7 \text{ mm.}$$

La crue présente deux pointes séparées par un intervalle de temps de $1 \frac{1}{2}$ heure.

$$\begin{aligned} \underline{Q_{M1}} &= 12,1 \text{ m}^3/\text{s} & \underline{t_m} &= 5 \text{ heures} \\ \underline{Q_{M2}} &= 12,8 \text{ m}^3/\text{s} & \underline{t_m} &= 1 \frac{1}{2} \text{ heure.} \end{aligned}$$

Les principales caractéristiques de ces couples averse-crue sont rassemblées dans le tableau suivant, qui groupe toutes les crues étudiées en 1961, 1962 et 1963.

BASSIN VERSANT de SELOGEN (S = 75 km²)
 CARACTERISTIQUES des CRUES 1961-1962 et 1963

	No	Date	P _M mm	P mm	K	V _R 10 ³ m ³	H _R mm	K _R %	I _H	q _o m ³ /s	t _m h	t _p h	T _b j	Q _M m ³ /s	Q _M /H _R	q max. l/s/km ²
1961	14	2/9	65,0	60,0	0,92	280	3,7	6,2	19,2	(0,10)	4-6	4-6	3	4,0	1,08	55,0
	15	11/9	59,0	50,0	0,85	430	5,7	11,4	16,2	0,20	5	5	3	7,0	1,23	95,0
1962	1	2-3/8	55,5	47,0	0,85	150	2,3	4,4	19,2	0	3 $\frac{1}{2}$	4	3	5,2	2,3	70,0
	2	2/8	35,7	15,0	0,40	180	2,4	16,0	36,1	0,12	11		3	2,3	0,96	30,6
	3	26/8	32,0	14,2	0,44	144	1,9	13,5	32,6	0,22	4 $\frac{1}{2}$ 6 $\frac{1}{2}$	(2)	3 $\frac{1}{2}$	4,0	2,1	53,4
	4	31/8	104,6	71,8	0,69	850	11,3	15,8	21,7	0,20	4	2	3	32,3	2,86	430,0
	5	3/9	24,0	15,7	0,65	252	3,3	21,4	47,8	1,0	6 $\frac{1}{2}$ 2	6 $\frac{1}{2}$	4	4,1	1,24	54,7
	6	6/9	17,0	13,7	0,81	208	2,8	20,0	34,3	1,0	5 $\frac{1}{2}$		3	3,4	1,21	45,3
	7	7/9	19,5	18,4	0,94	234	3,1	17,0	43,9	1,02	9	(9)	3	5,8	1,87	77,3
	8	9/9	22,0	20,4	0,93	381	5,1	25,0	36,6	1,04	11	(11)	3 $\frac{1}{2}$	4,9	0,96	65,4
	9	11/9	11,5	10,4	0,90	136	1,8	17,5	36,3	1,06	6 $\frac{1}{2}$		3 $\frac{1}{2}$	2,4	1,34	32,0
	10	17/9	22,5	20,3	0,90	131	1,7	8,4	18,4	0,75	12 $\frac{1}{2}$ 16		3 $\frac{1}{2}$	2,0	1,10	26,6
	11	20-21/9	24,5	21,2	0,86	360	4,8	22,6	26,8	0,90	6	5	4	5,9	1,23	79,0
	12	4/10	28,5	18,6	0,65	216	2,9	15,5	29,0	0,40	6	(5)	4	2,42	0,83	32,0
	13	13/10	23,0	15,0	0,65	108	1,4	9,3	11,5	0,40	4		4	1,7	1,22	22,6
1963	16	22/7	84,0	67,5	0,80	540	7,2	10,0	44,9	0	4	4	2 $\frac{1}{2}$	39,8	5,5	530
	17	21/8	65,5	60,0	0,92	1 000	13,5	22,5	41,3	0,50	4 $\frac{1}{2}$	4	3 $\frac{1}{2}$	41,5	3,1	550
	18	28/8	52,0	49,5	0,95	735	9,8	19,8	25,7	0,80	4 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	32,8	3,3	440
	19	8/9	60,5	54,5	0,90	520	7,0	12,8	23,1	0,40	5	4	1 $\frac{1}{2}$	13,6	1,9	180
	20	8/9	29,0	24,0	0,83	485	6,4	26,7	77,5	6,40	4 $\frac{1}{2}$	4	2 $\frac{1}{2}$	14,0	2,2	187
	21	11/9	32,0	27,7	0,86	470	6,2	22,4	35,3	1,5	5 $\frac{1}{2}$	5	2	12,1	2,0	160
													12,8		170	

Notons tout de suite la similitude des deux crues du 8 Septembre 1963. La crue n° 2 avec une averse de hauteur moyenne moitié moindre de celle de la crue n° 1, produit un volume ruisselé et un débit de pointe sensiblement équivalents à ceux de la première crue.

Le coefficient de ruissellement de la crue n° 2 est égal au double de celui de la crue n° 1 et correspond à un indice d'humidité I_H très élevé.

D'une façon générale, les crues enregistrées en 1963 sont nettement plus importantes que celles des deux années précédentes.

En effet, sur l'ensemble des crues de 1961 et de 1962, une seule dépassait un débit de pointe de $10 \text{ m}^3/\text{s}$: le 31 Août 1962, on enregistrerait un maximum de $32,3 \text{ m}^3/\text{s}$ pour une pluie moyenne de $71,8 \text{ mm}$ soit presque la fréquence décennale ; le volume ruisselé était de $850 \cdot 10^3 \text{ m}^3$.

En 1963, nous trouvons 7 crues qui dépassent un Q_M de $10 \text{ m}^3/\text{s}$, dont trois qui dépassent $30 \text{ m}^3/\text{s}$.

La plus forte, celle du 21 Août, atteint $41,5 \text{ m}^3/\text{s}$ pour une pluie moyenne de 60 mm et un volume ruisselé de $1\ 000 \cdot 10^3 \text{ m}^3$. On note pour cette crue un I_H très largement supérieur à celui du 31 Août 1962 ($41,3$ contre $21,7$), ce qui explique d'ailleurs la différence entre le volume des deux crues.

Cette série de fortes crues correspond :

1° - à un nombre plus important de fortes averses.
On note, en effet, en 1963 quatre averses dépassant en pluviométrie moyenne la fréquence médiane contre une seule en 1962.

2° - à des indices d'humidité évidemment beaucoup plus forts que pour les années précédentes, ce qui résulte d'ailleurs de la succession de ces fortes averses ; les six crues étudiées présentent en effet des indices d'humidité supérieurs à 20, trois étant supérieurs à 40, alors qu'en 1962 et 1961, sur 15 crues étudiées, 2 seulement possèdent un I_H supérieur à 40.

Nous pouvons donc en conclure que les valeurs des

débits maximaux, observées en 1963 pour des averses de fréquence médiane, sont certainement supérieures à la normale du fait des excellentes conditions d'humidité du sol.

Toutefois, l'examen du tableau présentant les caractéristiques des crues étudiées au cours des trois campagnes, nous conduit à majorer quelque peu nos estimations de crue médiane et de crue décennale antérieures.

3.5.4. - Estimation des crues médianes et décennales -

Crue médiane -

Il paraît préférable, dans le cas présent, d'estimer le coefficient de réduction non pas en prenant la valeur médiane sur toutes les averses mais en ne gardant que les plus importantes.

Nous retiendrons donc 0,85 comme valeur du coefficient de réduction.

En 1962, nous avons retenu un indice d'humidité égal à 20. Si l'on considère que, sur 21 crues, 16 ont un indice d'humidité dépassant cette valeur, il est plus correct de retenir $I_H = 25$, ce qui nous donne un coefficient de ruissellement de 20 %.

Toujours sous l'influence de l'année 1963, nous prendrons $Q_M/H_R = 3,0$. Cette valeur peut paraître forte en ne considérant que les deux premières années d'observation ; mais celles-ci ne comportent qu'une seule crue dépassant $10 \text{ m}^3/\text{s}$, celle du 31 Août 1963 qui atteint un débit maximal de $32,3 \text{ m}^3/\text{s}$ et dont le rapport Q_M/H_R est de 2,86.

Avec ces nouvelles valeurs, nous calculerons la crue médiane en partant de la précipitation ponctuelle médiane soit 62,5 mm.

$$62,5 \times 0,85 = 53,0 \text{ mm.}$$

$$P = 53,0 \text{ mm.}$$

$$53,0 \times 0,20 = 10,6 \text{ mm}$$

$$H_R = 10,6 \text{ mm.}$$

$$Q_M = 10,6 \times 3,0$$

$$Q_M = 31,8 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Nous retiendrons pour la crue médiane :

$$Q_M = 32 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (} q = 430 \text{ l/s, km}^2 \text{)}.$$

Crue décennale

Nous conserverons le coefficient de réduction $K = 0,85$. Nous prendrons en considérant l'ensemble des crues, $I_H = 30$, ce qui nous donne un coefficient de ruissellement de 26 %.

En adoptant comme valeur du rapport $Q_M/H_R = 3,5$, nous calculerons notre nouvelle valeur de crue décennale.

La précipitation maximale ponctuelle de fréquence décennale étant de 112,5, la valeur de la pluie moyenne correspondante **P est :**

$$112,5 \times 0,85 = 95,5$$

$$P = 95,5 \text{ mm}$$

$$95,5 \times 0,26 = 24,8$$

$$H_R = 24,8 \text{ mm}$$

$$Q_M = 24,8 \times 3,5$$

$$Q_M = 87 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Nous retiendrons pour la crue décennale :

$$Q_M = 87 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (} q = 1 \text{ 160 l/s. km}^2 \text{)}$$

3.5.5. - Bilan de surface -

Nous rappelons les débits moyens mensuels observés en 1963, exprimés en m^3/s :

J	J	A	S	O	N
0,21	0,28	1,27	1,59	0,92	(0,56)

Ces débits nous permettent de calculer le module.

- Module : 0,40 m³/s (Module spécifique q = 5,3 l/s/km²)
- Hauteur de la lame d'eau équivalente H_e = 182 mm
- Déficit d'écoulement D_e = 906-182
- D_e = 724 mm.
- Coefficient d'écoulement 20 %
- Total des apports naturels en 1963, 12 944 10³m³.

Il faut noter en 1963 que le déversement commencé le 22 Juillet se poursuit vraisemblablement jusqu'à la fin Novembre, alors qu'en 1962 pour une pluviométrie sensiblement identique, le débit de base diminuait rapidement et cessait fin Octobre.

Débit de base et indice d'humidité sont liés et sont anormalement forts en 1963, ce qui nous conduit aux conclusions suivantes :

3.5.6. - Conclusions -

Comme pour les bassins précédents, nous avons rassemblé dans un tableau les valeurs caractéristiques des trois années :

Année	P mm	D %	E %	V 10 ³ m ³	K _e %
1961	780	13,3		3 050	5,1
1962	900	0	0	7 877	10,8
1963	906		0,7	12 944	20,0

On note, pour des hauteurs pluviométriques égales à la moyenne, un excédent de 5 000 10³ m³ des apports naturels de 1963 sur ceux de 1962.

Cette différence est certainement due à la répartition des pluies totalement différente dans les 2 cas.

En 1962 : concentration des pluies en Août mais les mois de Juin et de Juillet sont déficitaires.

En 1963 : on observe de fortes averses en Juin et Juillet, ce qui donne une bonne humidification du sol avant un mois d'Août légèrement inférieur à celui de 1962.

Nous retiendrons donc les valeurs suivantes :

Apports en année moyenne : 5 000 000 m³

Apports en année décennale sèche : 1 000 000 m³

Crue décennale : $Q_M = 87 \text{ m}^3/\text{s}$ $q = 1\,160 \text{ l/s/km}^2$.

BASSIN VERSANT de KAMBOENSE
(S = 125 km²)

L'année 1963 n'ayant donné lieu à aucun déversement, il n'a pas été possible d'effectuer de jaugeages et la courbe d'étalonnage provisoire des rapports précédents doit être conservée malgré son imprécision.

3.6.1. - Débits journaliers - Débits moyens mensuels -

Sur les quatre mois d'enregistrement (Juin à Septembre), on observe seulement 29 jours d'écoulement, le débit maximal entrant dans la retenue est de 3,3 m³/s pendant 30 minutes le 21 Août.

Le tableau suivant donne les débits moyens mensuels en m³/s et les volumes correspondants :

Mois	J	J	A	S
m ³ /s	0,07	0,04	0,10	0,003
Volume en 10 ³ m ³	181	107	268	8

L'absence de crues intéressantes en 1963 ne nous permet pas de préciser les valeurs établies en 1962 en ce qui concerne les crues médiane et décennale.

3.6.2. - Bilan de surface -

Les débits moyens mensuels indiqués plus haut nous permettent de calculer le module pour 1963.

Module : 0,018 m³/s (Module spécifique 0,1 l/s/km²)

Hauteur de la lame d'eau équivalente H_e = 4,5 mm.

Déficit d'écoulement $D_e = 750 - 4,5$

$D_e = 745$ mm

Coefficient d'écoulement 0,6 %

Les apports naturels pour 1963 sont de $681 \cdot 10^3$ m³

3.6.3. - CONCLUSIONS -

Les trois années d'étude présentent les caractéristiques principales suivantes :

Année	P mm	D %	E %	V 10 ³ m ³	K _e %
1961	780	5,5		5 175	5,3
1962	900		15,2	3 922	3,5
1963	750	9,1		681	0,6

Nous remarquons une nouvelle fois la mauvaise corrélation entre coefficient d'écoulement et module pluviométrique annuel.

Les années 1961 et 1963 ont des modules pluviométriques sensiblement équivalents mais alors que la répartition mensuelle de la pluviométrie est identique pour les deux années jusqu'en Août, le mois de Septembre est très arrosé en 1961 et très faible en 1963.

C'est là qu'il nous faut rechercher la raison de l'énorme écart entre les apports naturels des deux années.

C'est la concentration des fortes averses en Septembre sur un bassin avec un réseau hydrographique très peu développé, permet la formation de crues importantes, et aussi la répartition de ces averses dans l'espace : en 1961 les deux averses du 2 et du 11 sont centrées sur l'aval.

Ainsi, en 1962, pour un module pluviométrique très

nettement supérieur à celui de 1961, on observe un volume d'apports inférieur à celui de 1961, les pluies étant surtout réparties sur Août, Septembre étant cependant supérieur à la moyenne, Juillet étant nettement déficitaire.

Il semble donc qu'il faille considérer l'année 1961 comme très supérieure à l'année moyenne grâce à la répartition favorable des pluies.

Nous retiendrons les valeurs suivantes :

Apports en année moyenne : 3 000 000 m³

Apports en année décennale sèche : 600 000 m³

Crue décennale : $Q_m = 45 \text{ m}^3/\text{s}$ $q = 360 \text{ l/s/km}^2$

BASSIN VERSANT de BOULET
(S = 125 km²)

3.7.1. - Débits journaliers - Débits moyens mensuels -

Comme en 1962, les apports dans la retenue ne sont enregistrés qu'à partir d'Août le flotteur étant à sec avant cette date.

Les débits journaliers exprimés en m³/s sont rassemblés dans le tableau suivant :

Jours	J	A	S	Jours	J	A	S
1		0	0	17		0	0
2		0	0	18		0	0
3		0,39	0	19		0,926	0
4		0	0	20		15,97	0
5		0	0	21		5,87	0,18
6		0	0	22		2,88	0
7		14,73	0	23		0,84	0
8		4,22	2,14	24		0,22	0
9		1,47	0	25		0,018	0
10		0,078	0	26		1,55	0
11		0	0,92	27		0,13	0
12		0	0,39	28		2,35	0
13		0	0	29		1,86	0
14		0	0	30		0,74	0
15		0	0	31		0,090	0
16		0	0				0

Les débits moyens mensuels en m³/s et les volumes correspondants sont pour les deux mois d'enregistrement :

Mois	A	S
m ³ /s	1,75	0,12
Volume en 10 ³ m ³	5 056	316

3.7.2. - Etude des averses et des crues -

Une crue importante a lieu en 1963, le 7 Août -
(Graphique 24)

Elle correspond à une averse centrée sur la limite des bassins de BOULBI et de OUAGADOUGOU I (BOASA : 84,0 mm). Cette averse décroît vers l'aval du bassin, on ne recueille plus que 31,6 mm au pluviomètre de BOULBI.

L'averse présente les caractéristiques suivantes :

$$\underline{R_M = 84,0 \text{ mm}} \quad \underline{P = 58,0 \text{ mm}} \quad \underline{K = 0,69.}$$

Elle se produit environ 12 heures après une précipitation de valeur moyenne estimée à 20 mm et bénéficie donc de bonnes conditions d'humidité du sol, ce qui explique le coefficient de ruissellement obtenu, 23 %.

La crue présente deux pointes ; la première atteint 78 m³/s 2 heures après le début de la crue, la seconde 56 m³/s 4 heures après le début de la crue.

Les temps de montée sont courts. Le temps de réponse peut être estimé à 5 heures en nous basant sur le pluviographe de ZEKOUNGA.

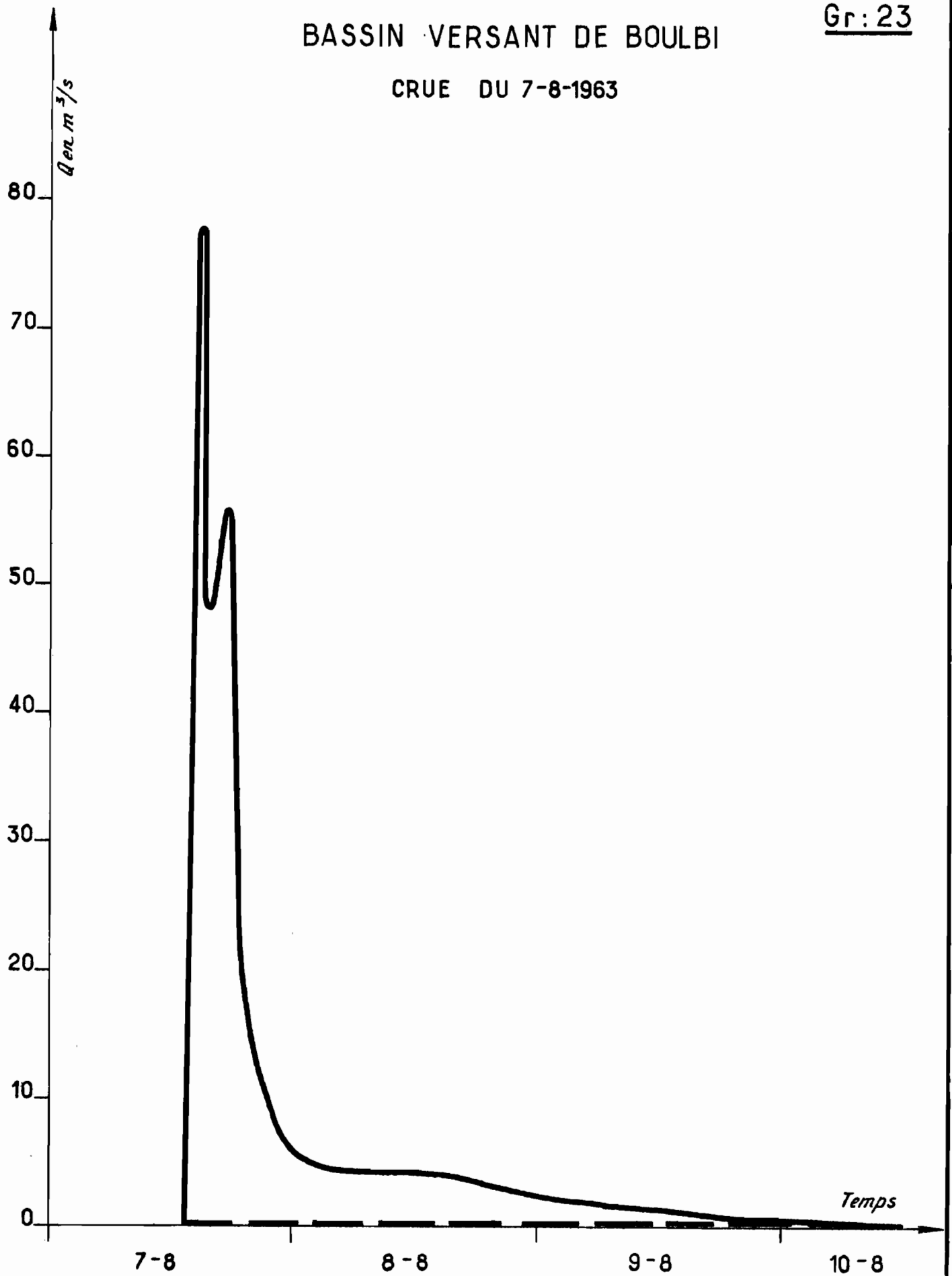
Le temps de base est de l'ordre de 3 jours.

Le volume ruisselé V_R est de 1 700 10³ m³, soit une lame d'eau de 13,6 mm, ce qui nous donne 23 % comme valeur du coefficient de ruissellement. Cette valeur est élevée pour une crue se produisant début Août après un mois de Juin et un mois de Juillet déficitaires : on doit voir là l'influence de

BASSIN VERSANT DE BOULBI

Gr: 23

CRUE DU 7-8-1963



ORSTOM

Ao

DATE:

DESSINE:

VOL - 61.328

l'averse du 6 Août.

Le rapport Q_M/H_R est élevé mais correspond au cas d'une crue se produisant la retenue n'étant pas pleine, ce qui diminue l'amortissement de la pointe de crue.

Résumons les principales caractéristiques de cette crue :

$$\underline{V_R = 1\ 700\ 10^3\ m^3}$$

$$\underline{K_R = 23\ \%}$$

$$\underline{Q_{M1} = 78\ m^3/s} \quad \underline{q = 625\ l/s/km^2}$$

$$\underline{Q_{M2} = 56\ m^3/s} \quad \underline{q = 450\ l/s/km^2}$$

Cette crue se place au troisième rang des 8 crues étudiées pendant les trois campagnes, tant du point de vue débit maximal que du point de vue volume ruisselé. Le coefficient de ruissellement de 23 % correspond à un indice d'humidité moyen.

3.7.3. - Bilan de surface -

Nous calculerons le module en tenant compte du volume retenu à la cote de déversement soit $2\ 350\ 10^3\ m^3$.

Module : $0,25\ m^3/s$ (Module spécifique $q = 2,0\ l/s/km^2$)

Hauteur de la lame d'eau équivalente $H_e = 65,0\ mm$

Déficit d'écoulement $D_e = 670 - 65$

$D_e = 605\ mm$.

Coefficient d'écoulement 9,7 %.

Le tableau suivant donne les apports déversés et les apports naturels mensuels ainsi que les volumes annuels.

Mois	A	S	Volume total
Apports déversés en 10 ³ m ³	2 950	7	2 957
Apports naturels en 10 ³ m ³	5 056	316	8 091

3.7.4. - CONCLUSIONS -

Une comparaison entre les trois années a relativement peu d'intérêt ; en effet les lachûres de vannes sont très fréquentes à BOULBI et les valeurs obtenues en 1961 et 1962 sont certainement sous-estimées ce qui explique que l'année 1963, année de très faible pluviométrie (fréquence décennale), possède un coefficient d'écoulement supérieur à ceux des deux autres années.

Année	Pmm	D %	E %	V 10 ³ m ³	K _e %
1961	830	5,1		6 950	6,6
1962	1050		20,0	10 014	7,7
1963	670	23,4		8 091	9,7

Nous retiendrons les valeurs suivantes :

Apports en année moyenne : 7 000 000 m³
Apports en année décennale sèche : 2 000 000 m³
Crue décennale Q_M = 135 m³/s q = 1 100 l/s/km²

BASSIN VERSANT de DONSE
(S = 175 km²)

L'écoulement permanent ne s'établit pas en 1963, alors qu'en 1962 l'écoulement commençant le 26 Juillet ne s'arrêtait que le 4 Octobre.

On compte 28 jours d'écoulement en 1963 contre 83 en 1962.

Il ne se produit pas de déversement.

3.8.1. - Débits journaliers - Débits moyens mensuels -

Les débits journaliers entrant dans la retenue sont rassemblés dans le tableau suivant exprimés en m³/s.

Jours	J	A	S	O	Jours	J	A	S	O
1	0	0	0,069	0,29	17	0	0,11	0	0
2	0	0	0	0	18	0,29	0,40		
3	0	0,15	0	0	19	0,10	0,057		
4	1,76	0	0	0	20	0,092	0		
5	0,046	0	0	0	21	0,35	0,11		
6	0	0	0	0	22	1,28	0		
7	0	0,25	0	0	23	0,73	0,23		
8	0	1,52	0	0	24	0	0,35		
9	0	0,52	0	0	25	0	0,38		
10	0	0,057	0	0	26	0	0		
11	0	0,11	0,82	0,11	27	0	0		
12	0	0	0	0,057	28	0	0,13		
13	0	0	0	0	29	0	0		
14	0	0	0	0	30	0	0	0	
15	0	0	0	0	31	0	0		0
16	0	0,11	0	0					

Ces débits journaliers nous conduisent aux débits moyens mensuels et aux volumes correspondants donnés par le tableau suivant :

Mois	J	A	S	O
m ³ /s	0,147	0,145	0,030	0,015
Volume en 10 ³ m ³	394	388	78	40

L'hivernage 1963 ne comporte aucune crue importante et nous conserverons les valeurs obtenues en 1962 en ce qui concerne nos estimations de crue médiane et décennale.

3.8.2. - Bilan de surface -

Les débits moyens mensuels nous permettent de calculer le module pour 1963.

- Module : 0,031 m³/s (Module spécifique $q = 0,2$ l/s/km²)
- Hauteur de la lame d'eau équivalente $H_e = 5,6$ mm.
- Déficit d'écoulement $D_e = 570 - 5,6$
- $D_e = 564$ mm.
- Coefficient d'écoulement ≈ 1 %
- Le total des apports naturels pour 1963 est de $1\,489\,10^3$ m³

A la très faible pluviométrie enregistrée sur le bassin versant de DONSE (fréquence inférieure à la fréquence décennale) correspond un très faible volume écoulé, pas de déversement et aucune crue notable.

3.8.3. - CONCLUSIONS -

Les valeurs caractéristiques des trois années sont rassemblées dans le tableau suivant :

Année	P mm	D%	E%	V 103 m ³	K _e %
1961	770	6,7		16 280	12,0
1962	790	4,2		10 405	6,8
1963	570	31,0		1 489	1,0

Les trois années sont déficitaires si l'on considère les hauteurs pluviométriques.

L'année 1961 a bénéficié d'une excellente concentration dans le temps des fortes averses, ce qui explique son coefficient d'écoulement double de celui de 1962 malgré une pluviométrie légèrement inférieure. Notons aussi la position de l'averse du 11 Septembre centrée sur la partie aval du bassin d'où un volume écoulé nettement supérieur à la moyenne. Mais 1963 a eu un écoulement encore plus faible que ne le laissait supposer le classement de la hauteur annuelle.

Nous retiendrons les valeurs suivantes :

Apports en année moyenne : 10 000 000 m³
Apports en année décennale sèche : 2 000 000 m³
Crue décennale $Q_M = 75 \text{ m}^3/\text{s}$ $q = 430 \text{ l/s/km}^2$

BASSIN VERSANT de PABRÉ
(S = 210 km²)

Nous ne disposons, pour ce bassin exploité en 1962 et 1963, que des relevés des cotes journalières.

3.9.1. - Etalonnage du déversoir -

Ce déversoir n'a pas une forme régulière. En partant de la rive droite, on trouve une première partie longue de 300 mètres et orientée NNE - SSW, puis un léger coude qui correspond à la cote la plus élevée du déversoir (470 cm à l'échelle) ; vient ensuite une seconde partie de 30 mètres de long orientée N-S.

De part et d'autre de ce point d'inflexion, le déversoir s'abaisse jusqu'à la cote $H_0 = 433$ pour la rive gauche, et $H_0 = 425$ pour la rive droite.

On peut appliquer avec d'importantes réserves une formule du type :

$$Q = \mu \sqrt{2g} \int_0^{l_3} h^{\frac{3}{2}} dl$$

avec $\mu = 0,18$

$$h = H - H_0$$

On prendra pour h une valeur moyenne étant donné l'irrégularité de la surface du déversoir. Le calcul de h moyen par planimétrage conduit évidemment à une sous-estimation des débits déversés surtout pour les basses eaux.

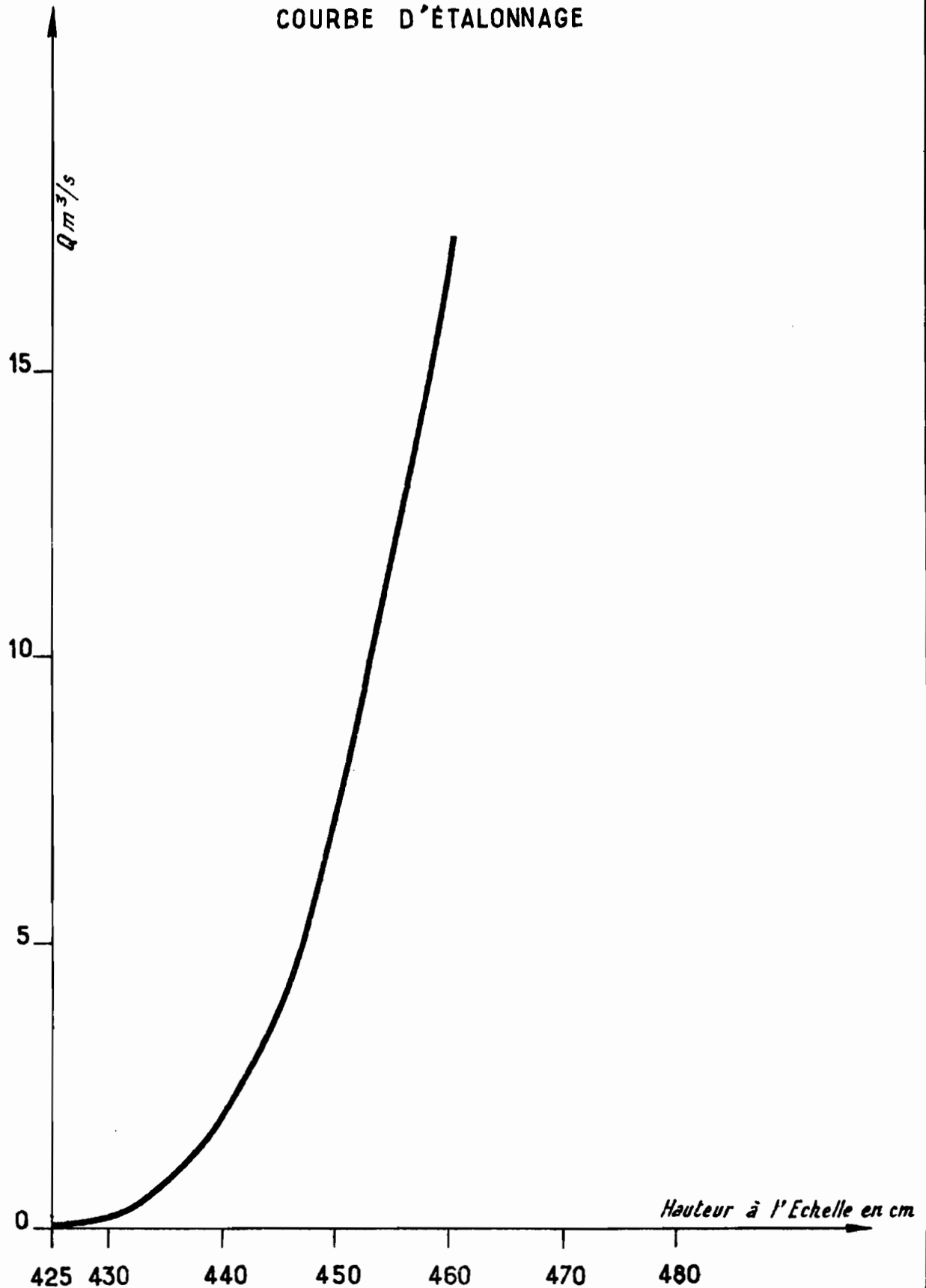
La courbe d'étalonnage tracée au graphique 24 est une estimation sommaire mais elle va nous permettre de nous faire une idée des débits déversés en 1962.

Les courbes de remplissage de la retenue de PABRÉ

DÉVERSOIR DE PABRÉ (*Estimation*)

Gr: 24

COURBE D'ÉTALONNAGE



ORSTOM

Ao

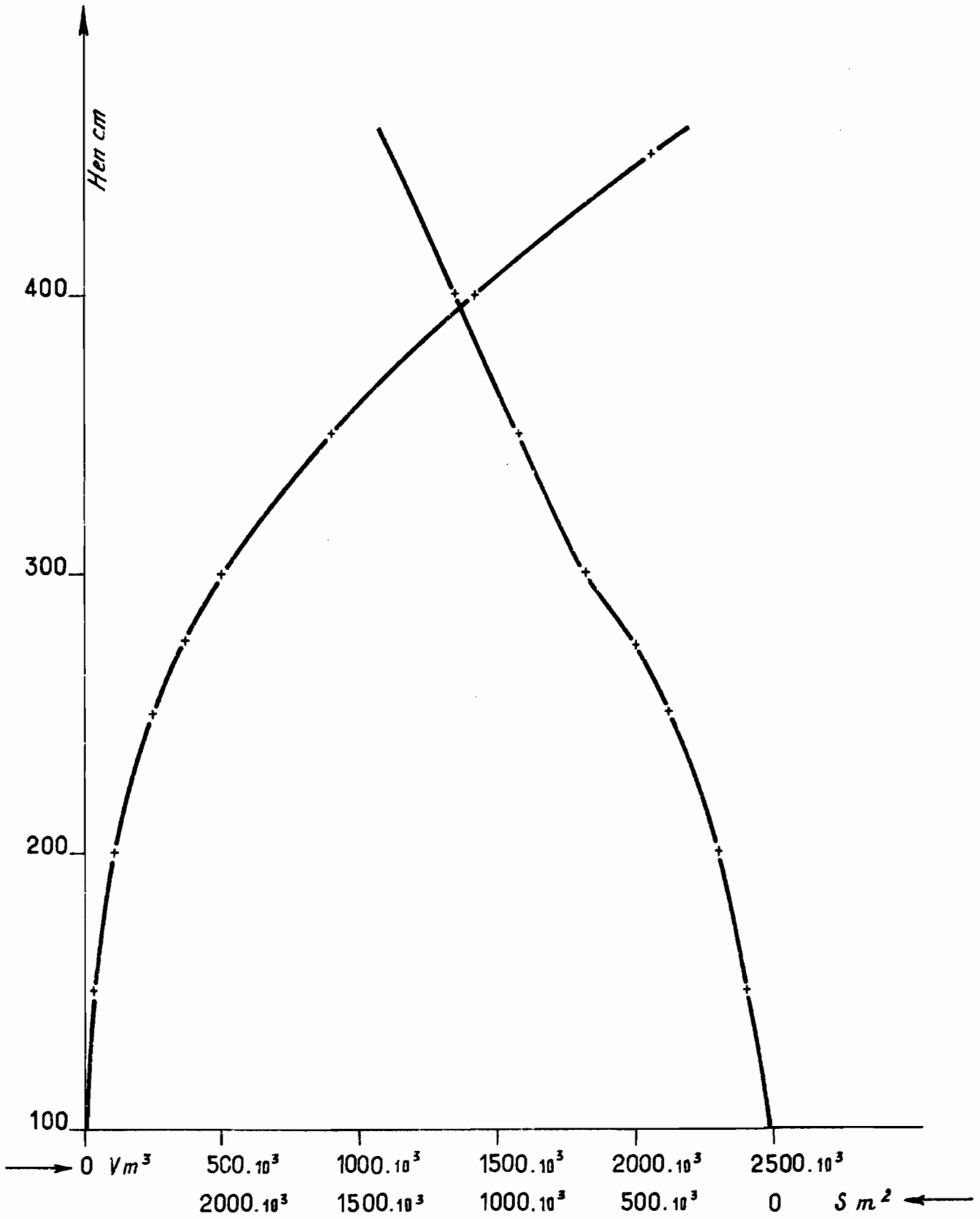
DATE:

DESSINÉ:

VOL - 61.329

RETENUE DE PABRE

COURBES DE REMPLISSAGE



figurent au graphique 25.

Il n'a pas été possible de faire une étude de crue à partir des renseignements en notre possession.

3.9.2. - Bilan de surface -

3.9.2.1. - Année 1962

Nous ne disposons des lectures d'échelle que du 17 Juillet au 30 Octobre.

Le déversement débute le 13 Août et s'achève le 20 Octobre. Le volume déversé dans cet intervalle de temps est de $11\ 000\ 10^3\ m^3$ soit une lame d'eau de 52,4 mm. La hauteur de pluie tombée sur le bassin pendant cette même période étant de 540 mm, on obtient un coefficient de ruissellement de l'ordre de 9,7 %.

On peut estimer à $12\ 939\ 10^3\ m^3$ le total des apports naturels pour 1962, se répartissant de la façon suivante :

Mois	J	A	S	O	Volume total
Débit moyen mensuel en m^3/s	0,16	1,56	2,38	0,35	
Apports déversés en $10^3\ m^3$		3 890	6 180	950	11 000
Apports naturels en $10^3\ m^3$	440	4 139	6 180	950	12 939

Le module calculé sur le total des apports naturels ressort à :

- Module : $0,41\ m^3/s$ (Module spécifique $q = 1,9\ l/s/km^2$)

- Hauteur de la lame d'eau équivalente $H_e = 61,7$ mm.
- Déficit d'écoulement $D_e = 750 - 61,7$.
- $D_e = 688$ mm.
- Coefficient d'écoulement 8,2 %

Ce coefficient d'écoulement paraît fort, comparé par exemple à celui de KAMBOENSE (5,3 % pour une pluviométrie de 900 mm). Il faut peut-être voir là une influence de la répartition spatiale de la pluie en 1962, surtout abondante sur l'aval du bassin.

3.9.2.2. - Année 1963

Les débits déversés sont nuls.

Les apports dans la retenue estimés à partir des lectures d'échelle se répartissent comme suit :

Mois	M	J	J	A	S	O	Volume total
Débit moyen mensuel en m^3/s	0,077	0,078	0,077	0,033	0,016	0,009	
Apports naturels en $m^3 10^3$	206,2	203,2	206,5	89	41	26	1 542

Le module pour 1963 calculé sur le total des apports naturels ressort à :

- Module : $0,047 m^3/s$ (Module spécifique $q = 0,2 l/s/km^2$)
- Hauteur de la lame d'eau équivalente $H_e = 7,1$ mm.
- Déficit d'écoulement $D_e = 740 - 7,1$.
- $D_e = 733$ mm.
- Coefficient d'écoulement 0,96 %.

3.9.3. - CONCLUSIONS -

Nous avons rassemblé dans le tableau suivant les caractéristiques principales des deux années d'étude :

Année	P mm	D %	E %	V 10 ³ m ³	K _e %
1962	750	9,1		12 939	8,2
1963	740	10,0		1 542	0,96

Rappelons que l'hydraulicité de 1961 a été très élevée, le barrage ayant été emporté.

Ce tableau fait ressortir l'énorme différence entre les apports naturels des deux années alors que la différence de hauteur pluviométrique n'est que de 10 mm.

L'année 1963 présente, par rapport à l'année 1962, un déficit de 87 % pour les apports naturels et de 1,3 % pour la pluviométrie.

Cette différence provient surtout de la répartition très défavorable des précipitations mensuelles et journalières.

En 1962, la pluviométrie est très importante sur la retenue même (supérieure à 900 mm) alors qu'en 1963 c'est l'isohyète 700 qui passe à PABRÉ.

Pour des hauteurs moyennes sensiblement identiques, la répartition spatiale peut amener de grandes différences dans les volumes écoulés, ceci étant évidemment d'autant plus important que le bassin est plus grand.

Nous retiendrons les valeurs suivantes :

Apports en année moyenne : 8 000 000 m³

Apports en année décennale sèche : 2 000 000 m³

Crue décennale estimée par comparaison avec les autres bassins :

$$Q_M = 65 \text{ m}^3/\text{s} \quad q = 300 \text{ l/s/km}^2$$

BASSIN VERSANT de OUAGADOUGOU I
(S = 285 km²)

3.10.1. - Débits journaliers - Débits moyens mensuels.

L'écoulement permanent s'établit le 6 Août et s'arrête le 18 Septembre.

Le déversement commencé le 7 Août s'achève le 18 Septembre. Les débits journaliers, entrant dans la retenue, exprimés en m³/s, sont rassemblés dans le tableau suivant :

Jours	J	A	S	Jours	J	A	S
1	0	0	0,27	16	0	0,96	0,31
2		0	0,27	17		0,76	0,27
3		0	0,35	18		0,25	0,14
4		0	0,35	19		0,65	
5		0	0,35	20		1,07	
6		0,71	0,35	21		1,27	
7		11,44	0,35	22		1,55	
8		6,92	0,48	23		1,37	
9		2,87	0,62	24		0,86	
10		1,34	0,62	25		0,63	
11		0,71	0,62	26	0	0,52	
12		0,50	0,62	27	0,09	0,52	
13		0,32	0,58	28	0	0,52	
14		0,20	0,51	29	0	0,52	
15	0	0,63	0,35	30	0,04	0,48	
				31	0	0,39	

Ces débits journaliers nous permettent de calculer les débits moyens mensuels en m³/s et les volumes correspondants, entrant dans la retenue en 1963 :

Mois	J	A	S
m ³ /s	0,004	1,22	0,24
Volume en 10 ³ m ³	11	3 267	622

3.10.2. - Etude des averses et des crues -

Une seule crue intéressante se produit en 1963 le 7 Août.

Deux averses séparées par un intervalle de temps de 9 heures, centrées sur l'aval du bassin, donnent une hauteur moyenne de précipitation égale à 75,3 mm avec un maximum ponctuel de 103 mm à OUAGADOUGOU-Case.

La première pointe de crue atteint 19,1 m³/s, son temps de montée est de l'ordre de 10 heures.

La seconde atteint 25,8 m³/s, son temps de montée est de 2 heures, la seconde averse étant nettement centrée sur l'aval du bassin.

Le volume total ruisselé est de 2 143 10³ m³, ce qui représente une lame d'eau de 7,5 mm.

Le coefficient de ruissellement global est de 9,9 %, ce qui est faible comparé à ceux obtenus en 1961 et en 1962. Il correspondrait à celui d'une crue qui se produirait en Juillet. Ceci s'explique par la faible saturation du sol en 1963.

3.10.3. - Bilan de surface -

Les débits moyens mensuels pour 1963 nous permettent de calculer le module.

- Module : 0,12 m³/s (Module spécifique $q = 0,4 \text{ l/s/km}^2$)
- Hauteur de la lame d'eau équivalente $H_e = 13,8 \text{ mm}$.
- Déficit d'écoulement $D_e = 680 - 13,8$.

- $D_e = 666$ mm.
- Coefficient d'écoulement 2,0 %

Le tableau suivant donne les apports déversés et le total des apports naturels pour l'année 1963.

Mois	J	A	S	Volume total
Apports déversés en 10^3 m ³	0	3 267	622	3 889
Apports naturels en 10^3 m ³				4 539

L'année 1963 doit représenter l'année décennale sèche tant au point de vue pluviométrique qu'au point de vue des apports naturels.

3.10.4. - CONCLUSIONS -

Nous avons rassemblé dans le tableau ci-dessous les principales caractéristiques des 3 années d'étude.

Année	P mm	D %	E %	V 10^3 m ³	K_e %
1961	835	1,8		16 967	7,4
1962	850	0	0	29 697	11,9
1963	680	20,0		4 539	2,0

C'est en fait l'année 1961 qui se rapproche le plus, du point de vue du module pluviométrique annuel et surtout de la distribution des précipitations entre les différents mois, de l'année moyenne. L'année 1962, bien que sa hauteur pluviométrique corresponde exactement au module pluviométrique moyen,

est par trop favorisée par un mois d'Août très largement excédentaire suivant un mois de Juillet pratiquement normal et un mois de Juin très excédentaire lui aussi.

Nous retiendrons les valeurs suivantes :

Apports en année moyenne : 14,000 000 m³

Apports en année décennale sèche : 4 000 000 m³

Crue décennale $Q_M = 140 \text{ m}^3/\text{s}$ $q = 490 \text{ l/s.km}^2$

BASSIN VERSANT de OUAGADOUGOU III

(S = 350 km²)

L'étude des crues naturelles étant rendue trop complexe par la multiplicité des phénomènes entrant en jeu, nous nous sommes limités aux volumes déversés et aux volumes d'apports naturels globaux.

Le volume d'apports naturels globaux est égal à la somme des volumes déversés à OUAGADOUGOU III et des volumes utilisés pour le remplissage des retenues de OUAGADOUGOU I, II et III jusqu'au niveau du seuil de déversement.

Avant 1962, cette capacité était de 4 145 000 m³ dont 3 400 000 m³ pour OUAGADOUGOU II + III et 745 000 m³ pour OUAGADOUGOU I.

Après la surélévation des digues avant la saison des pluies 1962, la capacité des retenues passe à 6 105 000 m³, dont 5 360 000 m³ pour OUAGADOUGOU II + III et 745 000 m³ pour OUAGADOUGOU I.

3.11.1. - Etude du déversement en 1963 à OUAGADOUGOU III -

Le déversement débute le 20 Août et s'arrête le 17 Septembre. Le plus fort débit déversé est de 2,80 m³/s contre 31,9 m³/s en 1962 et 60 m³/s en 1961.

Le total des apports déversés est de 1 777 10³ m³, se répartissant comme suit entre les mois d'Août et de Septembre :

- Août : 1 060 10³ m³
- Septembre : 717 10³ m³

Ce volume déversé représente une lame d'eau de 5,1 mm.

L'année 1963 a un volume déversé certainement voisin

du volume déversé probable en année décennale sèche.

3.11.2. - CONCLUSIONS -

Le tableau suivant donne les volumes déversés à OUAGADOUGOU III ainsi que les apports naturels globaux classés par ordre décroissant à partir de 1956.

On a retranché, des volumes annuels déversés avant 1962, 1 960 000 m³ qui correspondent au volume supplémentaire mis en réserve à partir de 1962, ce pour homogénéiser nos données.

Nous donnons également dans ce tableau pour chaque année un indice pluviométrique I_p obtenu à partir des deux postes de OUAGADOUGOU-Aérodrome et de OUAGADOUGOU-Ville.

Malheureusement, cet indice ne fournit qu'une indication sommaire, il ne correspond que d'assez loin avec la pluie moyenne sur le bassin.

Il y a une très grande dispersion par rapport à la courbe de régression entre pluviométrie moyenne et apports globaux.

Il est à peu près certain que si nous pouvions rétablir les pluies moyennes annuelles sur OUAGADOUGOU III depuis 1956, notre corrélation serait beaucoup plus acceptable. En effet, l'accord entre apports globaux et pluviométrie moyenne annuelle est assez bon pour 1961, 1962 et 1963, mais nous aurions toujours des difficultés en raison de répartition inégale des précipitations mensuelles et même journalières. On constate cependant qu'en 1957 K_e est certainement inférieur à 2,5 % ; il est probablement du même ordre en 1958. La valeur obtenue en 1963 n'est pas très fréquente mais elle n'est pas exceptionnelle. Il est prudent de considérer le volume de 1958 comme décennal sec.

Il est également prudent de considérer le volume de 1956 comme celui correspondant au volume en année moyenne.

Rang	Année	Volume déversé en m ³	Volume naturel global en m ³	I _p mm	P moy. mm	K _e %
1	1962	27 539 000	33 644 000	1 140	950	10,1
2	1961	12 040 000	18 145 000	749	810	6,4
3	1960	10 915 000	17 020 000	835		
4	1956	9 470 000	15 845 000	1 013		
5	1959	6 940 000	13 045 000	932		
6	1963	1 777 000	7 882 000	645	670	3,3
7	1957	1 490 000	7 535 000	972		
8	1958	590 000	6 695 000	765		

Volume naturel global -

La valeur maximale est de 33 644 000 m³ pour
P moy. = 950 mm.

La valeur minimale est de 6 695 000 m³ pour
I moy. = 765 mm.

La valeur médiane est de l'ordre de 14 000 000 m³

Nous retiendrons les valeurs suivantes :

Volume en année moyenne : 16 000 000 m³

Volume en année décennale sèche : 6 700 000 m³

Volume déversé -

Ce volume est donc directement récupérable pour l'alimentation en eau de la ville.

La valeur maximale est de 27 539 000 m³

La valeur minimale est de 600 000 m³

La valeur médiane est de l'ordre de 8 000 000 m³

Nous retiendrons donc pour les volumes déversés, les valeurs suivantes :

Volume en année moyenne : 9 500 000 m³

Volume en année décennale sèche : \approx 600 000 m³

BASSIN VERSANT de N. BAGALE

(S = 470 km²)

3.12.1. - Débits journaliers - Débits moyens mensuels -

Les enregistrements limnigraphiques ne sont malheureusement pas utilisables avant le 14 Août, par suite de défaillances mécaniques.

Le tableau suivant donne les débits journaliers en m³/s entrant dans la retenue à partir de cette date :

Jours	A	S	O	Jours	A	S	O
1		2,52	0,21	16	0,29	1,16	0
2		1,50	0,14	17	0,07	1,08	
3		1,16	0,14	18	0	0,73	
4		1,08	0,14	19	0,94	0,55	
5		0,81	0,06	20	1,51	0,55	
6		0,53	0	21	1,51	0,55	
7		0,29		22	13,6	0,55	
8		0,98		23	9,42	0,55	
9		0,81		24	3,24	0,55	
10		0,81		25	2,30	0,55	
11		2,01		26	2,34	0,47	
12		1,90		27	7,40	0,29	
13		1,90		28	4,59	0,29	
14	0,34	1,82		29	4,80	0,29	
15	0,29	1,44		30	8,88	0,29	
				31	4,52		0

Ces débits journaliers nous conduisent aux débits moyens mensuels et aux volumes correspondants :

Mois	A	S	O
m ³ /s	(2,13)	0,93	0,022
Volume en 10 ³ m ³	(5 712)	2 423	59

3.12.2 - Etude des averses et des crues -

On observe en 1963 une seule crue digne d'intérêt, c'est la crue du 22 Août (graphique 26).

Elle correspond à une averse centrée sur l'aval du bassin et la bordure Sud avec un creux pluviométrique sur le centre.

Les caractéristiques de cette averse sont les suivantes :

$$\underline{P_M = 68,0 \text{ mm}} \quad \underline{P = 35,0 \text{ mm}} \quad \underline{K = 0,51}$$

Durée de l'averse enregistrée à GONSÉ 1 $\frac{1}{2}$ heure.

La crue correspondante est simple. Le débit maximal entrant dans la retenue, Q_M , est de 19,5 m³/s ce qui la place au 7^e rang sur 11 crues enregistrées entre 1961 et 1963 ($q = 41,5 \text{ l/s/km}^2$).

Le volume ruisselé est de 1 800 10³ m³ soit une lame d'eau équivalente $H_P = 3,8 \text{ mm}$.

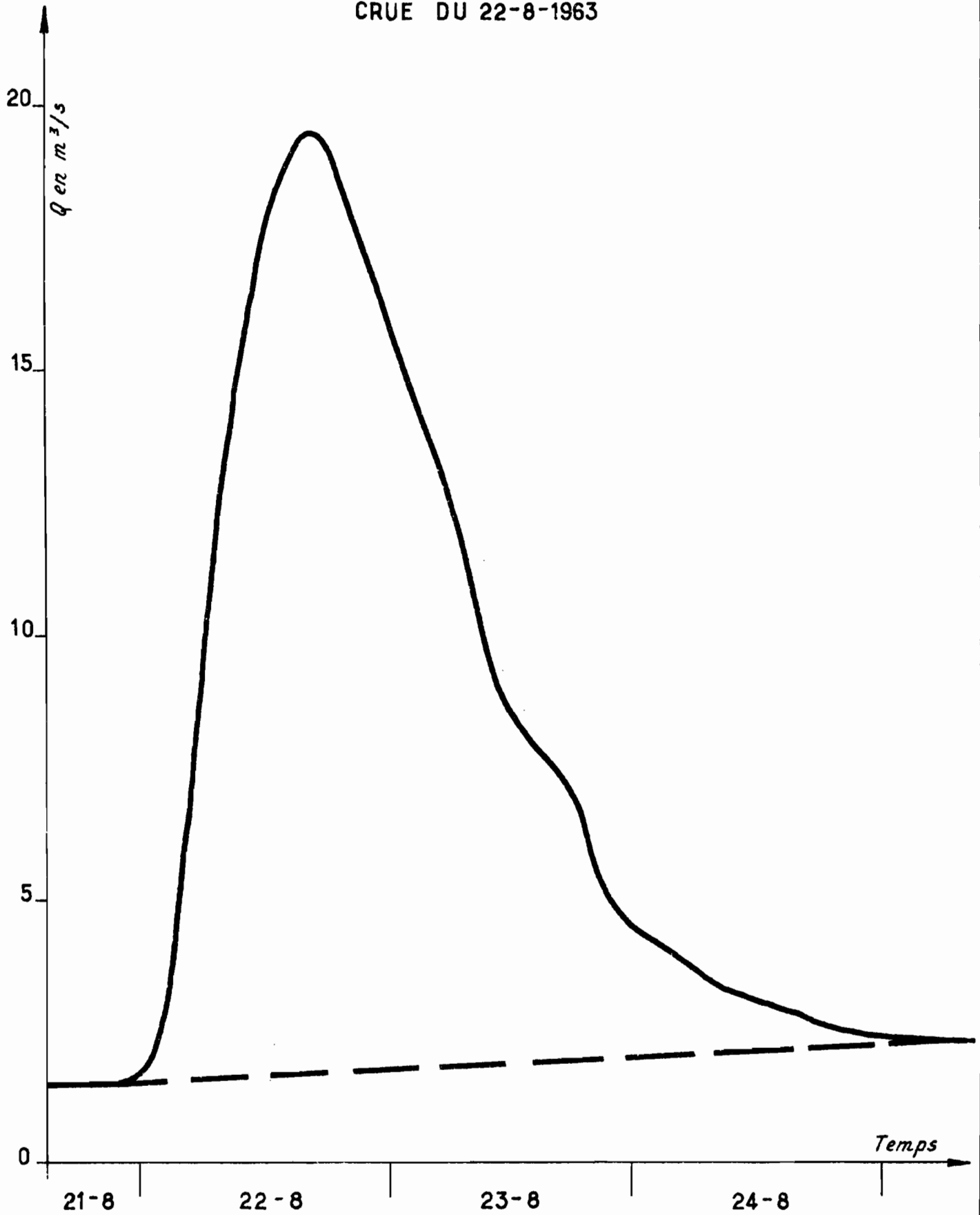
Le coefficient de ruissellement K_P est de 10 %. Le temps de montée est plus long que le temps normal, il est de 16 heures.

Cette crue vient au 5^e rang pour le volume ruisselé.

BASSIN VERSANT DE NABAGALÉ

Gr: 26

CRUE DU 22-8-1963



3.12.3 - Bilan de surface -

Nous calculerons le module annuel à partir des débits moyens mensuels d'Août, Septembre et Octobre et du volume retenu à la cote de déversement, le total étant peu différent de ce total annuel.

- Module : $0,32 \text{ m}^3/\text{s}$ (Module spécifique $q = 0,7 \text{ l/s/km}^2$)
- Hauteur de la lame d'eau équivalente $H_e = 21,7 \text{ mm.}$
- Déficit d'écoulement $D_e = 660 - 21,7$
- $D_e = 638 \text{ mm.}$
- Coefficient d'écoulement $3,3 \%$

Le total des apports naturels pour 1963 est de $10\ 177\ 10^3 \text{ m}^3$.

L'année 1963 semble bien correspondre à l'année décennale sèche du point de vue module pluviométrique annuel. La répartition mensuelle des précipitations est normale.

3.12.4. - CONCLUSIONS -

Les caractéristiques principales des trois années d'étude sont rassemblées dans le tableau ci-dessous.

Année	P mm	D%	E%	V 10^3 m^3	K_e %
1961	820	6,3		28 610	7,4
1962	1 070		22,0	50 208	10,0
1963	660	22,4		10 177	3,3

Nous notons pour ce bassin un bon accord entre les hauteurs pluviométriques annuelles et les apports naturels des trois années.

Ces valeurs nous permettent de donner avec une certaine sécurité les caractéristiques suivantes.

Apports en année moyenne : 25 000 000 m³

Apports en année décennale sèche : 7 000 000 m³

Apports en année décennale humide : 50 000 000 m³

Crue décennale $Q_M = 120 \text{ m}^3/\text{s}$ $q = 255 \text{ l/s/km}^2$

BASSIN VERSANT de LOUMBILA
(S = 2 120 km²)

Le lever topographique de la retenue du barrage de LOUMBILA (P K 20) a mis en évidence une importante erreur sur la cubature de la retenue déterminée auparavant sur photos aériennes, cubature qui avait été admise dans les précédents rapports.

Les nouvelles courbes de remplissage ont été tracées et figurent au graphique 27.

L'erreur sur la courbe V(H) n'entraîne pratiquement de modification des débits entrant dans la retenue que lorsqu'il n'y a pas de déversement.

Nous avons donc recalculé les débits journaliers entrant dans la retenue pour les trois années d'étude, ainsi que les débits moyens mensuels. Nous avons de même rétabli pour les trois campagnes les bilans de surface du bassin.

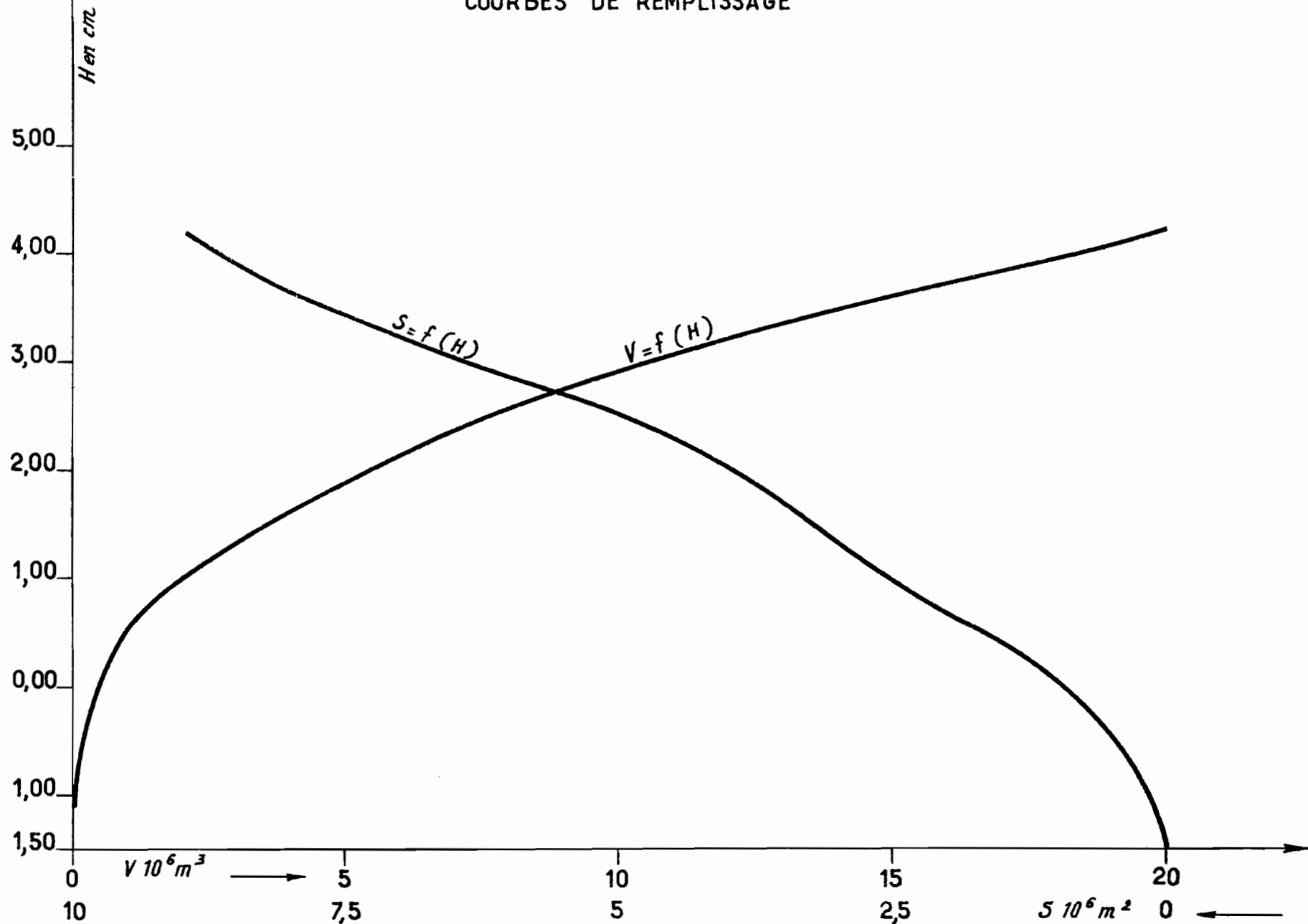
3.13.1. - Débits journaliers - Débits moyens mensuels - Bilan de surface.

- 3.13.1.1. - Année 1961 -

Le tableau ci-dessous donne les débits journaliers entrant dans la retenue pour les mois d'Août et de Septembre.

RETENUE DE LOUMBILA

COURBES DE REMPLISSAGE



C R S T O N

Ao

DATE :

DESSINE :

VOL - 61.332

Gr:27

Jours	A	S	Jours	A	S
1	0	7,5	16	6,0	30,4
2	0	10,9	17	6,2	19,8
3	0,2	54,9	18	8,5	13,5
4	0,5	177,0	19	11,6	9,5
5	1,8	87,1	20	9,5	5,9
6	2,5	52,1	21	5,5	2,8
7	2,0	33,3	22	5,3	2,4
8	2,0	26,6	23	4,0	2,1
9	2,4	21,0	24	6,6	0,9
10	2,2	24,6	25	3,8	0,5
11	3,0	111,4	26	7,2	0,9
12	4,1	97,3	27	12,5	0,7
13	5,8	69,6	28	15,2	0,5
14	8,0	50,7	29	17,7	0,2
15	6,2	41,5	30	14,2	0,1
			31	12,2	

Les débits moyens mensuels entrant dans la retenue sont les suivants :

Août : 6,1 m³/s

Septembre : 31,8 m³/s.

Le tableau suivant donne les apports naturels et déversés mensuels et annuels :

	Volume retenu au 1er Août	A	S	Volume total
Apports déversés en 10 ³ m ³		13 072	82 425	95 497
Apports naturels en 10 ³ m ³	2 482	16 415	82 425	101 322

- Module : 3,2 m³/s (Module spécifique $q = 1,5 \text{ l/s/km}^2$)
- Hauteur de la lame d'eau équivalente $H_e = 47,6 \text{ mm}$.
- Déficit d'écoulement $D_e = 770 - 48$
- $D_e = 722 \text{ mm}$.
- Coefficient d'écoulement 6,2 %.

- 3.13.1.2. - Année 1962 -

Débits journaliers entrant dans la retenue en m³/s.

Jours	J	J	A	S	O
1	0,2	0	0,2	18,3	1,8
2	0,4	0	0,4	24,3	1,9
3	0,2	0	3,6	28,1	1,7
4	1,3	0	1,7	31,9	1,6
5	1,6	0	1,1	26,3	1,6
6	0,6	0	0,9	22,0	1,6
7	0	0	0,9	14,2	1,0
8	0	0	1,0	12,6	0,9
9	0	0	1,1	12,4	0,9
10	0	0	2,8	11,0	0,9
11	0	0	4,4	8,1	0,8
12	0	0	3,2	7,2	0,5
13	15,9	0	7,3	6,5	0,4
14	11,1	1,2	3,1	5,5	0,3
15	2,4	2,3	6,0	5,2	0,2
16	0,4	0,3	7,7	3,9	0,1
17	0,6	1,4	8,0	8,3	0
18	0	0,9	5,8	9,8	
19	0	0,9	5,0	8,4	
20	0,8	0,9	5,4	5,9	
21	2,1	0,9	4,8	7,6	
22	1,5	0,8	6,5	5,6	
23	0,2	0,2	5,3	4,0	
24	0,1	0	5,0	3,6	
25	0,1	0,1	6,0	1,9	
26	0,1	0	8,4	1,6	
27	0,1	0	17,4	1,6	
28	0,1	0,6	11,9	1,6	
29	0	0,3	8,2	2,1	
30	0	0,2	8,1	2,1	
31		0,2	12,6		0

Les débits moyens mensuels en m³/s arrivant dans la retenue sont les suivants :

J	J	A	S	O
1,3	0,3	5,2	10,0	0,5

Le tableau suivant donne les apports déversés et naturels mensuels et annuels :

	Volume retenu au 1er Juin	J	J	A	S	O	Volume total
Apports déversés en 10 ³ m ³		43	803	13 927	25 920	1392	42 085
Apports naturels en 10 ³ m ³	2 124	3369	803	13 927	25 920	1392	47 535

- Module : 1,5 m³/s (Module spécifique $q = 0,7 \text{ l/s/km}^2$)
- Hauteur de la lame d'eau équivalente $H_e = 22,4 \text{ mm}$.
- Déficit d'écoulement $D_e = 800 - 22,4$
- $D_e = 778 \text{ mm}$.
- Coefficient d'écoulement 2,8 %.

- 3.13.1.3. - Année 1963 -

Débits journaliers entrant dans la retenue en m³/s :

Jours	J	J	A	S	Jours	J	J	A	S
1	0,4	0,6	0,2		16	0,4	0,3	0,1	
2	0,1	0,4	0,1		17	0,6	0,3	0,1	
3	0,1	1,4	0,1		18	0	0,1	0,1	
4	0,7	0,6	0,1		19	0	1,2	0,1	
5	0,6	0,6	0,1		20	0	1,6	0	
6	0,3	0,4	0,1		21	0	1,1	1,6	0
7	0,1	0,8	0,1		22	0,4	2,5	0,4	0
8	0,1	0,2	0,1		23	0	1,1	1,0	0
9	0,1	0	0		24	0,6	7,0	0,6	0
10	0,3	0,2	0		25	0,4	5,8	0,7	0
11	0,3	1,8	0		26	1,2	4,1	0,6	0
12	0,1	1,2	0		27	1,2	3,3	0,5	0
13	0	2,5	0,1		28	1,0	2,0	0,1	0
14	0	2,4	0		29	0,5	2,3	0,2	0
15	0	2,4	0,1		30	0,6	1,6	0,2	0
					31		1,0	0,2	

Les débits moyens mensuels en m³/s arrivant dans la retenue sont les suivants :

J	J	A	S
0,2	1,1	0,8	0,07

Le tableau ci-dessous donne les apports naturels et déversés mensuels et annuels :

	Volume retenu au 1er Juin				Volume total
	J	J	A	S	
Apports déversés en 10 ³ m ³	0	0	1 384	181	1 565
Apports naturels en 10 ³ m ³	1 247	518	2 946	2 142	7 034

- Module : $0,22 \text{ m}^3/\text{s}$ (Module spécifique $q = 0,1 \text{ l/s/km}^2$)
- Hauteur de la lame d'eau équivalente $H_e = 3,3 \text{ mm}$.
- Déficit d'écoulement $D_e = 700 - 3,3$.
- $D_e = 697 \text{ mm}$.
- Coefficient d'écoulement : $0,4 \%$.

L'année 1963 ne nous a fourni aucun nouveau renseignement en ce qui concerne les crues. Nous conserverons donc les valeurs du rapport 1962.

- 3.13.2. - CONCLUSIONS -

Le Service de l'Hydraulique de HAUTE-VOLTA a fait assurer, depuis 1956, une lecture quotidienne de la cote de la retenue de LOUMBILA. Comme les crues du MASSILI s'étalent sur plusieurs jours, il a été possible de les reconstituer. La précision, évidemment médiocre sur les débits de pointe, est assez bonne sur les volumes écoulés.

En ce qui concerne la pluviométrie, les seuls postes existant de façon permanente entre 1956 et 1963 sont ceux de OUAGADOUGOU-Ville, OUAGADOUGOU-Aéro, KAMBOENSE, PABRÉ, GUILONGOU. On a donc déterminé un indice pluviométrique susceptible de caractériser la pluie moyenne P sur le bassin pour le calcul des coefficients d'écoulement mensuels et annuels.

Cet indice correspond à $P = \frac{1}{4}$ (KAMBOENSE + PABRÉ GUILONGOU).

- 3.13.2.1. - Écoulements -

Nous avons donc pu établir le tableau suivant qui donne, pour chaque année, le volume des apports naturels dans la retenue et le coefficient d'écoulement correspondant.

Année	Apport naturel annuel en m ³	Coefficient d'écoulement %
1956	24 000 000	1,2
1957	10 000 000	0,6
1958	67 500 000	3,9
1959	46 000 000	2,8
1960	46 000 000	2,2
1961	100 000 000	6,2
1962	47 500 000	2,8
1963	7 000 000	0,4

La comparaison entre apport naturel annuel et pluviométrie est totalement infructueuse.

C'est d'ailleurs absolument normal; en effet, comme nous l'avons déjà souligné à maintes reprises, le module pluviométrique annuel n'entre pas seul en jeu en ce qui concerne l'apport naturel annuel.

La répartition temporelle des précipitations et aussi dans le cas du bassin versant de LOUMBILIA, bassin relativement vaste, leur répartition spatiale joue un rôle très important qui peut parfois devenir prépondérant.

Ainsi, la conjugaison d'une mauvaise répartition temporelle et d'une mauvaise répartition spatiale, jointe à un module pluviométrique de fréquence décennale sèche, peut conduire à un volume d'apport naturel de fréquence nettement inférieure à la décennale.

Le même raisonnement est valable pour les apports en année décennale humide.

L'absence de données pluviométriques, s'étendant sur une période suffisamment longue, nous interdit toute tentative de corrélation hydropluviométrique.

Nous devons donc nous contenter pour nos estimations des valeurs du tableau précédent.

- Valeur la plus faible : 7 000 000 m³
- Valeur la plus forte : 100 000 000 m³
- Moyenne : 28 500 000 m³
- Médiane estimée à : 46 000 000 m³

- 3.13.2.2. - Débits de pointe -

La période 1956-1963 permet d'observer quelques crues importantes qui sont cependant nettement inférieures aux 2 crues de Septembre 1961, soit :

$$Q_M = 200 \text{ m}^3/\text{s} \text{ le } 2 \text{ Septembre (Volume : } 40 \times 10^6 \text{ m}^3)$$

$$Q_M = 125 \text{ m}^3/\text{s} \text{ le } 11 \text{ Septembre (Volume } 37,5 \times 10^6 \text{ m}^3)$$

- Une crue de 40 m³/s le 10 Août 1958, qui aurait sans doute été sensiblement amortie par la retenue de DONSE si celle-ci avait déjà existé (Volume ~~11~~ $11 \times 10^6 \text{ m}^3$).

- Une crue de 110 à 120 m³/s le 24 Août 1958 (Volume ~~32~~ $32 \times 10^6 \text{ m}^3$).

- Une crue composée de 50 à 55 m³/s le 22 Août 1959 (Volume ~~40~~ $40 \times 10^6 \text{ m}^3$).

En conclusion, nous retiendrons les valeurs suivantes.

- Apports en année moyenne 40 000 000 m³ K_e = 1,7 %
- Apports en année décennale sèche 7 000 000 m³ K_e = 0,5
- Apports en année décennale humide 100 000 000 m³ K_e = 4,7
- Crue décennale Q_M = 280 m³/s q = 130 l/s/km²

- CONCLUSIONS -

Nos trois années d'étude sur les bassins versants de OUAGADOUGOU nous permettent de tirer des conclusions générales valables pour cette partie de la République Voltaïque.

Nous avons rassemblé dans un tableau les résultats obtenus en ce qui concerne les coefficients d'écoulement, les crues médianes, les crues décennales et la pluviométrie annuelle. On a également introduit dans ce tableau la superficie des bassins et leur hauteur de précipitation moyenne annuelle.

Le coefficient d'écoulement calculé sur trois ans sauf pour GOGEN (1 an), BAZOULE, ZAGTOULI et PABRÉ (2 ans), varie évidemment selon les caractéristiques propres de chaque bassin.

Il passe de 16,2 % pour le MORO NABA à 3,1 % pour LOUMBILA. La valeur obtenue sur deux ans à BAZOULE ne tient pas compte de l'année 1961 et le coefficient d'écoulement de 2,4 % est certainement trop faible.

Notons que toutes choses restant égales par ailleurs le coefficient d'écoulement annuel varie en sens inverse de la superficie.

Dans l'ensemble, ces coefficients sont faibles mis à part ceux du MORO NABA (16,2 %) et de SEIOGEN (11,9 %). Le bassin versant de ZAGTOULI aurait certainement un coefficient d'écoulement moyen supérieur à 10 % si nous prenions en compte l'année 1961, malheureusement manquante.

Ces fortes valeurs s'expliquent :

- pour le MORO NABA et ZAGTOULI par leur superficie réduite et leur forte densité de drainage.
- pour SEIOGEN par la nature du sol. La perméabilité plus forte de ce bassin permet à l'écoulement de se prolonger beaucoup

plus tard que partout ailleurs sous la forme d'un écoulement de base, notamment en 1963.

Etant donné la dégradation du réseau hydrographique et la forte évaporation, le rendement de nos bassins au point de vue des apports naturels est bien meilleur pour de petits bassins, ou pour des bassins ayant une perméabilité suffisante pour mettre à l'abri de l'évaporation une partie des précipitations.

La grande irrégularité interannuelle des apports naturels nécessiterait une étude hydropluviométrique à l'échelle de la précipitation journalière ou tout au moins décadaire ; cette étude s'est avérée impossible faute de données pluviométriques suffisantes.

Nous donnons cependant, dans un second tableau, les trois caractéristiques hydrologiques dont la connaissance est essentielle pour la surélévation de digues ou la création de retenues nouvelles dans la région étudiée.

La confiance que l'on peut accorder à ces chiffres est évidemment fonction du plus ou moins grand nombre d'années de mesure en notre possession :

- 1 année pour GOGEN
- 8 ans pour OUAGADOUGOU III et LOUMBILA.

Néanmoins, nos trois années d'étude ayant comporté, pour la plupart des bassins, une année très pluvieuse (1962) et une année atteignant pratiquement l'année décennale sèche (1963), nous pouvons avancer nos valeurs avec une précision satisfaisante.

PRINCIPAUX RESULTATS des TROIS CAMPAGNES d'ETUDE

Bassin	S km ²	P mm.	P61 mm.	K _e 61 %	P62 mm.	K _e 62 %	P63 mm.	K _e 63 %	\bar{K}_e %	Crue médiane			Crue décennale			
										K _R %	Q _M m ³ /s	q l/s/km ²	K _R %	Q _M m ³ /s	q l/s/km ²	
BAZOULE	10	850			800	4,2	600	0,7	(2,4)							
ZAGTOULI	11	850			900	14,0	570	1,7	(7,8)	50	11	1 000	60	25	2 300	
MORO NABA	18	850	800	8,5	1080	29,0	600	11,3	16,2	30-50	19	1 060	35-60	40	2 200	
GOGEN	30	900					800	15,0		20	14	465	35	50	1 650	
SELOGEN	75	900	780	5,1	900	10,8	906	20,0	11,9	20	32	430	26	87	1 160	
KAMBOENSE	125	825	780	5,3	900	3,5	750	0,6	3,1	(15)	20	160	(20)	45	360	
BOULBI	125	875	830	6,6	1050	7,7	670	9,7	8,0	25	35	280	40	135	1 100	
DONSÉ	175	825	770	12,0	790	6,8	570	1,0	6,6	22	25	145	38	75	430	
PABRÉ	210	825			750	8,2	740	1,0	(4,6)					65	300	
OUAGA I	285	850	835	7,4	850	11,9	680	2,0	7,1	20	51	180	30	140	490	
OUAGA III	350	850	810	6,4	950	10,1	670	3,3	6,6							
NABAGALE	470	875	820	7,4	1070	10,0	660	3,3	6,9	15	59	125	20	120	255	
LOUMBILA	2120	825	770	6,2	778	2,8	700	0,4	3,1	20	100	47	35	280	130	

Bassin	S km ²	Apports en année moyenne m ³	Apports en année décennale sèche m ³	Crue, décennale	
				Q _M m ³ /s	q l/s/km ²
BAZOULE	10	250 000	40 000		
ZAGTOULI	11	1 000 000	150 000	25	2 300
MORO NABA	18	1 500 000	500 000	40	2 200
GOGEN	30	2 500 000	500 000	50	1 650
SELOGEN	75	5 000 000	1 000 000	87	1 160
KAMBOENSE	125	3 000 000	600 000	45	360
BOULBI	125	7 000 000	2 000 000	135	1 100
DONSÉ	175	10 000 000	2 000 000	75	430
PABRÉ	210	8 000 000	2 000 000	65	300
OUAGA I	285	14 000 000	4 000 000	140	490
OUAGA III	350	16 000 000	6 700 000		
NABAGALE	470	25 000 000	7 000 000	120	255
LOUMBILA	2120	40 000 000	7 000 000	280	130

- ANNEXES -

- PLUVIOMETRIE -

(en mm)

Relevés journaliers de Mai à Octobre 1963 et relevés
mensuels de l'année 1963 pour les bassins de :

- NABAGALE - BOULBI
- SELOGEN - GOGEN
- OUAGADOUGOU III
- MORO NABA
- LOUMBILA
- KAMBOENSE
- DONSE

ANNEXES

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE

MAI 1963

Bassins de NABAGALE-BOULBI						Bassins de SELOGEN-GOGEN								
Jours	GONSE	NABAGALE	KALZI	KOUNDA	SAPONE	BOULBI	NAMSIGI	NAZOUMA	DOULOUGOU	KOMBISSIRI	BISSIRI	WABTENGA	BONSRIMA	GANNA
1										9,1				
2					3,5									
3														
4														
5					7,8		25,5	10,0		6,3		5,5		
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18		4,9			8,6					30,5		(7,0)		30,1
19														
20				8,8	14,0	6,1	20,5	17,5				(2,5)		
21														
22						10,0								
23														
24														
25														
26		21,9		9,1	5,9									
27														
28		0,5		5,0		6,9	6,0	4,5						
29														
30														
31														
TΣ		27,3		22,9	37,8	23,0	52,0	52,0		45,9		(15,0)		30,1

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE

JUIN 1963

Jours	Bassins de NABAGALE-BOULBI						Bassins de SELOGEN-GOGEN							
	GONSE	NABAGALE	KALZI	KOUNDA	SAPONE	BOULBI	NAMSIGI	NAZOUMA	DOULOUGOU	KOMBISSIRI	BISSIRI	WABTENGGA	BONSRIMA	GANNA
1	1,0													
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9	↑	0,4	5,9		1,9	19,0								
10	6,5		1,1		8,4									
11	↓				11,0									
12		13,7	6,0	6,0	1,0		11,0	10,0		7,2		1,5		34,5
13														
14														
15														
16						5,4								
17		3,4		7,8		5,9		11,0		6,5				
18														
19		1,3			2,3	1,3	28,0	33,0		13,7		1,5		11,2
20														
21														
22	38,5	22,2	51,0	30,0	41,0	43,5	44,0	44,5		38,6		41,5		43,4
23					6,5									
24	10,5	9,4	29,3	20,0	9,0		10,5	24,0		30,7		4,5		10,0
25														
26	10,5	20,4	6,2	6,9	32,7		43,0	43,0		60,5		16,0		53,0
27														
28	11,5	14,2	11,0	13,1	17,0	24,5	5,0	9,5		0,9		4,0		0,1
29														
30	19,5	2,2	5,0	14,3	6,6					7,4				10,0
31														
TΣ	98,0	87,2	95,5	98,1	139,4	99,6	141,5	175,0		165,5		69,0		162,2

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE

JUILLET 1963

Bassins de NABAGALE-BOULBI							Bassins de SELOGEN-GOGEN							
Jours	GONSE	NABAGALE	KALZI	KOUNDA	SAPONE	BOULBI	NAMSIGI	NAZOUMA	DOULOUGOU	KOMBISSIRI	BISSIRI	WABTENGA	BONSRIMA	GANNA
1														
2														
3														
4	6,5	15,7	16,0	16,0	19,0	17,0	28,0	33,5		18,4				15,5
5														
6		4,4	6,2	7,0	2,5		15,5	13,5		14,6				5,1
7														
8														
9														
10														
11														
12	10,0	32,4	4,9	13,8	7,5	8,5	7,5	21,5		6,3		21,0		14,5
13														
14														
15	3,5	19,2	10,0	10,3	27,8	15,1	13,5	12,5		15,8		15,0		21,5
16	16,0	15,5	11,0	14,4	15,5	22,6	11,5	17,5		11,5				12,4
17														
18		7,9				19,5	0,5	0,5		2,7				2,2
19					0,5									
20										10,9				
21	39,0	64,3	35,0	54,0	37,0	17,7	29,5	31,5		15,4		105,5		47,4
22					35,5	32,4	84,0	51,0		66,2				
23										6,9				
24														
25														
26										16,5				
27					27,7					17,7				
28						31,2								
29					3,2					13,3				
30					5,6	10,7				8,4				
31														
TΣ	75,0	159,4	83,1	115,5	181,8	174,7	190,0	181,5		224,5		141,5		118,6

PLUVIOMÉTRIE JOURNALIÈRE

AOÛT 1963

Jours	Bassins de NABAGALE-BOULBI						Bassins de SELOGEN-GOGEN							
	GONSE	NABAGALE	KALZI	KOUNDA	SAPONE	BOULBI	NAMSIGI	NAZOUMA	DOULOUGOU	KOMBISSIRI	BISSIRI	WABTENGA	BONSRIMA	GANA
1	5,5		15,0		13,0		8,5	14,0						
2				14,3										3,0
3	23,0	31,8	11,0	30,0	15,3	30,0	19,5	36,5		25,4		26,0		10,5
4														
5		0,9			1,1									
6	44,0	40,4	14,0	20,0	24,7	39,2	32,0	27,0		26,2		20,0		24,3
7		15,4	42,0	12,5	24,5	31,6	26,5	18,0		18,4		15,5		14,7
8		1,5	2,8	6,1	20,5		16,5	5,0		20,1		18,0		14,3
9														
10												27,5		
11			4,7	4,3	2,5	21,5	10,0			3,4		3,5		22,3
12		14,2	2,2	15,0			5,0	(7,5)		8,9		2,0		3,9
13	15,3	2,1				7,1						1,5		
14	5,5	0,9	3,0	6,0	8,4		20,0	8,0		10,2		30,0		5,8
15	2,5				1,0									
16	5,0	8,3	5,7		1,0	8,9	9,0	20,5				5,0		1,1
17		5,1												
18	27,5	11,3	18,8	18,5	35,4	8,9	(12,0)	30,0		25,2		49,0		54,1
19														
20	14,5	6,7	25,2	16,4	52,0	11,2	17,0	17,0		30,4		10,0		18,1
21	20,5		26,0	23,5	60,5		65,0	65,5		32,4		68,0		97,6
22	2,0	4,4	3,7		3,5	3,4	12,0	12,0						1,8
23	2,0	17,1	12,0											
24	18,0					1,0								
25	36,0	2,5	16,5	20,4	25,8	12,2				8,3		5,5		
26		15,8			2,6							14,0		
27								25,0						
28	25,5	21,6	11,5	45,0	21,1	23,4	52,0	63,2		64,3		49,5		63,2
29												1,5		
30														
31			9,0											
TΣ	246,8	200,0	223,1	232,0	311,9	198,4	(305,0)	349,2		273,2		346,5		334,7

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE

SEPTEMBRE 1963

Jours	Bassins de NABAGALE-BOULBI						Bassins de SELOGEN-GOGEN							
	GONSE	NABAGALE	KALZI	KOUNDA	SAPONE	BOULBI	NAMSIGI	NAZOUMA	DOULOUGOU	KOMBISSIRI	BISSIRI	WABTENGA	BONSIRIMA	GANA
1					8,2									
2	8,0		11,6	3,5	15,3				9,3					
3		1,1	1,3								1,1			4,3
4														
5														
6														
7														
8	21,5	19,0	18,6	15,3	30,3	27,4	65,5	68,0		68,5		19,0		97,6
9	2,0	3,0	4,8	3,0	2,8	1,4	34,4	3,0		5,3		9,0		6,6
10		2,0										2,0		
11	21,0	24,3	21,2	29,0	23,8	22,6	23,5	32,0		22,1		24,3		22,2
12														
13														
14	11,0	7,2	12,6	18,5	5,5		9,0	14,0		8,6		7,2		5,8
15														1,9
16														
17			2,5											
18														
19														
20	22,5		2,6	3,5	3,2	1,4	9,0	9,5						6,1
21	4,0	6,6		3,4	16,2	15,7	2,5	3,0		3,2		6,6		2,0
22	2,0	4,1	4,4		9,2	1,4	1,0	1,5		6,4		4,1		6,5
23		5,3										5,3		
24														
25					1,7		3,5	10,0						6,4
26														
27	4,0													
28	5,0		7,5	13,0	3,5		4,0	7,5		8,2				5,6
29														
30	13,0	4,7	3,5	11,6	11,8		4,0	1,0		3,5		4,7		
31														
TΣ	114,0	83,3	90,6	100,8	131,5	69,9	156,4	149,5		135,1		83,3		165,0

ORSTOM

A0

DATE: 25.11.64

DESSINE: Gallienne J.

VOL: 61.337

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE

OCTOBRE 1963

Jours	Bassins de NABAGALE-BOULBI						Bassins de SELOGEN-GOGEN							
	GONSE	NABAGALE	KALZI	KOUNDA	SAPONE	BOULBI	NAMSIGI	NAZOUMA	DOULOUGOU	KOMBISSIRI	BISSIRI	WABTENGA	BONSRIMA	GANNA
1	1,0	4,3			3,0	21,2	14,0	19,5		7,8		3,0		7,1
2														
3				3,5								26,0		1,0
4	0,5	8,7												
5										6,4				
6														
7														
8	6,5	8,5	5,2		2,4	46,8	18,0	6,0				1,5		8,6
9														
10			14,2		22,0		0,5							
11														
12	4,5	1,9	2,4	12,3	11,5			1,0				2,0		13,8
13					0,5									
14														
15														
16														
17				6,9										
18														
19														
20														
21														
22														
23						18,1								
24		6,2			7,5		2,0	4,0		3,2				
25														
26	5,0		0,6	5,8	15,2	2,8						4,0		1,2
27		1,9										0,5		
28			2,0											
29		1,1												
30														
31														
TΣ	17,5	32,6	24,4	28,5	62,1	88,9	34,5	30,5		17,4		37,0		31,7

ORSTOM

A0

DATE: 25.11.64

DESSINE: Gallienne J.

VOL - 67.338

PLUVIOMÉTRIE MENSUELLE 1963

Bassin	STATION	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total annuel
NABAGALE-BOULBI	GONSE						98,0	75,0	246,0	114,0	17,5			551,3
	NABAGALE					27,3	87,2	159,4	200,0	83,3	32,6			589,8
	KALZI						95,5	83,1	223,1	90,6	24,4			516,7
	KOUNDA					22,9	98,1	115,5	232,0	100,8	28,5			597,8
	SAPONE		10,0	0,5	24,2	37,0	139,4	181,8	311,9	131,5	62,1			899,2
	BOULBI				13,6	23,0	99,6	174,7	198,4	69,9	88,9			688,1
SELOGEN	NAMSIGI					52,0	141,5	190,0	(305,0)	156,4	34,5			(879,4)
	NAZOUMA					32,0	175,0	181,5	(349,2)	149,5	30,5			(917,7)
	KOMBISSIRI			10,6	45,9	165,5	224,5	273,2	135,1	17,4				872,2
GOGEN	WABTENGA					(15,0)	69,0	141,5	346,5	83,3	37,0			(692,3)
	GANNA					30,1	162,2	118,6	334,7	165,0	31,7			842,3

PLUVIOMÉTRIE JOURNALIÈRE

JUIN 1963

jours	Bassin de OUAGADOUGOU III										Bassin du MORO-NABA						
	ZAGTOULI	BAZOULE	ZEKOUNGA	BOASA	DONDOULEMA	T. DASSOURI	OUAGA-Aéro	OUAGA-Ville	OUAGA-Case	SABA	P I	P II	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7			↑														
8																	
9	1,5	0,5	10,5	3,5	3,4		2,7	9,1	9,3		4,0	3,7					
10		7,0			5,5		1,8	2,1	0,7	5,7							
11							4,5	2,1									
12	9,5	19,5	↓	44,8	9,4		14,8	5,0	5,9	5,0	6,6	27,8	27,0	16,2	23,2	25,2	30,7
13																	
14																	
15																	
16																	
17	9,5	10,0	1,0	3,0	10,6		7,3	5,6	9,6	9,5	7,3	4,6					
18											18,0	39,3					
19																	
20																	
21																	
22	45,0	51,0	41,5	66,1	58,4		37,9	14,9	19,0	38,5							
23							0,2				2,0						
24	6,0	18,5	12,0	6,9	32,7		3,7	4,2	3,3	5,0	12,5	11,0					
25							11,2										
26	8,0	16,0	16,5	12,7	26,9		1,2	7,5	11,9	9,6	7,0	10,5					
27																	
28	4,0			10,6				0,6	9,6		5,5						
29																	
30	0,5	0,5			1,0		8,6	4,3	10,9	2,0							
31																	
T _x	84,0	123,0	81,5	147,6	147,9		85,9	55,4	80,2	75,3	62,9	96,9	(27,0)	(16,2)	(23,2)	(25,2)	(30,7)

ORSTOM

Ag

DATE: 26. 11. 64

DESSINÉ: Gallienne J.

VOL. 67.340

PLUVIOMÉTRIE JOURNALIÈRE

JUILLET 1963

Jours	Bassin de OUAGADOUGOU III										Bassin du MORO-NABA						
	ZAGTOULI	BAZOULE	ZEKOUNGA	BOASA	DONDOULEMA	T.DASSOURI	OUAGA-Aéro	OUAGA-Ville	OUAGA-Case	SABA	P I	P II	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5
1																	
2																	
3																	
4	33,0	27,0	13,5	30,2	39,0		46,9	44,0	27,3	22,5	27,5	21,2	24,5	26,5	28,7	30,2	29,0
5																	
6			1,0					0,6									
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12	11,0			11,1	7,4		3,0	1,5	0,8	12,5	0,5	2,5					
13																	
14																	
15	9,5	22,0	8,5	6,6	17,4		6,5	6,3	6,5	14,9	4,5	7,0	10,0	6,5	5,6	9,2	7,4
16	13,5	10,0	15,0	7,8	19,4		11,9	10,5	12,0		11,3	16,9	16,7	17,5	17,1	16,4	19,8
17							2,1										
18	3,5	12,5	27,5	3,6	48,7		7,2	4,7	1,3	9,1	8,0	16,0					
19								8,5		40,6							
20								0,7		1,9							
21	13,0	14,0	24,5	20,5	39,2		14,9	13,9	18,2		16,5	41,5		38,7	25,0		
22							22,0	25,2		28,1	23,5	18,0					
23							1,5	1,3			3,2	0,5					
24																	
25																	
26																	
27							18,1	17,8		24,3	11,5	16,5					
28																	
29							0,3										
30							9,6	8,9		5,3	10,0	3,0					
31																	
Tx	83,5	85,5	90,0	79,8	171,1		144,0	143,9	66,1	159,2	116,5	143,1	(51,2)	(89,2)	(76,4)	(55,8)	(56,2)

ORSTOM

AO

DATE :

DESSINÉ :

VOL. 61.341

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE

AOUT 1963

Jours	Bassin de OUAGA DOUGOU III										Bassin du MORO-NABA						
	ZAGTOULI	BAZOULE	ZEKOUNGA	BOASA	DONDOULEMA	T. DASSOURI	OUAGA-Aéro	OUAGA-Ville	OUAGA-Case	SABA	P I	P II	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5
1																	
2																	
3	15,5	19,5	31,0	11,8	38,5		20,9	19,1	15,2	22,2	11,5	16,0		15,9	17,5		
4				18,3													
5							1,1										
6	68,5	29,0	44,5		25,0		20,2	21,6	50,8	10,0	96,0	85,8					
7	16,0	17,5	44,5	84,0	19,1		58,4	60,9	52,9	53,0			94,6	72,4	109,0	118,1	98,5
8		1,0				0,4	0,8	0,6	0,4			0,5					
9							0,2										
10																	
11	8,5	5,5	(20,0)	5,5	3,5	3,4	23,4	18,4	21,6	5,5	19,0	20,7		22,1	25,2		
12		1,5			3,4	1,1		0,7		0,8							
13				4,2			0,5	0,6		0,6		1,0					
14	5,5	1,5	64,5		44,2	10,1	12,0	16,6		15,3	10,0	8,5					
15																	
16	1,5	2,0	1,0	5,8	22,4	4,9				0,3							
17																	
18	12,0	9,5	47,0	22,7	30,7	13,2	36,0	36,6	12,0	25,5	10,0	51,0	36,7	52,8	35,0	43,1	20,7
19										1,1							
20	2,0	0,5	2,5	3,5		0,8	1,4	1,5	0,9	1,2							
21	22,0	17,0	21,0	12,2	19,6	7,1	10,9	17,5	0,5	10,2	16,0	14,5					
22	13,0	11,5	4,5		7,3	40,5	21,4	22,6		10,5	18,0	21,5		7,2			
23				21,0			0,7	0,4	20,1				11,7	16,4			
24	4,0	4,0		13,2		3,0				2,5							
25	6,5	19,0	23,0		33,3	10,4	3,6	6,6	5,8	2,6	3,5	4,0	2,7	3,3	4,0	3,5	4,2
26																	
27																	
28	11,0	13,0	8,0	3,2	3,5	38,2	7,2	8,2	5,7	30,3	6,0	7,0	4,5	8,0	5,1	6,0	7,4
29									1,4								
30																	
31																	
T _x	186,0	152,0	311,5	205,4	250,5	133,1	218,7	231,9	187,6	191,3	130,0	230,5	138,5	193,4	212,2	170,7	138,8

ORSTOM

As

DATE: 24-11-64

DESSINE: Gallienne J.

VOL. 67.342

PLUVIOMÉTRIE JOURNALIÈRE

SEPTEMBRE 1963

Jours	Bassin de OUAGADOUGOU III										Bassin du MORO-NABA						
	ZAGTOULI	BAZOULE	ZEKOUNGA	BOASA	DONDOULEMA	T.DASSOURI	OUAGA-Aéro	OUAGA-Ville	OUAGA-Case	SABA	P I	P II	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5
1		0,5	4,0	7,5			1,7	1,9									
2	6,0	2,5	21,0			2,3	2,1	14,6	6,4	11,2							
3				3,0			2,2	0,5	0,5								
4										5,0							
5			5,0				1,9	1,9	1,6	2,2	1,0	1,0					
6																	
7							22,1	24,0									
8	31,0	42,5	23,5	21,3	12,8	20,5	12,2	10,9	31,3	23,0	19,0	16,5					
9	2,0	1,5		1,4	1,7	2,3	1,2	1,6		12,1	13,0	5,5	19,8	25,7	35,4	23,1	30,0
10										19,0							
11	30,0	38,5	12,0	32,4	11,8	41,2	13,6	13,6	13,0		11,0	12,5	13,9	15,1	12,6	14,3	16,0
12																	
13																	
14	8,5	2,0	7,5	2,2	7,3	9,6	2,0	4,7	2,1	5,5							
15																	
16																	
17	6,0	14,0	6,0			7,3	0,3	0,4	1,0								
18																	
19																	
20							0,6	1,2	2,3								
21	6,0	16,0	14,0	4,2	5,8	10,5	4,4	3,4	3,0	16,3	(7,5)						
22	6,0	4,5	20,5	12,1	12,2		4,2	6,2	6,9		(8,5)						
23											5,6	14,8	9,6	11,5	12,0	10,4	11,0
24																	
25					7,6												
26																	
27																	
28							2,0	0,5									
29																	
30	4,0	31,5	19,5	1,2	5,2	1,9	7,3	4,8	7,3								
31																	
TΣ	99,5	153,5	133,0	85,3	68,4	95,6	77,8	90,2	75,4	94,3	65,6	50,3	43,3	52,3	60,0	47,8	57,0

ORSTOM

Ad

DATE: 24. 11. 64

DESSINÉ: Gallienne J.

VOL. 67. 343

PLUVIOMÉTRIE JOURNALIÈRE

OCTOBRE 1963

Bassin de OUAGADOUGOU III											Bassin du MORO-NABA						
Jours	ZAGTOULI	BAZOULE	ZEKOUNGA	BOASA	DONDOULEMA	T. DASSOURI	OUAGA-Aéro	OUAGA-Ville	OUAGA-Case	SABA	P I	P II	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5
1	18,5	24,0	31,0	33,0	30,5	14,0	1,0	6,0	4,5	2,0							
2				11,0					5,2								
3			0,5			3,3	7,7	3,1		12,0							
4			2,0						2,2								
5																	
6																	
7																	
8	25,0	29,0	5,0		7,2	11,7	22,7	25,6	8,8	53,8	9,0	12,6	13,4	11,5	9,2	19,7	43,4
9																	
10	2,5			3,2		11,1	1,0	0,4	0,3	1,5							
11										1,3							
12			3,5		2,5	0,6	0,5	1,2									
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23			3,5		9,2			0,6									
24			1,0	7,2	1,5												
25							13,5	1,2									
26	2,5	1,5	0,5			1,4	9,5	10,9	7,6	8,8							
27																	
28										1,0							
29																	
30																	
31																	
Tx	48,5	54,5	47,0	54,4	50,9	42,1	55,9	49,0	28,6	80,4	(9,0)	(12,6)	(13,4)	(11,5)	(9,2)	(19,7)	(43,4)

ORSTOM

Mo

DATE: 25.11.64

DESSINE: Gallienne J.

VOL - 61.344

PLUVIOMÉTRIE MENSUELLE 1963

Bassin	STATION	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total annuel	
OUAGADOUGOU	ZAGTOULI					70,0	84,0	83,5	186,0	99,5	48,5			571,5	
	BAZOULE					57,5	123,0	85,5	152,0	153,5	54,5			626,0	
	ZEKOUNGA				43,5	87,5	81,5	90,0	311,5	133,0	47,0			794,0	
	BOASA					65,4	147,6	79,8	205,4	85,3	54,4			637,9	
	DONDOULEMA					62,8	147,9	171,1	250,5	68,4	50,9			751,6	
	T. DASSOURI								133,1	95,6	42,1			(270,8)	
	OUAGA-Aéro					30,5	44,3	85,9	144,0	218,7	77,8	55,9			657,1
	OUAGA-Ville					46,6	16,5	55,4	143,9	231,9	90,2	49,0			633,5
	OUAGA-Case						50,8	80,2	66,1	187,6	76,4	28,6			488,7
	SABA					33,5	41,7	75,3	159,2	191,3	94,3	80,4			675,7
MORO-NABA	P I					14,0	62,9	116,5	190,0	65,6	(9,0)			(458,0)	
	P II					59,0	96,9	143,1	230,5	50,3	(12,6)			(592,4)	
	P 1						(27,0)	(51,2)	138,5	43,3	(13,4)			(273,4)	
	P 2						(16,2)	(89,2)	193,4	52,3	(11,5)			(362,6)	
	P 3						(23,2)	(78,4)	212,2	60,0	(9,2)			(381,0)	
	P 4						(25,2)	(55,8)	170,7	47,8	(19,7)			(319,2)	
	P 5						(30,7)	(56,2)	138,8	57,0	(43,4)			(326,1)	

PLUVIOMÉTRIE JOURNALIÈRE

MAI 1963

Bassins de LOUMBILA-KAMBOENSE-DONSE

Jours	GoupANA	SOTENGA	YAKTENGA	TENTIGA	SAO	DAPELOGO	TWEGEN	KOUKEN	LAY	PABRE	SABTENGA	KAMBOENSE	KAONGEN	GASSOUM	NYOU	BOUSSE	TAMISSI	VOAGA	YAOPEN	DONSE	ZITENGA	GUILONGOU	GOUE
1				10,2			29,0					33,2			17,0	19,5				18,5	12,5	37,0	28,5
2				24,7	23,6			2,2	4,3		42,9		94,1	52,4	5,2								
3																							
4																							
5				27,6	8,5	3,0		10,2	15,6	15,3	26,7	21,3	49,3	21,5	7,3		4,5		24,0	1,5			0,4
6																							
7																							
8																							
9																							
10																							
11																							
12																							
13															2,7								
14																							
15																							
16																							
17																							
18																							
19																							
20	7,5	10,0	9,0	10,8	12,5	11,2	12,0	9,0	12,1	15,9	15,5	23,1	13,0	7,0	17,2	6,6	10,5		19,7	10,0	10,9	24,4	
21																							
22																10,5							
23																							
24																							
25																							
26			1,1				3,0					2,7											
27																							
28										2,1									1,6	1,0			
29																							
30																							
31																							
TΣ	7,5	10,0	10,1	73,3	44,6	14,2	44,0	21,4	69,0	33,3	85,1	80,3	156,4	80,9	49,4	36,7	15,0		45,3	31,0	23,4	61,4	28,9

ORSTOM

Ao

DATE: 23.11.64

DESSINÉ: Gallienne J.

VOL. 61.346

PLUVIOMÉTRIE JOURNALIÈRE

JUIN 1963

Bassins de LOUMBILA-KAMBOENSE-DONSE

Jours	GOUPANA	SOTENGA	YAKTENGA	TENTIGA	SAO	DAPELOGO	TWEGEN	KOUKEN	LAY	PABRE	SABTENGA	KAMBOENSE	KAONGEN	GASSOUM	NYOU	BOUSSE	TAMISSI	VOAGA	YAAGEN	DONSE	ZITENGA	GUILONGOU	GOUE
1																							
2																							
3																							
4																							
5																							
6																							
7																							
8																							
9												1,0					0,5					4,0	
10		23,0	8,0	7,0	0,5		28,0	20,2	19,2	6,6	16,2	2,5	30,5	1,4	2,7							5,3	2,2
11																			14,7				
12	9,5	0,5	21,5		22,6	7,5	9,0	5,0	13,1	9,4	5,8	3,6	37,4	16,6	5,3	14,4	8,0			7,6	13,0	5,9	7,0
13																							
14																							
15																							
16																							
17	40,0	26,0	7,5	17,4	17,5	14,6	17,8	19,2	8,7	25,6	25,0	21,6	22,9	16,8	28,2	32,2	49,5		8,2		24,5	17,8	10,5
18																							
19																							
20																							
21																							
22	39,0	28,5		44,3		49,8	24,2	40,3		78,1		43,9			29,2	35,5	67,5			41,7	29,0	34,5	30,9
23										4,5													
24	26,5	20,5	64,2	10,7	53,6	15,5	42,8	30,7	90,6	25,6	99,8	33,3	44,7	41,2	17,0	19,6	36,5			18,4	32,2	15,3	10,0
25										3,2													8,2
26	1,5	3,0		5,5	3,5	2,4	0,2			2,8		13,3	6,9		3,7	9,4	11,0		49,9	13,5	10,1	5,5	
27																							
28	0,5	6,5	15,0	6,2		7,6	4,4					1,2			5,4	16,6	15,5			15,2			
29																							
30	1,5	1,5	1,0	6,2	24,0		13,1	3,5	11,6	1,6	7,1	0,2	25,7	39,4	1,2		8,5			2,3	23,0	4,8	
31																							
TΣ	118,5	109,5	117,2	97,3	121,7	97,4	139,5	118,9	143,2	157,4	153,9	120,6	168,1	115,4	92,7	127,7	187,0		(72,2)	98,7	131,8	99,3	60,6

ORSTOM

Ab

DATE: 23.11.64

DESSINÉ: Gallienne J.

VOL. 61.347

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE

JUILLET 1963

Bassins de LOUMBILA-KAMBOENSE-DONSE

Jours	GOUPANA	SOTENGA	YAKTENGA	TENTIGA	SAO	DAPELOGO	TWEGEN	KOUKEN	LAY	PABRE	SABTENGA	KAMBOENSE	KAONGEN	GASSOUM	NYOU	BOUSSE	TAMISSI	VOAGA	YAOPEN	DONSE	ZITENGA	GUILONGOU	GOUE
1																							
2																							
3																							
4	31,5	43,0	22,0	41,6	30,8	1,0	47,5	40,2	19,5	31,9	20,3	29,5	17,1	38,1	47,8	31,4	29,0			31,5	44,8	66,2	38,7
5																							
6			9,5	1,4																	1,3		1,1
7																							
8																							
9																							
10																							
11																							
12		33,0	6,0	4,3			9,7	11,1		12,6		2,0			21,5		7,0		1,0		7,6		
13																							
14																							
15	6,5	15,5	5,8	9,8		42,3	38,4	26,3		14,7		8,3			24,5	16,5	14,5		4,5	19,5	10,5	9,5	3,9
16	6,0	12,5	15,5	6,8		5,0	21,0	18,0		9,8		15,0			8,5	37,7	6,0		6,5	9,5	7,0	10,1	10,8
17																							
18	48,5	54,0	37,5	19,0	62,5	50,5	25,0	14,0	36,8	16,0	46,3	13,7	44,5	78,4	34,5	29,5	32,5		6,0	23,0	3,6		9,0
19												9,6				8,7							
20										8,3													9,7
21	85,5	15,0	27,5	19,2	10,9	71,0	32,0	16,2	16,8	10,1	21,6	14,5	7,8	15,0	27,0	15,3	21,5		39,0	19,3	20,5	17,5	22,2
22										35,2		34,0				5,7							6,2
23										3,5		4,6				50,8							0,3
24												8,8				3,3							
25																							
26																							
27										12,1						48,5							19,5
28																							
29																							2,1
30										3,1		18,8											6,5
31																							
TΣ	178,0	179,0	123,8	102,1	104,2	169,8	173,6	125,8	(73,1)	157,3	88,2	158,6	69,4	131,5	163,8	247,4	110,5		(57,0)	104,1	94,0	148,7	84,6

ORSTOM

Ag

DATE: 23.11.64

DESSINE: Gallienne J.

VOL. 61.348

PLUVIOMÉTRIE JOURNALIÈRE

AOÛT 1963

Bassins de LOUMBILA-KAMBOENSE-DONSE

Jours	GOUPANA	SOTENGA	YAKTENGA	TENTIGA	SAO	DAPELOGO	TWEGEN	KOUKEN	LAY	PABRE	SABTENGA	KAMBOENSE	KAONGEN	GASSOUM	NYOU	BOUSSE	TAMISSI	VOAGA	YAOGEN	DONSE	ZITENGA	GUILONGOU	GOUE
1																							
2																							
3	42,0		14,0	21,4		30,3	2,8	13,7	25,7	31,1					19,0	21,8	33,5		23,0	22,5	35,0	34,7	35,0
4																							
5		90,5																					
6	0,5			4,3	27,9		4,8	0,5		3,0	24,5	30,6	38,9	18,9		5,4			3,0	8,0		1,4	5,6
7	5,0		0,5	20,5		38,9	25,0	62,8		2,7		24,9	22,1	32,6	46,3		58,5		10,5	20,5	33,5	1,0	22,8
8		x	8,5	1,2	25,2		24,0	6,0	10,3		23,2	32,7	3,9		7,7		14,5		8,5		8,0	7,5	
9			1,0						5,2		1,3												
10		20,7																					
11	2,0		4,5	8,4		17,5	13,0	9,3		20,4		3,5			14,0	36,6	16,0			6,0	9,5	15,5	5,2
12					12,1		0,9		8,7		28,1		4,0	27,9									
13	6,5		13,0	3,2		31,3			0,9	1,7							2,5		3,5		12,5	4,5	
14	6,5	1,5	8,0	51,0	10,9	37,5	4,7	6,3	8,2	10,1	12,3	40,4	11,9	10,7	6,2		24,0		0,5	6,2	19,0	1,5	
15				23,2				2,2		0,3	15,2	0,4	11,9	12,2	8,4				0,5				
16	2,0	0,5	0,5	14,0	0,8	4,7		7,2			0,8		0,7	10,0			7,5		1,0		16,0	2,7	6,7
17																							
18	13,0	31,5	13,0	4,8		9,8	67,8	9,6		29,0		9,2			9,0	41,2	7,5		35,0	25,8	11,4	17,2	35,9
19																				4,9			
20	12,0	0,5	1,0				1,4	14,0		0,9		1,2					2,5		2,0	6,5	1,5	3,0	10,0
21	18,0	16,5	12,5	6,8	34,5	13,5	13,6	2,5	21,3	15,1	75,2	8,7	44,9	30,6	13,0		3,0		7,0	1,3	4,0		2,2
22	0,5	7,0	1,5	12,5			10,3	3,5		5,5		1,8					6,5		14,0	3,5		14,6	
23	10,0	10,0		13,0	33,7	21,8	14,4	7,2	29,5		34,5		24,9	39,9	2,0		5,0		7,5		7,6		5,0
24		3,5	4,5	3,0			8,0	4,5		6,7							2,0			1,4		0,3	
25	19,0	14,0	14,0	10,0		8,0				17,4		30,8				3,5	23,0		9,0	11,7	7,8	17,0	
26		0,5			23,5				13,5		27,2		27,8	15,2	5,9		2,0						
27																							
28	3,5	5,5	21,5	4,3		10,1	1,8	3,4	15,3	5,1		4,9		15,8	7,0	7,8	4,5		7,5	4,4	10,1	2,0	
29	3,5	0,5	2,5		10,8						13,2		19,5						3,0			2,8	
30																							
31																							
TΣ	144,0	202,7	120,5	178,4	202,7	223,4	138,5	152,7	146,8	149,0	255,5	189,1	210,5	213,8	138,5	116,3	212,9		135,5	122,7	176,9	125,7	128,4

ORSTOM

AO

DATE 24.11.64

DESSINÉ: Gallienne J.

VOL - 61.349

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE

SEPTEMBRE 1963

Bassins de LOUMBILA-KAMBOENSE-DONSE

Jours	GOUPANA	SOTENGA	YAKTENGA	TENTIGA	SAO	DAPELOGO	TWEGEN	KOUKEN	LAY	PABRE	SABTENGA	KAMBOENSE	KAONGEN	GASSOUM	NYOU	BOUSSE	TAMISSI	VOAGA	YAOPEN	DONSE	ZITENGA	GUILONGOU	GOUE	
1	15,5	2,5	1,5				9,0	1,9				5,4			3,4	15,4						1,1		
2	1,0	2,5	3,0			5,0		7,1		8,4						12,5	8,0					27,9		
3		2,5	4,5	1,4	36,8	8,4	34,0		24,4		25,2	8,1	28,9	40,4	2,2						2,5			5,7
4		1,0	0,5																					
5		(6,0)		6,4		8,0	42,0	2,2	0,3			1,9							4,5	1,3		6,2		
6																								
7																								
8			0,5					6,9		13,9		5,0				14,7			25,5	11,0	1,5	56,4	23,1	
9	1,0	1,0	0,5	3,5	5,8	3,4		9,2	9,9	10,1	19,4	15,7	3,9	23,0	10,4	25,8	5,5		2,0	4,2	2,8	3,2		
10																								
11	36,0	17,5	18,0	32,4	35,4	34,5	22,5	14,2	12,9	33,5	18,4	23,3	35,2	27,7	20,7	38,9	31,5		44,6	44,6	25,5	18,0	45,7	
12																								
13																								
14	21,0		6,0	15,4	8,7	10,1	11,2	8,5		20,4		6,7			17,0		3,0		9,5	14,0	8,0	11,0	16,4	
15																								
16									23,3		10,3		6,9	1,6										
17							0,4	7,0		0,4					14,8									
18									0,4		2,0													
19																								
20			8,0				8,2			6,8		1,9				8,3								
21	14,5	16,5		3,6	14,0	3,6	3,0	2,0	10,3	5,4	3,5	1,7	32,3	17,0	30,5		10,5		11,5	17,6	5,6	7,1	8,5	
22	3,0	1,0	1,0	5,1		1,4	5,4	3,3		9,6		0,3			5,3		3,0		5,0	1,0	3,1	5,4		
23									12,9			9,8	12,0	4,9										
24																								
25																	(27,0)							
26																								
27																								
28			1,5							0,9							2,5						0,6	
29															10,7	6,5								
30	2,5	1,0	20,0	5,0	14,2		43,0	1,7	26,6	20,8	11,0	0,3	1,7	2,8			1,0		1,0	2,5	4,0	8,0		
31																								
TΣ	94,5	51,5	65,0	72,8	114,9	74,4	178,7	64,0	120,1	121,2	39,6	70,3	120,9	117,4	115,0	122,1	(32,0)		103,5	98,7	79,5	115,9	99,4	

ORSTOM

A0

DATE: 24.11.64

DESSINE: Gallienne J.

VOL. 61.350

PLUVIOMÉTRIE JOURNALIÈRE

OCTOBRE 1963

Bassins de LOUMBILA-KAMBOENSE-DONSE

Jours	GOUPANA	SOTENGA	YAKTENGA	TENTIGA	SAO	DAPELOGO	TWEGEN	KOUKEN	LAY	PABRE	SABTENGA	KAMBOENSE	KAONGEN	GASSOUM	NYOU	BOUSSE	TAMISSI	VOAGA	YAOGEN	DONSE	ZITENGA	GUILONGOU	GOUE	
1	4,5	0,5		2,5	14,2	2,5	36,0	3,9	25,6	13,3	10,0	22,5	0,7	1,8			4,5	33,5	18,8	1,0	47,3			
2						16,7			8,5	6,4	12,2		1,5		3,2		1,5		1,0					
3	2,0	19,5	5,0	15,5	12,0	8,7	27,9		15,4	1,2	18,3	4,3	34,1	19,0	5,9		3,5						0,2	
4							5,0	6,2							9,8		5,0		3,0		9,5	5,6		
5																								
6																								
7																								
8	2,0		1,5	11,6	1,4	10,3	10,3		11,5		7,7	32,8	1,6				2,0		3,5	2,0		7,8		
9																								
10	2,0		1,5	3,1		6,9	7,0	12,2		28,6		1,2			8,4		0,5		26,0	4,8		13,5	4,5	
11																			15,5	(18,6)				
12	6,0	13,0	2,0	1,7	4,0	5,1	4,0	4,2	25,7	6,3	4,0		19,3	18,6	11,7		2,5		9,5	(13,6)			10,0	
13																								
14																								
15																								
16																								
17			↑	7,6																				
18			↑	6,5																				
19			↑																					
20			↑	28,9																				
21			↑																					
22			↑																					
23			↑				2,3			8,4		9,0								10,7			10,7	
24	35,0	4,5				23,6	5,6	1,0									12,0				5,0			
25										1,7														
26	8,5	8,0		6,2		8,8				12,9							2,5		1,0		4,2			
27															3,0		4,5							
28		28,5																						
29																								
30																								
31																								
TΣ	58,0	74,8	38,9	54,7	31,6	82,6	98,1	27,5	86,7	78,8	52,2	69,8	57,2	39,4	42,0	(2,4)	38,5		93,0	68,5	19,7	74,4	25,2	

ORSTOM

Ao

DATE: 24.11.64

DESSINE: Gallienne J.

VOL. 61.351

PLUVIOMÉTRIE MENSUELLE 1963.

Bassin	STATION	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total annuel
LOUMBILA	GOUPANA					7,5	118,5	178,0	144,0	94,5	58,0			600,5
	SOTANGA					10,0	109,5	179,0	202,7	51,5	74,0			626,7
	YAKTENGA					10,1	117,2	123,8	120,5	65,0	38,9			475,5
	TENTIGA				40,2	73,3	97,3	102,1	178,4	72,8	54,7			618,8
	SAO					44,6	121,7	104,2	202,7	114,9	31,6			619,7
	DAPELOGO				90,4	14,2	97,4	169,8	223,4	74,4	82,6			752,2
	TWENGEN				41,2	44,0	139,5	173,6	192,5	178,7	98,1			867,6
	KOUKEN				55,2	21,4	118,9	125,8	152,7	64,0	27,5			565,5
	LAY					69,0	143,2	(73,1)	146,8	120,1	86,7			(638,9)
	PABRE			0,6	92,1	33,3	157,4	157,3	149,0	121,2	78,8			789,7
	SABTENGA					85,1	153,9	88,2	255,5	99,6	52,2			734,5
	KAMBOENSE				27,3	80,3	120,6	158,6	189,1	70,3	69,8			716,0
	KAONGEN					156,4	168,1	(69,4)	210,5	120,9	57,2			(782,5)
	GASSOUM					80,9	115,4	131,5	213,8	117,4	39,4			698,4
	NYOU				28,0	49,4	92,7	163,8	138,5	115,0	42,0			629,4
BOUSSE				48,6	36,7	127,7	247,4	116,3	122,1	(2,4)			(701,2)	
DONSE	TAMISSI					15,0	187,0	110,5	212,5	(92,0)	38,5			(655,5)
	YAOGEN					45,3	(72,2)	(57,0)	135,5	103,5	93,0			(506,5)
	VOAGA													
	DONSE				29,4	31,0	98,7	104,1	122,7	98,7	68,5			553,1
	ZITENGA				42,5	23,4	131,8	94,0	175,9	79,5	19,7			566,8
	GOUE				41,9	28,9	60,6	84,6	128,4	99,4	25,2			469,0
	GUILONGOU			1,0	14,7	61,4	99,3	148,7	125,7	115,9	74,4			641,1