



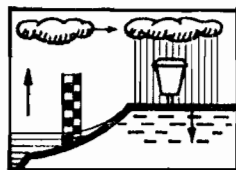
# REPUBLIQUE DU RWANDA

---

## Bassins représentatifs de BYUMBA et de GITARAMA

---

### SYNTHESE HYDROLOGIQUE



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

BUREAU CENTRAL HYDROLOGIQUE - PARIS



OFFICE DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE  
OUTRE-MER

S.C.E.T. International

Service Hydrologique

R E P U B L I Q U E   D U   R W A N D A

- - -

BASSINS REPRESENTATIFS DE  
BYUMBA ET DE GITARAMA

---

Synthèse hydrologique

par

J. SIRCOULON

- PARIS 1974 -

---

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

\* \* \* \*

### HISTORIQUE DES ETUDES

Le Rwanda est l'un des pays d'Afrique présentant la plus forte densité de population au km<sup>2</sup> et connaît un accroissement démographique très rapide. Le développement continu des besoins nécessite la mise en culture de nouvelles terres dans une région où le sol est déjà très exploité et où les possibilités d'extension sont très réduites.

Ainsi la forêt primaire a pratiquement disparu depuis fort longtemps, elle subsiste encore sur la crête Congo-Nil, mais régresse chaque année au profit des pâturages puis des cultures. D'autre part, le relief accentué du pays n'a jamais été un obstacle insurmontable pour le paysan, habitué à travailler sur des pentes parfois très fortes. On se trouve donc, dans ces conditions, naturellement amené à mettre en valeur les vastes zones marécageuses qui recouvrent très souvent le fond des vallées. La présence en montagne de tels marais est une particularité assez étonnante, provoquée par les bouleversements tectoniques qui ont complètement modifié le profil d'équilibre du réseau hydrographique à une époque géologique récente.

Dans le cadre de l'aménagement des grands marais du Rwanda, une convention (n° 165/M/69/T du 29 Juin 1969) a ainsi été passée entre le Secrétariat d'Etat aux Affaires Etrangères et l'ORSTOM, confiant à cet organisme le soin de procéder à des campagnes hydrologiques devant permettre d'évaluer, grâce à la connaissance des paramètres de l'écoulement, les conditions de drainage des marais en vue de leur mise en valeur agricole.

Deux groupes de bassins ayant chacun une superficie totale de l'ordre de 250 km<sup>2</sup> et correspondant à deux ensembles géologiques typiques du Rwanda ont été installés puis exploités pendant trois ans.

Le premier groupe de bassins, situé au nord-est de Kigali, dans la région de Byumba, repose sur un substratum de schistes et de quartzites ; le second groupe de bassins se trouve au sud de Kigali dans la région de Gitarama et repose sur un substratum de granites.

Les mesures sur le terrain, qui débutèrent en septembre 1969 pour se terminer fin août 1972, ont été assurées par la S.C.E.T.-International d'après les directives scientifiques de l'ORSTOM. L'exploitation des bassins de Byumba fut confiée à M. GERVAIS et celle des bassins de Gitarama à M. RIOU, puis M. MUZET sous la direction de M. PROST, chef de la mission SCET-International au Rwanda.

Les observations hydropluviométriques recueillies au cours des trois campagnes de mesures ont fait l'objet de rapports distincts par MM. DOSSEUR et SIRCOULON.

Présentation du rapport de synthèse -

Le présent rapport a pour but de dégager les caractéristiques de l'écoulement propres à deux régions représentatives du Rwanda, en fournissant une interprétation hydrologique des principaux résultats obtenus.

Nous présenterons donc les points suivants :

- un rappel des facteurs conditionnels des bassins,
- les données marquantes des observations hydropluviométriques,
- l'étude du ruissellement, de la formation des crues et l'estimation des crues de fréquences rares,
- un tableau récapitulatif général permettant une comparaison des caractéristiques des deux zones étudiées.

\* \* \*

T A B L E   D E S   M A T I E R E S

Page :

INTRODUCTION

<u>CHAPITRE I</u>	- <u>RAPPEL DES FACTEURS CONDITIONNELS</u>	-	3
1.1.	Aperçu géographique		3
1.2.	Aperçu climatologique		5

BASSINS DE BYUMBA  
-----

<u>CHAPITRE II</u>	- <u>LES OBSERVATIONS PLUVIOMETRIQUES</u>	-	11
<u>CHAPITRE III</u>	- <u>LES OBSERVATIONS HYDROLOGIQUES</u>	-	17
<u>CHAPITRE IV</u>	- <u>LE RUISSELLEMENT</u>	-	21
4.1.	Forme des hydrogrammes		21
4.2.	Etude du ruissellement		25
4.3.	Estimation des crues		33

BASSINS DE GITARAMA  
-----

<u>CHAPITRE V</u>	- <u>LES OBSERVATIONS PLUVIOMETRIQUES</u>	-	43
<u>CHAPITRE VI</u>	- <u>LES OBSERVATIONS HYDROLOGIQUES</u>	-	49
<u>CHAPITRE VII</u>	- <u>LE RUISSELLEMENT</u>	-	53
7.1.	Forme des hydrogrammes		53
7.2.	Etude du ruissellement		59
7.3.	Estimation des crues		64

CONCLUSIONS			71
-------------	--	--	----

Annexes :	I - Pluviométrie journalière moyenne		
	II - Débits moyens journaliers		
	III - Isohyètes et hydrogrammes des principales crues observées au cours des 3 campagnes.		

- CHAPITRE I -

RAPPEL DES FACTEURS CONDITIONNELS

1.1 - Aperçu Géographique

1.1.1 - Bassins de Byumba

1.1.1.1 - Situation générale :

Les bassins de Byumba constituent un ensemble de 3 bassins imbriqués, situés au nord de Kigali, comme le montre la figure 1.

Bassins	Latitude	Longitude	Altitude de l'exutoire
L 1	1°39'23"S	30°04'38"E	(1750 m)
L 2	1°44'39"S	30°07'40"E	1478 m
L 3	1°46'55"S	30°08'00"E	1438 m

1.1.1.2 - Caractéristiques physiques :

<u>Bassins</u>	<u>L 1</u>	<u>L 2</u>	<u>L 3</u>
Superficie (km <sup>2</sup> )	43	119	258
Périmètre (km)	31	57	89
Indice de compacité	1,32	1,46	1,55
Longueur (rectangle équivalent) (km)	11,8	23,2	37,7
Largeur (rectangle équivalent) (km)	3,7	5,3	6,8
Indice de pente ROCHE	0,213	0,175	0,144
Indice de pente global (m/km)	33,9	21,1	14,9
Dénivelée spécifique (m)	222	230	239
Classe de relief	R5-R6	R5-R6	R5-R6

1.1.1.3 - Caractéristiques géomorphologiques :

Bassins	Densité de drainage	Rapport de confluence	Rapport de longueur
L 1	3.59	4.1	2.5
L 2	3.33	4.1	2.4
L 3	3.48	4.5	2.9

1.1.1.4 - Géologie et végétation :

Les bassins de Byumba sont caractérisés par une alternance de roches arénacées et conglomératiques (à dominance de quartzites) et de roches pélitiques (à dominance de schistes). Les sols sont relativement imperméables mais les cultures, très nombreuses et présentes même sur les versants à fortes pentes, diminuent sensiblement cette caractéristique. D'autre part, l'existence de marais dans les talwegs joue un rôle de régulateur sur l'écoulement.

1.1.2 - Bassins de Gitarama

Les bassins de Gitarama constituent un ensemble de trois bassins alimentant la rivière Mukunguri et situés au sud-ouest de Kigali (cf. figure 1).

1.1.2.1 - Situation générale :

Bassins	Latitude	Longitude	Altitude de l'exutoire
L 1	2°09'30"S	29°51'45"E	1 443 m
L 2	2°07'20"S	29°53'30"E	1 406 m
L 3	2°07'00"S	29°53'30"E	1 410 m

Situation des bassins représentatifs de BYUMBA et GITARAMA

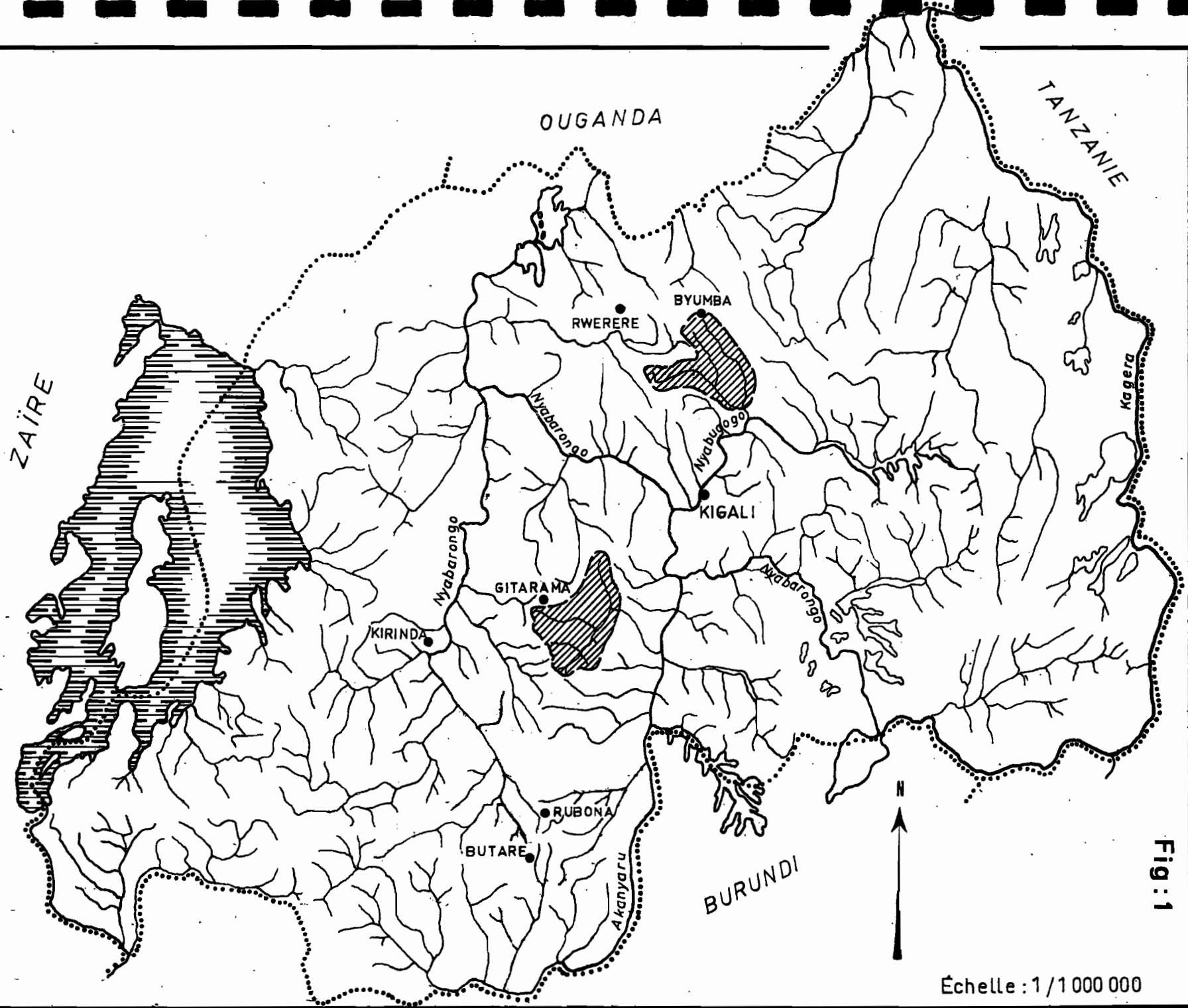


Fig : 1

Échelle : 1 / 1 000 000

1.1.2.2 - Caractéristiques physiques :

<u>Bassins</u>	<u>L 1</u>	<u>L 2</u>	<u>L 3</u>
Superficie (km <sup>2</sup> )	74	165	91
Périmètre (km)	43	63	45
Indice de compacité	1,40	1,37	1,32
Longueur (rectangle équivalent) (km)	17,2	24,8	17,2
Largeur (rectangle équivalent)	4,3	6,7	5,3
Indice de pente ROCHE	0,161	0,137	0,148
Indice de pente global (m/km)	18,6	13,7	16,3
Dénivelée spécifique (m)	160	176	155
Classe de relief	R5	R5	R5

1.1.2.3 - Caractéristiques géomorphologiques :

Bassins	Densité de drainage	Rapport de confluence	Rapport de longueur
L 1	3.15	3.7	2.2
L 2	2.83	4.3	2.0
L 3	2.29	3.9	2.0

1.1.2.4. - Géologie et végétation :

Les bassins de GITARAMA sont constitués de roches granitiques et gneissiques avec quelques intercalations de roches pélitiques (micaschistes). L'altération de ces roches donne des arènes à possibilité de rétention importantes. Les cultures sont généralisées et la densité de population est forte.

1.2 - Aperçu climatologique

1.2.1 - Généralités

Le climat rwandais est à caractère nettement continental. Pendant la majeure partie de l'année, le Rwanda est soumis à l'influence de l'alizé du sud-est qui est un vent particulièrement sec durant l'hiver austral.

Localement, le climat est surtout lié à l'altitude et à l'orientation des montagnes qui conditionnent l'ascension des masses d'air, le refroidissement adiabatique et la formation des précipitations.

- la zone des bassins de Byumba est le siège d'un climat pluvieux tempéré chaud du type climatique C<sub>w</sub> de Köppen (la lame pluviométrique du mois le plus sec est plus petite<sup>w</sup> ou égale au 1/10 du total des pluies du mois le plus pluvieux).

- les bassins de Gitarama sont soumis à un climat tropical humide du type A<sub>w</sub> de Köppen (1) (pluviométrie mensuelle du mois le plus sec inférieure à<sup>w</sup> 60 mm).

### 1.2.2 - Températures

Trois stations du réseau rwandais intéressent la zone des bassins représentatifs. Ces stations sont Kigali, Rubona et Rwerere-Rugezi dont la situation est la suivante :

Stations	Longitude	Latitude	Altitude (m)
KIGALI	30° 04' E	01° 57' S	1 550
RUBONA	29° 46' E	02° 29' S	1 706
RWERERE-RUGEZI	29° 53' E	01° 32' S	2 060

Les températures moyennes mensuelles et annuelles à ces 3 stations pour la période 1950-1964 sont les suivantes :

(Températures en °C)

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
KIGALI	20.6	20.6	20.5	20.0	20.1	21.0	20.2	21.1	21.2	20.9	20.3	20.2	20.5
RUBONA	19.3	19.2	19.2	19.0	19.0	18.6	18.9	19.9	20.1	19.6	19.0	19.1	19.2
RWERERE-RUGEZI	14.8	14.5	14.7	15.2	15.4	13.8	13.3	14.1	14.8	15.5	14.8	14.6	14.6

Les bassins de Gitarama situés entre Kigali et Rubona sont soumis à des températures intermédiaires entre celles observées à ces 2 stations.

De même, les bassins de Byumba situés entre Kigali et Rwerere sont le siège d'une température intermédiaire entre ces 2 stations.

On constate une très faible variation de la température moyenne au cours de l'année avec un effet modérateur de l'altitude.

### 1.2.3 - Insolation

Nous disposons des résultats de mesures de la durée d'insolation effectuées entre 1951 et 1964 à la station de Rubona.

Les valeurs moyennes mensuelles et annuelles observées au cours de cette période sont les suivantes :

(Durée d'insolation exprimée en heures)

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
RUBONA	1765	1625	1732	1549	1747	2139	2266	2141	1872	1809	1585	1654	21884

### 1.2.4 - Evaporation

Nous avons un indice du pouvoir évaporant de l'atmosphère en examinant les données de l'Evaporomètre Piche placé sous abri aux 3 stations de Kigali, Rubona et Rwerere-Rugezi.

Les moyennes mensuelles et annuelles pour la période 1954-1964 sont les suivantes :

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
KIGALI	123	96	100	76	91	136	181	188	173	131	108	98	1501
RUBONA	98	89	92	68	89	144	204	216	173	129	92	89	1484
RWERERE RUGEZI	72	60	62	47	54	76	89	92	90	71	59	63	837

### 1.2.5 - Pluviométrie

La hauteur pluviométrique annuelle moyenne des bassins versants de Byumba est de l'ordre de 1200 à 1250 mm, celle des bassins versants de Gitarama est nettement plus faible et est seulement de 1050 mm environ.

La station synoptique de Rubona où l'on dispose de données pluviométriques homogènes depuis 1931 peut servir de repère et fournir des indications intéressantes, considérées comme des moyennes, étant donné l'hétérogénéité spatiale des pluies particulièrement prononcée dans ce pays.

#### 1.2.5.1 - Hauteur annuelle de précipitations :

L'ajustement de l'échantillon des pluies annuelles observées à Rubona pour la période 1931 à 1972, suivant une loi de Pearson III, conduit aux hauteurs annuelles suivantes (en mm) pour diverses probabilités.

Probabilités	0.01	0.10	0.50	0.90	0.99
Année calendaire (1.1 au 31.12)	1530	1355	1160	980	850
Année hydrologi- que (1.9 au 31.8)	1610	1400	1165	960	810

#### 1.2.5.2 - Variations saisonnières :

Le tableau suivant donne pour la station de Rubona les précipitations mensuelles moyennes (en mm) pour la période 1931-1972 :

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total annuel
111	114	139	185	157	25	6	26	66	110	128	94	1161

Ce tableau met en évidence une première saison des pluies avec un maximum en avril, une seconde saison des pluies plus ou moins importante avec maximum en novembre, une saison sèche bien marquée de juin à septembre, un second ralentissement des précipitations en décembre-janvier.

1.2.5.3 - Précipitations journalières :

L'utilisation de la loi de GOODRICH qui est celle qui s'ajuste le mieux à l'échantillon des pluies journalières de RUBONA donne les valeurs suivantes pour diverses récurrences :

Récurrence	1 an	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans
Précipitation journalière (mm)	52	61	74	84	94	108



- CHAPITRE II -

LES OBSERVATIONS PLUVIOMETRIQUES

(Bassins de Byumba)

2.1 - Hauteur pluviométrique annuelle

2.1.1 - Hauteur moyenne

La hauteur annuelle de précipitations à la station de Byumba, établie à partir de 38 ans d'observations, est de 1258 mm (suivant l'année hydrologique du 1er Septembre au 31 Août), valeur différant peu de celle obtenue en année calendaire.

Le tableau suivant donne pour les 3 campagnes les résultats obtenus (en mm ) de façon ponctuelle à Byumba et sur chacun des bassins.

1er septembre au 31 août			
	1969-70	1970-71	1971-72
Bassin L 1	(1285)	1256	1343
Bassin L 2	(1290)	1242	1265
Bassin L 3	(1250)	1270	1256
Poste de Byumba	(1260)	1210	(1500-1590)

Les valeurs de la première année sont estimées puisque le réseau pluviométrique a été implanté progressivement au cours du mois de septembre 1969 et que certains relevés de la station de Byumba sont manifestement erronés.

Ces hauteurs diffèrent peu d'une année à l'autre sur les bassins comme le soulignent les déficits ou excédents par rapport à la moyenne interannuelle à Byumba (en pourcentage).

	1969-70	1970-71	1971-72
Bassin L 1	+ 2 %	0	+ 7 %
Bassin L 2	+ 3 %	- 1 %	0
Bassin L 3	- 1 %	+ 1 %	0
Poste de Byumba	0	- 5 %	+ 20 %

A l'échelle annuelle, les variations pluviométriques sont donc minimales, on relève seulement un net excédent sur le bassin L 1 au cours de la 3<sup>ème</sup> campagne.

### 2.1.2 - Répartition spatiale

Le tracé des isohyètes annuelles met en évidence des tendances caractéristiques que l'on retrouve chaque année. Les versants sud-est des bassins, c'est-à-dire les versants rive gauche de la Muyanza et de la Mwange sont particulièrement arrosés, les vents orientés SW-NE perdent leur humidité en rencontrant les lignes de crêtes disposées suivant la direction SE-NW.

On distingue ainsi :

- un minimum de précipitations sur l'exutoire L 3
- une dorsale selon les postes 21 - 10
- un creux pluviométrique sur la vallée de la Mwange
- une dorsale sur la ligne de crêtes H<sub>4</sub>-H<sub>6</sub>

Ces considérations générales étant faites, l'hétérogénéité spatiale varie largement d'une campagne à l'autre comme le montre la variabilité de l'amplitude des valeurs extrêmes observées aux postes possédant des données complètes :

- |              |                                   |
|--------------|-----------------------------------|
| - en 1969-70 | extrêmes 1485 et 1220 soit 265 mm |
| - en 1970-71 | extrêmes 1738 et 1007 soit 731 mm |
| - en 1971-72 | extrêmes 1503 et 977 soit 526 mm  |

La forte hétérogénéité spatiale observée à l'échelle annuelle (à l'exception dans une certaine mesure de la première campagne) rend peu précise l'évaluation de la hauteur moyenne pluviométrique sur les bassins et pose le problème de la représentativité des pluviomètres, faute d'une densité suffisante d'appareils.

### 2.2 - Variations mensuelles

Le tableau suivant récapitule les valeurs mensuelles calculées dans les rapports provisoires.

Fig. 2

# Bassin de BYUMBA

## Equipement hydropluviométrique

- ▼H Pluviographe hebdomadaire
- ▼J Pluviographe journalier
- ▽ Pluviomètre
- ▮ Limnigraphe

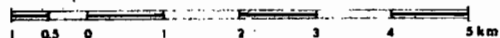
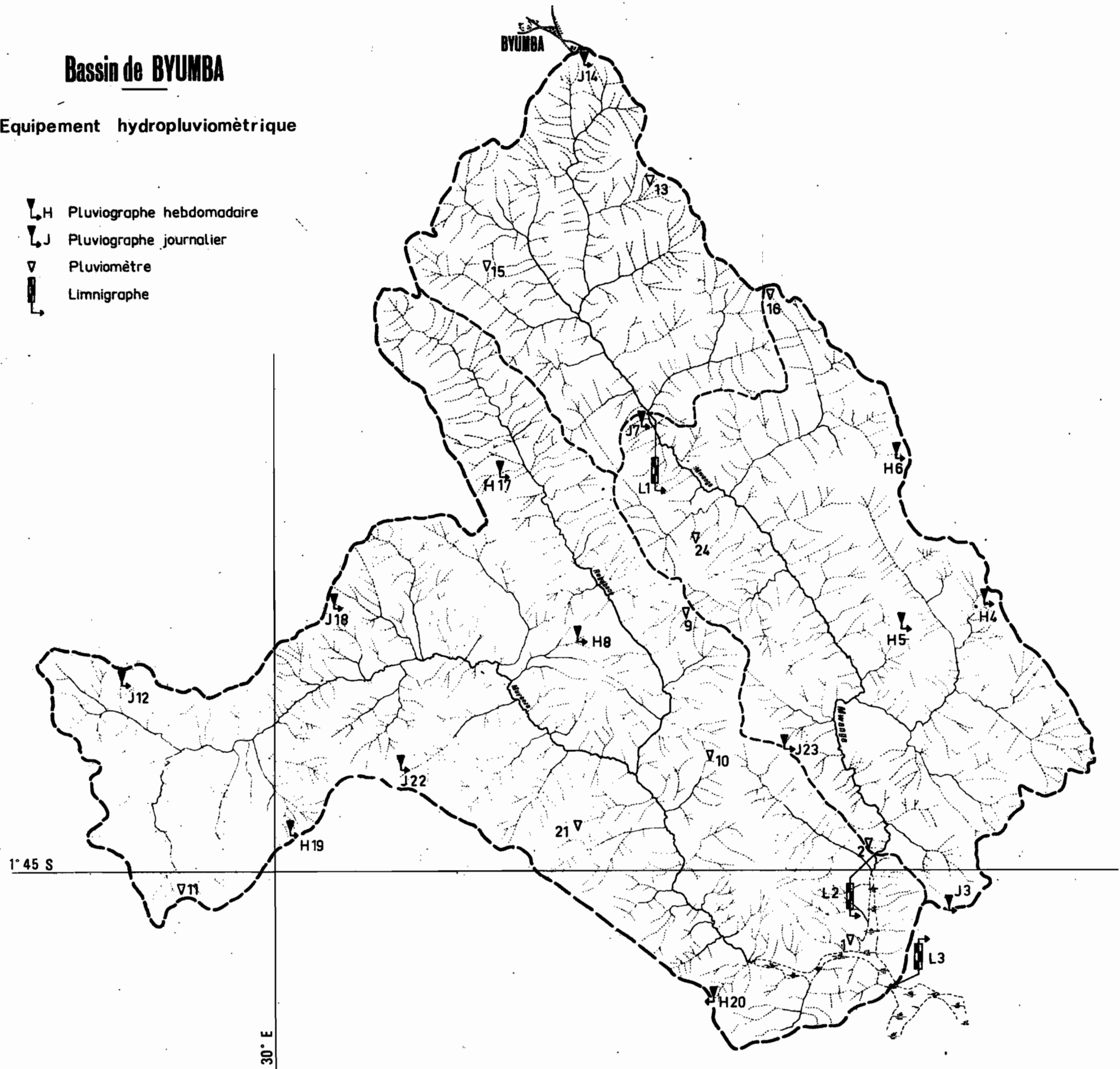


Fig. 3

# Bassin de BYUMBA

Isohyètes de l'année 1970

- ⌋ H Pluviographe hebdomadaire
- ⌋ J Pluviographe journalier
- ∇ Pluviomètre
- ▭ Limnigraphe

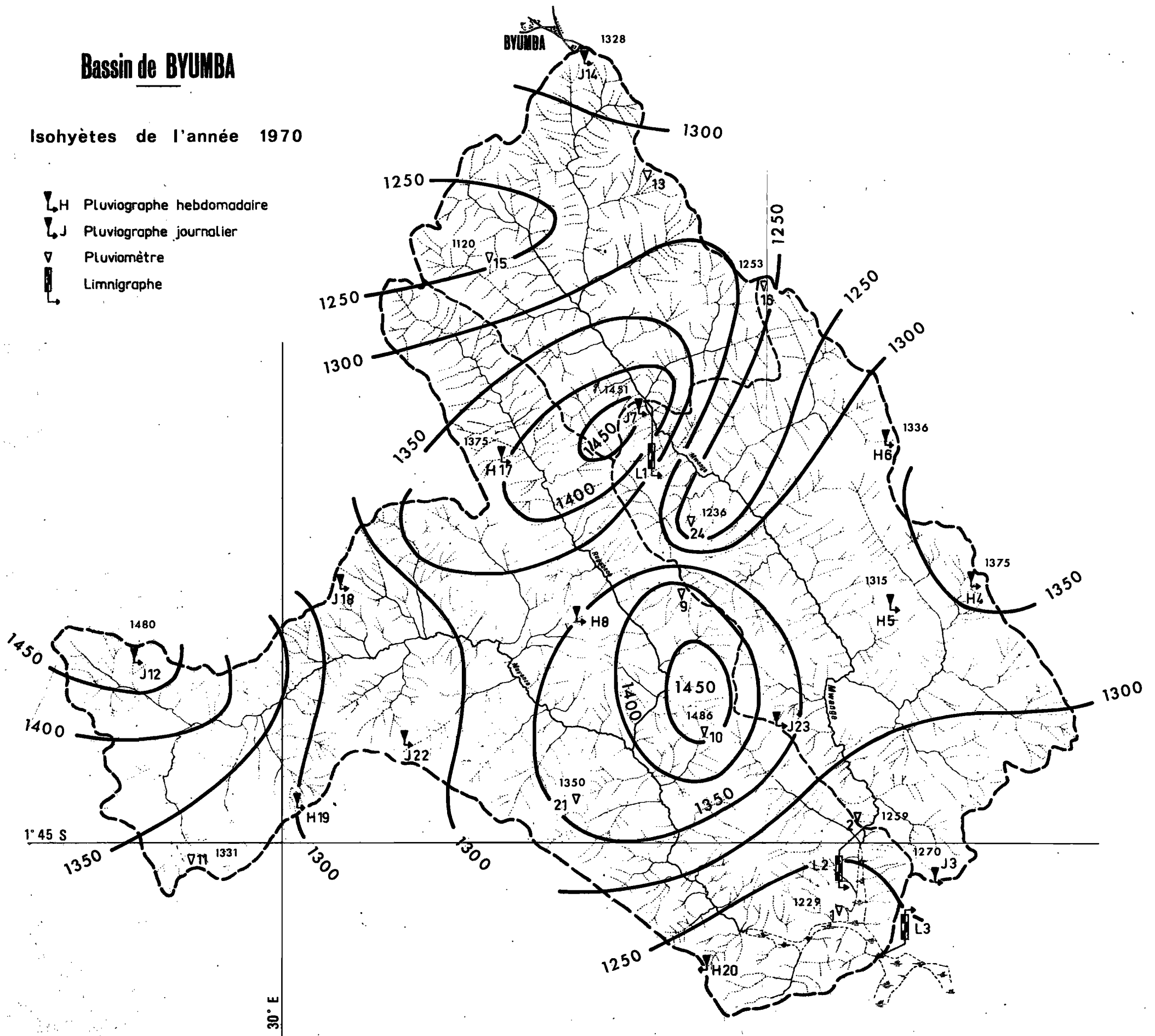
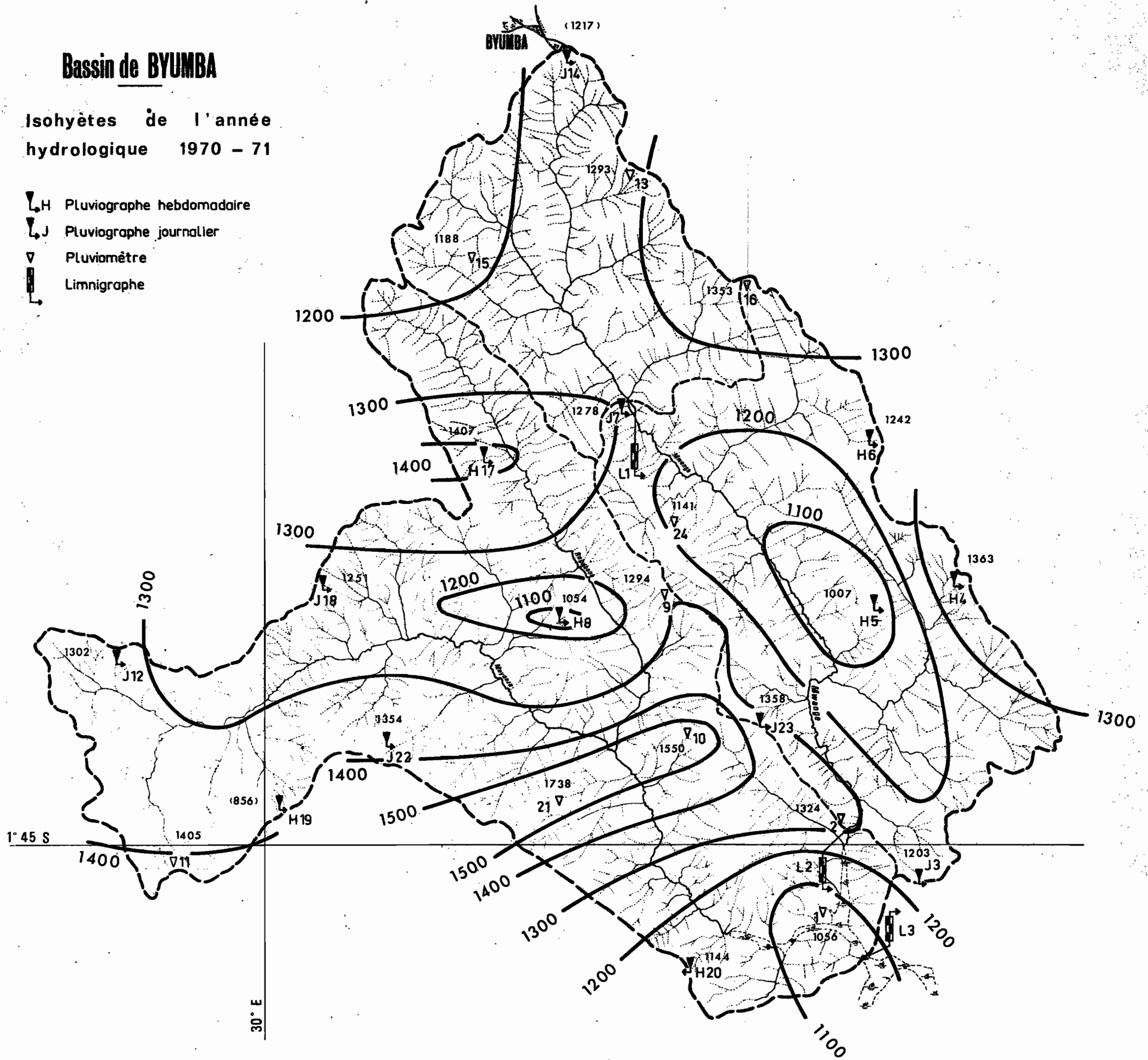


Fig. 4

# Bassin de BYUMBA

Isohyètes de l'année hydrologique 1970 - 71

- ↳ H Pluviographe hebdomadaire
- ↳ J Pluviographe journalier
- ▽ Pluviomètre
- ▮ Limnigraphe







0 0.5 1 2 3 4 5 km

Fig. 5

# Bassin de BYUMBA

Isohyètes de l'année hydrologique  
1971 - 1972

-  Pluviographe hebdomadaire
-  Pluviographe journalier
-  Pluviomètre
-  Limnigraphe

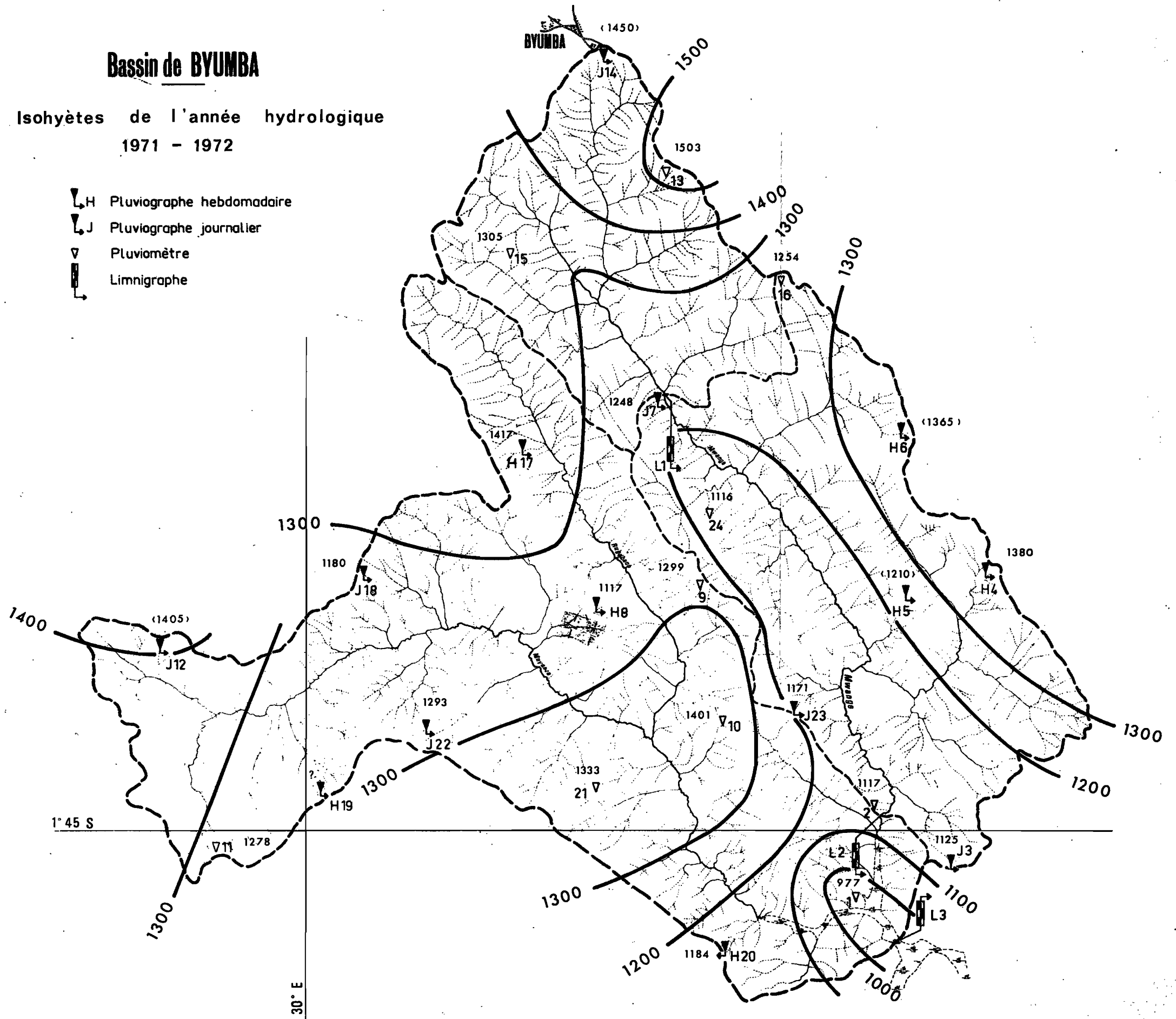


TABLEAU I

Pluviométrie sur les bassins de Byumba (en mm)

Stations et bassins	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Byumba												
Moyenne 38 ans	105,9	139,6	134,1	96,1	78,7	102,3	141,1	216,4	158,4	34,3	17,0	41,7
1969-70	-	-	(85,0)	(36,5)	(74,0)	(176,4)	(163,0)	238,3	160,1	5,2	11,0	69,3
1970-71	138,8	113,5	116,9	74,9	57,5	74,2	97,2	238,7	223,6	3,2	32,9	36,2
1971-72	122,4	176,6	109,8	49,7	166,3	130,7	164,5	271,8	169,5	110,9	20,8	97,4
B.V. Byumba L1												
1969-70	-	-	87,2	34,7	122,1	143,2	199,2	223,4	162,2	9,2	18,8	39,9
1970-71	125,6	94,5	99,1	66,9	85,7	74,1	67,1	273,4	277,1	0,1	20,7	71,9
1971-72	106,3	156,3	86,7	80,2	94,9	111,3	155,8	214,4	146,2	123,1	0,0	68,1
B.V. Byumba L2												
1969-70	-	-	75,7	38,9	135,8	140,6	207,4	233,9	143,4	16,5	13,9	41,2
1970-71	113,8	88,6	98,4	91,0	76,3	87,2	65,9	266,3	261,3	2,3	17,9	72,9
1971-72	81,9	136,0	88,6	63,7	85,3	110,2	159,4	208,9	152,9	122,7	0,0	55,4
B.V. Byumba L3												
1969-70	-	-	84,4	51,3	130,3	127,8	194,6	225,6	151,7	18,6	14,3	48,4
1970-71	91,5	97,0	109,2	91,4	89,3	101,1	76,9	255,8	272,8	1,6	19,7	70,5
1971-72	84,0	113,0	96,8	74,4	86,4	126,0	150,3	196,7	159,3	119,7	0,0	49,6

Si le total pluviométrique annuel varie assez peu d'une campagne sur l'autre, par contre, la répartition mensuelle des pluies diffère largement. On constate, d'une façon générale, que la saison des pluies d'octobre-novembre est peu prononcée dans cette région du Rwanda et que la saison des pluies d'avril-mai est de loin la plus importante, avec d'ailleurs une précocité plus ou moins grande suivant les années.

La somme des deux mois consécutifs les plus arrosés varie fortement comme on peut le constater ci-après (valeurs en mm) :

	Bassin L1	Bassin L2	Bassin L3
Mars + Avril 1970	422,6	441,3	420,2
Avril + Mai 1971	550,5	527,6	528,6
Mars + Avril 1972	370,2	368,3	356,0

La relation entre l'abondance de la saison des pluies et l'importance de l'écoulement annuel n'est pas aussi étroite que ce à quoi on pourrait s'attendre. Si en 1971, on observe bien à la fois les plus fortes précipitations et la plus forte hydraulicité pour les bassins L2 et L3, par contre, cela n'est pas vrai pour le bassin L1, et l'année 70 vient au rang 2 pour la pluviométrie et au rang 3 pour l'écoulement sur l'ensemble des bassins. Ceci est dû à la répartition des pluies au cours de la saison et à la présence des marais qui, par leur rôle de tampon, produisent une régularisation importante de l'écoulement et peuvent absorber une grosse partie des précipitations. Une forte pluviosité mensuelle ne se traduira pas nécessairement par une forte augmentation de l'écoulement dans la mesure où les pluies journalières sont suffisamment espacées. Par contre, des pluies concentrées sur quelques jours peuvent, si les marais sont gorgés d'eau, provoquer des crues importantes, et il est donc intéressant de chercher dans les observations disponibles les épisodes pluvieux à caractère exceptionnel.

### 2.3 - Episodes pluvieux

La station pluviométrique de longue durée de référence est celle de Byumba. L'examen de plus de 30 ans de relevés montre, après étude critique éliminant les valeurs de 1968 et 1969 manifestement trop fortes, (inadéquation de l'appareillage), certains épisodes intéressants.

Période	Hauteurs (mm)	Total en 2 jours (mm)
4 et 5/10/1934	42,0 - 44,0	86,0
28 et 29/3/1937	40,6 - 43,6	84,2
1 et 2/11/1937	20,3 - 52,0	72,3
13 et 14/5/1942	13,2 - 56,2	69,4
1 et 2/5/1946	38,2 - 34,3	72,5
8 et 9/3/1951	61,0 - 20,0	81,0
19 et 20/4/1954	18,0 - 62,8	80,8
11 et 12/4/1966	21,9 - 57,4	79,3
25 et 26/4/1970	26,8 - 62,4	89,2

### 2.4 - Précipitations journalières

#### 2.4.1 - Information donnée par le poste de Byumba

Un ajustement des précipitations journalières à une loi de GOODRICH donne les valeurs suivantes :

valeur centenaire 92 mm  
valeur cinquantenaire 85 mm  
valeur décennale 69 mm  
valeur annuelle 46 mm

Ce poste semble assez abrité et sous-estimer légèrement les fortes précipitations ; nous adopterons donc la valeur de 50 mm comme hauteur de fréquence annuelle.

#### 2.4.2 - Information fournie par les pluviomètres des bassins

Les plus fortes valeurs ponctuelles observées au cours des 3 années de fonctionnement du réseau pluviométrique sont les suivantes (> 65 mm) :

Date	Hauteur (mm)	Poste
15.10.70	89,0	17
26.8.70	88,5	17
23.2.70	87,0	14
15.5.71	86,5	3
24.4.70	83,0	6
24.4.70	82,0	5
15.4.71	76,5	4
12.4.71	72,4	16
24.5.70	67,1	9
25.4.70	66,8	13
2.5.71	66,0	4
4.5.71	66,0	17

#### 2.4.3 - Hauteurs pluviométriques moyennes

Le tableau suivant donne les hauteurs pluviométriques moyennes sur les bassins supérieurs à 30 mm et classées par ordre décroissant. On pourra constater que l'année 1970 est la plus représentée et que l'épisode pluvieux groupant les 24 et 25 avril est assez remarquable. Par contre, l'année 1972 ne figure que grâce à la pluie tardive du 24 juin.

TABLEAU II

BASSIN L 1		BASSIN L 2		BASSIN L 3	
Date	Hauteur (mm)	Date	Hauteur (mm)	Date	Hauteur (mm)
25. 4.70	47,9	24. 4.70	47,7	24. 4.70	36,0
23. 2.70	46,6	15.10.70	34,8	25.4.70	36,0
21. 5.71	39,7	25. 4.70	34,7	15.10.70	34,4
15.10.70	38,1	15. 5.71	33,5	15. 5.71	34,1
24. 4.70	38,0	11. 4.70	32,5	2. 5.71	31,4
24. 6.72	36,5	2. 5.71	32,3	9. 3.70	30,8
11. 4.70	33,8	23. 2.70	32,1	21.5.71	30,2
1.10.71	33,8	21. 5.71	32,1		
6. 1.70	33,3	24. 6.72	31,4		
25. 4.71	31,1	6. 1.70	30,1		
6.5.71	30,7				
30. 9.70	30,0				

2.4.4 - Etude des intensités

Les pluviographes journaliers installés sur les bassins de Byumba ont enregistré quelques-unes des plus fortes précipitations ponctuelles observées aux postes du réseau de mesure et la sélection des pluviogrammes journaliers présentant les plus fortes intensités est fournie ci-après, en mm/h, dans le tableau III.

TABLEAU III

Date	Hauteur mm	Durée mn	Intensités en					
			5'	10'	15'	30'	45'	1 h
Poste 23								
24.2.72	30,0	40	222	144	100	59	40	30
25.9.70	31,0	52	180	135	100	59	40	31
9.4.72	44,5	145	174	136	108	64	50	41
28.3.70	46,0	56	84	84	82	72	56	46
Poste 14								
10.3.72	34,0	57	192	144	112	64	41	34
30.9.70	46,4	142	119	109	100	63	47	38
23.2.70	87,0	300	72	60	60	59	59	54
Poste 3								
19.1.70	24,0	235	137	104	77	39	27	21
18.2.70	38,5	63	84	75	74	62	47	38
3.3.72	33,5	84	108	102	84	56	45	35
17.5.71	38,0	45	75	73	70	66	51	38

- les plus fortes intensités observées en 5 ou 10 minutes sont fournies par des averse relativement modestes et de courte durée. On notera que l'intensité peut dépasser 200 mm/h en 5 minutes et que des intensités de 100 mm/h pendant 15 minutes sont relativement courantes.
- la plus forte précipitation enregistrée (87 mm) est une pluie de longue durée présentant des intensités modérées mais soutenues.

- CHAPITRE III -

LES OBSERVATIONS HYDROLOGIQUES

(Bassins de Byumba)

239 jaugeages ont été effectués en trois ans sur les bassins de Byumba pour étalonner les trois stations de mesure ; malgré ce nombre important de mesures, les détarages sont si fréquents que les débits ne sont connus que de façon <sup>assez</sup> approximative. Si la station L1 est à peu près stable, on distingue par contre 5 étalonnages différents pour la station L 2, et 6 étalonnages différents pour la station L 3.

3.1 - Débits moyens journaliers, mensuels et annuels

Les tableaux de débits moyens journaliers figurent en annexe et de légères retouches ont parfois été apportées aux valeurs données dans les rapports de campagne.

Le tableau IV récapitule les débits moyens mensuels calculés et fournit la moyenne sur 3 ans. On constatera que les plus forts débits mensuels s'observent en avril et mai et les plus faibles en juillet et août.

TABLEAU IV

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
<u>Station L 1 (Byumba)</u>												
1969-70	-	-	0.303	0.239	0.307	0.380	0.456	0.815	0.563	0.283	0.260	0.223
1970-71	0.261	0.308	0.258	0.255	0.275	0.230	0.249	0.622	1.14	0.270	0.261	0.268
1971-72	0.340	0.413	0.326	0.311	0.357	0.407	0.537	0.828	0.774	0.465	0.252	0.294
Moyenne	0.300	0.360	0.295	0.268	0.313	0.340	0.414	0.755	0.826	0.339	0.258	0.262
<u>Station L 2 (Byumba)</u>												
1969-70	-	-	0.563	0.500	0.691	0.881	1.09	1.96	1.47	0.654	0.608	0.699
1970-71	0.780	0.800	0.667	0.711	0.721	0.725	0.631	1.42	3.35	0.839	0.721	0.610
1971-72	0.780	0.830	0.723	0.691	0.769	0.819	1.08	1.61	1.68	1.20	0.826	0.784
Moyenne	0.780	0.815	0.651	0.634	0.727	0.808	0.933	1.66	2.16	0.897	0.718	0.697
<u>Station L 3 (Byumba)</u>												
1969-70	-	-	1.29	1.18	1.54	1.68	2.06	3.98	3.37	1.43	1.11	1.16
1970-71	-	-	3.01	2.62	1.80	1.89	1.05	4.13	9.45	1.69	1.21	1.18
1971-72	1.24	1.63	1.38	1.32	1.57	1.61	1.99	3.34	3.35	2.44	1.43	1.20
Moyenne	1.24	1.63	(1.89)	(1.70)	1.63	1.72	1.70	3.81	5.39	1.85	1.25	1.18

Le tableau ci-après fournit à l'échelle annuelle le module moyen, le module spécifique et le volume écoulé total.

TABLEAU V

Année	Débit moyen annuel		Volume écoulé $10^6 \text{ m}^3$
	$\text{m}^3/\text{s}$	$\text{l}/\text{s} \cdot \text{km}^2$	
<u>Station L 1</u>			
1969-70	0 366	8,5	11,5
1970-71	0 367	8,6	11,6
1971-72	0.441	11,0	13,9
<u>Station L 2</u>			
1969-70	0 890	7,5	28,1
1970-71	1 00	8,4	31,5
1971-72	0,983	8,3	31,1
<u>Station L 3 + L'3</u>			
1969-70	(1,75)	7,2	58,6
1970-71	(2,47)	9,6	78,0
1971-72	1,86	7,3	59,2

### 3.2 - Crues maximales

Les crues maximales annuelles des 3 campagnes figurent ci-après :

TABLEAU VI

Année	Débit maximal absolu		Date
	m <sup>3</sup> /s	l/s. km <sup>2</sup>	
<u>Station L 1</u>			
1969-70	14,7	342	26.4.70
1970-71	7,35	171	16.5.71
1971-72	5,0	120	1.5.72
<u>Station L 2</u>			
1969-70	16,8	141	25.4.70
1970-71	17,1	144	15.4.71
1971-72	12,0	101	2.5.72
<u>Station L 3</u>			
1969-70	34,3	133	26.4.70
1970-71	32,4	126	16.5.71
1971-72	16,8	65	2.5.72

### 3.3 - Etiages absolus

Les débits d'étiage sont assez bien connus et les plus faibles valeurs correspondent à des mesures faites sur le terrain ce qui garantit leur validité. L'écoulement reste important même après plusieurs semaines sans pluies grâce à la lente restitution des marécages et le débit minimal annuel représente environ 50 % du module annuel.

TABLEAU VII

Année	Débit d'étiage absolu		Date
	m <sup>3</sup> /s	l/s.km <sup>2</sup>	
<u>Station L 1</u>			
69-70	0.199	4,6	30.7.70
70-71	0,191	4,4	5.3.71
71-72	0,217	5,0	26.11.71
<u>Station L 2</u>			
69-70	0,417	3,5	18.12.69
70-71	0.411	3,4	3.3.71
71-72	0,529	4,4	14.12.71
<u>Station L 3 + L'3</u>			
69-70	0,940	3,6	25.7.70
70-71	0.730	2,8	8.3.71
71-72	0.941	3,6	15.12.71

3.4 - Bilan hydrologique

TABLEAU VIII

	Module m <sup>3</sup> /s	Pluie moyenne mm	lame écoulée mm	Coefficient d'écoulement %	Déficit d'écoulement mm
<u>Station L 1</u>					
69-70	(0.366)	(1285)	(269)	(21,0)	(1016)
70-71	0.367	1256	269	21,4	987
71-72	0.441	1343	324	24,1	1019
<u>Station L 2</u>					
69-70	(0.890)	(1290)	(236)	(18,0)	(1054)
70-71	1,00	1242	265	21,3	977
71-72	0.983	1265	261	20,6	1004
<u>Station L 3</u>					
69-70	(1.75)	(1250)	(215)	(17,0)	1035
70-71	(2.47)	1270	(302)	(23.8)	968
71-72	1,86	1256	232	18,5	1024

## CHAPITRE IV

### LE RUISSELLEMENT

(Bassins de Byumba)

#### 4.1 - Forme des hydrogrammes

##### 4.1.1. - Bassin de Byumba L 1 -

Sur ce bassin de 43 km<sup>2</sup>, la formation des crues ne présente pas une grande complexité. Toutefois, même dans le cas d'un ruissellement généralisé, la forme de l'hydrogramme varie légèrement avec la position de l'épicentre de l'averse sur le bassin et parfois même l'hydrogramme présente deux pointes.

Le temps de montée est de 3 heures pour un épicentre sur l'exutoire du bassin, de 4 h 30 si celui-ci se trouve sur la moitié aval du bassin et de 6 heures à 6 h 30 si l'épicentre est sur la moitié amont du bassin.

On peut prendre comme paramètres représentatifs de l'hydrogramme :

temps de montée  $t_m = 6$  heures  
temps de base  $t_b = 16$  à 18 heures  
coefficient  $\alpha = 2,50$

Nous avons rassemblé dans le tableau ci-dessous les paramètres de quelques unes des crues les plus marquantes des trois campagnes (certaines crues ont été en effet mal enregistrées et leur forme n'est pas connue)

Date	Q maximum m <sup>3</sup> /s	Q maximum ruisselé m <sup>3</sup> /s	temps de montée heure	temps de base heure	$\alpha$
26.4.70	14,7	12,4	(7 h 00)	18 h 30	2,14
26.5.70	4,44	3,92	6 h 10	17 h 50	2,74
10.4.71	2,87	2,40	2 h 55	19 h 00	2,41
30.4.71	3,59	2,56	6 h 30	17 h 30	3,12
12.5.71	3,30	2,54	6 h 30	18 h 00	2,80
16.5.71	7,35	6,32	4 h 30	14 h 00	2,70
17.5.71	4,42	2,82	6 h 30	17 h 00	3,07
1.10.71	2,88	2,40	6 h 30	15 h 00	2,36
13.2.72	2,56	2,12	6 h 50	17 h 00	2,10

La plus forte crue observée, celle du 26.4.70, n'est pas tout à fait simple, elle présente deux pointes avec un temps de montée assez long, ce qui explique la faible valeur du coefficient  $\alpha$ .

#### 4.1.2 - Bassin de Byumba L 2

Les hydrogrammes de crues à l'exutoire du bassin L 2 n'ont que rarement une forme simple et présentent le plus souvent deux maximums. En effet, les averses se concentrent très fréquemment sur la moitié inférieure du bassin et la rive droite de la Mwange à forte déclivité fournit un apport pratiquement immédiat à l'exutoire. Une pointe de crue très aigüe, à temps de montée assez court, s'observe alors, puis après une décrue très rapide, la crue reprend avec l'apport des affluents rive gauche de la Muyanza et du bassin amont L 1. Il se produit alors une seconde pointe qui a souvent l'allure d'une simple bosse et qui n'est que rarement supérieure à la première. La première pointe peut ne pas exister si l'épicentre se trouve sur la moitié amont du bassin ou se confondre avec la seconde si les précipitations sont modérées à proximité immédiate de l'exutoire. En définitive, on peut observer les cas suivants :

##### Cas d'un seul maximum :

L'hydrogramme peut présenter des caractéristiques très variables :

- temps de montée court ( 0 h 40 à 1 h 40), coefficient  $\alpha$  égal ou supérieur à 4 - exemples fournis par les crues des 31/10/69 ou 15/4/71 pour lesquels l'épicentre de la pluie se trouve sur la moitié aval du bassin.
- temps de montée long (7 heures), coefficient  $\alpha$  voisin de 2 - il s'agit soit de crues à très faibles ruissellements (hypodermiques), soit de crues dont le maximum est dû à l'apport de l'amont (cas rarement observés où les précipitations sont abondantes uniquement sur le bassin L 1, exemple fourni par l'événement du 26/4/70).

##### Cas de deux maximums :

Il s'agit d'un cas intermédiaire tout à fait typique et très fréquent donnant des crues à forme complexe (exemples des crues des 12/4/70, 25/4/71 ou 20/5/72) présentant un maximum pointu après un temps de montée de 0 h 40 à 3 heures et un second maximum arrondi survenant 8 à 10 heures après le début de la crue. Cette bosse de l'hydrogramme correspond à l'apport du bassin L 1 (le temps de propagation entre les exutoires L 1 et L 2 étant d'environ 5 heures).

Les paramètres des hydrogrammes observés à l'exutoire du bassin L 2 varient donc très sensiblement comme le montre le tableau suivant :

Date	Q maximum m <sup>3</sup> /s	Q maximum ruisselé m <sup>3</sup> /s	Temps de montée Heure	Temps de base Heure	$\alpha$
'31.10.69	15,3	15,0	0 h 40	8 h 40	3,99
'25.4.70	16,8	14,0	3 h 15	15 h 50	2,61
'26.4.70	16,1	11,2	7 h 00	24 h 00	2,05
'25.9.70	15,8	14,9	1 h 10	5 h 50	3,47
'15.10.70	10,7	10,0	0 h 40	19 h 00	4,44
'15.12.70	9,98	9,35	1 h 10	10 h 00	5,84
'15.4.71	17,1	15,7	1 h 40	10 h 30	4,17

Toutes ces crues ne correspondent pas à un ruissellement généralisé mais les observations montrant que les précipitations affectent de manière essentielle la moitié inférieure du bassin, on est amené à envisager deux hydrogrammes pour représenter le bassin L 2.

A - Cas de précipitations ayant leur épïcentre sur la moitié aval de L 2

temps de montée : 1 h à 1 h 30  
temps de base : 12 h  
coefficient  $\alpha$  : 4,00

B - Cas de précipitations ayant leur épïcentre sur l'exutoire de L 1

temps de montée : 6 à 8 h  
temps de base : 22 h  
coefficient  $\alpha$  : 3,00

#### 4.1.3 - Bassin de Byumba L 3

La très forte hétérogénéité spatiale des précipitations est particulièrement mise en évidence à l'échelle d'un bassin de montagne de 258 km<sup>2</sup> et les pluies donnant un ruissellement généralisé à toute la surface du bassin sont peu nombreuses. Les vallées profondes de la Mwange et des branches de la Muyanza réagissent de façon très spécifique aux précipitations. La position de l'épïcentre de l'averse joue donc un rôle déterminant sur la forme de l'hydrogramme qui reflète très bien l'influence de différentes vallées, influence plus ou moins accentuée suivant la zone d'impact des précipitations.

- Epïcentre de l'averse sur la partie aval du bassin :

Il s'agit d'un cas assez fréquent dû à l'effet orographique de la ligne de crête séparant les vallées de la Mwange et de la Muyanza. L'hydrogramme résultant présente le plus souvent deux pointes bien individualisées. La première pointe, la plus aigüe, correspond au ruissellement de la basse Mwange et se fait sentir, légèrement amortie, à l'exutoire environ une heure après le maximum observé à la station L 2.

Un bel exemple est donné par la crue du 15.4.71.

Souvent cette première pointe correspond au maximum de débit et le temps de montée s'abaisse à environ 1 h 30, parfois moins. La seconde pointe, beaucoup plus arrondie en général, provient de l'apport de la moyenne et basse Muyanza (cas du 15.4.71, du 17.5.71, etc ...) le temps de montée relatif à ce second maximum est de 5 à 6 h par rapport au début de la crue.

Dans le cas d'épïcentre pluviométrique basé sur la moyenne Muyanza, le second maximum peut être plus important que le maximum dû au bassin L 2 qui n'est parfois plus représenté sur l'hydrogramme que par un simple palier dans la partie ascendante de la crue. C'est par exemple le cas de la crue du 5.5.70. Assez rarement la pluie peut n'affecter que la basse Muyanza à l'exclusion de la Mwange et l'hydrogramme qui provient d'un ruissellement localisé est représenté par la crue du 31.5.71 à temps de montée très court.

Enfin, les deux pointes peuvent se confondre en une seule et donner lieu à une crue très importante (cas de la crue du 16.5.71, débit maximum : 32,4 m<sup>3</sup>/s) lorsque l'épïcentre se trouve juste au point de confluence de la Mwange et de la Muyanza et le temps de montée est alors voisin de 5 heures.

- Epicentre de l'averse sur la partie amont du bassin :

L'épicentre se trouve alors sur le haut bassin de la Rugabano (crues du 5.4.71, 3.5.71 ou 25.6.72 par exemple) et l'hydrogramme présente un temps de montée assez long de 9 à 10 heures.

Nous avons regroupé dans le tableau ci-dessous les caractéristiques des hydrogrammes des crues les plus importantes. Les coefficients  $\alpha$  ne sont pas très significatifs lorsqu'il s'agit de crues à plusieurs pointes.

Date	Q maximum	Q maximum ruisselé	Temps de montée Heure	Temps de base Heure	$\alpha$
15.4.71	15,2	12,9	2 h 00 5 h 05	20 h 20	(2,65)
31.5.71	20,9	17,6	1 h 10	11 h 00	2,95
31.10.69	17,8	16,6	1 h 05	16 h 50	3,82
16.5.71	32,4	24,8	4 h 40	34 h 00	(1,63)
25.4.70	19,4	16,0	5 h 00	28 h 00	2,45
5.5.70	26,1	23,0	6 h 00	29 h 30	3,12
20.5.72	13,2	10,8	8 h 30	33 h 00	2,36
26.4.70	34,3	26,6	9 h 00	28 h 00	2,69

Le temps de base est d'une grande variabilité même pour les grosses crues et certaines valeurs du tableau correspondent à un ruissellement partiel (crues du 31.10.69, du 31.5.71 ...). Il est, de plus, parfois difficile de l'évaluer dans le cas de plusieurs crues successives se produisant à 24 heures d'intervalle, (épisode du 24 au 27.4.70 ou du 15 au 18.5.71).

Le temps de base d'une crue provenant d'un ruissellement généralisé à l'ensemble du bassin peut être égal à la fourchette 30 - 34 heures en se basant sur l'exemple des couples précipitations-crues du 5.5.70 et du 16.5.71.

Le coefficient  $\alpha$  est également sujet à une forte variabilité mais si l'on ne retient que les valeurs déduites d'hydrogrammes à un seul maximum, on constate que  $\alpha$  est très élevé dans le cas de ruissellement partiel (31.5.71,  $\alpha = 2,95$  ; 31.10.69,  $\alpha = 3,82$ ) ou généralisé (26.4.70,  $\alpha = 2,69$  ; 5.5.70,  $\alpha = 3,12$ ) lorsque l'épicentre de l'averse se trouve sur la moitié aval du bassin. Une exception de taille est fournie par la crue du 16.5.71, mais l'hydrogramme présentant plusieurs bosses à la décrue et un temps de base difficilement évaluable, cette exception ne peut à elle seule infirmer les hypothèses que nous retiendrons lors du calcul des crues rares.

#### 4.2 - Etude du ruissellement

Il est de coutume d'essayer de quantifier la relation existant entre la pluie tombant sur le bassin et le ruissellement provoqué par celle-ci. En effet, une telle relation permet d'évaluer pour une pluie donnée survenant à un moment donné, d'une part le volume ruisselé correspondant à cette pluie et d'autre part, à partir des caractéristiques des hydrogrammes, le débit maximum ruisselé, donc la pointe de crue. Nous tenterons seulement une approche de cette relation, car sur des bassins de montagne d'au moins plusieurs dizaines de km<sup>2</sup> l'hétérogénéité spatiale des précipitations et donc du ruissellement est telle qu'il faudrait disposer de nombreuses années d'observations sur un réseau très dense d'appareils fonctionnant parfaitement pour connaître de façon assez satisfaisante cette relation.

Ces remarques restrictives, quant à la qualité et à la quantité de l'échantillon disponible, étant faites, il faut rassembler les couples averse-crue ("événement") notables et définir les paramètres qui peuvent caractériser "l'aptitude au ruissellement" et donc diminuer la dispersion des données brutes précipitation moyenne - ruissellement. En effectuant un tri parmi les données publiées dans les rapports des 3 campagnes (données qui avaient déjà été sélectionnées parmi l'ensemble des observations recueillies), on constitue un échantillon d'événements pour chaque bassin (tableaux IX, X, XI). L'échantillon retenu pour chaque bassin reste de taille modeste, et est constitué de valeurs ne présentant pas toutes le même intérêt (c'est le cas des "faibles valeurs" qui ne peuvent fournir d'indication sur les phénomènes rares), ni la même qualité (cas d'enregistrement défectueux ou étalonnage insuffisant, par exemple).

Nous avons fait figurer dans chaque tableau et pour chaque "événement" retenu :

a) paramètres caractérisant l'événement :

- le numéro de la crue
- la date
- le débit maximal total (ruissellement + débit de base), soit  $Q_{\max}$  en m<sup>3</sup>/S
- la hauteur de précipitation moyenne sur le bassin, soit  $\bar{P}$ , en mm
- le volume de ruissellement, soit  $V_R$ , en milliers de m<sup>3</sup>
- la lame d'eau ruisselée, soit  $L_R$ , en mm
- le coefficient d'écoulement, soit  $K_R$ , en % rapport de la lame d'eau ruisselée à la hauteur  $\bar{P}$  de précipitation moyenne sur le bassin.

Nous avons déjà indiqué que les valeurs de ces paramètres étaient parfois connues de façon peu précise, mais il n'y a pas que des problèmes dus à l'appareillage ou à la stabilité du tarage. En effet, on rencontre très souvent des difficultés dans l'estimation de la pluie afférente à la crue (distinction entre averses successives) ou dans l'estimation de la part de l'hydrogramme revenant au ruissellement.

Dans certains cas d'averses rapprochées donnant lieu à des crues dont les ruissellements se superposent en partie, on a été contraint de prendre en bloc tout l'épisode pluvieux (marqué d'un astérisque \* dans les tableaux) et le ruissellement afférent.

b) paramètres caractérisant l'humidité du sol :

Nous avons cherché à caractériser cet état d'humidité du sol sur le bassin par 2 paramètres.

- le débit de base  $Q_0$  au début de la crue, reflet de l'état des nappes.
- l'indice d'humidité IH caractérisant l'antécédent pluviométrique.

Le débit de base  $Q_0$ , couramment utilisé pour caractériser l'aptitude au ruissellement d'un bassin, ne sera pas toutefois d'un grand secours, du moins pour les bassins de Byumba, car il reste assez soutenu même en période d'étiage prolongé et une correction de la relation précipitation-ruissellement au moyen de ce paramètre ne diminuerait que très légèrement la dispersion. Pour représenter l'indice IH, nous avons utilisé l'indice de KOHLER et calculé cet indice sur les 15 jours précédant le jour de l'averse génératrice de la crue au moyen de la formule :

$$\text{pour un jour J donné, } IH_J = \sum_1^{15} Pa.e^{-\alpha ta}$$

avec Pa : précipitation du jour précédant J d'une durée égale à ta jours

$\alpha$  : coefficient inférieur à 1

Après divers essais à l'ordinateur, on a retenu la valeur  $\alpha = 0,2$ , qui semble le mieux tenir compte ici des influences respectives des averses tombées dans les jours précédents.

On a ainsi calculé IH pour chaque crue, à partir des tableaux en annexe, de précipitations moyennes journalières établis pour chaque bassin.

Pour tenir compte de l'hétérogénéité spatiale élevée et de l'individualité des bassins de la Mwange et de la Muyanza, il a été établi pour chaque crue les indices suivants, représentatifs des diverses zones du bassin total :

$$\begin{aligned} IH_1 &= \text{Bassin L 1} \\ IH_2 &= \text{Bassin L 2} \\ IH_3 &= \text{Bassin L 3} \\ IH_{21} &= \text{Bassin résiduaire de L 2 (Bassin de la basse Mwange)} \\ IH_{32} &= \text{Bassin résiduaire de L 3 (Bassin de la Muyanza)} \end{aligned}$$

4.2.1. - Relation Précipitation-Ruissellement sur le bassin L 1

Le tableau IX ci-après regroupe 27 couples pluie-crue qui ne représentent pas la totalité de l'échantillon disponible, comme nous l'avons dit par ailleurs, mais qui constituent une sélection des événements les mieux connus.

L'examen de ce tableau montre que le ruissellement, qu'il soit exprimé en coefficient de ruissellement ou en lame d'eau, reste toujours faible. Ainsi les coefficients ne dépassent que rarement

les 10 %, le maximum de la série étant donné par la plus forte crue observée en 3 ans avec 18,8 %. Les lames d'eau ruisselées sont toujours au plus de quelques unités, sauf là aussi pour la crue du 26.4.70 qui totalise 9,02 mm.

Les croix de la figure 6 donnent la lame d'eau  $L_R$  en fonction de la précipitation moyenne  $P$  sur le bassin. On notera la  $R$  dispersion sensible de ces points : une lame d'eau de 1 mm pouvant être produite par des averses comprises entre 10 et 40 mm, de même qu'une averse de 45 mm pouvant donner une lame d'eau comprise entre 3 et 9 mm !

Nous avons donc cherché à corriger cette dispersion par l'indice d'humidité  $IH_1$ . Les différents essais que nous avons employés ont tous donné des résultats encourageants et nous avons finalement procédé de la façon suivante :

- Tracé de la courbe enveloppe supérieure à tous les points sur un premier graphique (figure 6)
- report des écarts  $\Delta L_R$  (point-courbe) sur un second graphique (fig. 7)
- Tracé de la courbe de correction donnant  $\Delta_1 L_R$  en fonction de  $IH_1$
- Report des points corrigés sur le premier graphique (soit  $L_R + \Delta_1 L_R$ )

TABLEAU IX

Ruissellement sur le bassin de Byumba L 1 (43 km<sup>2</sup>)

N°	Date	Q max.	$\bar{P}$	V <sub>R</sub>	L <sub>R</sub>	K <sub>R</sub>	Q <sub>o</sub>	IH <sub>1</sub>
		m <sup>3</sup> /s	mm	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	mm	%	m <sup>3</sup> /s	
1	31.10.69	1,69	24,9	36,6	0,84	3,4	0,345	-
2	6. 1.70	1,92	33,3	60,3	1,39	4,2	0,244	13,4
3	9. 1.70	1,56	18,0	46,5	1,07	5,9	0,268	31,4
4	4. 3.70	1,73	20,2	63,1	1,45	7,2	0,268	23,5
5	9/10.3.70	2,79	70,9 *	245,5	5,64	8,0	0,265	20,6
6	31. 3.70	0,75	19,7	40,1	0,92	4,7	0,315	24,7
7	12. 4.70	2,66	33,8	108,2	2,45	7,2	0,300	13,0
8	18. 4.70	1,66	23,2	82,0	1,89	8,1	0,380	24,3
9	26. 4.70	14,7	47,9	388,0	9,02	18,8	0,400	83,9
10	26. 5.70	4,44	44,0	132,2	2,99	6,8	0,268	8,4
11	13.10.70	1,58	20,2	29,9	0,69	3,4	0,250	10,4
12	15.10.70	2,54	38,1	54,1	1,26	3,3	0,290	20,8
13	14. 1.71	1,71	21,9	26,2	0,61	2,8	0,250	7,1
14	9. 4.71	1,96	11,5	42,1	0,98	8,5	0,270	31,0
15	10. 4.71	2,87	20,8	81,7	1,90	9,1	0,360	42,3
16	13. 4.71	1,61	15,3	49,3	1,15	7,5	0,340	45,4
17	25. 4.71	1,95	21,7	44,3	1,03	4,7	0,280	20,1
18	26. 4.71	2,46	31,1	105,6	2,46	7,9	0,640	33,7
19	27. 4.71	2,94	10,0	63,0	1,47	14,7	1,36	52,2
20	30. 4.71	3,59	21,6	72,4	1,68	7,8	0,790	36,8
21	2. 5.71	2,41	29,5	63,7	1,48	5,0	0,800	49,2
22	6. 5.71	3,44	30,7	128,4	2,98	9,7	0,780	47,5
23	12. 5.71	3,30	25,8	76,4	1,78	6,9	0,520	29,5
24	16. 5.71	7,35	29,6	137,3	2,19	10,8	0,610	36,8
25	17. 5.71	4,42	24,4	88,1	2,05	8,4	1,36	53,5
26	1.10.71	2,88	33,8	54,8	1,27	3,8	0,280	15,4
27	13. 2.72	2,56	19,5	61,8	1,44	7,4	0,300	26,6

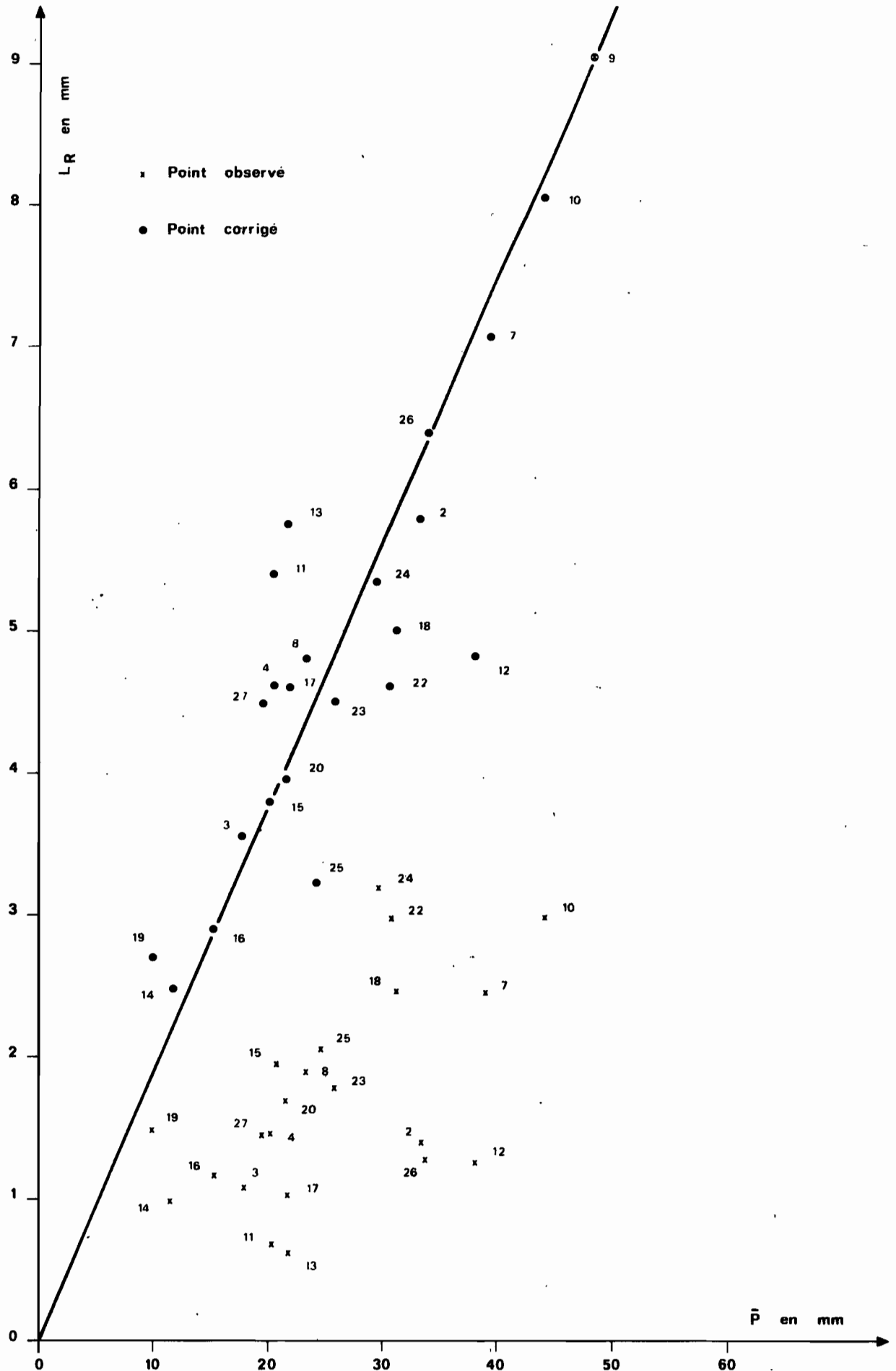
La courbe enveloppe qui correspond à des conditions de saturation élevée, passe légèrement au-dessus du point 19 (IH<sub>1</sub> = 52,2, pluie de 31 mm la veille) et s'appuie sur le point 9 (IH<sub>1</sub> = 83,9<sup>1</sup>, pluie de 38 mm la veille). A notre avis, la crue du 26.4.70 correspond à des conditions de saturation assez rare, et l'étude des événements pluvieux a montré d'ailleurs la rareté de 2 averses de cette importance à un jour d'intervalle. On observe après correction un assez bon regroupement des points le long de la courbe enveloppe que nous avons retenue ainsi sans modification.

Adopter une telle courbe, en fait une droite de relation L<sub>R</sub> = 0,19  $\bar{P}$  pour IH<sub>1</sub> = 85, revient à dire que pour des conditions de saturations élevées, le coefficient de ruissellement atteint environ 20 %. Il serait pour le moins hasardeux d'adopter un tel schéma pour évaluer des crues cinquantenaires ou centenaires, mais pour le calcul d'une crue décennale cette approche semble convenir.

# BASSIN DE BYUMBA L 1

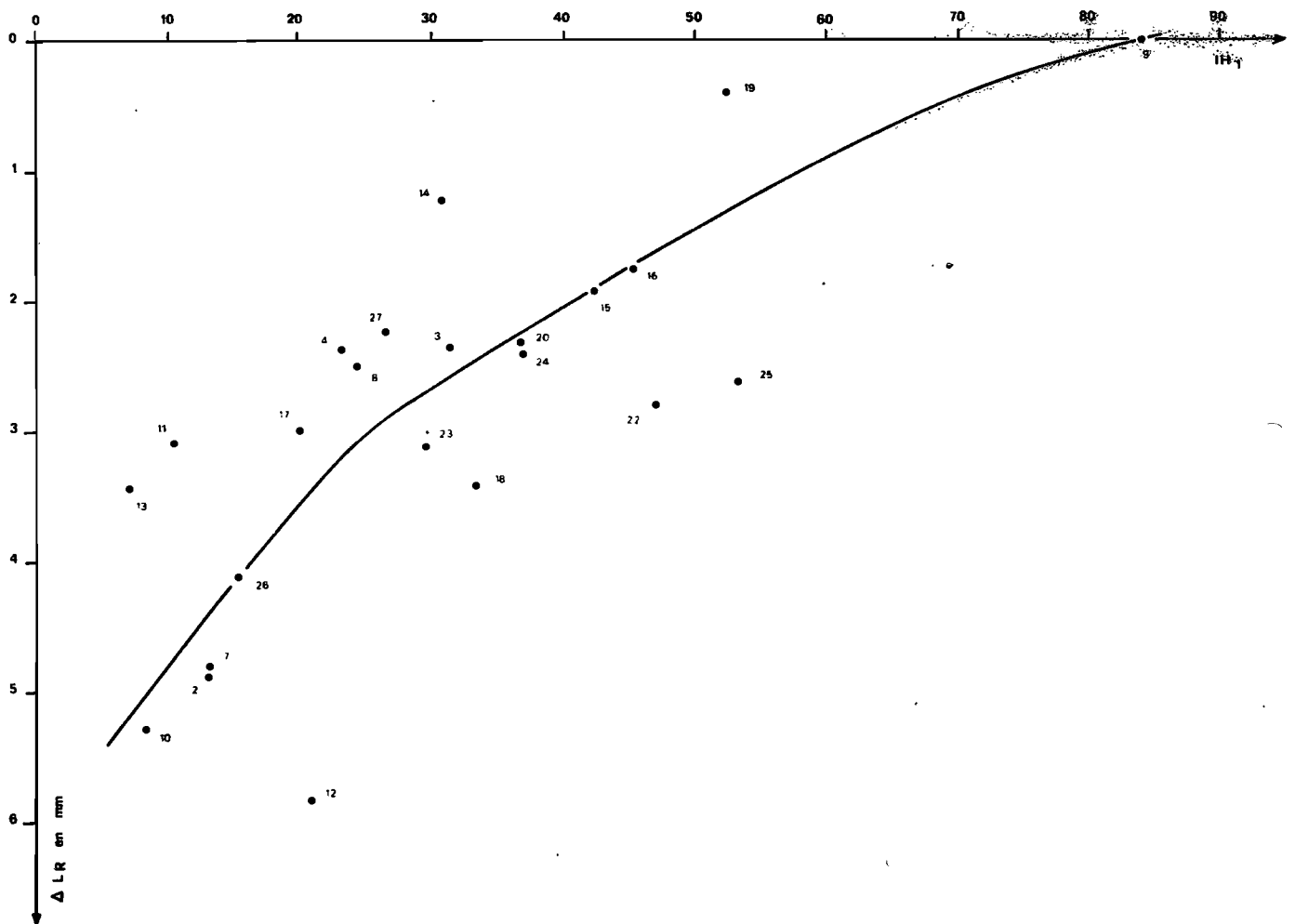
## Relation $L_R - \bar{P}$ pour $I H_1 = 85$

Fig. 6



# BASSIN DE BYUMBA L1

## Courbe de correction $\Delta_1 LR - IH_1$



On peut alors établir le tableau suivant, qui donne d'abord la lame d'eau ruisselée  $L_R$  en fonction de  $\bar{P}$  pour  $I_{H_1} = 85$  puis la correction  $\Delta_{1L_R}$  à apporter à celle-ci en fonction de  $I_{H_1}$ .

$\bar{P}$ mm	$L_R$ mm	"	$I_{H_1}$	$\Delta_{1L_R}$ mm
20	3,8	"	10	- 4,8
		"	20	- 3,6
30	5,7	"	30	- 2,7
		"	40	- 2,0
40	7,6	"	50	- 1,4
		"	60	- 0,9
50	9,5	"	85	0
60	11,4	"		

On remarquera qu'en appliquant ces chiffres les précipitations de l'ordre de 20 mm ne devraient pratiquement pas donner lieu à ruissellement lorsque  $I_{H_1}$  est inférieur à 20. Les pluies du 13.10.70 (n° 11) et du 14.1.71 (n° 13) contredisent en partie cette remarque, cela n'a rien d'anormal puisque l'épicentre de la pluie ou l'intensité de l'averse ne sont pas pris en compte ici et que ces averses sont assez mal déterminées et sans doute légèrement minorées.

D'autre part, il est possible d'avoir un  $\Delta_{1L_R}$  positif les conditions de saturation observées pouvant être dépassées.

#### 4.2.2 - Relation Précipitation-Ruissellement sur le bassin L 2

Le tableau X regroupe 33 couples pluie-ruissellement dont les hydrogrammes correspondent aux 3 cas que nous avons observés :

- cas 1 - hydrogramme pointu "aval", exemples fournis par les n° 2, 4, 6, 22 ...
- cas 2 - hydrogramme arrondi "amont", exemples fournis par les n° 15, 24 ...
- cas 3 - hydrogramme mixte "aval + amont" à 2 pointes, n° 7, 13, 14, 25 ...

L'échantillon global montre que les coefficients de ruissellement atteignent rarement 10 % et la valeur de 14 % observée pour le n° 27 correspond à un épisode pluvieux sur 3 jours.

Le report des lames d'eau ruisselées en fonction de la précipitation moyenne est donné par des croix sur la figure 8. Ces valeurs brutes indiquent une relation  $L_R - \bar{P}$  présentant une certaine dispersion. On notera que les points 15 et 24 correspondent à un indice d'humidité égal ou supérieur à 60 et le point 2 à un indice pratiquement nul. Si l'on procède de la même façon que pour le bassin L 1, c'est-à-dire en traçant la courbe enveloppe supérieure (fig. 8) et en reportant pour chaque lame d'eau les écarts points-courbe (fig. 9), on constate qu'il existe une possibilité de corriger ces écarts suivant une valeur  $\Delta_{1L_R}$  qui est fonction de  $I_{H_1}$ .

On obtient ainsi une meilleure relation plutôt qu'en utilisant directement l'indice  $IH_2$  relatif à l'ensemble du bassin L 2.

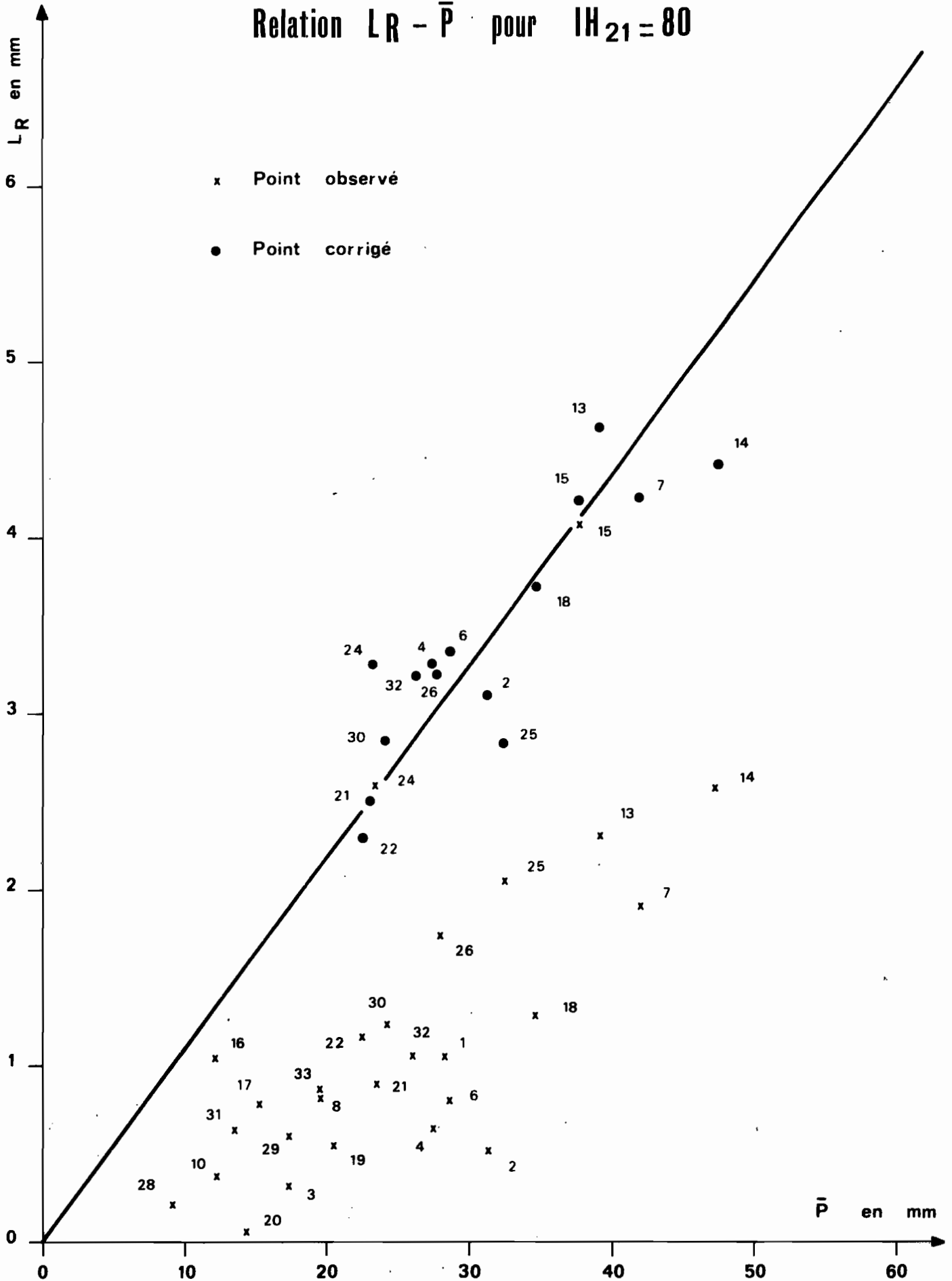
TABLEAU X

Ruissellement sur le bassin de Byumba L 2 (119 km<sup>2</sup>)

N°	Date	Q max.	$\bar{P}$	$V_R$	$L_R$	$K_R$	$Q_0$	$IH_2$	$IH_{21}$
1	31.10.69	15,3	28,4	125,0	1,05	3,7	0,204	-	-
2	6. 1.70	3,87	31,3	60,7	0,51	1,6	0,610	2,1	2,0
3	19. 1.70	1,34	17,6	39,3	0,33	1,9	0,650	10,4	9,5
4	10. 2.70	7,83	27,3	75,0	0,63	2,3	0,447	4,2	3,8
5	15. 2.70	1,25	12,8	21,9	0,18	1,4	0,578	18,5	17,9
6	18. 2.70	4,52	28,8	95,2	0,80	2,8	0,520	14,0	14,5
7	24. 2.70	11,2	42,1	228,5	1,92	4,6	0,757	20,8	23,1
8	4. 3.70	3,88	19,5	96,4	0,81	4,2	0,614	17,0	17,7
9	9/10. 3.70	4,19	67,7 *	326,1	2,74	4,1	0,614	32,9	29,2
10	15. 3.70	2,03	12,5	44,0	0,37	3,0	0,794	31,3	27,1
11	27. 3.70	2,48	13,3	30,9	0,26	2,0	0,794	9,5	8,7
12	28. 3.70	2,87	17,8	67,8	0,57	3,2	0,910	19,0	19,7
13	12. 4.70	11,9	39,2	273,7	2,30	0,9	0,900	18,2	20,8
14	25. 4.70	16,8	47,7	305,8	2,57	5,9	1,20	37,4	37,9
15	26. 4.70	16,2	37,7	483,1	4,06	5,4	6,60	69,6	77,7
16	26. 5.70	4,52	11,8	122,6	1,03	10,3	0,900	16,3	10,7
17	25. 9.70	15,8	15,4	93,0	0,78	5,1	0,720	9,2	9,0
18	15.10.70	10,7	34,8	152,6	1,28	3,7	0,685	6,9	19,2
19	15.12.70	9,98	20,6	62,5	0,53	2,6	0,580	8,1	6,2
20	6. 2.71	3,96	14,3	6,8	0,05	0,3	0,580	9,5	14,7
21	10. 4.71	4,11	23,3	102,6	0,86	3,7	0,948	26,3	41,0
22	15. 4.71	17,1	22,5	138,3	1,16	5,2	1,16	34,8	54,3
23	25/26. 4.71	13,3	65,5 *	488,0	4,10	6,3	0,560	38,1	29,7
24	30. 4.71	7,40	23,7	305,0	2,57	10,8	1,62	38,4	59,9
25	2. 5.71	8,07	32,3	241,0	2,03	6,3	2,03	45,5	62,5
26	12. 5.71	5,10	28,0	207,0	1,74	6,2	1,36	25,0	39,0
27	15. 5.71	10,4	69,8 *	1165 *	9,80*	14,0*	1,51	35,0	
	17.5.71	13,9					5,16		
28	28.10.71	4,22	9,3	23,7	0,20	2,2	0,790	16,5	25,6
29	3. 3.72	4,29	17,2	68,7	0,58	3,4	0,790	14,9	23,2
30	2. 5.72	12,0	24,3	146,4	1,23	5,1	1,70	25,1	39,1
31	6. 5.72	4,72	13,3	76,2	0,64	4,8	1,60	23,2	36,2
32	20. 5.72	4,94	26,2	125,4	1,05	4,0	1,10	17,9	27,8
33	25. 6.72	4,79	19,6	102,6	0,86	4,4	2,00	14,0	21,7

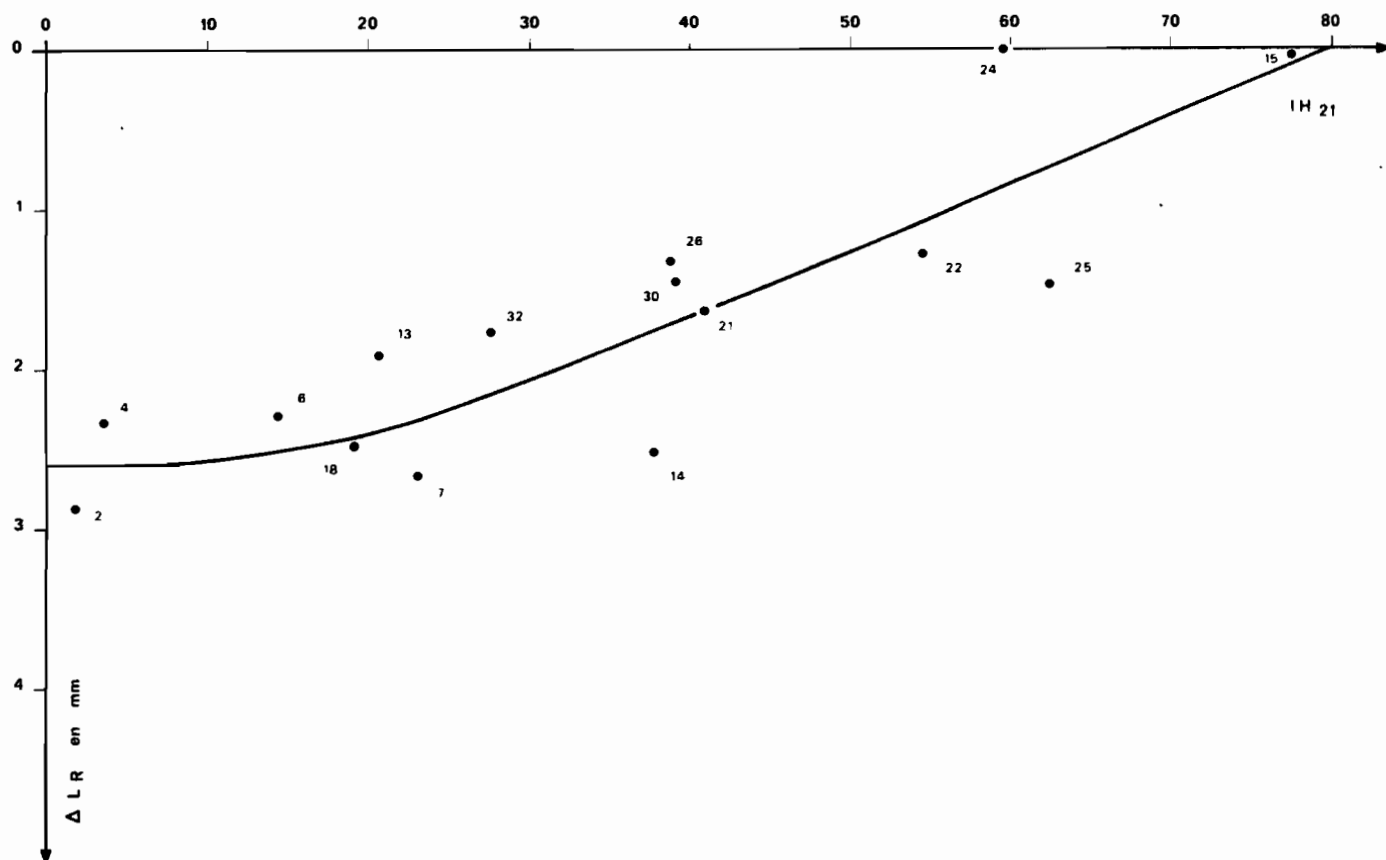
\* pluies groupées, valeurs non reportées sur le tableau.

Relation  $L_R - \bar{P}$  pour  $I_{H_{21}} = 80$



# BASSIN DE BYUMBA L 2

Courbe de correction  $\Delta_1 LR - IH_{21}$



En apportant une première correction à toutes les lames d'eau provenant de pluies supérieures à 20 mm de moyenne, on obtient un regroupement des points le long de la courbe enveloppe correspondant à des conditions de saturation élevée (mais non point maximale). Le tracé de la courbe ne semblant pas devoir être modifié, nous n'avons pas apporté de seconde correction bien qu'il existe encore une certaine dispersion.

Si l'on regarde maintenant comment se comporte la dispersion en fonction des 3 formes d'hydrogrammes possibles, c'est-à-dire en faisant intervenir indirectement la position de l'épicentre de l'averse sur le bassin, on constate qu'il n'y a pas de tendance particulière, ainsi les points 24, 4 et 13 sont tous les trois au-dessus de la courbe. Les points 25 et 14 (hydrogramme mixte) sont nettement en dessous, mais dans le cas du 14 (25.4.70), cela est tout à fait normal car les 47,7 mm de hauteur moyenne de précipitation correspondent en fait à 2 averses rapprochées et la seconde averse de l'ordre de 8 à 10 mm (qui n'a pu être dissociée de la première) n'a que peu donné lieu à ruissellement. Ainsi le point 14 ramené à 40 mm se trouverait pratiquement sur la courbe enveloppe.

Le tableau suivant donne la lame d'eau ruisselée  $L_R$  en fonction de  $\bar{P}$  pour  $I_{H21} = 80$  puis la correction  $\Delta_1 L_R$  à apporter à celle-ci en fonction de  $I_{H21}$ .

$\bar{P}$ mm	$L_R$ mm	"	$I_{H21}$	$\Delta_1 L_R$ mm
20	2,2	"	10	- 2,6
30	3,3	"	20	- 2,4
40	4,4	"	30	- 2,1
50	5,5	"	40	- 1,7
60	6,6	"	50	- 1,3
		"	60	- 0,9
		"	80	0

Ainsi dans le cas d'une pluie affectant tout le bassin, si les conditions de saturation des sols sont mauvaises, disons  $I_{H21} = 10$ , la pluie devra dépasser 25 mm pour donner lieu à ruissellement. Les légers ruissellements que l'on observe pour des pluies inférieures à 20 mm ( $l_R = 1$  mm au maximum) correspondent soit à de bonnes conditions de saturation, soit à des ruissellements n'intéressant qu'une très faible partie du bassin (pluies hétérogènes).

4.2.3 - Relation Précipitation-Ruissellement sur le bassin L 3

Le tableau XI rassemble 24 couples pluie-ruissellement qui sont représentés par des croix sur la figure 10.

On remarquera :

- qu'il n'y a pas de ruissellement en dessous de 20 mm de pluie (rôle des marais),
- que les valeurs élevées des lames d'eau des points 19 et 20 correspondent à un indice d'humidité  $IH_3$  supérieur à 50,
- que les faibles valeurs des lames d'eau des points 3, 5 et 16 correspondent à un indice d'humidité  $IH_3$  inférieur à 20,
- que pour une même hauteur de précipitation, la dispersion des lames d'eau est très élevée, ainsi pour une précipitation moyenne de 34 mm  $L_R$  peut varier entre 1,5 et 7,2 mm !

Comme pour les autres bassins, nous avons tracé la courbe enveloppe supérieure des lames d'eau observées en nous appuyant ici sur le point 19 et nous avons porté les écarts à la courbe sur la figure. Les premiers points corrigés en fonction de l'indice d'humidité  $IH_3$ , soit  $L'_R = L_R + \Delta_1 L_R$ , permettent de modifier légèrement le tracé de la courbe originale qui ne passe plus par l'origine des axes,

TABLEAU XI

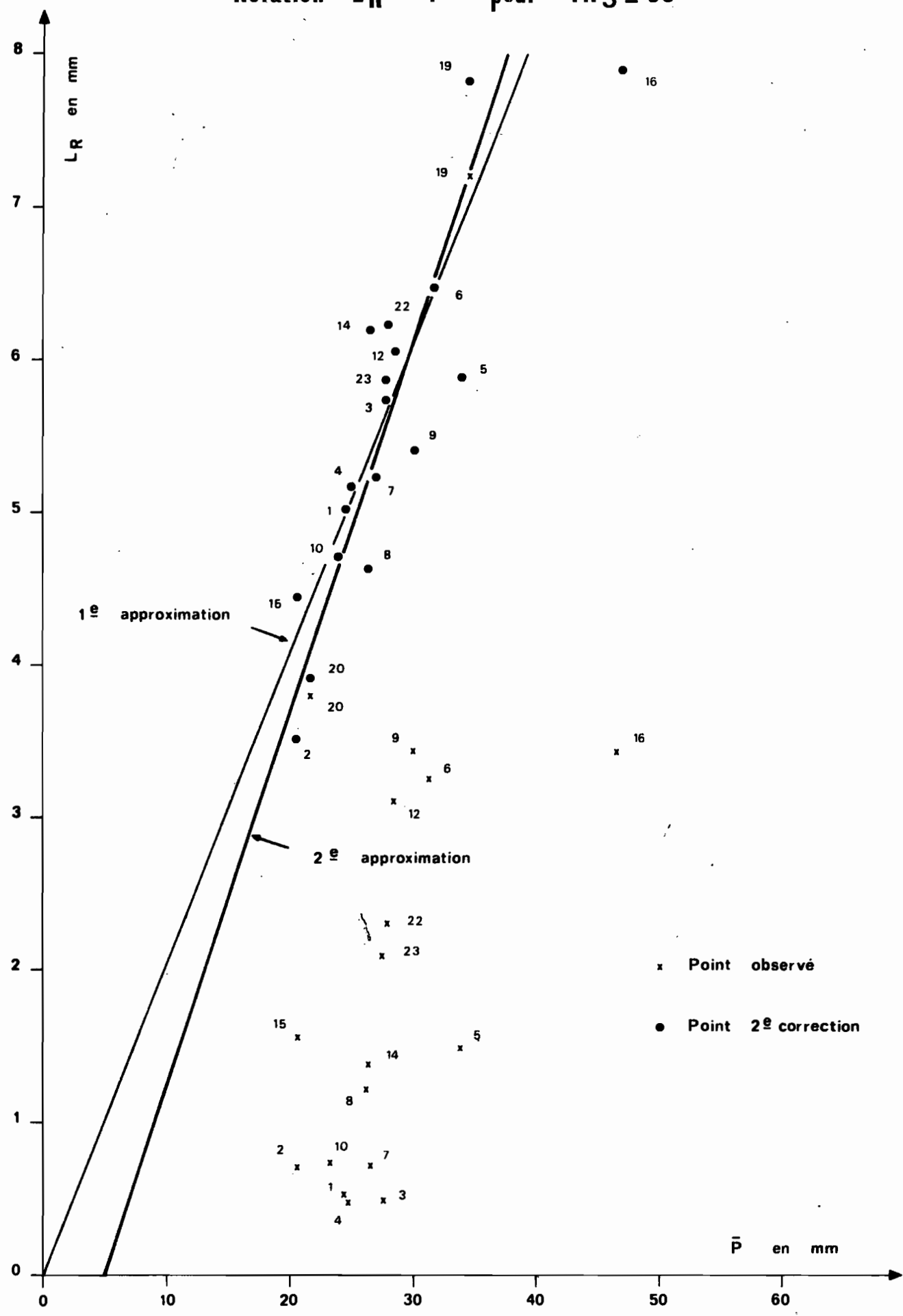
Ruissellement sur le bassin de Byumba L 3 (258 km<sup>2</sup>)

N°	Date	Q max.	P	VR	L <sub>R</sub>	K <sub>R</sub>	Q <sub>o</sub>	IH <sub>3</sub>	IH <sub>32</sub>
		m <sup>3</sup> /s	mm	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	mm	%	m <sup>3</sup> /s		
1	6. 1.70	3,75	24,3	142,3	0,48	2,0	1,10	17,3	-
2	9. 1.70	4,94	20,4	183,7	0,71	3,5	1,20	33,8	27,1
3	10/11. 2.70	4,94	27,7	125,8	0,49	1,8	1,10	4,4	4,5
4	18. 2.70	5,47	24,3	132,4	0,51	2,1	1,30	14,6	14,8
5	23/24. 2.70	8,89	33,8	388,7	1,50	4,4	1,24	19,6	18,3
6	10/11. 3.70	9,67	30,8	841,4	3,26	10,6	1,20	29,5	26,3
7	28/29. 3.70	4,35	26,4	184,9	0,72	2,7	1,40	17,9	15,0
8	1. 4.70	5,47	25,9	315,5	1,22	4,7	1,65	29,1	29,1
9	12. 4.70	18,5	29,9	894,3	3,47	11,6	1,30	42,2	42,6
10	23. 4.70	6,1	23,2	192,4	0,74	3,2	1,70	23,4	24,2
11	25/26. 4.70	34,3	72,0*	1667,0	6,57		2,35	32,4	27,9
12	5. 5.70	26,1	28,3	781,2	3,03	10,7	2,20	31,0	31,8
13	14. 5.70	12,7	32,2	547,9	2,12	6,6	3,20	33,5	34,2
14	26. 5.70	8,38	26,6	350,6	1,38	5,2	1,55	12,8	9,5
15	15. 4.71	15,2	20,4	403,2	1,56	7,6	2,10	32,7	30,8
16	25/26. 4.71	16,0	46,3	891,0	3,45	7,5	1,60	18,3	24,8
17	2/3. 5.71	14,6	33,3	818,4	3,17	9,5	5,00	41,3	36,8
18	12. 5.71	16,8	21,8	676,8	2,62	12,0	4,10	25,6	26,0
19	16. 5.71	32,4	34,1	1860,0	7,21	21,1	6,60	53,6	38,9
20	17. 5.71	27,8	21,6	982,8	3,81	17,6	13,6	59,2	62,3
21	21/22. 5.71	17,2	30,2	673,2	2,61	8,6	8,65	49,4	50,8
22	2. 5.72	16,8	27,8	597,0	2,31	8,3	2,30	22,9	18,0
23	20. 5.72	13,2	27,6	543,0	2,10	7,6	1,60	25,0	14,5
24	25/26. 6.72	15,0	28,4+16,1	734,4	2,85	6,4	1,50	14,4	14,5
								35,0	33,0

\* épisode pluvieux (2 averses de 36 mm à 24 heures d'intervalle)

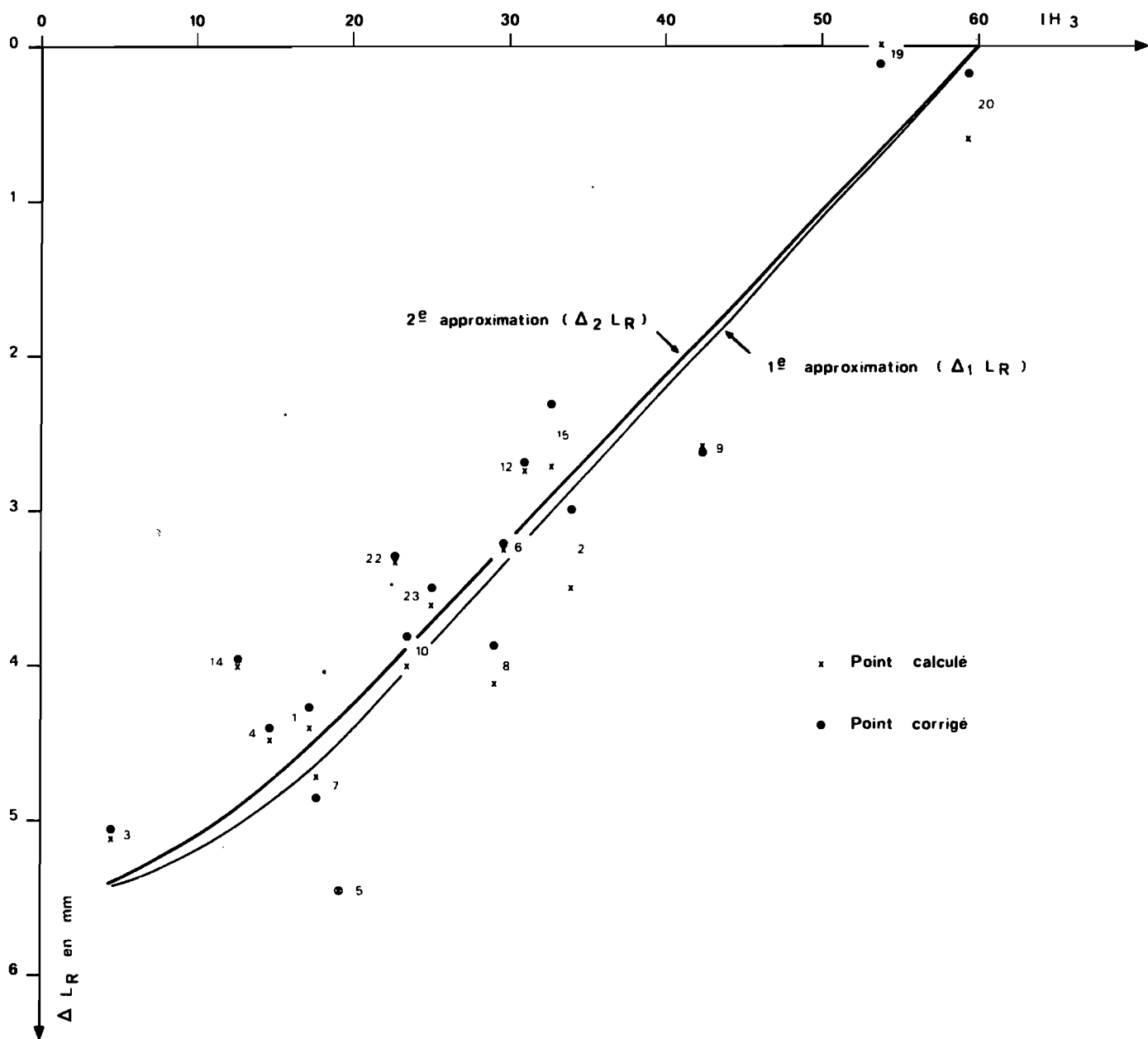
# BASSIN DE BYUMBA L 3

## Relation $L_R - \bar{P}$ pour $I H_3 = 60$



# BASSIN DE BYUMBA L 3

## Courbes de correction $\Delta_2 L_R - IH_3$



mais par la valeur d'abscisse  $\bar{P} = 5$  mm. La correction des nouveaux écarts à la nouvelle courbe permet de modifier légèrement la première courbe de correction  $\Delta_1 L_R$  en fonction de  $IH_3$ . La seconde courbe de correction  $\Delta_2 L_R$  permet d'établir l'ensemble des 3 points corrigés qui sont représentés sur la figure 11 soit  $L''_R = L_R + \Delta_2 L_R$  et il n'y a pas lieu de modifier à nouveau la relation précipitation-ruissellement.

Le tableau ci-dessous donne :

- les valeurs numériques de la relation  $L_R$  en fonction de  $\bar{P}$  pour  $IH_3 = 60$
- la correction à apporter à la lame d'eau en fonction de  $IH_3$

$\bar{P}$ mm	$L_R$ mm	$IH_3$	$\Delta_2 L_R$ mm
20	3,7	10	- 5,1
30	6,1	20	- 4,2
40	8,6	30	- 3,2
50	11,1	40	- 2,1
60	13,6	50	- 1,1
		60	0

#### 4.3 - Estimation des crues

La faiblesse des crues observées au cours des 3 campagnes de mesure et la complexité de formation des crues dans des bassins montagneux où les précipitations et le ruissellement sont très hétérogènes ne facilitent pas le travail de l'hydrologue et l'estimation des crues de fréquence décennale (il ne serait pas lucide d'aller au-delà) reste malaisée. Nous procéderons suivant une démarche très classique :

- 1 - détermination de la pluie moyenne de fréquence donnée
  - 2 - calcul de la lame d'eau ruisselée correspondant à cette pluie avec correction suivant l'indice d'humidité
  - 3 - utilisation de l'hydrogramme de ruissellement représentatif du bassin.
- Le point 1 suppose résolu le problème de l'abattement, c'est-à-dire l'application d'un coefficient permettant de passer de la pluie ponctuelle, c'est-à-dire de la pluie au poste de référence, à la pluie moyenne sur l'ensemble d'un bassin, ce coefficient variant bien entendu avec la surface.

Une étude correcte de l'abattement suppose réuni un ensemble de conditions :

- pluviomètres du bassin relevés pendant trois à quatre ans au minimum
- station ponctuelle de longue durée à proximité du bassin
- forte densité de pluviomètres bien répartis dans une région pas trop accidentée.

L'anisotropie des bassins n'a pas permis de dégager les lois de l'abattement sur les bassins de Byumba et de Gitarama, aussi nous devons

nous contenter d'une approche très sommaire à partir de l'ajustement statistique des relevés fournis par la station de Byumba et les hauteurs moyennes observées sur les différents bassins.

Nous avons les estimations suivantes :

	Hauteur de fréquence en mm	
	annuelle	décennale
Station de Byumba	50	70
Bassin L 1 ( 43 km <sup>2</sup> )	45	60
Bassin L 2 (119 km <sup>2</sup> )	40	55
Bassin L 3 (265 km <sup>2</sup> )	35	50

Cela suppose ainsi dans l'exemple de l'averse décennale un coefficient d'abattement K variant de 0,85 à 0,70 lorsque la superficie passe de 43 à 258 km<sup>2</sup>. Ces valeurs correspondent aux coefficients moyens que l'on observe sur les bassins expérimentaux de l'ORSTOM.

- le point 2 vient d'être étudié en 4.2. L'approche de la lame d'eau ruisselée est faite de façon très empirique et correspond à un éventail de précipitations moyennes assez peu ouvert, les relations sont donc sujettes à caution, mais pour des crues décennales, elles semblent toutefois utilisables. Il ne faudra pas oublier non plus, en ce qui concerne le volume de la crue, que celui-ci correspond à un volume ruisselé et ne correspond donc pas à la totalité de l'écoulement. Ceci est très important surtout pour le bassin L 3 où la partie de débit due au ruissellement retardé peut être très forte et où les marécages ne restituent que lentement l'eau qui a été stockée.
- le point 3 a également déjà été étudié en 4.1 ; si l'on peut établir un canevas de calcul assez simple pour le bassin L 1, par contre, pour L 2 et L 3, il faudra tenir compte des différentes formes présentées par les hydrogrammes de crues et donc passer en revue plusieurs hypothèses de formation possible pour les crues.

#### 4.3.1 - Bassin de Byumba L 1

##### 4.3.1.1 - Les crues observées :

Les plus fortes crues observées à la station L 1 au cours des 3 campagnes de mesure sont les suivantes :

le 26.4.70	Q = 14,7 m <sup>3</sup> /s
le 16.5.71	Q = 7,35
le 26.5.70	Q = 4,44
le 17.5.71	Q = 4,42

Quant aux crues du 1.5.72 et du 25.6.72 qui n'ont été que partiellement enregistrées, on estime leur maximum à

4,5 ou 5 m<sup>3</sup>/s. En trois ans d'observations, l'échantillon de crues supérieures à 4 m<sup>3</sup>/s se monte donc à 6 valeurs seulement. Parmi ces crues, celle du 26.4.70, provoquée par une averse de 47,9 mm de hauteur moyenne est évidemment la plus intéressante et nous rappelons ses autres caractéristiques.

Volume ruisselé	388 000 m <sup>3</sup>
Coefficient de ruissellement	18,8 %
Q maximum ruisselé	12,4 m <sup>3</sup> /s
L <sub>R</sub>	9,02 mm
Temps de base	18 h 30
Coefficient $\alpha$ (Q max <sub>R</sub> /Q moy)	2,14
Indice IH <sub>1</sub>	83,9

Cette crue est par ses caractéristiques de fréquence plus rare que la fréquence annuelle. Elle se produit alors que les conditions d'humectation des sols sont particulièrement élevées une averse de 38 mm ayant eu lieu la veille. A notre avis, la récurrence de cette crue est d'environ 5 ans.

#### 4.3.1.2 - Crue annuelle :

La crue annuelle est sans doute voisine de la crue du 16.5.71 et nous donnons ci-après les éléments de détermination de cette crue.

- précipitation moyenne	$\bar{P}$ = 45 mm
- indice d'humidité	IH <sub>1</sub> = 15
- lame ruisselée	L <sub>R</sub> = 8,5 mm
- correction	$\Delta_1$ L <sub>R</sub> = 4,2 mm
- lame corrigée	L' <sub>R</sub> = 4,3 mm
- coefficient de ruissellement	K <sub>R</sub> $\approx$ 10 %
- rapport $\alpha$	= 2,5
- débit de base	Q <sub>0</sub> = 0,500 m <sup>3</sup> /s
- temps de base	tb = 16 heures
- volume ruisselé	V <sub>R</sub> = 184 900 m <sup>3</sup>
- débit moyen Q moy. (V <sub>R</sub> /tb)	= 3,21
- débit maximum ruisselé Q max <sub>R</sub> (Q moy x $\alpha$ )	= 8,02 m <sup>3</sup> /s

Débit maximum total = 8,50 m<sup>3</sup>/s

#### 4.3.1.3 - Crue décennale :

Nous estimerons que la pluie qui donne la crue de fréquence décennale tombe sur un bassin dont l'indice d'humidité est relativement élevé (IH<sub>1</sub> = 40) ; on serait tenté de prendre une valeur plus faible, disons moyenne, pour ne pas fausser la fréquence d'apparition du phénomène, mais ceci nous semble dangereux car il faut tenir compte d'un effet de persistance des pluies, les fortes précipitations se trouvant souvent au sein d'un épisode pluvieux réparti sur plusieurs jours et nous en avons eu plusieurs exemples au cours des campagnes de mesure. Les éléments de détermination de la crue décennale sont fournis ci-après :

- précipitation moyenne	$\bar{P}$ = 60 mm
- indice d'humidité	$IH_1$ = 40
- lame ruisselée	$L_R$ = 11,4 mm
- correction	$\Delta L_R$ = 2 mm
- lame corrigée	$L'_R$ = 9,4 mm
- coefficient de ruissellement	$K_R$ = 15,5 %
- rapport $\alpha$	= 3
- débit de base	$Q_0$ = 2,0 m <sup>3</sup> /s
- temps de base	$t_b$ = 18 heures
- Volume ruisselé	$V_R$ = 404 000 m <sup>3</sup>
- débit moyen $Q$ moyen ( $V_R/t_b$ )	= 6,23 m <sup>3</sup> /s
- débit maximum ruisselé $Q_{max_R}$	= 18,7 m <sup>3</sup> /s
<u>Débit maximum total = 21 m<sup>3</sup>/s</u>	

#### 4.3.2 - Bassin de Byumba L 2

##### 4.3.2.1 - Les crues observées :

Les plus fortes crues observées à la station L 2 au cours des 3 campagnes sont les suivantes :

le 15.4.71	$Q$ = 17,1 m <sup>3</sup> /s	- Hydrogramme de type A
le 25.4.70	$Q$ = 16,8 m <sup>3</sup> /s	- Hydrogramme intermédiaire
le 26.4.70	$Q$ = 16,2 m <sup>3</sup> /s	- Hydrogramme de type B
le 25.9.70	$Q$ = 15,8 m <sup>3</sup> /s	- Hydrogramme de type A

L'échantillon de crues supérieures à 12 m<sup>3</sup>/s s'élève à 8 valeurs. Suivant la position de l'épicentre de l'averse sur le bassin, nous savons que trois hydrogrammes sont possibles (cf. 4.1.2), les calculs sur les crues devraient donc porter sur ces 3 types d'événements. Il est cependant plus commode de considérer seulement les hydrogrammes de type A et B qui correspondent à des hypothèses extrêmes ; l'hydrogramme de type intermédiaire, bien que fréquent, est en effet moins dangereux que celui de type A en ce qui concerne la pointe de crue et de volume ruisselé voisin de l'hydrogramme de type B.

##### 4.3.2.2 - Crue annuelle :

###### Cas A -

Nous supposerons que la pluie moyenne reportée à tout le bassin est de 30 mm, mais en fait, comme seule la moitié aval du bassin ruisselle, cela suppose que le haut bassin n'est que très peu arrosé.

- précipitation moyenne	$\bar{P}$ = 30 mm
- indice d'humidité	IH <sub>21</sub> = 35
- lame ruisselée	L <sub>R</sub> = 3,3 mm
- correction	$\Delta_1 L_R$ = 1,9 mm
- lame corrigée	L' <sub>R</sub> = 1,4 mm
- coefficient de ruissellement	K <sub>R</sub> = 5 %
- rapport $\alpha$	= 4
- débit de base	Q <sub>0</sub> = 1 m <sup>3</sup> /s
- temps de base	t <sub>b</sub> = 12 heures
- volume ruisselé	V <sub>R</sub> = 166 600 m <sup>3</sup>
- débit moyen	Q moy = 3,86 m <sup>3</sup> /s
- débit maximum ruisselé Q max <sub>R</sub>	= 15,4 m <sup>3</sup> /s
<u>Débit maximum total = 16,5 m<sup>3</sup>/s</u>	

Cas B -

La pluie est assez homogène sur tout le bassin mais l'épicentre de l'averse est sur l'exutoire de L 1.

- précipitation moyenne	$\bar{P}$ = 40 mm
- indice d'humidité	IH <sub>21</sub> = 35
- lame ruisselée	L <sub>R</sub> = 4,4 mm
- correction	$\Delta_1 L_R \simeq$ 2,0 mm
- lame corrigée	L' <sub>R</sub> = 2,4 mm
- coefficient de ruissellement	K <sub>R</sub> = 6 %
- rapport $\alpha$	= 3
- débit de base	Q <sub>0</sub> = 1 m <sup>3</sup> /s
- temps de base	t <sub>b</sub> = 22 heures
- volume ruisselé	V <sub>R</sub> = 285 600 m <sup>3</sup>
- débit moyen	Q moy = 3,61 m <sup>3</sup>
- débit maximum ruisselé Q max <sub>R</sub>	= 10,8 m <sup>3</sup>

Débit maximum total = 12 m<sup>3</sup>/s

On peut estimer que dans le cas intermédiaire, c'est-à-dire ruissellement sur tout le bassin mais épicentre de l'averse sur la station L 1, on pourrait avoir un premier maximum de l'ordre de 15 m<sup>3</sup>/s, un second maximum de l'ordre de 10 m<sup>3</sup>/s et un volume ruisselé total dans une fourchette 250 000 - 300 000 m<sup>3</sup>. Il semble sage de retenir pour la crue annuelle la valeur de 16,5 m<sup>3</sup>/s comme pointe de crue.

4.3.2.3 - Crue décennale :

Cas A -

- précipitation moyenne	$\bar{P}$ = 40 mm
- indice d'humidité	IH <sub>21</sub> = 50
- lame ruisselée	L <sub>R</sub> = 5,5 mm
- correction	$\Delta_1 L_R$ = 1,3 mm
- lame corrigée	L' <sub>R</sub> = 4,2 mm
- coefficient de ruissellement	K <sub>R</sub> = 10,5 %
- rapport $\alpha$	= 4
- débit de base	Q <sub>0</sub> = 2,5 m <sup>3</sup> /s
- temps de base	t <sub>b</sub> = 12 heures
- volume ruisselé	V <sub>R</sub> = 499 800 m <sup>3</sup>
- débit moyen	Q moy = 11,6 m <sup>3</sup> /s
- débit maximum ruisselé Q max <sub>R</sub>	= 46,3 m <sup>3</sup> /s

Débit maximum total = 49 m<sup>3</sup>/s

Cas B -

- précipitation moyenne	$\bar{P}$	= 55 mm
- indice d'humidité	IH <sub>21</sub>	= 60
- lame ruisselée	L <sub>R</sub>	= 6,1 mm
- correction	$\Delta_{1L_R}$	= 0,9 mm
- lame corrigée	L' <sub>R</sub>	= 5,2 mm
- coefficient de ruissellement	K <sub>R</sub>	= 10 %
- rapport $\alpha$		= 3
- débit de base	Q <sub>0</sub>	= 3,5 m <sup>3</sup> /s
- temps de base	t <sub>b</sub>	= 22 heures
- volume ruisselé	V <sub>R</sub>	= 618 800 m <sup>3</sup>
- débit moyen	Q moy	= 7,81 m <sup>3</sup> /s
- débit maximum ruisselé	Q max <sub>R</sub>	= 23,4 m <sup>3</sup> /s

Débit maximum total = 27 m<sup>3</sup>/s

On peut estimer que dans le cas intermédiaire, on pourrait avoir un premier maximum de l'ordre de 40 m<sup>3</sup>/s, un second maximum de 20 m<sup>3</sup>/s et un volume ruisselé supérieur à 600 000 m<sup>3</sup>.

La première hypothèse (cas A) peut sembler trop pessimiste : indice d'humidité élevé, temps de base court, il faut cependant être assez prudent car la configuration du bassin résiduaire de L 2 favorise tout particulièrement la formation de crues aigües. On gardera d'ailleurs en mémoire le cas de l'averse du 15.4.71 qui, bien que dépassant de peu 20 mm, a donné une pointe de crue atteignant 17,1 m<sup>3</sup>/s.

4.3.3 - Bassin de Byumba L 3

4.3.3.1 - Les crues observées :

En trois ans de mesures, 5 crues dépassent les 20 m<sup>3</sup>/s :

le 26.4.70	Q	= 34,3 m <sup>3</sup> /s
le 16.5.71	Q	= 32,4 "
le 17.5.71	Q	= 27,8 "
le 5.5.70	Q	= 26,1 "
le 31.5.71	Q	= 20,9 "

Nous avons analysé en détail la formation de ces crues dans les rapports provisoires de campagne et nous avons vu en 4.1 quelle était la forme de l'hydrogramme relatif à chacune d'entre elles. Les 4 premières correspondent à un ruissellement généralisé à l'ensemble du bassin avec un épïcêtre d'averse situé en plein milieu du bassin, à proximité de la ligne de crête séparant les vallées de la Mwange et de la Muzanza.

L'averse du 31.5.71 localisée à la basse Muzanza provoque un ruissellement très partiel mais intense et montre le danger causé par les pluies affectant les zones inférieures du bassin de L 2 ou de L 3 - L 2.

Les fortes crues peuvent être produites suivant plusieurs cas :

- a) averse hétérogène affectant 30 à 50 % du bassin, c'est-à-dire les basses vallées de la Muyanza et de la Mwange. La crue du 15.4.71 correspond à ce cas.  
On peut envisager d'ailleurs que l'averse n'affecte que la basse Muyanza (cas de la crue du 31.5.71) ou le bassin résiduaire de L 2.
- b) averse homogène affectant l'ensemble du bassin. La configuration du bassin est telle que l'épicentre se trouve très souvent sur la ligne de crête séparant les deux vallées (modèle donné par la crue du 5.5.70).  
Des pluies rapprochées peuvent également avoir des effets sérieux sur l'écoulement, même si elles ne présentent pas des valeurs exceptionnelles, la seconde ou la dernière averse de l'épisode pluvieux rencontrant des conditions de saturation des sols particulièrement élevées, c'est le cas de la crue du 26.4.70 ou du 17.5.71. Toutefois, les essais auxquels nous avons procédé en faisant varier hauteur de précipitation et indice d'humidité ne donnent pas, dans l'optique de la crue décennale, de valeurs supérieures aux résultats auxquels nous aboutissons en 4.3.3.3. Cela peut s'expliquer par le choix délibéré d'un indice  $IH_3$  assez fort (35).

#### 4.3.3.2 - La crue annuelle :

Pour l'estimation de la crue annuelle, nous prendrons comme hypothèse unique celle d'une crue provoquée par une averse couvrant l'ensemble du bassin, et ayant son épicentre comme l'averse du 5.5.70 sur le triangle formé par les postes pluviométriques 9, 13 et 23.

- précipitation moyenne	$\bar{P}$	= 35 mm
- indice d'humidité	$IH_3$	= 25
- lame ruisselée	$LR$	= 7,4 mm
- correction	$\Delta_2 LR$	= 3,7 mm
- lame corrigée	$L'R$	= 3,7 mm
- coefficient de ruissellement	$K_R$	= 10 %
- rapport	$\alpha$	= 3
- débit de base	$Q_0$	= 3 m <sup>3</sup> /s
- temps de base	$t_b$	= 30 heures
- volume ruisselé	$V_R$	= 954 600 m <sup>3</sup>
- débit moyen	$Q_{moy}$	= 8,84 m <sup>3</sup> /s
- débit maximum ruisselé	$Q_{maxR}$	= 26,5 m <sup>3</sup> /s

Débit maximum total = 30 m<sup>3</sup>/s

#### 4.3.3.3 - La crue décennale :

Cas A - Averse hétérogène affectant les basses vallées de la Muyanza et de la Mwange.

3 possibilités s'offrent :

A.1 - Averse intéressant principalement la basse Mwange, la basse Muyanza ne ruisselle pas ou peu. On se rapporte au cas A du 4.3.2.3.

Le débit maximal à l'exutoire de L 2 est de 49 m<sup>3</sup>/s pour un volume de crue de 500 000 m<sup>3</sup>, la pointe de crue arrivera à l'exutoire de L 3 légèrement amortie (45 m<sup>3</sup>/s peut-être) et le volume sera également inférieur.

A.2 - Averse intéressant principalement la basse Muyanza, la basse Mwange ne ruisselle pas (analogie avec l'averse du 31.5.71).

- précipitation moyenne  $\bar{P}$  = 25 mm
- indice d'humidité  $IH_3$  = 35
- lame ruisselée  $L_R$  = 4,9 mm
- correction  $\Delta_{2L_R}$  = 2,6 mm
- lame corrigée  $L'_R$  = 2,3 mm
- coefficient  $\alpha$  = 3
- débit de base  $Q_0$  = 5 m<sup>3</sup>/s
- temps de base  $t_b$  = 12 heures
- volume ruisselé  $V_R$  = 593 400 m<sup>3</sup>
- débit moyen  $Q_{moy}$  = 13,7 m<sup>3</sup>/s
- débit maximum ruisselé  $Q_{max_R}$  = 41,2 m<sup>3</sup>/s

Débit maximum total = 47 m<sup>3</sup>/s

A.3 - Averse intéressant l'ensemble des basses vallées de la Muyanza et de la Mwange -

- précipitation moyenne  $\bar{P}$  = 35 mm
- indice d'humidité  $IH_3$  = 35
- lame ruisselée  $L_R$  = 7,5 mm
- correction  $\Delta_{2L_R}$  = 2,6 mm
- lame corrigée  $L'_R$  = 4,9 mm
- coefficient  $\alpha$  = 3
- débit de base  $Q_0$  = 5 m<sup>3</sup>/s
- temps de base  $t_b$  = 20 heures
- volume ruisselé  $V_R$  = 1 265 000 m<sup>3</sup>
- débit moyen  $Q_{moy}$  = 17,6
- débit maximum ruisselé  $Q_{max_R}$  = 52,7

Débit maximum total = 58 m<sup>3</sup>/s

Cas B - Averse homogène affectant l'ensemble des bassins (analogie avec l'averse du 5.5.70).

- précipitation moyenne  $\bar{P}$  = 50 mm
- indice d'humidité  $IH_3$  = 25
- lame ruisselée  $L_R$  = 11,1 mm
- correction  $\Delta_{2L_R}$  = 3,7 mm

- lame corrigée  $L'_R = 7,4 \text{ mm}$
- coefficient de ruissellement  $K_R = 15 \%$
- coefficient  $\alpha = 3$
- débit de base  $Q_0 = 5$
- temps de base  $t_b = 30 \text{ heures}$
- volume ruisselé  $V_R = 1\,910\,000 \text{ m}^3$
- débit moyen  $Q_{\text{moy}} = 17,7 \text{ m}^3/\text{s}$
- débit maximum ruisselé  $Q_{\text{max}R} = 53,0 \text{ m}^3/\text{s}$

Débit maximum total = 58 m<sup>3</sup>/s

Nous retiendrons comme débit de fréquence décennale la valeur de 60 m<sup>3</sup>/s.



- CHAPITRE V -

LES OBSERVATIONS PLUVIOMETRIQUES

(Bassins de Gitarama)

5.1 - Hauteur pluviométrique annuelle

5.1.1 - Hauteur moyenne

La hauteur moyenne annuelle de précipitations à la station de Rubona, établie à partir de 38 ans d'observations est de 1173 mm (suivant l'année hydrologique du 1er septembre au 31 août), valeur différant peu de celle obtenue pour l'année calendaire.

Le tableau suivant donne pour les 3 campagnes les résultats obtenus (en mm) de façon ponctuelle à Rubona et sur chacun des bassins :

	1er septembre au 31 août		
	1969-70	1970-71	71-72
Bassin L 1	(1055)	1072	1009
Bassin L 2	(1020)	1062	1035
Bassin L 3	( 990)	1107	1074
Poste de Rubona	1222	1170	1092

Les valeurs de la première année sur les bassins sont là également estimées puisque le réseau pluviométrique n'était entièrement en place qu'au mois d'octobre 1969.

Ces valeurs diffèrent assez peu d'une année sur l'autre et sont systématiquement inférieures aux précipitations relevées à Rubona. On remarquera toutefois que c'est la seconde année qui est la plus arrosée et ce sur l'ensemble des trois bassins.

5.1.2 - Répartition spatiale

La répartition spatiale de la hauteur pluviométrique annuelle sur les bassins diffère largement d'une année à l'autre et l'on ne retrouve pas les mêmes tendances interannuelles que pour les bassins de Byumba. Il faut dire que le relief est beaucoup moins accusé et a

donc une influence beaucoup plus réduite. L'épicentre annuel se trouve sur l'extrémité nord-ouest du bassin L 1 la première année, sur l'extrémité nord du bassin L 3 la seconde année et à l'exutoire du bassin L 2 la troisième année. En définitive, seule la partie sud du bassin L 2 a une tendance déficitaire (pluviographes H10 - H4) ainsi qu'une partie du bassin L 3 (zone représentée par les appareils 17 et J 18).

Les valeurs extrêmes sont les suivantes :

- en 1969-70	1447 et 1012	soit 435 mm d'écart
- en 1970-71	1213 et 960	soit 253 mm d'écart
- en 1971-72	1182 et 821	soit 361 mm d'écart

## 5.2 - Variations mensuelles

Le tableau XII rassemble les valeurs mensuelles déjà publiées dans les rapports provisoires.

De même que pour les bassins de Byumba, on remarque que lors des campagnes, les plus faibles précipitations se produisent en juin-juillet (il peut ne pas pleuvoir pendant 30 à 40 jours consécutifs) ; la saison des pluies d'octobre-novembre est peu accentuée et après une diminution sensible des précipitations en décembre-janvier, on note une saison des pluies en avril-mai beaucoup plus importante que la première (en général, car 1971-72 fait exception à cette règle).

A l'échelle interannuelle, les valeurs mensuelles présentent d'un mois sur l'autre des écarts assez faibles (juin à août exclus), dus à la variabilité temporelle des pluies d'une année sur l'autre, les saisons des pluies étant plus ou moins précoces et plus ou moins marquées.

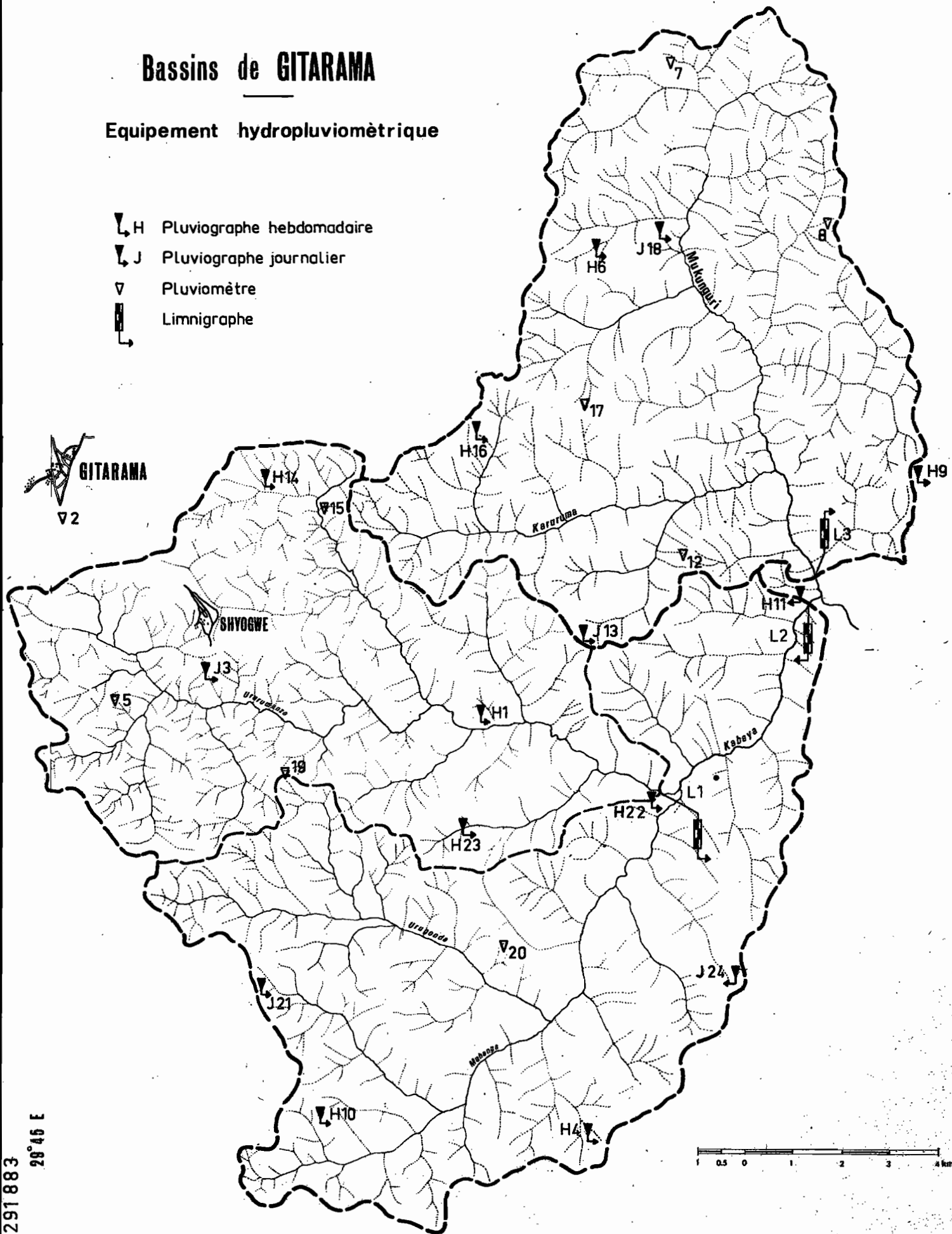
La somme des 2 mois consécutifs les plus arrosés est à peu près la même pour les deux premières campagnes, bien que ne correspondant pas aux mêmes mois, elle est par contre beaucoup plus faible en ce qui concerne la troisième campagne (valeurs en mm).

	Bassin L 1	Bassin L 2	Bassin L 3
mars + avril 1970	375	368	371
avril + mai 1971	360	358	379
avril + mai 1972	208	219	236

# Bassins de GITARAMA

## Equipement hydropluviométrique

- ∇ H Pluviographe hebdomadaire
- ∇ J Pluviographe journalier
- ∇ Pluviomètre
- ▮ Limnigraphe



ETR 291883  
28°46 E

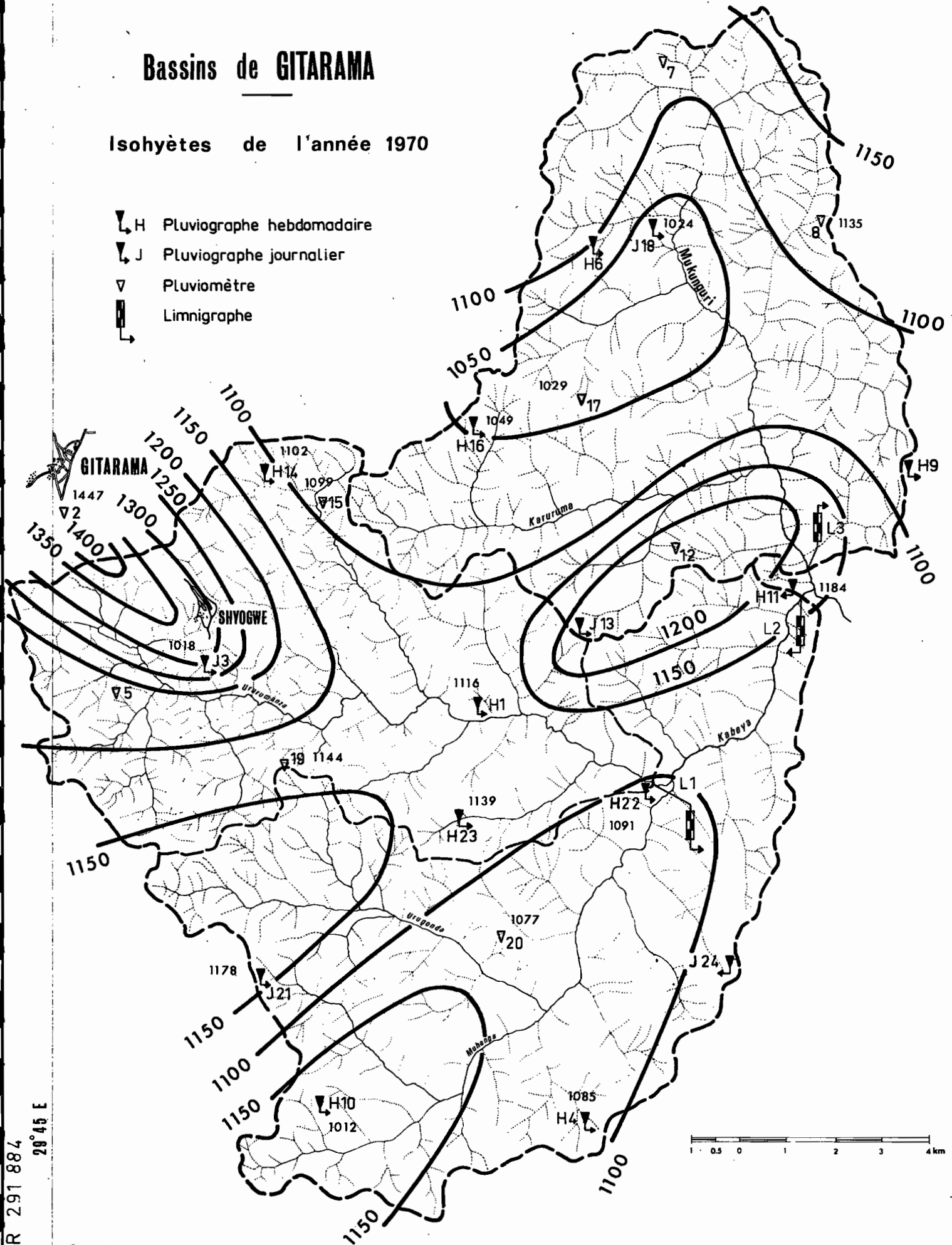
2° 15 S



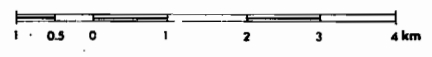
# Bassins de GITARAMA

Isohyètes de l'année 1970

- ▼ H Pluviographe hebdomadaire
- ▼ J Pluviographe journalier
- ▽ Pluviomètre
- ▮ Limnigraphe



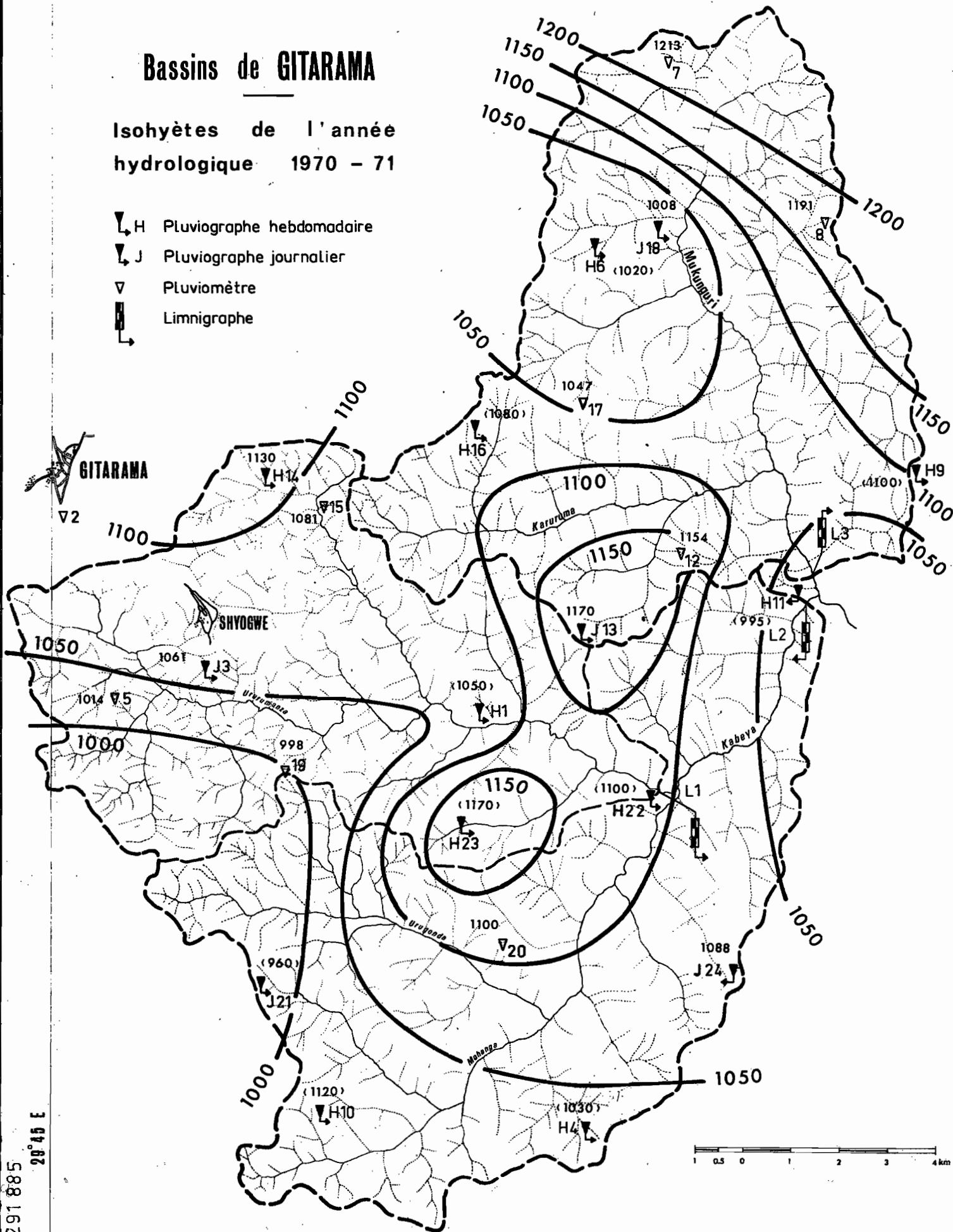
ETR 291 884  
29°45 E  
2° 15 S



# Bassins de GITARAMA

Isohyètes de l'année hydrologique 1970 - 71

- ▽ H Pluviographe hebdomadaire
- ▽ J Pluviographe journalier
- ▽ Pluviomètre
- ▮ Limnigraphe

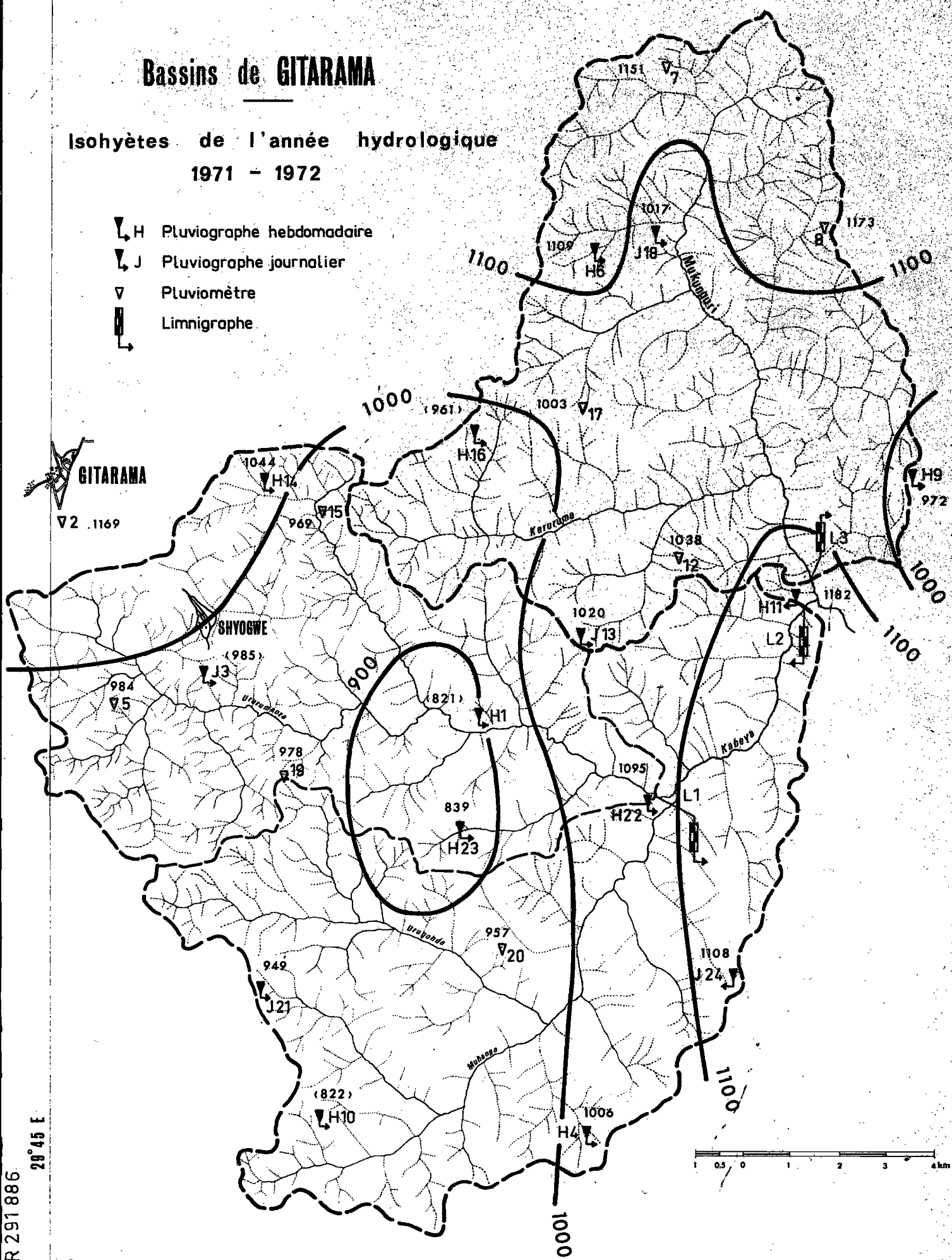


ETR 291 885  
28° 45 E

# Bassins de GITARAMA

## Isohyètes de l'année hydrologique 1971 - 1972

- ▼ H Pluviographe hebdomadaire
- ▼ J Pluviographe journalier
- ▽ Pluviomètre
- ▮ Limnigraphe



ETR 291886  
29°45 E

TABLEAU XII

Pluviométrie sur les bassins de Gitarama (en mm)

Stations et bassins	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
KIGALI												
Moyenne 19 ans	64	97	117	93	66	116	106	142	103	28	8	20
KIGALI Aéro												
1969-70	32,5	53,2	110,1	24,2	159,8	74,8	150,8	191,8	83,6	3,3	4,7	55,5
1970-71	29,7	51,5	166,7	84,2	35,4	65,8	84,9	165,4	129,0	0	7,9	56,1
1971-72	79,5	56,6	125,3	92,8	62,2	193,7	110,8	92,5	111,7	58,8	0	35,7
RUBONA												
Moyenne 39 ans	66	110	128	94	111	114	139	185	157	25	6	26
RUBONA												
1969-70	60,4	122,8	132,5	27,4	145,4	44,7	315,1	225,8	113,2	19,9	0,7	13,7
1970-71	36,4	94,7	122,4	70,9	193,8	79,3	104,5	133,8	258,4	0	26,6	49,2
1971-72	47,7	172,6	157,3	62,4	46,1	176,8	81,8	144,4	89,6	75,0	0	38,4
B.V. GITARAMA L1												
1969-70	-	-	85,2	26,8	235,6	89,2	202,1	172,5	58,4	17,2	5,0	43,4
1970-71	70,4	94,0	110,0	76,1	89,0	101,8	88,1	174,1	185,5	0	18,0	65,0
1971-72	126,8	47,5	110,8	112,1	49,3	174,2	67,5	90,4	117,6	78,2	0	34,2
B.V. GITARAMA L2												
1969-70	-	-	84,0	28,5	218,5	77,4	174,6	193,1	61,5	15,0	5,3	45,7
1970-71	68,6	102,0	117,5	66,0	78,1	112,3	86,8	175,0	182,5	0	20,3	52,9
1971-72	147,1	61,6	108,4	87,5	42,6	188,5	72,0	100,9	117,8	77,8	0	30,5
B.V. GITARAMA L3												
1969-70	-	-	97,8	26,7	191,0	62,3	188,4	182,8	78,1	13,2	7,5	20,3
1970-71	115,0	69,5	109,2	72,2	87,8	95,6	95,0	197,5	181,4	0	28,0	55,5
1971-72	123,8	67,7	115,0	86,0	39,9	176,1	83,7	126,1	110,2	112,2	0	33,3

5.3 - Episodes pluvieux

L'examen des relevés de la station de Rubona montre plusieurs épisodes pluvieux importants au cours des 20 dernières années.

Période	Hauteurs (mm)	Total	
		en 2 jours	en 3 jours
12-13-14.5.1952	36,2 - 33,8 - 59,9	93,7	129,9
23-24.1.1958	65,9 - 31,6	97,5	
20-21.11.1961	54,7 - 75,5	130,2	
13-14.9.1962	19,6 - 79,0	98,6	
12-13.11.1964	73,6 - 35,1	108,7	
20-21-22.4.1964	51,9 - 17,2 - 48,0	69,1	117,1
13-14.11.1966	37,4 - 73,0	110,4	
17-18-19.11.1967	39,7 - 6,9 - 80,9	86,9	127,5
24-25.3.1970	40,4 - 44,0	84,4	

On retiendra la phase pluvieuse des 20 et 21 Novembre 1961 qui permit de recueillir 130,2 mm en 48 heures.

#### 5.4 - Précipitations journalières

##### 5.4.1 - Information donnée par le Poste de Rubona

Un ajustement des précipitations journalières à une loi de Goodrich donne les valeurs suivantes :

valeur centenaire	119 mm
valeur cinquantenaire	108 mm
valeur décennale	84 mm
valeur annuelle	52 mm

Bien que la hauteur moyenne annuelle de précipitation soit nettement inférieure à celle de Byumba (1173 contre 1258 mm), on pourra constater que les précipitations de fréquences rares sont supérieures de 20 à 30 % à celles de ce dernier poste.

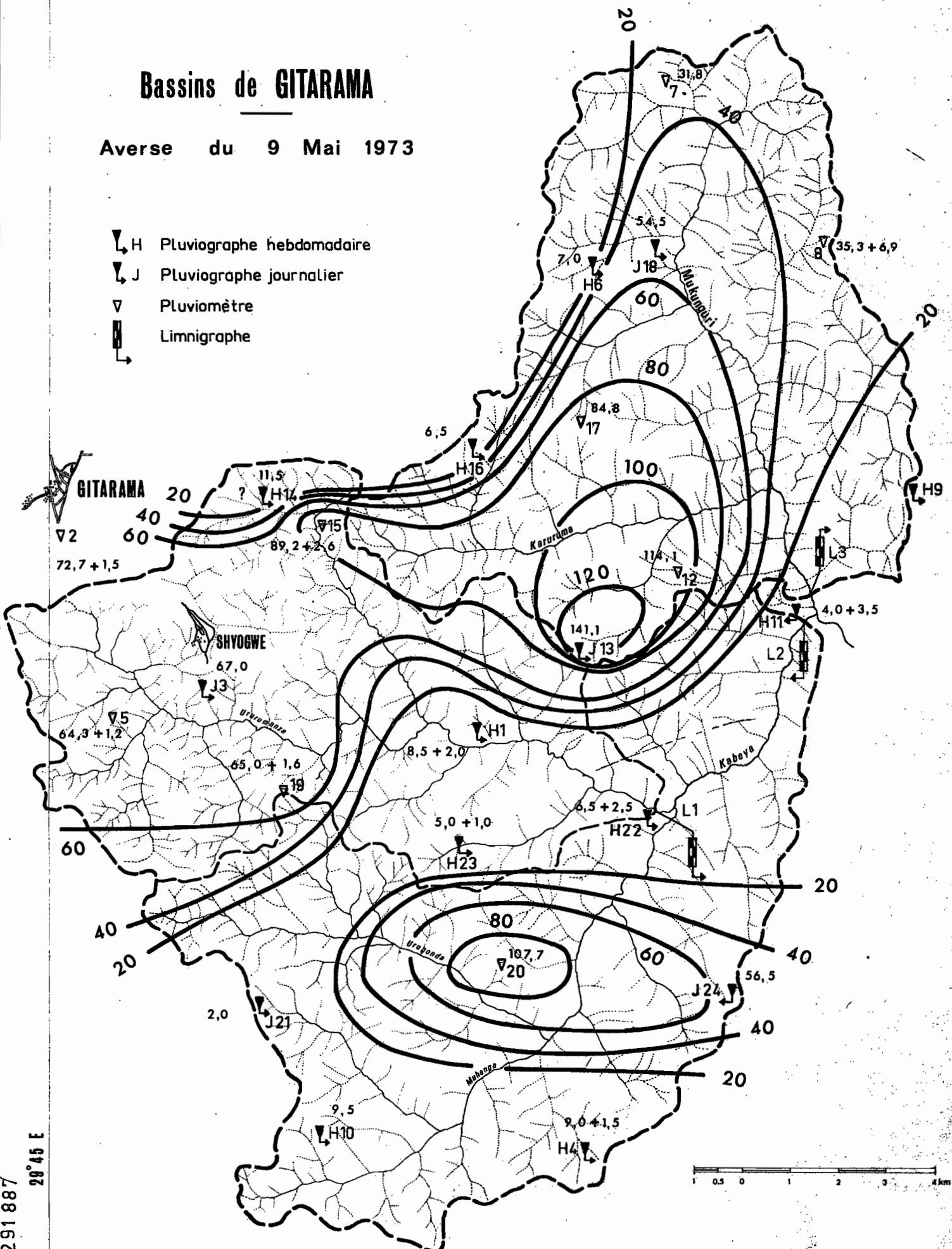
##### 5.4.2 - Information fournie par les pluviomètres des bassins

Au cours des trois années d'observations faites par la SCET sur les bassins de Gitarama, les précipitations ponctuelles voisines ou supérieures à 65 mm sont assez peu nombreuses.

# Bassins de GITARAMA

Averse du 9 Mai 1973

- ▽, H Pluviographe hebdomadaire
- ▽, J Pluviographe journalier
- ▽ Pluviomètre
- ▮ Limnigraphe



ETR 291887

28°45 E

2° 15 S

Date	Hauteur (mm)	Poste
13.10.70	78,5	21
26.8.70	77,0	24
25.6.72	75,5	21
8.1.70	69,0	12
8.1.70	65,0	24
13.1.70	65,0	21
20.12.71	64,9	5
13.10.70	64,4	23

Si ces relevés sont relativement modestes, on dispose par contre d'une information très intéressante fournie par les résultats de l'averse du 9 mai 1973 (le réseau pluviométrique était alors géré par HYDROMET). Cette averse exceptionnelle, dont on a représenté la répartition spatiale sur la figure 16, atteint en certains postes les valeurs suivantes :

Poste J 13 ( pluviomètre	141,1 mm
(ORSTOM) ( pluviographe	123,0 mm
Poste 12	114,1 mm
Poste 20	107,7 mm
Poste 15	89,2 mm
Poste 17	84,8 mm
Poste 2	72,7 mm

On remarquera l'hétérogénéité remarquable de cette averse qui présente son épicentre le plus important justement sur la station climatologique suivie par l'ORSTOM, et un second épicentre également supérieur à 100 mm sur le poste 20, alors qu'au poste H1 à 3 kilomètres à vol d'oiseau de J13 on ne recueille que 8,5 mm.

#### 5.4.3 - Hauteurs pluviométriques moyennes

Le tableau XIII donne les hauteurs pluviométriques moyennes sur les bassins supérieures à 30 mm et classées par ordre décroissant, l'averse du 9 mai 1973 est précédée d'un astérisque.

TABLEAU XIII

Bassin L 1		Bassin L 2		Bassin L 3	
Date	Hauteur (mm)	Date	Hauteur (mm)	Date	Hauteur (mm)
* 9. 5.73	50,0	25. 6.72	41,4	* 9. 5.73	54,0
20.12.71	47,1	* 9.5. 73	39,0	4. 1.70	41,2
4. 1.70	46,1	13.10.70	38,6	8. 1.70	39,9
6. 2.72	41,7	26. 8.70	38,0	14. 3.70	37,3
13. 1.70	39,1	6. 2.72	38,0	6. 2.72	35,4
26. 8.70	36,7	4. 1.70	36,0	25. 6 72	34,9
24. 4.70	34,8	13. 1.70	35,3	25. 4.71	29,8
25. 6.72	34,3	8. 1.70	34,3		
8. 1.70	33,4	24. 2.72	34,1		
1. 3.70	33,3	20.12.71	32,6		
28. 3.70	32,5				
11. 9.71	30,9				
3. 3.70	30,7				
24. 2.72	30,4				

5.4.4 - Etude des intensités

Le tableau XIV fournit les plus fortes intensités enregistrées aux pluviographes du bassin de Gitarama au cours des 3 campagnes. Il est regrettable que le pluviographe J13 à enregistrement journalier n'ait pu enregistrer l'averse du 9 mai 1973 (123 mm)

TABLEAU XIV

	Date	Hauteur mm	Durée, mn	Intensités en					
				5'	10'	15'	30'	45'	1 h
Poste 3	13.1.70	50,0	53	174	126	116	91	66	50
	12.8.71	39,0	55	102	99	78	59	50	39
	19.2.70	38,0	40	120	108	100	70	51	38
Poste 13	1.3.70	36,5	28	162	108	86	73	49	36
	8.1.70	35,0	48	150	118	100	66	46	35
	28.3.70	45,5	63	84	72	68	60	53	45
Poste 21	25.6.72	75,5	220	84	72	68	66	56	53

- CHAPITRE VI -

LES OBSERVATIONS HYDROLOGIQUES

(Bassins de Gitarama)

258 jaugeages ont été effectués en trois ans sur les bassins de Gitarama pour étalonner les trois stations de mesure ; les transports de sables sont très importants et détarent fréquemment les stations. On distingue ainsi 12 étalonnages successifs pour la station L1, 10 pour la station L2 et 5 pour la station L3 qui est plus stable.

6.1 - Débits moyens journaliers, mensuels et annuels

Les tableaux de débits moyens journaliers figurent en annexe. Le tableau XV récapitule les débits moyens mensuels calculés et fournit la moyenne sur trois ans.

Les débits mensuels les plus élevés se produisent en avril et mai, et les plus faibles d'août à octobre.

TABLEAU XV

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
<u>Station L1</u>												
Gitarama												
1969-70	-	-	0,106	0,054	0,591	0,315	0,784	1,31	1,03	0,310	0,100	0,133
1970-71	0,067	0,063	0,070	0,093	0,185	0,279	0,180	0,754	2,27	0,406	0,122	0,104
1971-72	0,064	0,061	0,102	0,192	0,281	0,491	0,251	0,210	0,362	0,413	0,175	0,035
Moyenne	0,065	0,062	0,092	0,113	0,352	0,361	0,405	0,758	1,22	0,376	0,132	0,090
<u>Station L2</u>												
Gitarama												
1969-70	-	-	0,102	0,091	1,29	0,725	1,31	3,13	2,48	0,393	0,125	0,181
1970-71	0,116	0,175	0,160	0,143	0,272	0,479	0,255	1,37	5,07	1,44	0,242	0,256
1971-72	0,099	0,085	0,140	0,268	0,299	0,713	0,718	0,418	1,07	1,08	0,351	0,040
Moyenne	0,108	0,130	0,134	0,167	0,620	0,639	0,761	1,64	2,87	0,971	0,239	0,159
<u>Station L3</u>												
Gitarama												
1969-70	-	-	0,100	0,048	0,337	0,206	0,873	1,23	1,39	0,273	0,073	0,055
1970-71	0,074	0,089	0,123	0,087	0,167	0,140	0,079	0,593	2,62	0,565	0,106	0,058
1971-72	0,100	0,075	0,136	0,098	0,061	0,289	0,336	0,280	0,544	0,511	0,227	0,047
Moyenne	0,087	0,082	0,119	0,078	0,188	0,211	0,429	0,701	1,52	0,449	0,135	0,053

Le tableau ci-après fournit à l'échelle annuelle le module moyen, le module spécifique et le volume écoulé total.

TABLEAU XVI

Année	Débit moyen annuel		Volume écoulé $10^6 \text{ m}^3$
	$\text{m}^3/\text{s}$	$\text{l/s.km}^2$	
<u>Station L 1</u>			
1969-70	0,405	5,5	12,8
1970-71	0,384	5,2	12,1
1971-72	0,217	3,0	6,9
<u>Station L2</u>			
1969-70	0,842	5,1	26,6
1970-71	0,835	5,1	26,3
1971-72	0,441	2,7	13,9
<u>Station L 3</u>			
1969-70	0,399	4,4	12,6
1970-71	0,394	4,4	12,5
1971-72	0,222	2,4	7,0

### 6.2 - Crues maximales

Les crues maximales annuelles des 3 campagnes figurent ci-après :

TABLEAU XVII

Année	Débit maximal absolu		Date
	m <sup>3</sup> /s.	l/s.km <sup>2</sup>	
<u>Station L1</u>			
1969-70	25,8	352	13. 1.70
1970-71	9,13	123	8. 5.71
1971-72	10,3	139	10. 1.72
<u>Station L2</u>			
1969-70	14,4	87	14. 1.70
1970-71	10,8	65	13. 5.71
1971-72	8,00	48	25. 6.72
<u>Station L3</u>			
1969-70	5,38	59	15. 3.70
1970-71	7,30	80	20. 5.71
1971-72	3,25	36	25.6.72

6.3 - Etiages absolus

Les débits d'étiage sont connus avec une bonne approximation et les plus faibles valeurs ont parfois pu être jaugées. On remarquera que l'étiage est beaucoup plus sévère que sur les bassins de Byumba car l'écoulement, sans s'annuler, descend parfois à une dizaine de litres par seconde.

TABLEAU XVIII

Débit d'étiage absolu

Année	m <sup>3</sup> /s	l/s.km <sup>2</sup>	Date
<u>Station L 1</u>			
1969-70	0,015	0,20	29-30.12.69
1970-71	0,021	0,28	12. 9.70
1971-72	0,020	0,27	13 au 22.8.72
<u>Station L2</u>			
1969-70	0,035	0,20	18.12.69
1970-71	0,055	0,33	1.11.70
1971-72	0,030	0,18	12 au 23.8.72
<u>Station L3</u>			
1969-70	0,011	0,12	25 au 31.12.69
1970-71	0,039	0,43	25. 3.71
1971-72	0,031	0,34	22-23.8.72

6.4 - Bilan Hydrologique

TABLEAU XIX

	Module m <sup>3</sup> /s	Pluie moyenne mm	Lame écoulée mm	Coefficient d'écoulement %	Déficit d'écoulement, mm
<u>Station L1</u>					
1969-70	(0,405)	(1050)	(173)	(16,5)	(880)
1970-71	0,384	1072	164	15,2	908
1971-72	0,217	1009	95	9,4	914
<u>Station L2</u>					
1969-70	(0,842)	(1050)	(161)	(15,5)	(890)
1970-71	0,835	1062	160	15,1	902
1971-72	0,441	1035	84	8,0	951
<u>Station L3</u>					
1969-70	(0,399)	(1100)	(138)	(12,5)	(960)
1970-71	0,394	1107	137	12,4	970
1971-72	0,222	1074	77	7,2	997

- CHAPITRE VII -

LE RUISSELLEMENT

(Bassins de Gitarama)

7.1 - Forme des hydrogrammes

7.1.1 - Bassin de Gitarama L1

Les observations des trois campagnes de mesure permettent de bien comprendre la variabilité des paramètres de l'hydrogramme en fonction de l'importance des pluies et de leur point d'impact sur le bassin. Nous avons rassemblé les données relatives aux crues les plus importantes dans le tableau ci-dessous, qui ne représente donc qu'une partie de l'information disponible figurant dans les 3 rapports de campagne.

TABLEAU XX

Date	Q maximum m <sup>3</sup> /s	Q maximum ruisselé m <sup>3</sup> /s	Temps de montée	Temps de base	$\alpha$
13. 1.70	26,8	26,5	0 h 22	13 h 00	4,77
12. 2.70	13,4	13,2	0 h 47	14 h 00	4,40
28. 3.70	16,8	16,2	0 h 55	9 h 00	3,55
29. 3.70	12,5	11,3	0 h 28	8 h 00	3,95
13. 4.71	7,14	6,10	2 h 50	13 h 10	2,94
8. 5.71	9,13	7,20	2 h 30	15 h 00	4,11
21.12.71	7,05	6,80	3 h 45	17 h 55	3,16
10. 1.72	10,3	10,1	1 h 10	15 h 50	3,40
7. 2.72	8,30	8,00	0 h 50	15 h 30	2,60

Lorsque les averses sont très localisées ou que seule une partie du bassin reçoit d'abondantes précipitations, ou que l'épicentre de l'averse se trouve sur la partie aval du bassin dans le cas d'un ruissellement généralisé, on observe des crues à temps de montée court de l'ordre de 0 h 30 à 1 h, un temps de base très variable (8 h à 15 h) et un coefficient  $\alpha$  de l'ordre de 4 à 4,50.

Lorsque les averses affectent tout le bassin et provoquent donc un ruissellement général, mais sans présenter d'épicentre bien net, ni de très fortes précipitations sur une zone privilégiée du bassin, les hydrogrammes présentent un temps de montée de 2 h 30 à 3 h, un temps de base de 16 à 18 heures et un coefficient  $\alpha$  voisin de 3,5.

On peut donc distinguer deux sortes d'hydrogrammes pour caractériser le bassin L1.

#### Cas 1

temps de montée  $t_m = 1$  heure  
temps de base  $t_b = 14$  heures  
coefficient  $\alpha = 4,5$

Il s'agit du cas correspondant aux plus fortes crues observées.

#### Cas 2

temps de montée  $t_m = 3$  heures  
temps de base  $t_b = 16$  heures  
coefficient  $\alpha = 3,5$

Dans l'hypothèse de crues de fréquence rare, le cas 1 est évidemment le plus dangereux par la valeur du coefficient ; il est également le plus probable comme nous le montre l'exemple de l'averse du 9 mai 1973, c'est donc celui que nous retiendrons pour le calcul de la crue décennale.

#### 7.1.2 - Bassin de Gitarama L 2

La Kabeya, contrôlée à la station L 2, est constituée de deux branches : l'Ururumanza et la Muhanga, qui représentent deux zones dont les caractéristiques sont bien différentes. Le bassin de l'Ururumanza qui correspond au bassin L1 est un bassin assez montagneux (indice IP = 0,161) relativement bien drainé (densité de drainage = 3,15), fréquemment arrosé et donnant des crues au coefficient  $\alpha$  élevé. Le bassin de la Muhanga, qui correspond à la plus grande partie du bassin résiduaire, a un relief beaucoup plus mou (indice de pente général pour tout L2 : IP = 0,137), assez mal drainé, encombré de marécages, beaucoup moins arrosé et donnant donc des crues très amorties.

- les crues enregistrées à la station L2 peuvent avoir des origines assez diverses et l'on pourrait considérer théoriquement les possibilités suivantes :

- 1 - crue provenant de L1 uniquement
- 2 - crue provenant de L1 + une partie du bassin résiduaire
- 3 - crue provenant de L1 + la totalité du bassin résiduaire
- 4 - crue provenant uniquement du bassin résiduaire.

Nous n'avons aucun exemple en trois ans de pluie ayant affecté uniquement le bassin de la Muhanga, ce qui nous fait donc éliminer la possibilité n° 4.

En ce qui concerne les trois autres possibilités, on peut faire d'emblée les remarques suivantes :

- la quasi-totalité des crues observées en L2 correspond aux possibilités 1 et 2, car les précipitations affectent de façon préférentielle le bassin de l'Ururumanza. Le cas où seul le bassin L1 ruisselle est très fréquent, il se traduit par des crues qui arrivent à l'exutoire de L2 après avoir subi un sérieux amortissement dans le lit marécageux de la Kabeya ; la conservation en volume de la crue n'est pas toujours assurée, une fraction plus ou moins importante du ruissellement pouvant être stockée dans le cours inférieur.

Lorsque le bassin résiduaire ruisselle (en partie ou dans son ensemble) le volume ruisselé peut dépasser de façon sensible les valeurs obtenues par le simple apport du bassin L1, sans que le maximum de la crue n'augmente dans les mêmes proportions, l'amortissement et le stockage dans le bassin résiduaire étant particulièrement importants.

Toutefois en fin de saison des pluies, quand la mise en eau des marécages est importante et que le débit de base croît de façon sensible des pluies généralisées à tout le bassin peuvent produire des crues présentant un hydrogramme très différent des autres et correspondant réellement à la réaction de l'ensemble du bassin, ce cas est cependant rare et n'a été qu'assez mal observé au cours des trois campagnes.

Le tableau suivant fournit les paramètres de quelques crues enregistrées en L2

TABLEAU XXI

Date	Q maximum m3/s	Q maximum ruisselé m3/s	Temps de montée	Temps de base	$\alpha$	Cas
14. 1.70	14,4	13,8	1 h 30	27 h 00	2,76	1 - 2 - 3
13. 2.70	7,91	7,22	1 h 27	17 h 00	2,77	1
30. 3.70	6,55	4,44	1 h 43	25 h 00	2,68	1 - 2
14. 4.71	5,40	3,40	3 h 00	15 h 50	2,00	1
7. 5.71	5,66	3,10	3 h 40	25 h 20	2,67	1 - 2
9. 5.71	8,08	5,33	3 h 20	15 h 50	2,53	1 - 2
11. 1.72	5,10	4,90	2 h 20	18 h 30	2,44	1
13. 5.71	10,8	6,20	9 h 20	28 h 20	2,55	3
26. 6.72	8,00	6,20	10 h 00	26 h 40	-	3

Reprenons maintenant en détail l'examen des cas possibles :

1er Cas - Crues provenant uniquement du bassin L 1

Nous avons vu que ce cas était fréquent ; un certain nombre de crues simples peuvent être sélectionnées et le tableau en fournit 3 exemples intéressants : les 13.2.70, 14.4.71 et 11.1.72

	Station L 1		Station L 2	
	Q maximum ruisselé	Volume ruisselé	Q maximum ruisselé	Volume ruisselé
12-13.2.70	13,2	151 200	7,22	159 600
13-14.4.71	6,10	98 400	3,40	96 900
10-11.1.72	10,1	174 800	4,90	144 600

Si l'on examine les hydrogrammes enregistrés aux stations L 1 puis L2, on constate que :

- le temps de propagation de la crue de L 1 en L 2 est de l'ordre de 9 heures,
- l'amortissement de la pointe de crue est considérable, le débit maximum ruisselé étant pratiquement divisé par 2 à la station L 2. En effet, si l'on ajoute à ces observations les pointes de crues des 13.1.70 (26,8 m<sup>3</sup>/s en L 1, 14,4 m<sup>3</sup>/s en L 2) et du 28.3.70 (16,8 m<sup>3</sup>/s en L 1 et 10,0 m<sup>3</sup>/s en L 2), on obtient une relation linéaire simple de la forme  $Y_{L2} = 0,53 X_{L1}$
- le volume ruisselé a tendance à diminuer, le prélèvement d'une partie du ruissellement au profit des marécages étant d'autant plus important que la mise en eau de ceux-ci est plus faible (saison sèche).

Les paramètres de l'hydrogramme correspondant sont approximativement les suivants :

temps de montée	$t_m$	=	1 heure 30
temps de base	$t_b$	=	18 heures
coefficient	$\alpha$	=	2,5

Un tel hydrogramme correspond à l'hydrogramme de forme 1 observé en L 1 et donc aux plus fortes crues observées. Dans le cas de crues "plus molles" en L 1 (forme 2), le temps de montée et le temps de base pourraient être un peu plus longs, mais cela ne présente pas un grand intérêt dans l'étude des crues rares.

#### Second Cas - Crues provenant de la moitié nord du bassin

Il s'agit de crues dues à des précipitations affectant le bassin L 1 et une partie du bassin résiduaire, en général la zone en aval de l'exutoire L 1, c'est-à-dire la Kabeya proprement dite. Les paramètres de l'hydrogramme ont des valeurs très variables, en fonction de l'épicentre de l'averse et de l'ampleur de la zone qui ruisselle. Les temps de montée peuvent dépasser 3 heures et le temps de base plus de vingt heures. Ce cas intermédiaire entre un ruissellement limité au seul bassin L 1 et un ruissellement généralisé à l'ensemble du bassin L 2 ne mérite pas d'être retenu comme hypothèse de travail dans l'évaluation de crues de faible fréquence, en effet ce cas n'est jamais très dangereux, l'aptitude au ruissellement de la Kabeya proprement dite ne permettant pas des pointes de crues aigües.

#### Troisième Cas - Ruissellement généralisé à tout le bassin

Il existe deux éventualités donnant des résultats très différents et qui sont dues à l'état de mise en eau des nombreux marécages encombrant les talwegs du bassin résiduaire, c'est-à-dire la vallée de la Muhanga.

## 1 - Influence sensible des marais :

Les marécages jouent un rôle important en absorbant une partie considérable de l'eau ruisselant sur les pentes, en amortissant et en ralentissant la propagation de l'onde de crue.

Une précipitation, même généralisée, mais intervenant en saison sèche ou en début de saison des pluies, n'aura aucune chance de produire une forte crue. Un bon exemple en est fourni par la précipitation du 13 janvier 1970 qui présente son épicycle sur la haute Muhanga. A l'exutoire du bassin L 1 la crue est brutale, la pointe de crue atteint 26,8 m<sup>3</sup>/s et le volume ruisselé est de 260 000 m<sup>3</sup>; à l'exutoire de L 2, la montée de la crue est très rapide (temps de montée = 1 h 30) et correspond à l'arrivée de l'onde de crue amortie en provenance du bassin L 1. L'influence du bassin résiduaire se fait sentir beaucoup plus tardivement (huit heures après le maximum) par un léger ralentissement de la décrue, on observe un temps de base assez long (27 heures) et le volume ruisselé est de 487 000 m<sup>3</sup>. Ce volume dépasse certes celui fourni par le bassin L 1 mais, compte-tenu de la répartition spatiale de l'averse et de la superficie du bassin résiduaire (91 km<sup>2</sup> contre 74 km<sup>2</sup> pour L 1), on aurait pu s'attendre à une valeur beaucoup plus forte.

tant que

On peut donc dire que la mise en eau des marécages n'est pas franchement assurée, le ruissellement du bassin L 1 aura un rôle sensible sur le temps de montée de la crue en L 2 et sur son maximum.

Il peut cependant se produire, bien que cela soit assez rare, que le bassin résiduaire soit nettement plus arrosé que le bassin L 1. Nous en avons un exemple avec la précipitation du 25 juin 1972 qui donne un hydrogramme à 2 pointes, la première à montée brutale provient des apports de la basse Ururumanza et de la Kabeya, la seconde, plus importante, provient des apports de la moyenne et haute Muhanga (temps de montée  $t_m = 10$  heures, temps de base  $t_b = 26$  h 40).

## 2 - Influence modérée des marais :

Les marais, en prélevant une importante partie du ruissellement ayant eu lieu sur les pentes des collines, se comportent comme des éponges qui stockent une grande quantité d'eau, en la restituant de façon très progressive par l'intermédiaire des nappes (augmentation du débit de base  $Q_0$ ). Au coeur ou à la fin de la saison des pluies, c'est-à-dire lorsque les averses sont très rapprochées, il peut se produire un moment où les marécages sont incapables d'emmagasiner davantage d'eau et ne jouent donc plus leur rôle de tampon. Une telle éventualité est évidemment propice à des crues particulièrement fortes et donc inhabituelles.

La pluie du 13 mai 1971 survient alors que ces conditions sont à peu près remplies (débit de base  $Q_0 = 3,55$  m<sup>3</sup>/s) ; malheureusement, l'averse n'est pas très importante (pluie moyenne  $P_{\text{moy}} = 27,2$  mm) et il est même possible que l'extrême frange sud du bassin ne ruisselle pas. Néanmoins, on enregistre une assez belle crue qui atteint 10,8 m<sup>3</sup>/s. Compte-tenu de ses caractéristiques, on peut estimer que l'hydrogramme correspondant à un ruissellement généralisé à tout le bassin et à une emprise modérée des marécages a les paramètres suivants :

temps de montée	$t_m = 9$ heures
temps de base	$t_b = 28$ heures
coefficient	$\alpha = 2,5$

7.1.3 - Bassin de G'tarara L 3

La première campagne de mesures a été décevante sur ce bassin car l'écoulement y a été très faible et les crues modérées.

La troisième campagne n'a pratiquement donné aucune crue intéressante.

Finalement seule la seconde campagne a permis d'observer quelques crues rendant possible d'analyser la forme des hydrogrammes et la valeur des paramètres de ceux-ci.

Le tableau XXII qui donne les paramètres des crues simples observées en L 3 correspond au tableau XXX du second rapport et se rapporte donc uniquement à la seconde campagne.

TABLEAU XXII

Date de la crue	Q maximum m <sup>3</sup> /s	Q maximum ruisselé m <sup>3</sup> /s	Temps de montée	Temps de base	$\alpha$
14.10.70	3,01	2,86	3 h 05	21 h 00	2,92
23. 1.71	1,64	1,18	4 h 40	21 h 40	2,02
13. 4.71	3,65	2,40	3 h 00	18 h 20	2,03
14. 4.71	5,40	3,40	3 h 00	15 h 50	2,00
5. 5.71	4,56	2,40	5 h 50	24 h 10	2,04
7. 5.71	5,66	3,10	3 h 40	25 h 20	2,67
9. 5.71	8,08	5,33	3 h 20	15 h 50	2,53

- Le temps de montée peut être de l'ordre de 3 heures lorsque le ruissellement est abondant sur la moitié aval du bassin (crues du 8.5.71 ou du 12.4.71) mais lorsque l'épicentre de la pluie est placé sur le centre du bassin, ce temps de montée s'élève à 6 heures (crue du 5.5.71).

- Le temps de base est de l'ordre de 14 à 16 heures lorsque le ruissellement ne concerne que la moitié aval du bassin. Il atteint 20 à 22 heures lorsque le ruissellement est généralisé (crues du 3.5.71 ou du 20.5.71).

- Le coefficient  $\alpha$  présente une dispersion sensible, mais pour les fortes crues il semble être compris entre 2,60 et 2,70.

L'hydrogramme représentatif du bassin L 3 aura donc les paramètres suivants :

temps de montée  $t_m$  = 6 heures  
 temps de base  $t_b$  = 21 heures  
 coefficient  $\alpha$  = 2,7

## 7.2 - Etude du ruissellement

Les réflexions et commentaires faits en 4.2 restent valables pour les bassins de Gitarama et les tableaux XXIII, XXIV et XXV présentent pour les événements "pluie-crue" retenus les mêmes paramètres et donc les mêmes définitions.

### 7.2.1 - Relation Précipitation-Ruissellement sur le bassin L 1

Le tableau XXIII regroupe 28 couples pluie-crue.

De même que pour les bassins de Byumba, on doit constater que les coefficients de ruissellement sont toujours très faibles et ne dépassent que rarement et de peu les 10 %. Les valeurs correspondant aux numéros 1, 7 et 13 ne sont pas significatives, la pluie moyenne relative à ces événements correspondant à 2 averses.

Le report des couples pluie moyenne-lame d'eau ruisselée sur la figure 17 montre une très forte dispersion et nous avons essayé, de même que pour la première série de bassins étudiés, de corriger la dispersion en faisant intervenir plusieurs facteurs correctifs tels que :

- débit de base  $Q_0$  avant la crue
- indice d'humidité  $IH_J = \sum_{j=1}^J Pa.e - 0,2 ta$
- solle des pluies antérieures pour les 30 jours précédant la crue (SP30)
- position de l'épicentre de l'averse sur le bassin
- pourcentage du bassin recevant plus de 20 mm de pluie, etc ...

Quels que soient les facteurs utilisés, il existe toujours un certain nombre de points aberrants. Il est toutefois possible de dégager des tendances générales s'appuyant sur un certain nombre de crues. Ainsi, nous avons tracé sur la figure 17 les enveloppes supérieures et inférieures du nuage de points et nous obtenons 2 droites à peu près parallèles.

- l'enveloppe supérieure qui s'appuie en particulier sur le numéro 11, correspond à de très bonnes conditions de saturation du bassin et peut-être approximativement définie par les valeurs suivantes :

- débit de base  $Q_0 = 1,50 \text{ m}^3/\text{s}$
- indice d'humidité  $IH_1 = 35$
- pluies cumulées des 30 jours précédents = 200 mm

- de même l'enveloppe inférieure, qui s'appuie sur les points 6, 22 et 28, correspond à de très mauvaises conditions de saturation du bassin et peut être approximativement définie par les valeurs suivantes :

- débit de base  $Q_0$  inférieur à  $0,50 \text{ m}^3/\text{s}$
- indice d'humidité  $IH_1$  inférieur à 10
- pluies cumulées des 30 jours précédents inférieures à 100 mm.

Ceci nous amène à donner les valeurs suivantes à la relation pluie moyenne-lame d'eau ruisselée dans le cas de l'enveloppe supérieure, c'est-à-dire pour de bonnes conditions de saturation :

TABLEAU XXIII

Ruissellement sur le bassin de Gitarama L 1 (74 km<sup>2</sup>)

N°	Date	Q max	P	V <sub>R</sub>	L <sub>R</sub>	K <sub>R</sub>	Q <sub>0</sub>	IH <sub>1</sub>	SP30
		m <sup>3</sup> /s	mm	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	mm	%	m <sup>3</sup> /s		mm
1	9. 1.70	5,28	50,3 *	83,6	1,13	2,2	0,15	23,8	68,2
2	13. 1.70	26,8	39,1	259,5	3,51	8,9	0,21	35,2	117,1
3	19. 1.70	3,60	22,4	86,4	1,17	5,2	0,18	24,4	160,3
4	22. 1.70	1,10	18,2	44,5	0,60	3,3	0,45	30,5	180,9
5	13. 2.70	13,4	16,2	151,8	2,05	12,7	0,13	17,0	155,7
6	2. 3.70	2,31	33,3	60,2	0,81	2,4	0,08	10,8	89,2
7	10. 3.70	4,13	32,7 *	185,5	2,50	7,6	0,15	19,6	135,5
8	14. 3.70	3,60	30,7	180,0	2,43	7,9	0,40	19,7	128,3
9	28. 3.70	16,8	32,5	147,2	1,99	6,1	0,50	17,1	145,7
10	29. 3.70	12,5	17,5	82,2	1,11	6,3	1,17	40,6	175,4
11	2. 4.70	3,10	24,1	198,0	2,68	11,1	1,47	38,3	202,1
12	11. 4.70	2,20	18,9	53,8	0,73	3,9	0,80	18,1	170,7
13	25. 4.70	10,4	52,2 *	114,2	1,54	3,0	0,66	2,3	182,3
14	12. 4.71	4,60	27,3	84,0	1,14	4,2	0,67	21,6	129,9
15	13. 4.71	7,14	19,8	98,4	1,33	6,7	0,88	27,0	157,2
16	15. 4.71	3,86	14,5	80,2	1,08	7,4	0,77	52,0	180,2
17	5. 5.71	4,22	23,6	85,5	1,16	4,9	0,67	18,8	186,6
18	6. 5.71	5,43	17,2	107,1	1,45	8,4	1,40	34,7	206,7
19	8. 5.71	9,13	17,6	120,0	1,62	9,2	1,61	30,6	203,8
20	13. 5.71	6,22	26,8	110,4	1,49	5,6	2,60	29,6	183,4
21	25. 8.71	2,64	19,8	39,7	0,54	2,7	0,05	5,8	13,0
22	21. 12.71	7,05	47,1	138,9	1,88	3,9	0,18	10,9	77,0
23	10. 1.72	10,3	20,0	174,8	2,36	11,8	0,09	5,9	115,2
24	7. 2.72	8,30	41,7	178,8	2,41	5,8	0,22	11,1	62,8
25	16. 2.72	3,44	12,8	75,3	1,01	7,9	0,25	12,9	86,1
26	24. 2.72	1,75	30,4	18,9	0,26	0,9	0,32	20,7	134,0
27	4. 6.72	4,56	18,6	82,5	1,10	5,9	0,33	18,7	100,4
28	25. 6.72	3,64	34,3	82,8	1,12	3,3	0,45	7,4	47,0

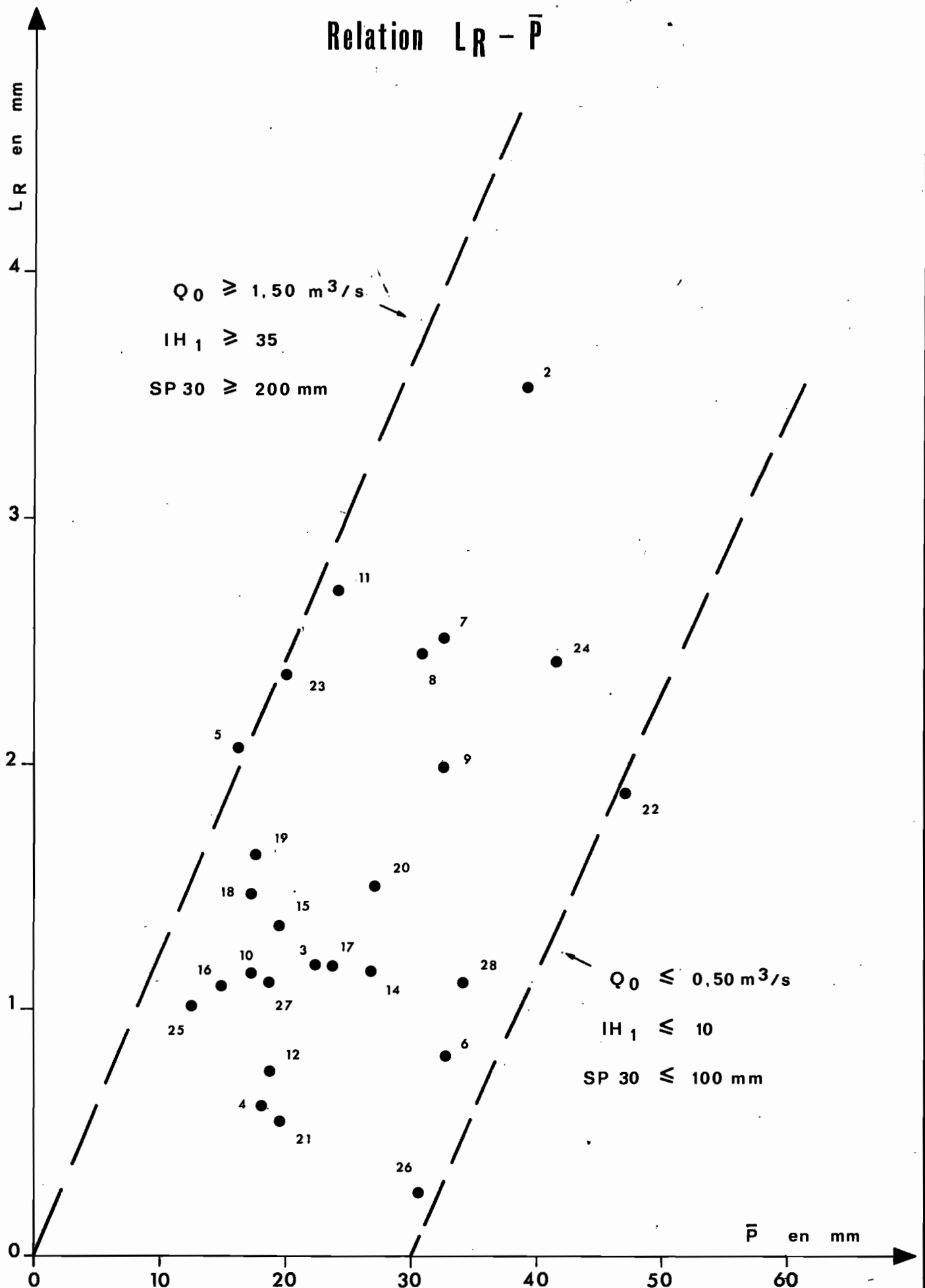
P mm	L <sub>R</sub> mm
20	2,4
30	3,6
40	4,9
50	6,1
60	7,2

Pour de très mauvaises conditions de saturation, la hauteur moyenne d'une averse survenant par exemple après un mois sans précipitation, devra dépasser nettement les 30 mm pour donner lieu à ruissellement. Nous donnerons comme preuve l'averse du 4 janvier 1970 qui malgré une valeur moyenne de 46,1 mm ne provoque qu'une intumescence très modeste du débit qui passe de 0,018 m<sup>3</sup>/s à un maximum de 0,900 m<sup>3</sup>/s pour redécroître très rapidement après.

# BASSIN DE GITARAMA L1

Fig. 17

## Relation $L_R - \bar{P}$



# BASSIN DE GITARAMA L2

Fig. 18

Relation  $L_R - \bar{P}$  pour  $Q_0 \cong 2,50 \text{ m}^3/\text{s}$

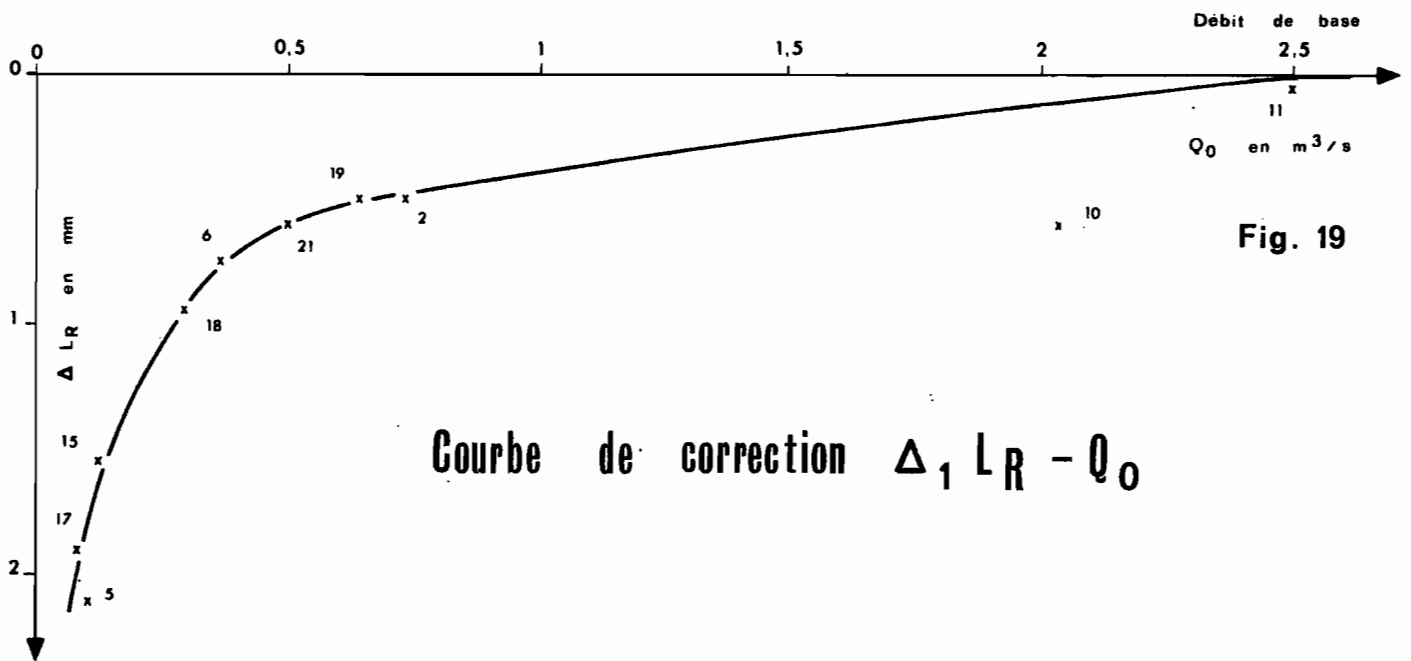
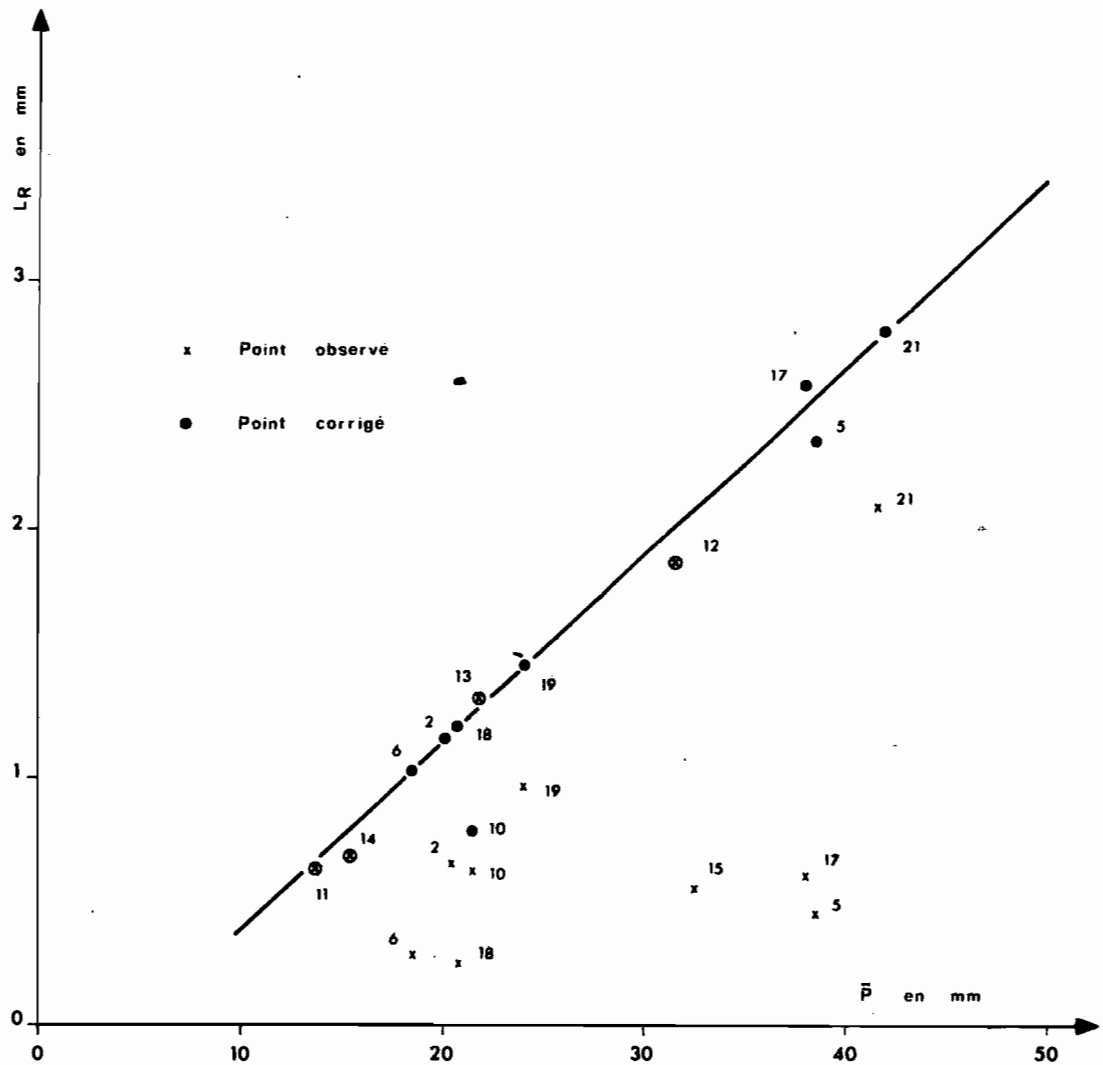


Fig. 19

Courbe de correction  $\Delta_1 L_R - Q_0$

7.2.2. - Relation Précipitation-Ruissellement sur le bassin L 2

Les résultats de 21 couples pluie-crue sont rassemblés dans le tableau XXIV. Ces données comprennent des crues qui proviennent presque exclusivement du bassin L 1 et des crues représentatives, au moins grossièrement, de l'ensemble du bassin. Comme les crues en provenance du bassin L 1 peuvent être très bien évaluées, à partir des caractéristiques de l'hydrogramme en L 1, on peut éliminer les numéros 1,3, 7, 8, 9, 16 et 20. On éliminera également le numéro 4 qui correspond à une pluie double.

Les 13 valeurs restantes présentent une forte dispersion, les lames d'eau ruisselées sont faibles et aucun coefficient de ruissellement n'atteint 10 %.

En recherchant à améliorer la relation lame d'eau ruisselée - pluie moyenne sur le bassin, nous avons testé 2 facteurs correctifs : l'indice d'humidité  $IH_2$  (défini avec  $\alpha = 0,20$ ) et le débit de base  $Q_0$  avant la crue. Ces deux paramètres fournissent tous les deux de très bons résultats et nous avons retenu finalement  $Q_0$  qui est beaucoup plus représentatif de l'aptitude du bassin au ruissellement, que pour les bassins de Byumba.

Nous avons procédé de la façon suivante :

- tracé de la courbe enveloppe supérieure des couples  $L_R - \bar{P}$  (conditions optimales de saturation) en s'appuyant sur les points 11, 12, 13 et 14 (figure 18)
- report des écarts  $\Delta L_R$  des points observés à la courbe (figure 19) en fonction de  $Q_0$
- établissement de la courbe de correction  $\Delta_1 L_R - Q_0$
- report des points corrigés sur la figure 18. La correction étant très bonne nous n'avons pas modifié la courbe originale qui donne donc la relation  $L_R - \bar{P}$  pour un débit de base supérieur ou égal à 2,50 m<sup>3</sup>/s.

En définitive, on peut dire que si l'on excepte le point 10, le ruissellement dépend étroitement du débit de base et qu'il existe un seuil, égal à 2,50 m<sup>3</sup>/s, au-dessus duquel les conditions de ruissellement sont optimales et que donc tous les couples  $L_R - \bar{P}$  présentant un  $Q_0$  supérieur à ce seuil n'ont pas à être corrigés.

Ainsi pour  $Q_0 \geq 2,50$  m<sup>3</sup>/s on a la relation suivante :

$\bar{P}$ mm	$L_R$ mm	Correction $\Delta_1 L_R$ (mm)	$Q_0$ (m <sup>3</sup> /s)
20	1,15	2,30	0,10
30	1,90	0,90	0,30
40	2,65	0,6	0,50
50	3,40	0,4)	1
60	4,15	0,10	2
		0	$\geq 2,50$

TABLEAU XXIV

Ruissellement sur le bassin de Gitarama L 2 (165 km<sup>2</sup>)

N°	Date	Q max	P̄	VR	L <sub>R</sub>	K <sub>R</sub>	Q <sub>0</sub>	IH <sub>2</sub>
		m <sup>3</sup> /s	mm	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	mm	%	m <sup>3</sup> /s	
1	14. 1.70	14,4	35,3	487,2	2,95	8,4	0,60	32,4
2	20. 1.70	3,92	20,5	107,0	0,65	3,2	0,73	24,3
3	14. 2.70	7,91	9,9	159,6	0,97	10,0	0,60	17,4
4	26. 4.70	10,6	45,4 *	444,0	2,69	5,9	1,90	24,8
5	14.10.70	3,01	38,6	73,8	0,45	1,2	0,10	13,8
6	23. 1.71	1,64	18,3	45,6	0,28	1,5	0,37	18,6
7	13. 4.71	3,65	25,5	78,0	0,47	1,8	1,50	25,7
8	14. 4.71	5,40	16,4	96,9	0,59	3,6	1,95	41,8
9	16. 4.71	3,58	22,9	123,5	0,75	3,3	1,66	42,4
10	5. 5.71	4,56	21,7	102,6	0,62	2,9	2,05	19,7
11	7. 5.71	5,66	13,7	105,9	0,64	4,7	2,50	28,1
12	13. 5.71	10,8	27,2	306,0	1,85	5,9	3,55	27,6
13	16. 5.71	9,90	18,2	216,0	1,31	6,0	6,50	38,5
14	20. 5.71	9,03	15,3	112,5	0,68	4,5	6,60	32,0
15	21.12.71	3,20	32,6	91,2	0,55	1,7	0,12	8,6
16	10. 1.72	5,10	14,2	144,6	0,88	6,2	0,09	4,5
17	7. 2.72	3,45	38,0	99,0	0,60	1,6	0,08	9,0
18	16. 2.72	1,90	20,3	42,0	0,25	1,2	0,29	12,1
19	24. 2.72	4,70	24,1	160,2	0,97	4,0	0,64	24,6
20	4. 6.72	3,23	12,1	60,3	0,37	3,1	1,07	4,2
21	25. 6.72	8,00	41,4	343,8	2,08	5,0	0,50	8,8

7.2.3 - Relation Précipitation-Ruissellement sur le bassin L 3

Les 22 couples pluie-crue retenus et qui figurent dans le tableau XXV ne présentent pas non plus de valeurs fortes quant au ruissellement (coefficient de ruissellement toujours inférieur à 10 %). On note une fois de plus une dispersion considérable et les résultats fournis par les crues 2 et 20 sont révélateurs de l'influence du débit de base.

Nous avons procédé de la même façon que pour 7.2.2, à savoir :

- tracé de la courbe enveloppe supérieure des couples L<sub>R</sub> - P̄ (conditions optimales de saturation) en s'appuyant sur les points 18 et 20 (Q<sub>0</sub> voisin de 2 m<sup>3</sup>/s) sur la figure 20
- report des écarts ΔL<sub>R</sub> des points observés à la courbe (figure 21) en fonction de Q<sub>0</sub>
- établissement de la courbe de correction Δ<sub>1</sub>L<sub>R</sub> - Q<sub>0</sub>

# BASSIN DE GITARAMA L3

Fig. 20

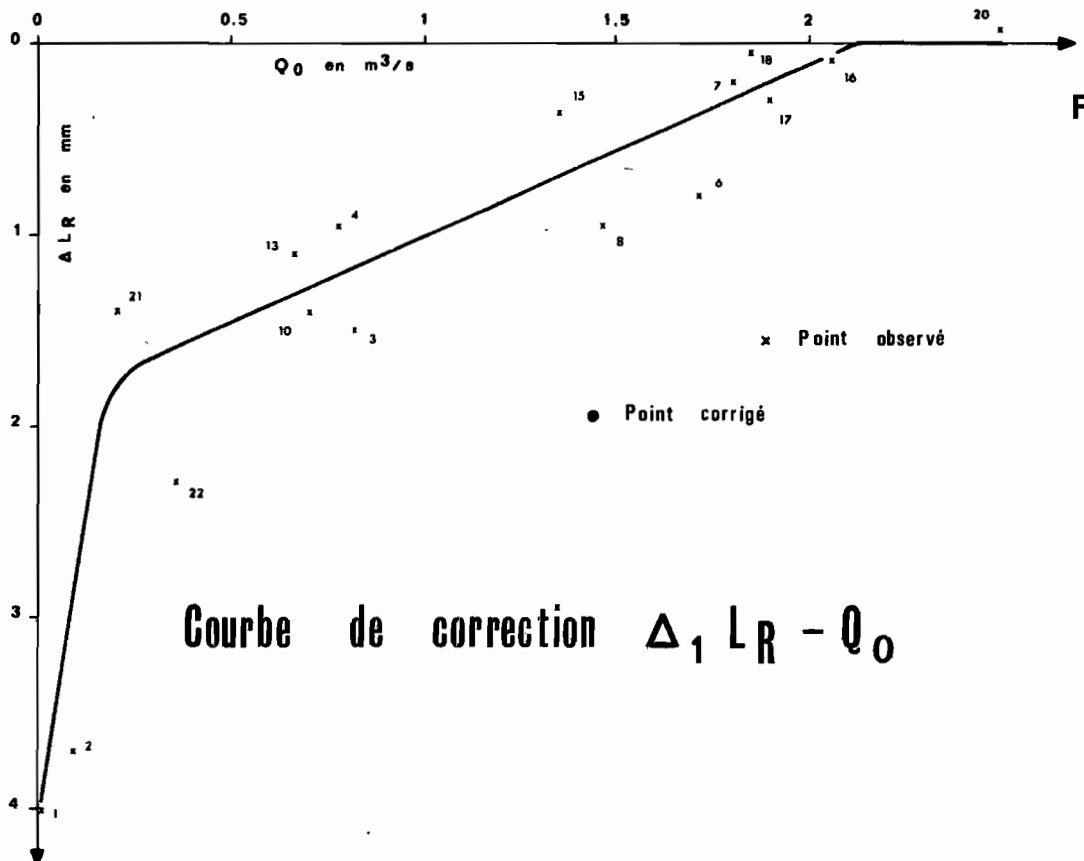
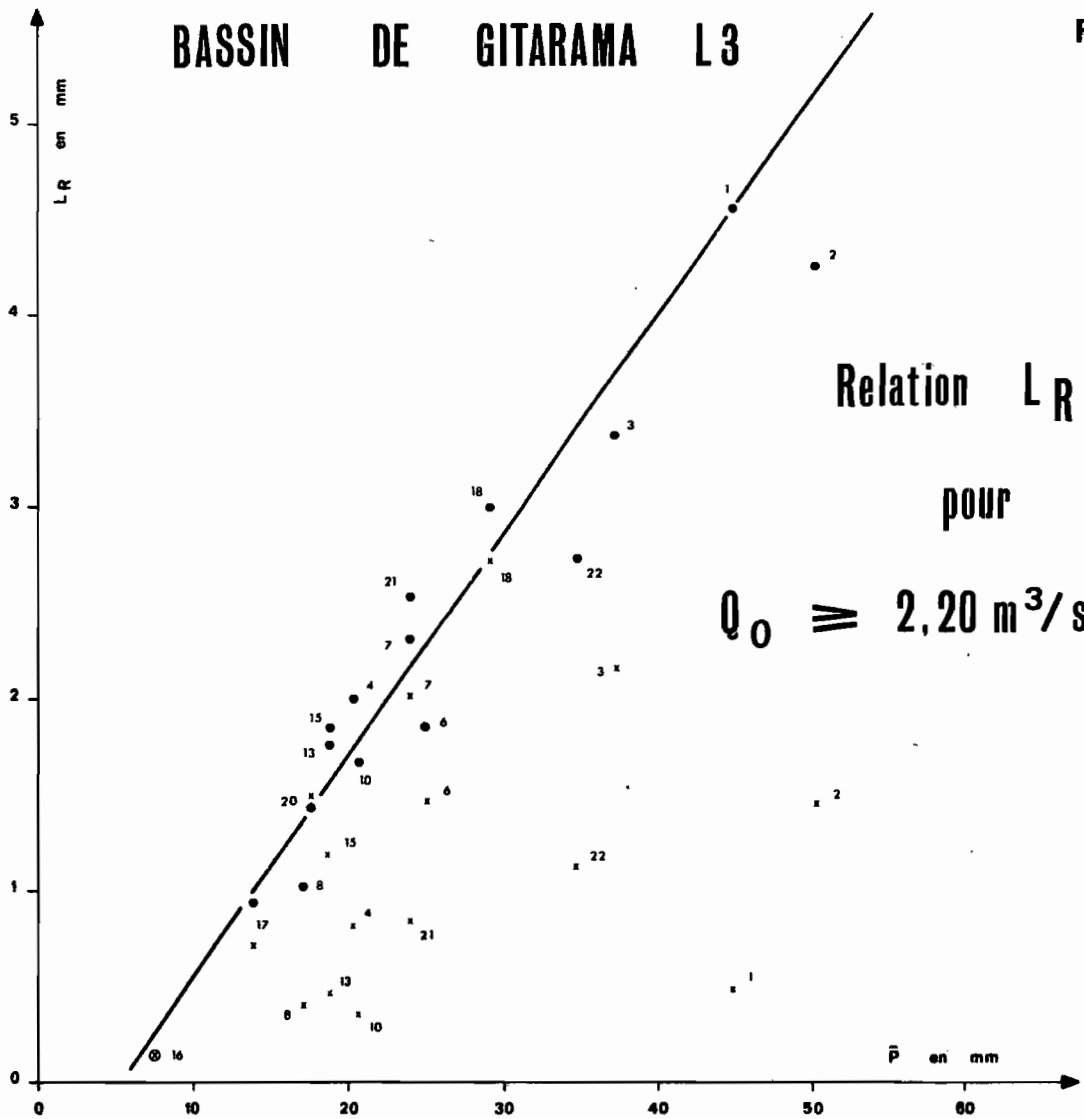


Fig. 21

- report des points corrigés sur la figure 20. On remarquera la correction spectaculaire des points 1 et 2. La correction étant satisfaisante, nous avons préféré ne pas modifier la courbe originale qui donne la relation  $L_R - \bar{P}$  pour un débit de base supérieur ou égal à 2,20 m<sup>3</sup>/s.

On peut donc dire que le ruissellement dépend assez étroitement du débit de base et qu'il existe un seuil, ici égal à 2,20 m<sup>3</sup>/s au-dessus duquel les conditions de ruissellement sont optimales. Ainsi pour  $Q_0 \geq 2,20$  m<sup>3</sup>/s, on a la relation suivante :

$\bar{P}$ mm	$L_R$ mm	Correction $\Delta_1 L_R$ (mm)	$Q_0$ (m <sup>3</sup> /s)
20	1,7	4,0	0,01
30	2,8	3,4	0,10
40	4,0	1,8	0,20
50	5,1	1,4	0,50
60	6,3	1	1
		0	2,20

TABLEAU XXV

Ruissellement sur le bassin de Gitarama L 3 (91 km<sup>2</sup>)

N°	Date	$Q$ max	$\bar{P}$	$V_R$	$L_R$	$K_R$	$Q_0$	$IH_3$
		m <sup>3</sup> /s	mm	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	mm	%	m <sup>3</sup> /s	
1	5. 1.70	-	44,9	42,9	0,47	1,0	0,01	1,7
2	10. 1.70	1,59	50,1	132,0	1,45	2,9	0,09	22,0
3	15. 3.70	5,38	37,3	196,6	2,16	5,8	0,81	24,0
4	2. 4.70	1,33	20,3	73,6	0,81	4,0	0,78	23,3
5	21. 4.70	2,39	12,8	60,4	0,66	5,2	0,99	14,3
6	1. 5.70	3,10	25,0	133,0	1,46	5,8	1,71	26,7
7	5. 5.70	4,28	24,0	182,6	2,01	8,4	1,80	23,6
8	14. 5.70	1,97	17,1	36,3	0,40	2,3	1,47	11,4
9	27. 5.70	1,25	16,6	58,4	0,64	3,8	0,59	3,6
10	12. 4.71	1,56	20,4	31,8	0,35	1,7	0,70	33,7
11	14. 4.71	1,60	11,6	28,2	0,31	2,7	0,85	44,3
12	15. 4.71	2,66	13,6	42,2	0,46	3,4	0,70	45,5
13	30. 4.71	1,85	18,7	43,1	0,47	2,5	0,66	26,3
14	3. 5.71	3,88	17,5	75,0	0,82	4,7	0,94	30,8
15	5. 5.71	6,81	18,6	107,1	1,18	6,3	1,35	37,0
16	7. 5.71	2,85	7,2	13,5	0,15	2,1	2,05	38,3
17	8. 5.71	4,24	14,1	66,0	0,71	5,0	1,90	37,3
18	13. 5.71	7,17	29,1	247,8	2,72	9,3	1,85	25,7
19	16. 5.71	3,87	15,5	48,0	0,53	3,4	2,50	33,5
20	20. 5.71	7,30	17,3	137,1	1,50	8,7	2,50	31,1
21	24. 2.72	1,51	23,6	75,9	0,83	3,5	0,20	22,0
22	25. 6.72	3,25	34,9	102,9	1,13	3,2	0,36	14,2

### 7.3 - Estimation des crues

Nous procéderons suivant le même canevas qu'en 4.3, à savoir :

- examen des plus fortes crues observées,
- détermination de la pluie moyenne de fréquence donnée,
- calcul de la lame d'eau ruisselée correspondant à la pluie moyenne avec correction ici en fonction du débit de base  $Q_0$ ,
- utilisation de l'hydrogramme de ruissellement représentatif du bassin,
- évaluation des crues annuelles et décennales.

Les lois de l'abattement sur les bassins de Gitarama, c'est-à-dire le passage de la pluie ponctuelle d'un poste de référence à la pluie moyenne sur une superficie donnée, n'ayant pu être établies de façon analytique, nous nous sommes contentés, de même que pour les bassins de Byumba, d'une approche sommaire à partir de l'ensemble des observations fournies soit par les postes climatologiques de longue durée, soit par les hauteurs moyennes déduites des 3 campagnes de mesures.

Nous donnons ainsi les estimations suivantes :

	Hauteur en mm de fréquence	
	annuelle	décennale
STATION DE RUBONA	52	84
Bassin L 1 ( 74 km <sup>2</sup> )	42	65
Bassin L 2 (165 km <sup>2</sup> )	38	60
Bassin L 3 ( 91 km <sup>2</sup> )	40	65

On suppose ainsi que dans le cas de l'averse décennale, le coefficient d'abattement  $K$  passe de 0,80 à 0,75 lorsque la superficie passe de 74 à 165 km<sup>2</sup>. Cela revient à dire que l'abattement des précipitations est à peu près le même sur les deux séries de bassins mais les valeurs journalières ponctuelles étant plus élevées dans la région de Gitarama, on aboutit à des hauteurs moyennes un peu plus fortes.

#### 7.3.1 - Bassin de Gitarama L 1

##### 7.3.1.1 - Les crues observées :

Les plus fortes crues observées à la station L 1 au cours des 3 campagnes de mesures sont les suivantes :

le 13.1.70	Q = 26,8 m <sup>3</sup> /s
le 28.3.70	Q = 16,8
le 13.2.70	Q = 13,4
le 29.3.70	Q = 12,5
le 25.4.70	Q = 10,4
le 10.1.72	Q = 10,3
le 8.5.71	Q = 9,13

L'absence d'enregistrement à la station en 1973 ne permet pas d'évaluer l'importance de la crue provoquée par l'averse du 9 mai 1973 (hauteur moyenne : 50 mm), mais étant donné l'hétérogénéité de cette précipitation, il ne s'est sans doute produit qu'une pointe de crue assez brève à faible volume ruisselé. Parmi l'information disponible, deux crues permettent de se faire une idée de l'importance de la crue de fréquence annuelle ou un peu plus rare.

- La crue du 13.1.70 est de loin la plus importante de toutes les crues observées et nous rappelons ses caractéristiques :

Précipitation moyenne	$\bar{P}$ = 39,1 mm
Débit de base	Q <sub>0</sub> = 0,21 m <sup>3</sup> /s
Lame ruisselée	L <sub>R</sub> = 3,51 mm
Coefficient de ruissellement	K <sub>R</sub> = 8,9 %
Temps de base	t <sub>b</sub> = 13 heures
Coefficient	$\alpha$ = 4,77

Ces caractéristiques n'ont rien d'exceptionnel (sauf le coefficient  $\alpha$ ), la précipitation moyenne est de fréquence sensiblement annuelle, le débit de base est faible, ce qui est normal à cette époque de l'année. On notera toutefois l'excellente répartition spatiale de l'averse et surtout les très fortes intensités présentées par cette averse (confert tableau XIV) qui donnent à la crue une forme très pointue, le coefficient  $\alpha$  étant particulièrement élevé.

- La crue du 28.3.70 vient au second rang avec 16,8 m<sup>3</sup>/s, elle est due à une averse de 32,5 mm de moyenne et survient alors que le débit de base atteint 0,50 m<sup>3</sup>/s. Cette crue est vraisemblablement proche de la crue annuelle.

### 7.3.1.2 - Crue annuelle :

En reprenant le même processus de détermination des crues que pour les bassins de Byumba, nous avons les éléments suivants :

Précipitation moyenne	$\bar{P}$ = 40 mm
Débit de base	Q <sub>0</sub> = 0,500 m <sup>3</sup> /s
Lame ruisselée	L <sub>R</sub> = 4,9 mm (enveloppe supér.)
Correction	$\Delta_1 L_R$ = 1,4 mm
Lame corrigée	L' <sub>R</sub> = 3,5 mm
Coefficient de ruissellement	K <sub>R</sub> = 9 %
rapport $\alpha$	= 3,5
Temps de base	t <sub>b</sub> = 16 heures
Volume ruisselé	V <sub>R</sub> = 259 000 m <sup>3</sup>
Débit moyen	Q moy = 4,50 m <sup>3</sup> /s
Débit maximum ruisselé	Q max <sub>R</sub> = 15,8 m <sup>3</sup> /s

Débit maximum total = 16,5 m<sup>3</sup>/s

7.3.1.3 - Crue décennale :

Précipitation moyenne	$\bar{P}$ = 65 mm
Débit de base	$Q_0$ = 0,300 m <sup>3</sup> /s
Lame ruisselée	$L_R$ = 7,7 mm (enveloppe supér.)
Correction	$\Delta_1 L_R$ = 2,2 mm
Lame corrigée	$L'_R$ = 5,5 mm
Coefficient de ruissellement	$K_R$ = 8,5 %
Rapport $\alpha$	= 4,5
Temps de base	$t_b$ = 14 heures
Volume ruisselé	$V_R$ = 407 000 m <sup>3</sup>
Débit moyen	$Q_{\text{moy}}$ = 8
Débit maximum ruisselé	$Q_{\text{max}_R}$ = 36 m <sup>3</sup> /s
<u>Débit maximum total = 36,5 m<sup>3</sup>/s</u>	

On suppose que la crue décennale est produite par une averse décennale tombant sur un bassin dont l'aptitude au ruissellement est un peu moins bonne que pour la crue annuelle, la correction à apporter à la lame ruisselée sera donc un peu plus forte. On estimera également que cette averse présente les mêmes caractéristiques que celle du 13.1.70 et que l'hydrogramme ruisselé a un temps de base très court (14 heures). Cette hypothèse est pessimiste puisqu'elle conduit à se fixer une pointe de crue forte mais par contre le volume ruisselé et donc le coefficient de ruissellement sont relativement modestes. Il semble prudent de retenir cet ordre de grandeur car les crues "brèves" ont tendance à se produire assez souvent sur ce bassin et il n'est pas exclu que l'averse du 9 mai 1973 ait créé un tel type de crue ayant échappé totalement à l'observateur car s'étant produite de nuit..

7.3.2 - Bassin de Gitarama L 2

7.3.2.1 - Les crues observées :

Au cours des trois campagnes de mesure 5 crues avoisinent ou dépassent 10 m<sup>3</sup>/s, à savoir :

le 14.1.70	$Q = 14,4$ m <sup>3</sup> /s
le 13.5.71	$Q = 10,8$
le 25.4.70	$Q = 10,6$
le 29.3.70	$Q = 9,94$
le 16.5.71	$Q = 9,90$

On voit d'autre part que la crue du 9 mai 1973 a été très importante puisque l'observateur<sup>a</sup> relevé la cote de 3,72 m à l'échelle et que le rattachement des délaissées de crue donne une hauteur de 4 mètres à l'échelle.

Il est difficile d'évaluer le débit correspondant, en effet, l'étalonnage de l'année 1972-73 n'est pas connu et il serait faux d'extrapoler la plus forte hauteur enregistrée au cours de 3 campagnes ( $H = 2,55$  m le 14.1.70).

Toutefois, nous avons pu constater depuis 1969 un détarage continu de la station dû à des dépôts de sable progressifs provoquant une translation de la courbe d'étalonnage suivant l'axe des hauteurs. Autrement dit, la hauteur du 9 mai 1973

ramené à l'étalonnage 1969-70 ne dépasserait sans doute guère les trois mètres. De plus, il s'est produit pour la crue de 1973 un freinage sensible de l'écoulement (mise en charge puis submersion du pont, freinage par les piles). Compte-tenu de ces considérations, on peut estimer que la pointe de crue devait être comprise dans la fourchette 20-25 m<sup>3</sup>/s.

### 7.3.2.2 - Crue annuelle :

Nous avons vu au 7.1.2 que les crues observées en L 2 pouvaient avoir des origines très diverses et qu'il existait plusieurs possibilités théoriques de formation de celles-ci.

Nous retiendrons les 2 possibilités suivantes :

- 1 - crue provenant uniquement du bassin L1
- 2 - crue provenant de l'ensemble du bassin avec une emprise modérée des bassins (cas favorable).

#### 1er cas -

La crue annuelle en L1 a les valeurs suivantes :

Débit maximum ruisselé	15,8 m <sup>3</sup> /s
Volume ruisselé correspondant	259 000 m <sup>3</sup>

La crue en L2 aura un volume ruisselé légèrement inférieur à celui observé en L1 et son débit maximum ruisselé sera égal à  $15,8 \times 0,53 = 8,67$  m<sup>3</sup>/s, soit un débit total de l'ordre de 10 m<sup>3</sup>/s

#### 2ème cas -

Précipitation moyenne	$\bar{P}$	=	38 mm
Débit de base	$Q_0$	$\gg$	2,50 m <sup>3</sup> /s
Lame ruisselée	$L_R$	=	2,5 mm
Volume ruisselé	$V_R$	=	412 500 m <sup>3</sup>
Temps de base	$t_b$	=	28 heures
Coefficient	$\alpha$	=	2,5
Débit moyen	$Q_{\text{moy}}$	=	4,54 m <sup>3</sup> /s
Débit maximum ruisselé	$Q_{\text{maxR}}$	=	11,6 m <sup>3</sup> /s

Débit maximum total = 14 à 15 m<sup>3</sup>/s

La première estimation semble un peu faible et la seconde un peu optimiste puisqu'elle suppose une influence réduite des marais, il nous semble raisonnable de retenir une valeur intermédiaire soit 12 m<sup>3</sup>/s (valeur qui est donc inférieure à la valeur de même fréquence sur le bassin L1)

### 7.3.2.3 - Crue décennale :

#### 1er cas -

La crue décennale en L1 a les valeurs suivantes :

Débit maximum ruisselé	36 m <sup>3</sup> /s
Volume ruisselé correspondant	407 000 m <sup>3</sup>

La crue en L2 aura un volume ruisselé sensiblement identique et son débit maximum ruisselé sera égal à  $36 \times 0,53 = 19,1$  m<sup>3</sup>/s soit un débit total de l'ordre de 21 m<sup>3</sup>/s.

2ème cas -

Précipitation moyenne	$\bar{P}$	=	60 mm
Débit de base	$Q_0$	>	2,50 m <sup>3</sup> /s
Lame ruisselée	$L_R$	=	4,2 mm
Volume ruisselé	$V_R$	=	693 000 m <sup>3</sup>
Temps de base	$t_b$	=	28 heures
Coefficient	$\alpha$	=	2,5
Débit moyen	$Q_{moy}$	=	7,63 m <sup>3</sup> /s
Débit maximum ruisselé	$Q_{maxR}$	=	19,1 m <sup>3</sup> /s

En admettant un débit de base de 4 à 5 m<sup>3</sup>/s, on obtient un débit total de l'ordre de 24 m<sup>3</sup>/s.

Ces résultats appellent quelques réflexions, on peut en effet s'étonner d'obtenir des valeurs inférieures à celles du bassin L1 alors que la superficie totale est environ du double et des coefficients de ruissellement nettement inférieurs à 10 %. On en revient toujours à l'influence des marais qui faussent les notions d'hydrologie classique.

Si le bassin L1 est peu sensible finalement à l'action des marais, le bassin résiduaire de L2 en est étroitement tributaire. Toutes les pointes de crues qui pourraient en provenir sont systématiquement amorties et la partie du ruissellement dit pur peut ne représenter que la moitié, le tiers ou même moins de l'ensemble du ruissellement. On parle ici d'un temps de base de 28 heures dans le cas d'une crue originaire de l'ensemble du bassin mais le ruissellement que l'on pourrait appeler retardé peut se manifester pendant plusieurs jours.

Comment réagirait le bassin si les marais n'existaient pas est extrêmement difficile à chiffrer et l'on ne pourrait en avoir une bonne idée que si les marais étaient suffisamment gorgés d'eau pour ne pouvoir absorber l'effet d'une nouvelle averse.

Les saisons des pluies observées n'ont pas été assez abondantes pour saisir correctement ce phénomène et il n'est pas évident que cela se produise même tous les dix ans.

L'averse du 9 mai 1973 qui a présenté des valeurs ponctuelles exceptionnelles (fréquence cinquantenaire ?) semble avoir donné une pointe de crue voisine de 25 m<sup>3</sup>/s. Cette valeur semble être un minimum à adopter pour la crue décennale. Par prudence, nous adopterons un débit de 30 m<sup>3</sup>/s car les données retenues pour le calcul du second cas ne sont pas assez rigoureuses faute d'observations.

7.3.3 - Bassin de Gitarama L 3

7.3.3.1 - Les crues observées :

Au cours des trois campagnes observées par la SCET, cinq crues seulement dépassent 5 m<sup>3</sup>/s, à savoir :

le 20.5.71	Q = 7,30 m <sup>3</sup> /s
le 13.5.71	Q = 7,17 m <sup>3</sup> /s
le 5.5.71	Q = 6,81 m <sup>3</sup> /s
le 12.3.71	Q = 5,85 m <sup>3</sup> /s
le 15.3.70	Q = 5,38 m <sup>3</sup> /s

Un supplément d'information très précieux est donné par les observations recueillies le 9 mai 1973 par le projet HYDROMET du PNUD. L'averse de ce jour-là a particulièrement touché le bassin L3 avec un maximum en J13 (145,7 mm) et le tiers de ce bassin reçoit plus de 80 mm de pluie (la hauteur moyenne est évaluée à 54 mm).

Le maximum lu à l'échelle limnimétrique est de 2,10 m, sans que l'on ait la certitude qu'il s'agit là du maximum de la crue. Quel est le débit correspondant ? A l'inverse des autres stations, l'extrapolation de l'étalonnage est relativement facile, d'une part parce que le tarage est assez stable et, d'autre part, parce que la section est bien calibrée et ne présente pas de débordements, même à cette hauteur, ni mise en charge du pont.

Une extrapolation à vue de la courbe d'étalonnage donnerait une fourchette entre 16 et 20 m<sup>3</sup>/s suivant que l'extrapolation est linéaire ou parabolique. En utilisant la méthode de Stevens, on obtient une section mouillée de 11,8 m<sup>2</sup> pour une extrapolation de la vitesse moyenne comprise entre 1,40 et 1,50 m/s. Dans ces conditions, nous avons  $Q = S \times U = 16,5$  à  $17,7$  m<sup>3</sup>/s.

Si l'on prend maintenant la méthode débit critique-hauteur critique utilisé dans le premier rapport, on obtient un débit de 16,2 m<sup>3</sup>/s.

Toutes ces estimations donnent des résultats assez concordants et nous prendrons finalement la valeur de 17 m<sup>3</sup>/s. Ce débit plus de 2 fois supérieur au maximum observé en 3 ans de mesures est probablement assez voisin de la valeur décennale.

#### 7.3.3.2 - Crue annuelle :

Précipitation moyenne	$\bar{P}$	=	40 mm
Débit de base	$Q_0$	=	0,50 m <sup>3</sup> /s
Lame ruisselée	$L_R$	=	4,0 mm
Correction	$\Delta L_R$	=	1,4 mm
Lame corrigée	$L'_R$	=	2,6 mm
temps de base	$t_b$	=	21 heures
Coefficient	$\alpha$	=	2,7
Volume ruisselé	$V_R$	=	236 600 m <sup>3</sup>
Débit moyen	$Q_{moy}$	=	3,13 m <sup>3</sup> /s
Débit maximum ruisselé	$Q_{maxR}$	=	8,45 m <sup>3</sup> /s
<u>Débit maximum total = 9 m<sup>3</sup>/s.</u>			

#### 7.3.3.3 - Crue décennale :

Précipitation moyenne	$\bar{P}$	=	65 mm
Débit de base	$Q_0$	=	1 m <sup>3</sup> /s
Lame ruisselée	$L_R$	=	7,4 mm
Correction	$\Delta L_R$	=	1,0 mm
Lame corrigée	$L'_R$	=	6,4 mm
Coefficient de ruissellement	$K_R$	=	10 %
temps de base	$t_b$	=	21 heures

Coefficient  $\alpha = 2,7$   
Volume ruisselé  $V_R = 582\ 400\ m^3$   
Débit moyen  $Q\ moy = 7,70\ m^3/s$   
Débit maximum ruisselé  $Q\ max_R = 20,8\ m^3/s$   
Débit maximum total = 22 m<sup>3</sup>/s.

C O N C L U S I O N S

L'exploitation pendant trois années consécutives des bassins expérimentaux de Byumba et de Gitarama a permis de dégager des ordres de grandeurs intéressants des caractéristiques hydrologiques des zones schisteuses et granitiques. Il est ainsi possible de fournir pour ces deux zones un bilan hydrologique général, valable en année moyenne dans la gamme de superficie étudiée.

	Bassins de Byumba (schistes)	Bassin de Gitarama (granites)
Précipitation annuelle moyenne	1 250 mm	1 050 mm
Coefficient d'écoulement	20 à 22 %	≈ 15 %
Déficit d'écoulement	≈ 1 000 mm	≈ 900 mm
Débit moyen spécifique	7 à 8 l/s.km <sup>2</sup>	4 à 5 l/s.km <sup>2</sup>

L'étude des étiages montre que les bassins sur schistes présentent un écoulement soutenu même en fin de saison sèche alors que sur les bassins sur granites l'écoulement se tarit presque complètement. Le débit spécifique d'étiage absolu est ainsi de 3 à 5 l/s. km<sup>2</sup> sur les bassins de Byumba et seulement de 0,2 à 0,3 l/s. km<sup>2</sup> sur les bassins de Gitarama.

L'étude des crues, qui s'est avérée particulièrement délicate, donne les résultats suivants :

Bassins de Byumba			
Bassin	L 1	L 2	L 3
Superficie	43 km <sup>2</sup>	119 km <sup>2</sup>	258 km <sup>2</sup>
Crue annuelle	8,50 m <sup>3</sup> /s 0,198 m <sup>3</sup> /s.km <sup>2</sup>	16,5 m <sup>3</sup> /s 0,140 m <sup>3</sup> /s.km <sup>2</sup>	30 m <sup>3</sup> /s 0,116 m <sup>3</sup> /s.km <sup>2</sup>
Crue décennale	21 m <sup>3</sup> /s 0,488 m <sup>3</sup> /s.km <sup>2</sup>	40 m <sup>3</sup> /s 0,335 m <sup>3</sup> /s.km <sup>2</sup>	60 m <sup>3</sup> /s 0,232 m <sup>3</sup> /s.km <sup>2</sup>

Bassins de Gitarama			
Bassin	L 1	L 2	L 3
Superficie	74 km <sup>2</sup>	165 km <sup>2</sup>	91 km <sup>2</sup>
Crue annuelle	16,5 m <sup>3</sup> /s 0,223 m <sup>3</sup> /s.km <sup>2</sup>	12 m <sup>3</sup> /s 0,073 m <sup>3</sup> /s.km <sup>2</sup>	9 m <sup>3</sup> /s 0,100 m <sup>3</sup> /s.km <sup>2</sup>
Crue décennale	36,5 m <sup>3</sup> /s 0,493 m <sup>3</sup> /s.km <sup>2</sup>	30 m <sup>3</sup> /s 0,182 m <sup>3</sup> /s.km <sup>2</sup>	22 m <sup>3</sup> /s 0,242 m <sup>3</sup> /s.km <sup>2</sup>

La présence de marais sur les bassins et la configuration topographique locale des vallées demandent une interprétation nuancée de ces résultats. Ainsi la partie résiduaire du bassin L2 de Byumba par son orientation par rapport aux vents chargés de pluie surestime peut-être le débit spécifique de crue décennale d'un bassin de 120 km<sup>2</sup> dans cette zone. Toutefois l'information fournie par les stations de réseau peut être précieuse. Ainsi la plus forte crue observée à la station de Rusumo sur le Rugezi (190 km<sup>2</sup>) depuis 1957 est de 53,5 m<sup>3</sup>/s en 1958, soit un débit spécifique de 282 l/s.km<sup>2</sup>. Ce bassin ayant de grandes similitudes avec ceux de Byumba apporte donc une certaine confirmation aux ordres de grandeur avancés sur des bassins schisteux.

D'une façon générale, on peut dire que l'exploitation des premiers bassins expérimentaux du Rwanda a été riche d'enseignements. Elle a mis en effet en lumière la forte hétérogénéité spatiale et temporelle des précipitations, le rôle important que présentent l'orientation des vallées et leur configuration qui entraînent une forte variabilité dans la genèse des crues, la forme des hydrogrammes et la valeur des crues. Cette variabilité a souvent une autre origine, souvent prépondérante, qui est l'existence des marais. Cette présence, quasi généralisée, conditionne l'hydrologie locale ; elle explique la pauvreté des coefficients de ruissellement, rarement supérieurs à 10 %, alors que le relief des bassins est souvent impressionnant, et l'amortissement parfois très sensible des crues. Elle entraîne des difficultés considérables d'interprétation du ruissellement et d'évaluation des phénomènes rares. Ainsi les chiffres relatifs aux crues fournis dans ce rapport sont à utiliser avec la plus grande circonspection car ils correspondent pour la fréquence annuelle à la situation en l'état des bassins et pour la fréquence décennale à une influence encore sensible des marais. Il est non seulement difficile d'estimer les modifications hydrologiques causées par l'aménagement des bassins mais également délicat d'extrapoler géographiquement ces résultats très sensibles aux particularités locales des deux zones étudiées.

ETUDE FINANCEE PAR LE FONDS D'AIDE ET DE  
COOPERATION DE LA REPUBLIQUE FRANCAISE

# **ANNEXES**

- ANNEXE I -

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE MOYENNE

I.1. Bassins de BYUMBA

I.2. Bassins de GITARAMA

---

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE MOYENNE  
SUR LE BASSIN DE BYUMBA L 1 (MWANGE)

Année 1969-1970

(mm)

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1			0.3	0.0	0.0	2.4	0.0	7.5	6.3	3.5	13.8	0.0
2			1.9	0.3	0.0	0.2	16.4	2.6	0.0	0.1	0.0	0.0
3			3.0	2.0	0.0	0.1	0.0	1.7	3.0	0.0	0.3	0.0
4			4.7	0.3	17.3	6.7	20.2	1.9	6.1	0.0	0.3	2.4
5			2.3	1.7	0.8	0.1	0.0	0.7	16.7	0.0	0.2	0.0
6			1.6	2.2	33.3	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0
7			2.6	1.3	0.1	0.0	2.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.1
8			0.8	5.1	17.6	0.5	27.5	2.6	0.4	0.1	0.0	0.0
9			1.6	5.2	0.4	0.3	24.9	1.0	15.4	0.0	0.0	3.9
10			1.5	1.0	0.7	22.2	18.5	4.5	19.4	0.0	0.0	1.0
11			3.6	1.2	0.0	2.6	0.0	33.8	2.8	0.0	0.0	3.8
12			0.2	0.6	2.2	1.5	0.0	5.2	3.0	0.0	0.0	1.7
13			4.3	0.0	4.6	6.0	4.1	1.5	15.4	0.0	0.0	0.0
14			9.7	0.0	0.0	10.0	9.2	8.8	15.1	0.0	0.0	0.0
15			5.9	0.0	0.0	0.0	0.6	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0
16			1.3	0.0	0.0	0.0	4.8	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0
17			7.1	0.0	0.0	0.0	1.3	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0
18			0.0	0.0	2.3	20.6	0.0	23.2	0.1	0.0	0.0	0.0
19			0.2	0.0	16.0	2.6	0.0	0.6	1.4	0.0	0.0	0.0
20			1.1	0.0	0.3	0.4	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21			0.5	2.0	4.3	0.1	2.8	4.5	0.4	0.0	1.4	0.0
22			2.0	0.1	0.3	15.4	2.9	11.4	6.0	0.0	2.7	0.0
23			2.2	0.0	1.4	46.6	2.9	5.8	0.0	0.0	0.1	0.6
24			7.3	0.0	8.4	2.2	0.0	38.0	0.1	0.0	0.0	12.9
25			2.7	6.9	0.3	2.1	3.8	47.9	24.4	0.0	0.0	2.2
26			10.1	4.6	0.1	0.1	9.6	0.2	19.6	0.0	0.0	9.4
27			5.4	0.0	0.0	0.0	7.6	0.1	6.0	0.0	0.0	0.6
28			0.3	0.1	0.0	0.5	14.5	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0
29			2.7	0.1	1.2		5.2	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
30			0.3	0.0	10.5		3.5	3.9	0.0	4.5	0.0	1.3
31				0.0	0.0		12.2		0.0		0.0	0.0
Total			87.2	34.7	122.1	143.2	199.2	223.4	162.2	9.2	18.8	39.9

Pluviométrie journalière moyenne  
sur le bassin de BYUMBA L1

Année 1970-1971

(mm)

Jours	S	C	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	0,0	0,0	0,0	0,1	7,8	0,8	0,2	2,0	9,2	0,0	0,0	0,0
2	0,0	5,3	17,7	0,0	4,2	2,1	0,0	18,0	29,5	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,4	0,0	9,3	0,5	0,0	7,5	1,6	0,0	0,0	0,0
4	10,3	0,0	1,5	0,0	0,0	4,2	0,0	14,2	7,5	0,0	0,1	0,0
5	1,2	0,0	7,6	8,7	0,2	3,1	0,0	3,9	5,3	0,0	0,0	0,0
6	17,2	1,7	0,1	0,0	0,0	16,5	0,0	7,6	30,7	0,0	0,0	0,0
7	3,1	0,1	7,9	0,0	0,0	7,5	0,0	2,4	0,1	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	2,4	0,0	0,9	0,1	0,0	4,7	11,7	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,6	8,6	0,2	0,6	0,1	11,9	11,5	4,8	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,5	5,4	0,6	2,7	0,0	0,0	20,8	0,0	0,0	0,1	0,0
11	0,1	0,0	1,1	5,4	0,1	0,1	2,8	7,7	0,4	0,0	0,0	1,2
12	14,4	7,8	0,0	0,9	0,0	0,8	2,8	15,3	25,8	0,0	0,2	0,0
13	3,0	20,2	1,3	10,2	4,1	0,0	0,0	9,6	5,8	0,0	0,0	0,0
14	1,3	7,0	7,5	0,0	21,9	0,0	0,5	0,3	4,5	0,0	0,2	0,0
15	2,4	38,1	0,0	7,6	5,8	12,9	0,0	4,4	29,6	0,0	4,6	0,0
16	1,1	0,0	0,0	0,0	3,6	0,1	7,7	2,4	10,0	0,0	2,7	0,0
17	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	12,9	0,0	24,4	0,0	5,3	0,0
18	0,0	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	0,0	1,8	2,9	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	2,5	0,7	0,2	0,2	0,0	4,4	11,2	0,0	3,1	0,0
20	0,0	2,4	0,1	12,5	7,4	0,2	0,0	9,9	2,4	0,0	0,8	15,1
21	7,4	1,0	7,7	0,5	0,0	17,1	0,0	6,3	39,7	0,0	0,1	8,9
22	9,0	0,4	0,0	12,3	0,0	2,9	0,7	5,9	7,1	0,0	3,5	1,5
23	0,1	0,0	2,0	0,0	0,9	3,3	0,0	0,0	5,6	0,0	0,0	0,8
24	10,2	0,0	1,5	0,9	0,7	0,8	0,0	21,7	0,0	0,0	0,0	16,8
25	4,8	1,8	4,2	0,8	0,0	0,5	0,0	31,1	0,0	0,0	0,0	3,9
26	3,9	1,5	0,0	0,1	14,4	0,0	3,0	10,0	0,0	0,1	0,0	4,8
27	0,0	3,0	18,0	5,1	0,5	0,3	10,5	2,3	0,0	0,0	0,0	0,1
28	6,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	5,9	2,8	1,4	0,0	0,0	0,6
29	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	23,3	0,1	0,0	0,0	0,2
30	30,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	2,7	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0
31		0,0		0,2	0,2		5,5		5,8		0,0	18,0
T	125,6	94,5	99,1	66,9	85,7	74,1	67,1	273,4	277,1	0,1	20,7	71,9

Total annuel = 1 256,2 mm

Pluviométrie journalière moyenne  
sur le bassin de BYUMBA L1

Année 1971-1972

(mm)

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	3,3	33,8	1,4	12,5	0,3	1,7	1,1	11,1	10,7	0,1	0,0	0,0
2	8,2	10,4	3,5	5,7	19,0	9,2	0,9	13,6	24,5	0,5	0,0	0,0
3	0,0	1,7	0,9	0,1	4,0	0,7	15,5	0,0	0,3	1,5	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,1	2,3	0,5	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	16,6	1,0	0,0	0,0	7,5	0,1	0,1	0,0	4,7	0,0	0,0	0,0
6	9,4	3,4	2,8	0,0	9,2	10,6	0,2	2,6	9,3	3,4	0,0	0,0
7	15,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,2	4,0	0,0	1,2	0,0	0,0
8	0,0	4,6	0,0	0,0	7,9	0,7	16,1	18,8	0,0	3,6	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	6,6	14,3	0,2	0,0	0,0
10	0,0	0,0	4,8	0,3	0,7	0,0	15,5	2,3	6,5	0,0	0,0	0,0
11	7,6	0,3	0,0	0,1	2,3	12,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	4,5	1,2	0,0	0,0	0,1	0,4	2,1	5,3	0,0	0,0	0,0
13	0,8	1,3	18,9	0,0	0,1	19,5	1,7	10,8	8,1	0,0	0,0	0,0
14	13,0	0,1	1,0	0,0	0,0	0,0	29,4	2,4	7,6	19,8	0,0	0,0
15	0,4	0,1	0,5	3,5	0,0	8,0	0,8	24,3	7,6	3,7	0,0	0,0
16	0,0	1,9	0,3	20,8	0,0	6,1	7,4	8,4	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	12,2	0,0	4,9	13,3	1,0	1,1	8,0	0,8	4,7	0,0	1,3
18	0,1	0,0	0,1	0,3	9,7	6,3	17,3	1,2	1,0	15,8	0,0	5,1
19	0,0	24,5	0,1	0,0	0,2	6,6	0,1	12,0	2,4	0,0	0,0	0,2
20	0,0	1,7	0,4	0,0	4,4	0,0	4,4	18,1	20,0	0,4	0,0	0,0
21	0,0	13,0	0,2	0,0	6,2	0,0	0,7	8,9	4,9	1,3	0,0	0,1
22	0,1	0,9	1,5	0,0	0,0	1,5	21,1	12,1	2,9	1,4	0,0	6,9
23	0,0	1,8	0,1	5,5	0,0	4,5	8,1	17,5	0,1	0,9	0,0	13,3
24	0,0	0,2	0,0	10,6	2,5	5,4	1,3	12,4	6,1	36,5	0,0	10,2
25	10,0	0,0	2,1	7,8	0,4	0,2	7,6	0,0	2,0	21,0	0,0	10,5
26	6,5	13,1	2,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	2,0	6,1	0,0	2,3
27	2,5	0,1	20,6	0,0	0,0	13,6	0,2	0,0	3,9	1,0	0,0	2,7
28	10,3	14,3	21,5	0,0	0,0	1,5	0,0	4,0	1,2	0,0	0,0	15,5
29	0,7	0,2	2,5	1,8	3,4	0,3	0,1	13,2	0,0	0,0	0,0	0,0
30	1,5	10,7	0,1	0,1	0,1		1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31		0,5		6,1	0,3		0,0		0,0		0,0	0,0
T	106,3	156,3	86,7	80,2	94,9	111,3	155,8	214,4	146,2	123,1	0,0	68,1

Total annuel = 1.343,3 mm.

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE MOYENNE  
SUR LE BASSIN DE BYUMBA L 2 (MWANGE)

Année 1969-1970

(mm)

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1			0.3	0.0	0.0	1.9	0.2	8.4	11.4	5.3	9.4	0.0
2			1.1	0.3	0.0	0.7	12.7	1.9	0.9	2.1	0.0	0.0
3			1.8	3.4	0.0	0.1	0.0	1.0	3.3	0.0	1.6	0.0
4			2.6	0.6	19.8	5.4	19.5	3.3	7.7	0.0	0.1	2.7
5			1.2	3.6	3.3	0.1	0.0	0.5	22.8	0.0	0.1	0.0
6			1.7	0.8	30.1	0.1	0.0	0.9	0.4	0.0	0.0	0.2
7			1.6	0.8	1.2	0.1	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8			1.4	3.2	17.1	0.3	22.6	3.1	0.2	0.1	0.0	0.0
9			0.8	3.1	2.3	0.1	29.8	1.7	8.6	0.0	0.0	1.9
10			1.1	2.3	0.6	25.7	15.3	8.8	11.9	0.0	0.0	0.8
11			5.8	0.5	0.1	1.6	0.0	32.5	3.0	0.0	0.0	4.8
12			0.1	0.4	1.5	0.7	0.3	6.7	6.3	0.0	0.0	1.4
13			2.9	0.0	3.3	4.8	2.9	1.4	14.1	0.0	0.0	0.2
14			7.7	0.0	0.0	12.4	5.6	5.5	17.7	0.0	0.0	0.0
15			3.4	0.0	0.0	0.4	1.9	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0
16			0.9	0.0	0.2	0.0	11.5	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0
17			3.7	0.4	0.6	0.3	1.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
18			0.3	0.0	3.3	21.9	0.1	18.8	0.0	0.0	0.0	0.0
19			0.1	0.0	17.0	6.9	0.0	1.4	0.6	0.0	0.0	0.0
20			0.5	0.7	0.6	1.3	9.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
21			0.2	6.1	6.5	0.3	1.4	3.8	2.5	0.0	0.8	0.0
22			4.8	2.2	0.6	13.0	2.2	19.7	4.7	0.0	1.4	0.0
23			1.9	0.1	0.5	32.1	2.5	11.7	0.0	0.0	0.3	2.5
24			6.7	0.0	9.7	9.0	0.0	47.7	0.1	0.2	0.2	11.7
25			2.2	4.2	1.9	1.0	1.5	34.7	12.1	0.0	0.0	2.1
26			6.9	5.9	0.0	0.1	13.3	0.9	11.8	0.4	0.0	8.4
27			5.5	0.2	0.3	0.0	4.5	0.2	3.3	0.0	0.0	3.4
28			0.7	0.1	1.8	0.3	17.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
29			7.6	0.0	1.9		8.4	2.7	0.0	0.8	0.0	0.0
30			0.2	0.0	10.4		4.1	4.9	0.0	7.6	0.0	1.1
31				0.0	1.2			18.2		0.0	0.0	0.0
Total			75.7	38.9	135.8	140.6	207.4	233.9	143.4	16.5	13.9	41.2

Pluviométrie journalière moyenne  
sur le bassin de BYUMBA L2

Année 1970-1971

(mm)

Jours	S	C	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	0,0	0,0	0,1	0,0	9,0	1,3	0,2	1,0	7,2	0,0	0,0	0,0
2	0,0	5,1	13,9	0,0	2,7	1,2	0,1	19,1	32,3	0,1	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,3	0,2	4,5	4,5	0,0	3,1	1,9	2,1	0,0	0,0
4	15,1	0,0	5,5	0,0	0,0	1,9	0,0	11,4	6,9	0,0	0,1	0,0
5	1,1	0,0	4,0	5,7	2,9	4,0	0,0	3,1	4,9	0,0	0,0	0,0
6	12,6	0,8	0,2	0,1	0,0	14,3	0,0	8,1	20,0	0,0	0,0	0,0
7	3,4	0,1	10,4	0,1	0,0	4,9	0,0	4,1	0,7	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,1	3,0	0,0	2,2	3,9	0,0	1,8	11,4	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,3	6,4	0,1	0,4	0,1	11,8	9,1	3,9	0,0	0,0	0,0
10	0,0	1,5	5,9	0,3	1,2	0,1	0,0	17,0	0,1	0,0	0,1	0,0
11	0,3	0,3	3,4	3,1	0,2	0,1	2,2	6,3	0,3	0,0	0,0	0,5
12	10,4	4,0	0,0	1,5	0,6	0,9	1,1	17,2	22,0	0,0	0,1	0,0
13	2,0	19,4	0,7	7,2	5,8	0,0	0,1	10,7	6,0	0,0	0,0	0,0
14	0,8	7,2	9,0	0,1	18,3	0,5	0,2	0,1	7,5	0,0	1,0	0,0
15	2,2	34,8	0,0	20,6	3,2	9,8	0,0	22,5	33,5	0,0	5,4	0,0
16	0,4	0,0	0,0	0,0	3,6	0,1	8,9	6,6	10,1	0,0	1,3	0,0
17	0,0	1,2	0,0	1,9	0,0	0,0	9,6	0,0	23,6	0,0	4,6	0,0
18	0,0	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,1	2,1	2,6	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	1,3	1,0	0,9	0,1	0,0	3,1	15,7	0,0	2,1	2,6
20	2,5	3,3	0,1	13,4	6,5	4,9	0,0	6,8	2,8	0,0	0,4	13,5
21	3,5	0,9	5,4	0,2	0,0	18,6	0,0	4,7	32,1	0,0	0,0	5,8
22	6,5	0,1	0,6	13,1	0,0	8,9	0,6	2,8	3,6	0,0	2,6	1,2
23	0,1	0,0	0,8	0,0	0,7	3,1	0,0	0,1	6,4	0,0	0,0	0,4
24	12,6	0,0	1,0	1,2	3,0	1,0	0,2	27,9	0,0	0,0	0,0	25,4
25	15,4	2,1	3,4	1,1	0,1	1,3	0,3	27,8	0,0	0,0	0,0	2,4
26	1,5	2,9	0,0	3,9	9,6	0,2	3,3	9,8	0,0	0,1	0,0	10,7
27	0,0	4,5	20,7	10,6	0,3	0,8	9,3	1,1	0,0	0,0	0,0	0,1
28	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	11,7	5,2	0,5	0,0	0,0	1,0
29	0,4	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	17,2	0,1	0,0	0,0	0,1
30	20,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	1,0	16,5	0,0	0,0	0,0	0,2
31		0,0		4,1	0,5		5,2		5,2		0,0	9,0
T	113,8	88,6	98,4	91,0	76,3	87,2	65,9	266,3	261,3	2,3	17,9	72,9

Total annuel = 1 241,9 mm

Pluviométrie journalière moyenne  
sur le bassin de BYUMBA L2

Année 1971-1972

(mm)

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	1,5	27,9	2,6	6,2	1,0	2,2	1,9	7,1	5,6	0,0	0,0	0,0
2	5,2	5,3	4,2	3,7	16,1	7,8	4,3	9,5	24,3	0,7	0,0	0,0
3	0,0	5,5	0,8	0,9	2,8	0,3	17,2	0,0	0,3	3,8	0,0	0,0
4	0,0	0,1	0,0	0,2	7,1	0,3	2,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
5	7,5	0,8	0,4	0,1	4,0	0,1	0,1	0,3	2,5	0,0	0,0	0,0
6	8,4	3,4	1,2	0,0	4,5	13,0	0,2	1,5	13,3	6,8	0,0	0,0
7	8,6	0,0	0,0	0,0	1,4	0,1	1,0	2,7	0,7	3,9	0,0	0,0
8	0,0	2,4	0,0	0,0	11,1	0,5	7,4	17,7	1,0	5,2	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	14,7	12,4	0,1	0,0	0,0
10	0,0	0,0	2,9	0,2	1,6	0,0	12,1	8,0	7,8	0,0	0,0	0,0
11	4,5	0,1	0,0	0,0	3,4	5,2	0,2	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
12	0,4	6,1	3,1	0,0	0,0	0,0	0,1	3,9	2,1	0,0	0,0	0,0
13	5,2	0,8	19,4	0,0	0,1	11,0	5,4	10,5	7,7	0,0	0,0	0,0
14	8,3	0,4	2,0	0,0	0,0	0,0	29,2	3,4	4,6	14,8	0,0	0,0
15	4,5	0,0	3,7	2,1	0,0	10,3	4,9	18,6	6,8	3,0	0,0	0,0
16	2,7	0,7	0,2	22,2	0,0	6,4	6,6	9,0	0,0	0,3	0,0	0,0
17	0,0	8,3	0,1	4,7	7,2	8,8	1,4	10,9	0,7	3,0	0,0	0,8
18	0,1	3,5	1,6	0,3	8,1	9,8	10,7	2,3	2,1	14,3	0,0	2,5
19	0,0	26,0	0,1	0,0	0,1	5,1	0,1	7,5	7,7	0,0	0,0	0,6
20	0,0	2,8	0,2	0,0	3,0	0,0	5,7	15,0	26,2	0,7	0,0	0,0
21	0,0	8,1	0,7	0,0	2,4	0,0	2,3	8,7	5,1	4,0	0,0	0,0
22	0,1	0,4	0,6	0,0	0,0	2,4	18,3	8,7	3,0	4,7	0,0	3,5
23	0,0	0,7	0,1	2,1	0,0	3,9	12,1	12,9	0,5	1,0	0,0	11,7
24	0,0	0,3	0,6	6,7	5,3	6,9	0,8	15,7	4,6	31,4	0,0	4,4
25	5,1	0,1	3,0	4,7	0,3	0,2	11,7	0,0	6,7	19,6	0,0	18,1
26	5,5	8,3	4,7	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	1,2	3,9	0,0	4,1
27	1,4	2,5	17,9	0,1	0,0	9,6	0,1	0,2	2,7	1,4	0,0	2,0
28	8,4	9,3	16,0	0,7	0,0	6,0	0,0	5,8	2,4	0,0	0,0	7,7
29	1,9	0,1	2,4	1,4	2,9	0,2	0,3	14,1	0,0	0,0	0,0	0,0
30	2,6	11,7	0,1	0,6	0,0		3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31		0,4		6,8	0,4		0,0		0,2		0,0	0,0
T	81,9	136,0	88,6	63,7	85,3	110,2	159,4	208,9	152,9	122,7	0,0	55,4

Total annuel = 1.265,0 mm.

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE MOYENNE  
SUR LE BASSIN DE BYUMBA L 3 (MUYANZA)

Année 1969-1970

(mm)

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1			0.2	0.0	0.0	2.0	0.2	7.3	9.4	4.1	8.7	0.0
2			2.2	1.1	0.0	0.6	14.7	1.5	0.4	1.3	0.0	0.0
3			1.9	3.4	0.0	0.0	0.0	1.1	3.6	0.0	1.5	0.0
4			1.6	0.6	20.5	6.7	13.8	7.0	10.9	0.0	0.1	2.6
5			0.7	2.5	2.6	0.1	0.0	1.0	28.0	0.0	0.1	0.2
6			2.3	1.6	24.3	0.0	0.0	0.9	0.3	0.0	0.0	0.1
7			1.4	1.5	0.6	0.0	1.3	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0
8			1.6	3.1	13.0	0.3	20.8	1.6	0.2	0.0	0.0	0.0
9			0.5	7.2	7.4	0.5	30.8	0.8	6.2	0.4	0.0	1.2
10			1.6	3.9	0.5	26.2	14.2	13.7	14.2	0.0	0.0	2.3
11			6.3	0.7	0.8	1.5	0.0	29.9	2.7	0.0	0.0	4.3
12			0.1	0.2	2.0	0.7	0.2	10.4	7.3	0.0	0.0	2.5
13			5.6	0.0	2.0	8.1	1.9	1.9	12.9	0.0	0.0	0.3
14			7.0	0.0	0.3	8.5	3.2	3.1	19.3	0.0	1.0	0.1
15			3.0	0.0	0.0	0.6	1.5	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0
16			0.6	0.0	0.3	0.1	9.7	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0
17			2.4	0.5	1.8	1.2	0.9	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0
18			0.8	0.0	3.1	17.7	0.0	16.9	0.0	0.0	0.0	0.0
19			0.1	1.0	15.0	6.6	0.0	1.6	0.5	0.0	0.0	0.0
20			0.2	0.5	0.7	2.1	7.4	2.0	0.0	0.0	0.1	0.0
21			0.7	9.7	6.9	0.3	1.2	3.8	3.1	0.0	0.6	0.0
22			7.2	1.2	1.1	10.6	1.6	14.3	4.2	0.0	0.8	0.0
23			6.2	0.1	0.9	23.2	1.9	8.9	0.1	0.0	0.9	1.3
24			5.9	0.0	11.9	8.1	0.0	36.0	0.1	0.1	0.3	10.2
25			2.1	2.5	2.8	0.7	2.4	36.0	7.6	0.0	0.0	1.3
26			6.3	9.8	0.0	0.1	12.1	1.2	19.0	0.2	0.0	17.9
27			5.0	0.1	0.2	0.0	5.1	0.2	1.6	0.0	0.0	3.0
28			0.7	0.1	0.9	1.3	17.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
29			10.0	0.0	1.7		9.0	2.8	0.0	0.5	0.0	0.0
30			0.2	0.0	8.3		4.7	8.0	0.1	12.0	0.0	1.1
31				0.0	0.7		18.6		0.0		0.2	0.0
Total			84.4	51.3	30.3	127.8	194.6	225.6	151.7	18.6	14.3	48.4

Fluviométrie journalière moyenne  
sur le bassin de BYUMBA L3

Année 1970-1971

(mm)

Jours	B	C	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	0,0	0,0	0,4	0,1	10,9	3,2	0,1	0,7	5,8	0,0	0,0	0,0
2	0,0	4,2	13,7	0,0	2,3	1,5	0,2	18,6	31,4	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,1	2,6	0,1	3,4	3,9	0,0	2,5	1,9	1,4	0,0	0,0
4	10,5	0,0	12,4	0,0	0,0	3,7	0,0	15,0	15,2	0,1	0,0	0,0
5	1,9	0,0	3,2	5,9	6,8	4,9	0,0	4,6	4,2	0,0	0,0	0,0
6	9,2	0,4	0,4	0,1	0,0	18,3	0,0	11,0	18,2	0,0	0,0	0,0
7	2,5	0,0	11,0	1,1	0,0	3,3	0,0	5,3	0,8	0,0	0,0	0,0
8	0,1	0,1	2,9	0,4	3,7	7,3	0,0	1,0	10,8	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,2	7,2	0,0	0,3	0,1	8,8	5,9	3,7	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,7	4,3	1,1	0,6	0,1	0,0	15,9	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,3	0,2	5,2	2,5	0,8	0,0	1,9	6,3	0,9	0,0	0,0	0,3
12	6,0	6,0	0,0	1,8	0,3	0,6	1,1	15,2	21,8	0,0	0,1	0,0
13	1,1	23,6	0,6	5,8	6,3	0,0	0,1	9,9	8,2	0,0	0,0	0,0
14	2,1	4,6	7,8	0,1	13,6	0,5	0,1	0,1	10,2	0,0	0,8	0,0
15	4,2	34,4	0,0	14,9	4,2	10,5	0,0	20,4	34,1	0,0	5,9	0,0
16	0,2	0,0	1,2	1,7	7,2	0,3	8,1	11,5	6,6	0,0	1,2	0,0
17	0,0	0,8	0,0	2,1	0,6	0,0	8,1	0,0	21,6	0,0	4,5	0,0
18	0,0	0,0	1,3	0,1	0,1	0,0	1,1	3,9	4,7	0,0	0,5	0,0
19	0,1	0,0	0,7	0,9	1,5	1,0	0,0	1,5	19,0	0,0	2,5	1,2
20	4,2	4,4	0,3	11,3	4,9	5,4	0,0	5,0	2,1	0,0	2,1	11,4
21	4,4	0,4	6,2	0,1	0,0	19,5	0,0	4,7	30,2	0,0	0,6	6,8
22	4,4	0,1	0,5	11,7	0,1	8,9	1,0	2,6	2,9	0,0	1,7	2,1
23	0,6	0,0	1,0	0,0	1,3	3,0	0,0	0,2	7,2	0,0	0,0	1,5
24	9,1	0,0	2,1	0,9	6,1	1,2	0,5	20,8	0,0	0,0	0,0	21,7
25	14,2	1,6	3,0	3,0	0,1	1,0	2,7	25,5	0,0	0,0	0,0	1,6
26	1,3	8,7	0,0	2,7	12,9	0,1	7,4	8,7	0,0	0,1	0,0	11,5
27	0,0	6,5	20,7	15,6	0,1	1,1	11,9	1,5	0,0	0,0	0,0	0,7
28	2,7	0,0	0,0	0,9	0,3	1,7	21,8	11,1	0,3	0,0	0,0	2,3
29	0,2	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,4	12,0	0,0	0,0	0,0	2,2
30	12,2	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,9	14,4	0,0	0,0	0,0	0,3
31		0,0		4,5	0,9		3,4		11,0		0,0	6,9
T	91,5	97,0	109,2	91,4	89,3	101,1	79,6	255,8	272,8	1,6	19,7	70,5

Total annuel = 1 269,5 mm

Pluviométrie journalière moyenne  
sur le bassin de BYUMBA L3

Année 1971-1972

(mm)

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	1,8	25,1	3,1	5,6	3,9	4,7	2,1	9,8	6,8	0,1	0,0	0,0
2	3,5	3,6	3,2	3,4	19,5	8,8	4,9	9,2	27,8	0,6	0,0	0,0
3	0,0	9,4	0,4	0,8	2,5	2,0	19,3	0,0	0,1	5,5	0,0	0,0
4	1,6	0,0	1,3	0,2	5,5	0,6	3,4	0,0	0,1	0,4	0,0	0,0
5	5,4	0,7	0,3	0,1	2,7	0,9	1,1	0,6	3,9	0,3	0,0	0,0
6	6,2	1,8	0,9	0,0	3,3	13,5	0,1	1,2	9,1	9,5	0,0	0,0
7	7,0	0,0	0,0	0,0	1,1	2,1	0,8	4,4	0,7	2,0	0,0	0,0
8	0,1	1,2	0,0	1,9	10,4	0,3	4,5	13,9	0,7	6,5	0,0	0,0
9	1,6	0,0	0,0	0,0	2,8	0,1	0,0	12,9	13,2	0,3	0,0	0,0
10	1,0	0,0	1,8	0,2	0,9	0,3	9,7	8,1	11,9	0,0	0,0	0,0
11	4,6	0,1	0,5	0,0	3,3	5,4	0,3	0,4	1,6	0,0	0,0	0,0
12	0,4	4,3	10,5	0,0	0,2	0,8	0,1	7,4	1,1	0,0	0,0	0,2
13	4,1	0,7	19,7	0,0	0,0	6,9	4,1	7,6	6,8	0,0	0,0	0,1
14	7,8	0,4	3,3	0,0	0,0	1,0	26,9	4,5	3,0	14,6	0,0	0,0
15	4,5	0,0	3,2	1,0	0,0	7,6	5,0	18,1	3,6	3,2	0,0	0,0
16	2,6	0,3	0,1	23,9	0,0	5,9	5,9	6,8	0,0	0,3	0,0	0,0
17	0,0	6,0	0,7	4,7	8,3	8,5	1,3	14,6	0,5	2,2	0,0	0,5
18	0,9	2,9	1,4	0,8	9,1	8,6	9,5	1,4	1,6	11,8	0,0	1,4
19	0,0	19,5	0,4	0,6	1,1	5,5	0,6	6,5	8,0	0,0	0,0	0,8
20	0,0	3,9	1,2	0,8	1,7	1,0	3,3	15,6	27,6	3,6	0,0	0,0
21	0,2	6,2	0,4	0,7	1,4	0,0	4,1	7,8	4,1	3,8	0,0	0,0
22	0,0	1,2	0,4	0,0	0,0	5,5	16,4	4,8	4,0	5,3	0,0	1,8
23	0,0	0,6	0,0	1,4	0,0	3,8	12,7	11,4	0,3	0,6	0,0	11,5
24	0,0	1,2	0,3	7,5	4,6	6,5	0,4	12,4	2,7	28,4	0,0	4,0
25	4,5	0,0	4,2	7,0	0,7	3,9	9,7	0,0	11,0	16,1	0,0	17,9
26	7,0	5,3	5,1	0,0	0,4	3,5	0,4	0,7	3,6	3,7	0,0	3,1
27	0,8	2,1	16,5	0,1	0,0	12,9	0,1	0,3	3,0	0,9	0,0	1,8
28	5,5	6,5	16,5	2,1	0,0	5,2	0,0	4,8	2,2	0,0	0,0	6,5
29	3,5	0,5	1,4	1,1	2,1	0,2	1,0	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0
30	9,4	8,7	0,0	2,7	0,2		2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31		0,8		7,8	0,7		0,0		0,3		0,0	0,0
T	84,0	113,0	96,8	74,4	86,4	126,0	150,3	196,7	159,3	119,7	0,0	49,6

Total annuel = 1.256,2 mm.

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE MOYENNE  
SUR LE BASSIN DE GITARAMA L 1 (URURUMANZA)

Année 1969-1970

(mm)

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1			0.0	0.1	0.0	0.4	33.3	23.0	10.7	16.2	0.1	0.0
2			0.0	0.2	0.0	5.1	0.1	1.1	0.1	0.2	0.0	0.0
3			0.0	7.2	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
4			0.0	0.0	46.1	0.0	6.9	2.4	3.9	0.0	1.0	0.0
5			0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.4	15.3	0.0	3.3	0.0
6			7.4	0.6	0.9	0.0	0.0	6.9	1.3	0.0	0.1	0.0
7			0.1	0.3	1.5	0.0	0.5	2.5	0.3	0.0	0.1	0.0
8			2.5	0.0	33.4	0.0	9.5	3.3	0.2	0.0	0.1	0.0
9			0.8	6.0	16.9	0.7	20.2	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0
10			0.7	4.6	0.4	5.0	12.5	16.0	0.1	0.0	0.0	0.1
11			2.0	0.1	5.3	13.9	0.1	2.9	0.0	0.0	0.0	2.1
12			0.0	0.0	3.6	4.4	0.0	6.0	0.8	0.0	0.0	3.8
13			1.1	0.0	39.1	16.2	0.1	2.4	11.7	0.0	0.0	0.0
14			2.9	0.0	0.3	2.0	30.7	0.2	7.5	0.0	0.0	0.0
15			4.5	0.0	1.1	0.0	0.1	4.1	1.1	0.0	0.0	0.0
16			1.9	0.0	1.2	0.0	0.2	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17			1.9	0.2	0.9	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
18			4.0	0.0	0.3	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0
19			0.8	2.5	22.4	12.1	1.2	1.3	0.1	0.0	0.0	0.0
20			0.1	0.0	0.9	1.1	5.3	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0
21			7.2	0.3	18.2	0.0	0.8	8.4	0.0	0.0	0.2	0.0
22			4.1	0.0	0.0	12.4	0.3	6.2	0.1	0.0	0.0	0.0
23			1.1	0.0	5.3	2.1	0.1	1.5	0.3	0.0	0.0	0.0
24			7.5	0.0	17.8	10.9	0.0	34.8	0.0	0.0	0.0	0.0
25			6.2	1.5	0.0	2.8	8.5	17.4	0.0	0.0	0.0	0.4
26			6.2	0.4	5.9	0.0	0.1	1.4	4.3	0.0	0.0	36.7
27			11.9	0.1	3.0	0.0	10.9	8.7	0.1	0.0	0.0	0.1
28			0.3	0.8	0.0	0.0	32.5	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
29			0.2	0.1	9.8		17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
30			9.8	0.9	0.0		1.3	5.8	0.5	0.8	0.0	0.0
31				0.9	0.0		7.9		0.0		0.0	0.0
Total			85.2	26.8	235.6	89.2	202.1	172.5	58.4	17.2	5.0	43.4

Pluviométrie journalière moyenne  
sur le bassin de GITARAMA L1

Année 1970-1971

(mm)

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	3,1	0,0	0,3	1,6	0,0	0,0	0,0
2	0,0	14,0	17,6	0,5	0,1	0,0	0,3	0,2	4,7	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	1,1	0,0	0,1	6,9	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	4,3	0,0	1,6	23,6	0,0	0,0	0,0
5	0,9	0,0	3,7	0,2	0,1	16,5	0,0	2,3	0,4	0,0	0,0	0,0
6	14,4	0,0	0,0	2,4	0,0	14,4	0,0	2,6	17,2	0,0	0,0	0,0
7	0,9	0,0	4,0	0,6	0,0	0,0	0,0	17,7	0,2	0,0	0,0	0,0
8	0,0	5,7	7,0	1,8	0,0	1,6	0,0	5,7	17,6	0,0	0,0	0,0
9	0,0	4,5	11,4	0,0	5,8	0,0	2,2	2,2	9,3	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,4	1,1	0,1	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,3	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0	5,5	11,6	4,9	0,0	0,0	0,0
12	0,9	8,3	9,4	0,4	0,8	0,0	0,0	27,3	26,8	0,0	0,0	0,0
13	5,9	27,2	1,6	0,2	0,5	0,0	0,0	19,8	4,3	0,0	0,0	0,0
14	9,4	0,0	1,1	0,0	2,9	0,0	0,0	3,2	8,2	0,0	2,0	0,0
15	0,9	5,6	0,2	0,0	0,0	0,0	2,0	14,5	12,1	0,0	7,5	0,0
16	0,1	0,0	0,0	0,0	14,6	20,9	5,4	7,7	3,6	0,0	0,0	1,5
17	0,0	20,8	8,1	3,5	0,1	1,3	13,6	0,0	8,1	0,0	3,6	0,1
18	0,0	3,5	4,7	0,5	5,4	0,0	7,3	1,0	0,4	0,0	0,1	0,0
19	0,0	0,0	2,9	5,8	0,0	1,1	4,0	0,0	14,2	0,0	2,6	0,0
20	0,0	0,4	5,1	1,6	13,2	4,3	0,0	7,1	1,8	0,0	0,0	7,2
21	1,0	0,0	0,0	0,4	4,9	3,7	0,0	0,0	15,1	0,0	0,0	0,3
22	1,9	0,0	2,5	11,4	19,4	21,9	1,3	3,6	3,9	0,0	1,4	3,1
23	0,4	0,0	7,1	0,0	6,0	0,3	0,3	1,2	0,6	0,0	0,0	0,0
24	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	4,5	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	19,8
25	0,1	1,8	4,2	13,1	3,3	0,0	1,6	19,8	0,0	0,0	0,0	1,1
26	0,0	0,0	0,6	4,5	0,0	0,0	14,2	11,9	0,0	0,0	0,8	17,4
27	4,4	1,7	3,7	1,8	0,0	1,6	4,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
28	0,0	0,0	0,7	0,1	0,0	1,2	2,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
29	8,1	0,1	0,9	16,4	0,0		12,4	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0
30	20,8	0,0	1,9	0,0	3,0		1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	7,8
31		0,0		10,2	6,9		9,7		0,0		0,0	6,7
T	70,4	94,0	110,0	76,1	89,0	101,8	88,1	174,1	185,5	0,0	18,0	65,0

Total annuel = 1 072,0 mm

Fluviométrie journalière moyenne  
sur le bassin de GITARAMA L1

Année 1971-1972

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	0,0	3,9	4,8	0,3	0,1	1,2	8,3	0,1	2,8	0,9	0,0	0,0
2	0,0	0,4	11,0	3,2	0,2	10,8	0,3	0,0	15,3	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,8	8,8	2,8	0,1	0,0	4,2	0,4	1,2	18,6	0,0	0,0
4	1,6	0,0	2,2	0,0	0,2	6,2	4,1	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0
5	0,6	4,2	0,0	0,0	3,3	0,0	0,3	2,6	0,8	0,0	0,0	0,0
6	6,3	0,0	14,7	0,0	0,8	41,7	0,1	1,9	0,1	2,0	0,0	0,0
7	3,2	0,0	0,1	0,0	4,0	0,3	1,3	1,7	3,9	0,8	0,0	0,0
8	0,5	0,0	0,3	0,0	1,2	0,1	0,0	5,3	0,2	2,6	0,0	0,0
9	0,6	2,4	7,8	0,0	0,2	0,0	0,0	2,2	7,4	0,2	0,0	0,0
10	3,7	0,0	0,6	0,7	20,0	0,0	0,3	6,0	6,5	0,0	0,0	0,0
11	30,9	3,1	0,1	0,5	0,4	1,4	0,0	2,3	0,2	0,0	0,0	0,0
12	15,3	0,7	0,4	0,0	2,1	0,4	7,6	14,8	0,0	0,0	0,0	0,0
13	4,7	1,8	5,8	0,0	0,1	0,5	2,7	11,0	11,3	0,0	0,0	0,0
14	7,9	0,2	0,9	0,0	0,0	3,8	1,4	7,4	7,4	5,9	0,0	0,0
15	6,1	0,8	0,0	0,0	0,0	3,1	9,2	0,9	3,3	0,0	0,0	0,0
16	0,6	6,1	3,8	23,4	0,0	12,8	0,4	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	1,0	0,0	0,1	0,2	19,9	11,9	7,7	15,7	1,1	0,0	0,0
18	0,0	0,9	3,6	0,0	7,6	2,2	1,9	0,3	0,5	2,2	0,0	0,0
19	0,0	4,2	0,0	0,2	0,0	13,2	0,0	5,1	3,5	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,6	0,1	47,1	0,0	0,8	0,1	4,0	9,5	0,0	0,0	0,0
21	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	4,3	2,2	0,9	13,0	0,0	0,0	0,0
22	0,0	0,0	6,5	3,7	0,0	0,0	5,0	0,9	7,2	1,0	0,0	7,2
23	0,0	6,9	0,2	0,1	0,0	2,5	4,8	0,1	2,5	0,0	0,0	3,0
24	0,2	1,0	0,2	9,2	0,3	30,4	0,0	2,7	0,2	6,7	0,0	14,3
25	9,7	0,0	6,2	8,4	2,2	0,4	0,4	0,5	0,1	34,3	0,0	0,0
26	17,7	0,6	1,5	0,1	1,4	3,2	0,0	1,8	0,1	0,9	0,0	6,7
27	0,1	0,0	21,8	0,3	0,3	6,5	0,0	3,6	3,7	0,3	0,0	0,2
28	1,1	4,6	5,2	8,1	0,0	7,7	0,5	0,6	0,0	0,0	0,0	2,8
29	15,4	0,4	0,2	2,7	0,0	0,8	0,0	3,1	0,7	0,2	0,0	0,0
30	0,6	1,5	0,0	0,2	1,5		0,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
31		1,4		1,0	3,1		0,0		0,0		0,0	0,0
T	126,8	47,5	110,8	112,1	49,3	174,2	67,5	90,4	117,6	78,2	0,0	34,2

Total annuel = 1.008,6 mm.

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE MOYENNE  
SUR LE BASSIN DE GITARAMA L 2 ( KABEYA )

Année 1969-1970

(mm)

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1			0.0	0.2	0.0	0.2	24.2	28.6	12.6	13.5	0.2	0.0
2			0.0	0.5	0.0	3.3	0.2	0.6	0.0	0.1	0.0	0.0
3			0.0	7.7	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
4			0.0	0.2	36.0	0.0	7.7	7.3	2.1	0.0	0.5	0.1
5			0.3	0.0	0.8	0.0	0.0	0.2	12.0	0.0	3.2	0.0
6			4.0	0.4	1.2	0.0	0.0	6.7	1.0	0.0	0.0	0.0
7			0.1	0.5	1.3	0.0	0.3	3.9	0.1	0.0	0.1	0.0
8			1.5	0.1	34.3	0.0	6.1	3.5	0.1	0.0	0.0	0.0
9			1.0	8.7	15.3	1.6	24.0	0.9	0.1	0.0	0.0	1.3
10			1.1	3.4	0.6	8.5	8.0	20.4	0.1	0.0	0.0	0.3
11			1.7	0.1	5.1	12.6	0.1	2.0	0.2	0.0	0.0	2.4
12			0.0	0.0	2.8	3.3	0.0	7.0	0.5	0.0	0.0	2.0
13			0.7	0.0	35.3	9.9	0.4	2.3	10.1	0.0	0.0	0.0
14			2.6	0.0	0.4	2.0	26.9	0.2	10.9	0.0	0.0	0.0
15			5.4	0.0	0.6	0.1	0.1	3.9	0.5	0.0	0.0	0.0
16			0.9	0.0	2.9	0.0	1.1	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0
17			1.2	0.3	0.4	0.6	0.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
18			4.2	0.0	2.1	0.0	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0
19			0.4	2.0	20.5	11.2	1.6	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0
20			0.8	0.0	1.0	0.7	4.7	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0
21			6.9	0.8	16.8	0.0	0.7	13.8	0.0	0.0	0.1	0.0
22			3.0	0.0	0.0	13.9	0.4	8.7	1.4	0.0	0.7	0.0
23			0.8	0.0	4.6	2.3	0.2	4.1	1.4	0.0	0.0	0.9
24			10.4	0.0	18.4	5.7	0.3	29.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25			6.0	0.8	0.0	1.5	10.7	15.3	0.0	0.0	0.0	0.2
26			5.6	0.2	4.4	0.0	0.3	1.1	7.5	0.0	0.0	38.0
27			13.8	0.0	2.5	0.0	5.9	9.2	0.1	0.0	0.0	0.0
28			0.5	1.5	0.0	25.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29			0.2	0.1	10.6		15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
30			10.9	0.5	0.6		3.7	8.7	0.7	1.4	0.0	0.0
31				0.5	0.0		5.2		0.1		0.0	0.0
	Total		84.0	28.5	218.5	77.4	174.6	193.1	61.5	15.0	5.3	45.7

Pluviométrie journalière moyenne  
sur le bassin de GITARAMA L2

Année 1970-1971

(mm)

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	0,0	0,0	0,0	0,3	1,9	2,9	0,0	0,6	4,5	0,0	0,0	0,0
2	0,0	11,8	22,4	0,9	0,4	0,1	0,2	0,1	3,3	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,6	1,2	0,0	1,1	5,8	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	11,6	0,0	0,0	8,2	0,0	1,9	21,7	0,0	0,0	0,0
5	1,5	0,0	2,8	0,2	0,0	16,3	0,0	1,4	0,6	0,0	0,0	0,0
6	7,4	0,0	0,0	1,1	1,0	17,2	0,0	1,6	13,7	0,0	0,0	0,0
7	0,6	0,0	9,3	0,6	0,0	0,0	0,0	16,6	0,1	0,0	0,0	0,0
8	0,0	6,0	9,2	1,1	0,0	1,6	0,0	6,9	12,7	0,0	0,0	0,0
9	0,0	7,0	12,2	0,0	4,6	0,0	3,7	1,7	10,3	0,0	0,0	0,0
10	0,0	1,7	1,1	0,0	0,0	0,0	0,3	8,2	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,7	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	7,2	8,3	6,2	0,0	0,0	0,0
12	1,2	4,7	4,8	0,2	1,1	0,0	0,0	25,5	27,2	0,0	0,0	0,0
13	7,2	38,6	1,7	0,5	0,6	0,0	0,0	16,4	4,3	0,0	0,0	0,0
14	6,0	0,0	1,2	0,0	5,2	0,0	0,5	4,7	7,1	0,0	2,5	0,0
15	1,0	4,6	0,4	0,9	0,2	0,3	1,4	14,9	18,2	0,0	9,2	0,0
16	0,1	0,0	0,0	0,0	10,0	21,1	4,6	8,0	3,5	0,0	0,0	1,2
17	0,0	17,6	7,8	3,3	1,3	1,1	12,2	0,0	6,5	0,0	4,1	0,0
18	0,0	2,2	8,7	0,5	5,0	0,0	5,5	2,1	1,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	2,3	3,6	0,1	3,4	3,2	0,1	15,3	0,0	2,9	0,0
20	0,0	1,2	2,7	2,4	13,4	9,6	0,0	4,4	1,5	0,0	0,0	4,9
21	1,3	0,0	0,0	0,2	2,6	1,9	0,0	0,5	14,2	0,0	0,0	0,3
22	2,5	0,0	3,4	12,4	18,3	21,2	4,5	5,5	4,3	0,0	0,9	3,1
23	0,3	0,0	4,3	0,0	3,9	0,2	0,3	0,6	0,5	0,0	0,0	0,0
24	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	3,7	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	11,6
25	0,0	1,4	3,0	8,1	3,0	0,0	1,2	19,3	0,0	0,0	0,0	0,8
26	0,0	2,7	0,5	2,9	0,0	0,0	13,0	16,5	0,0	0,0	0,7	18,8
27	4,9	2,2	4,2	2,5	0,0	0,8	2,9	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
28	0,4	0,0	0,8	0,0	0,0	1,5	3,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
29	7,8	0,2	0,4	17,0	0,0	0,0	10,7	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0
30	25,7	0,0	1,7	0,1	1,3	0,0	2,5	2,0	0,0	0,0	0,0	6,7
31	0,0	0,0	0,0	7,1	3,4	0,0	9,2	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
T	68,6	102,0	117,5	66,0	78,1	112,3	86,8	175,0	182,5	0,0	20,3	52,9

Total annuel = 1 062,0 mm

Pluviométrie journalière moyenne  
sur le bassin de GITARAMA L2  
Année 1974-1972

(mm)

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	0,0	5,4	3,5	0,4	0,1	0,7	11,0	0,6	1,5	0,5	0,0	0,0
2	0,0	0,9	9,2	2,4	0,2	7,9	0,2	0,0	14,2	0,0	0,0	0,0
3	0,0	2,2	8,0	1,4	0,0	0,0	2,7	0,9	0,9	12,1	0,0	0,0
4	3,6	0,0	1,5	0,0	0,7	4,9	6,5	0,0	3,0	0,6	0,0	0,0
5	1,2	4,1	0,0	0,0	2,5	0,0	0,6	2,2	0,8	0,0	0,0	0,0
6	5,2	0,1	11,2	0,0	0,7	38,0	1,0	2,9	0,5	2,1	0,0	0,0
7	3,5	0,0	1,7	0,0	2,5	3,0	2,6	1,9	4,7	1,4	0,0	0,0
8	0,6	0,0	0,1	0,1	0,7	0,5	0,1	4,1	0,4	2,0	0,0	0,0
9	0,5	2,9	7,7	0,0	0,3	0,0	0,0	3,0	6,6	0,2	0,0	0,0
10	12,4	0,0	0,9	2,6	14,2	0,0	0,2	3,2	10,9	0,0	0,0	0,0
11	25,0	4,2	0,1	0,2	0,6	0,7	0,0	2,5	0,2	0,0	0,0	0,0
12	29,2	1,6	0,3	0,0	1,0	2,1	6,1	16,2	0,0	0,0	0,0	0,0
13	6,9	1,6	4,8	0,0	0,1	0,5	2,5	12,2	8,9	0,0	0,0	0,0
14	6,6	0,8	1,1	0,0	0,3	2,4	1,8	5,6	9,5	3,7	0,0	0,0
15	7,5	0,5	0,0	0,0	0,0	7,7	5,6	1,1	2,6	0,0	0,0	0,0
16	0,3	4,9	2,7	18,1	0,0	14,8	0,2	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	4,1	0,0	0,0	0,9	20,3	8,3	8,2	10,7	0,9	0,0	0,0
18	0,0	0,9	4,9	0,0	6,2	2,0	1,0	0,2	0,5	1,7	0,0	0,0
19	0,0	6,0	0,5	0,1	0,0	11,2	0,0	7,1	2,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,8	0,1	32,6	0,0	0,6	3,2	4,7	13,1	0,0	0,0	0,0
21	0,0	0,1	10,4	0,1	0,0	9,6	3,0	0,5	13,7	0,0	0,0	0,0
22	0,0	0,1	5,1	2,1	0,0	0,0	6,9	0,9	5,9	2,0	0,0	5,7
23	0,0	7,7	0,1	0,4	0,0	7,6	5,2	2,5	2,3	0,0	0,0	4,9
24	0,1	0,6	0,8	7,8	0,4	34,1	0,0	2,6	0,6	8,2	0,0	9,2
25	16,1	0,1	5,0	8,1	4,9	0,2	0,2	0,5	0,1	41,4	0,0	0,0
26	16,2	2,3	4,0	0,1	1,1	4,8	0,0	2,2	0,2	0,6	0,0	5,0
27	0,1	0,0	17,9	0,4	0,8	5,8	1,2	2,7	3,6	0,3	0,0	0,1
28	0,9	2,4	6,7	5,1	0,0	7,9	0,4	2,5	0,0	0,0	0,0	5,6
29	10,3	0,2	0,1	4,6	0,0	1,2	0,0	2,3	0,4	0,1	0,0	0,0
30	0,9	1,1	0,0	0,2	0,9		1,5	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31		6,0		0,7	3,5		0,0		0,0		0,0	0,0
T	147,1	61,6	108,4	87,5	42,6	188,5	72,0	100,9	117,8	77,8	0,0	30,5

Total annuel = 1.034,7 mm.

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE MOYENNE  
SUR LE BASSIN DE GITARAMA L 3 (MUKUNGURI)

Année 1969-1970

(mm)

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1			0.0	0.0	0.0	1.1	19.7	19.8	12.2	4.1	2.8	0.0
2			0.0	0.2	0.0	1.9	0.4	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0
3			0.0	10.5	0.0	0.0	3.6	0.0	0.9	0.0	0.6	0.0
4			0.0	0.0	41.2	0.0	8.5	2.8	6.9	0.0	1.4	0.0
5			0.0	1.1	3.7	0.0	0.0	1.1	17.1	0.0	1.0	0.0
6			5.7	0.3	0.6	0.0	0.8	3.9	2.0	0.0	0.0	0.0
7			2.1	0.2	0.4	0.0	0.4	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0
8			2.0	0.7	39.9	0.0	26.3	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0
9			2.9	3.0	10.2	0.8	27.7	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0
10			1.0	3.1	0.0	1.7	5.8	28.4	0.0	0.0	0.0	0.3
11			6.3	1.1	2.4	6.1	0.0	3.3	0.8	0.0	0.0	2.2
12			0.0	0.0	7.2	4.3	0.0	11.3	1.1	0.0	0.0	1.1
13			2.1	0.0	8.9	7.0	0.0	2.4	5.2	0.0	0.0	0.1
14			0.3	0.0	0.1	0.6	37.3	0.4	11.0	0.0	0.0	0.1
15			5.7	0.0	0.1	0.0	0.0	2.5	0.3	0.0	0.0	0.0
16			4.7	0.3	0.6	0.0	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17			3.0	0.4	8.7	0.0	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0
18			2.5	0.0	0.2	0.1	0.3	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
19			0.6	0.7	19.9	12.5	1.9	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
20			2.1	0.1	1.1	0.2	10.3	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0
21			7.9	0.0	16.1	0.0	1.3	12.8	0.0	0.0	0.1	0.0
22			3.5	0.0	0.0	10.4	0.6	10.5	3.1	0.0	0.6	0.0
23			3.4	0.3	0.1	1.5	0.1	0.7	0.2	0.0	1.0	1.6
24			2.3	0.0	22.5	5.5	0.7	11.0	0.0	0.0	0.0	0.1
25			6.0	1.0	0.2	8.6	1.9	16.9	0.6	0.0	0.0	2.7
26			8.4	0.0	1.2	0.0	1.1	3.8	15.9	0.0	0.0	11.3
27			15.9	0.0	0.3	0.0	8.3	2.7	0.1	0.0	0.0	0.0
28			0.3	0.0	0.0	0.0	17.5	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0
29			0.0	0.1	3.8		3.8	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1
30			9.1	0.6	1.6		1.6	12.8	0.0	8.8	0.0	0.7
31				3.0	0.0		8.5		0.0		0.0	0.0
Total			97.8	26.7	191.0	62.3	188.4	182.8	78.1	13.2	7.5	20.3

Pluviométrie journalière moyenne  
sur le bassin de GITARAMA L3

Année 1970-1971

(mm)

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	0,0	0,0	0,3	1,2	8,0	2,2	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0
2	0,0	7,5	21,2	0,0	0,7	0,1	1,4	1,1	17,5	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	3,2	0,0	0,8	5,7	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	15,7	0,0	0,0	9,1	0,0	1,1	18,6	0,0	0,0	0,0
5	0,1	0,0	5,6	0,5	0,8	12,7	0,0	3,4	1,4	0,0	0,0	0,0
6	26,2	0,0	0,0	0,9	0,0	14,1	0,0	2,8	7,2	0,0	0,0	0,0
7	5,3	0,0	11,4	0,6	0,0	0,0	0,0	13,0	0,3	0,0	0,0	0,0
8	0,0	6,4	3,9	0,0	0,0	4,4	0,0	13,2	14,1	0,0	0,0	0,0
9	0,0	1,0	5,4	0,0	3,3	0,0	4,6	10,6	6,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	2,2	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0
11	1,5	0,0	0,3	0,5	2,7	0,0	7,7	7,9	4,8	0,0	0,0	1,5
12	2,5	3,6	1,7	2,1	0,5	0,0	0,0	20,4	29,1	0,0	0,0	0,0
13	20,3	12,3	0,8	0,5	1,3	0,0	0,7	11,6	0,4	0,0	0,0	0,0
14	8,3	0,0	0,5	1,8	16,5	0,8	0,3	13,6	5,0	0,0	1,3	0,0
15	3,7	11,7	0,2	0,1	0,7	1,5	1,0	5,7	15,5	0,0	15,7	0,0
16	0,0	1,6	0,3	0,0	7,0	20,2	15,0	3,3	3,4	0,0	0,0	1,4
17	0,0	14,4	6,1	4,8	1,5	0,5	11,5	0,1	7,5	0,0	7,6	0,0
18	0,0	4,3	1,2	0,0	6,4	0,0	8,8	0,2	4,0	0,0	0,1	0,3
19	0,0	0,0	2,0	4,3	0,0	0,0	1,3	0,1	17,3	0,0	2,3	0,0
20	0,0	0,4	4,7	4,2	6,1	2,6	0,0	1,3	6,9	0,0	0,0	13,2
21	2,0	0,0	0,1	0,0	3,2	5,0	0,0	0,0	9,7	0,0	0,0	0,5
22	1,1	0,0	1,0	9,3	12,0	14,7	1,1	2,1	2,0	0,0	1,0	0,3
23	0,5	0,0	2,1	0,1	8,0	0,7	0,1	1,8	1,2	0,0	0,0	0,0
24	0,0	0,0	4,1	1,3	0,0	1,1	2,4	0,9	0,0	0,0	0,0	7,9
25	1,9	1,5	5,6	5,2	0,7	0,0	2,6	29,8	0,0	0,0	0,0	0,3
26	0,0	0,0	0,7	10,7	1,2	0,0	13,3	13,5	0,0	0,0	0,0	19,4
27	5,6	2,3	4,8	6,6	0,0	0,4	4,6	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0
28	0,0	0,1	0,3	0,1	0,0	2,3	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29	8,1	0,0	1,6	8,7	0,1	6,7	18,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
30	27,9	0,0	3,9	0,0	1,2	7,2	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2
31		0,0		8,7	5,7		2,0		0,0		0,0	2,6
T	115,0	69,5	109,2	72,2	87,8	95,6	95,0	197,5	181,4	0,0	28,0	55,5

Total annuel = 1 106,7 mm

## Pluviométrie journalière moyenne

sur le bassin de GITARAMA L3

Année 1971-1972

(mm)

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	0,7	7,2	11,2	1,5	0,7	2,8	6,3	0,0	0,4	0,6	0,0	0,0
2	0,0	0,1	8,4	13,2	0,4	8,1	0,4	0,0	19,2	0,1	0,0	0,0
3	0,0	1,2	0,8	1,3	0,0	0,3	16,5	0,9	1,4	14,4	0,0	0,0
4	2,2	0,0	0,2	0,0	1,0	3,7	1,2	0,0	0,8	1,1	0,0	0,0
5	0,4	4,3	0,0	0,1	2,7	0,1	0,8	3,9	1,9	0,0	0,0	0,0
6	3,6	0,0	11,3	0,0	0,1	35,4	0,0	2,6	1,3	4,2	0,0	0,0
7	0,8	0,0	0,2	0,1	1,6	0,8	2,1	7,7	1,3	3,4	0,0	0,0
8	0,8	0,0	0,1	0,0	1,5	0,0	0,0	3,1	0,4	1,1	0,0	0,0
9	0,6	1,7	8,0	0,4	0,4	0,0	0,0	1,1	8,6	0,7	0,0	0,0
10	12,7	0,0	3,1	0,6	5,7	0,0	0,0	19,9	5,9	0,0	0,0	0,0
11	1,0	1,4	0,1	0,1	0,8	0,4	0,0	1,5	1,1	0,0	0,0	0,0
12	6,1	4,6	1,4	0,0	0,0	4,5	4,9	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0
13	13,6	0,7	15,6	0,0	0,0	0,3	1,8	10,9	11,1	0,0	0,0	0,0
14	16,8	0,2	1,4	0,0	0,0	4,5	4,4	1,2	3,6	22,7	0,0	0,0
15	14,6	3,5	1,2	0,0	0,0	20,1	8,7	1,5	2,5	2,8	0,0	0,0
16	0,2	5,6	0,7	9,1	0,0	5,4	0,2	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	1,4	0,2	19,6	7,4	16,0	5,1	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,4	6,5	0,0	15,4	5,4	4,5	0,1	2,7	17,0	0,0	0,0
19	0,0	7,9	0,8	0,0	0,1	12,4	0,0	5,3	0,6	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,1	26,7	0,0	0,3	4,2	3,8	26,2	0,0	0,0	0,0
21	0,0	0,0	3,2	0,3	0,0	2,9	1,4	3,4	7,9	0,0	0,0	0,0
22	0,0	0,0	6,2	0,7	0,0	0,3	10,0	3,8	3,0	0,3	0,0	4,2
23	0,0	4,5	0,1	2,0	0,0	4,4	2,5	3,8	0,9	0,5	0,0	3,3
24	0,5	0,9	0,8	3,1	0,4	23,6	0,7	4,4	0,4	8,1	0,0	9,9
25	6,5	0,1	4,2	5,3	2,4	8,6	2,8	0,3	0,1	34,9	0,0	0,0
26	16,6	0,1	0,5	0,0	0,7	7,4	0,0	2,8	1,2	0,0	0,0	2,9
27	0,0	0,0	23,6	1,9	0,2	4,1	0,0	4,1	1,3	0,1	0,0	6,0
28	0,3	14,7	5,2	7,7	0,0	0,3	0,5	0,6	0,0	0,0	0,0	7,0
29	22,1	0,2	0,1	4,2	0,0	0,4	0,0	10,4	1,3	0,0	0,0	0,0
30	3,7	7,0	0,0	0,0	0,2		2,4	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0
31		1,4		6,3	5,4		0,0		0,0		0,0	0,0
T	123,8	67,7	115,0	86,0	39,9	176,1	83,7	126,1	110,2	112,2	0,0	33,3

Total annuel = 1.074,0 mm.

- ANNEXE II -

DEBITS MOYENS JOURNALIERS

II.1. Bassins de BYUMBA

II.2. Bassins de GITARAMA

---

**DEBITS MOYENS JOURNALIERS**  
**BASSIN DE BYUMBA L 1 (MWANGE)**

Année 1969-1970

(m<sup>3</sup>/s)

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1			.455	.256	.232	.262	.256	.517	.682	.292	.288	.200
2			.333	.244	.227	.256	.403	.395	.433	.299	.346	.200
3			.329	.244	.221	.250	.305	.345	.359	.292	.286	.200
4			.293	.244	.223	.244	.824	.318	.364	.280	.280	.200
5			.276	.244	.308	.252	.428	.293	.499	.274	.280	.200
6			.262	.256	.756	.244	.291	.274	.687	.286	.280	.200
7			.278	.256	.505	.244	.268	.274	.410	.292	.280	.200
8			.252	.238	.274	.238	.286	.280	.331	.292	.280	.200
9			.264	.269	.767	.232	1.08	.280	.780	.292	.274	.200
10			.268	.263	.291	.570	1.57	.286	1.09	.292	.268	.200
11			.268	.250	.274	.350	1.15	.307	1.18	.292	.268	.253
12			.275	.244	.268	.268	.498	1.49	.666	.292	.268	.262
13			.313	.238	.262	.268	.369	.599	.873	.292		.256
14			.340	.232	.266	.361	.353	.435	.988	.292		.245
15			.306	.227	.250	.399	.391	.508	.908	.286		.240
16			.383	.215	.244	.274	.318	.395	.597	.286		.230
17			.305	.215	.244	.268	.305	.357	.462	.292		.210
18			.292	.221	.253	.731	.280	.725	.380	.286		.200
19			.292	.221	.499	.353	.262	.948	.345	.280		.200
20			.286	.221	.306	.318	.267	.473	.325	.280		.200
21			.280	.232	.262	.312	.270	.402	.305	.274		.200
22			.280	.232	.256		.256	.370	.347	.268		.200
23			.305	.221	.250		.256	.759	.316	.268		.200
24			.308	.221	.264		.244	.516	.286	.274		.232
25			.287	.255	.294		.238	2.80	.274	.274		.266
26			.390	.257	.256	.286	.525	7.00	1.50	.262		.262
27			.321	.256	.244	.274	.356	1.89	.762	.268		.267
28			.299	.244	.244	.268	.793	.997	.421	.268		.268
29			.286	.238	.244		.504	.601	.337	.274		.256
30		.338	.274	.232	.254		.364	.440	.312	.280		.250
31		.657		.232	.274		.436		.299		.200	.244
Moy.			.303	.239	.307	(.380)	.456	.815	.564	.283	.260	.223

## Débits moyens journaliers

Bassin de BYUMBA L1

Année 1970-1971

 $(m^3/s)$ 

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
1	.236	.513	.232	.244	.299	.215	.200	.290	1.45	.361	.250	.240
2	.232	.265	.263	.239	.285	.221	.195	.606	1.38	.295	.250	.238
3	.232	.259	.262	.233	.326	.221	.195	.352	1.32	.290	.250	.236
4	.249	.256	.250	.227	.282		.195	.295	.772	.285	.250	.234
5	.242	.254	.246	.237	.258		.150	.709	.823	.280	.250	.232
6	.415	.250	.251	.231	.258		.190	.405	1.76	.280	.245	.230
7	.285	.254	.260	.216	.258		.190	.327	1.60	.280	.245	.228
8	.274	.252	.265	.210	.250		.190	.282	1.12	.275	.245	.226
9	.265	.251	.289	.230	.242		.262	.717	1.07	.275	.245	.225
10	.254	.249	.313	.226	.243		.269	1.41	.789	.275	.245	.224
11	.244	.247	.272	.228	.241		.260	.727	.592	.270	.240	.223
12	.236	.245	.240	.228	.228		.265	.417	.864	.270	.240	.222
13	.293	.652	.232	.247	.218		.264	.888	1.61	.270	.240	.221
14	.239	.364	.260	.227	.578		.257	.503	.840	.270	.240	.220
15	.232	1.00	.245	.223	.312		.250	.327	.748	.270	.275	.220
16	.264	.427	.241	.224	.254		.249	.300	3.11	.265	.280	.220
17	.260	.307	.254	.244	.274		.398	.295	2.45	.265	.329	.220
18	.250	.281	.253	.244	.251	.228	.287	.280	1.88	.265	.300	.220
19	.238	.260	.252	.244	.227	.223	.263	.269	1.26	.265	.287	.220
20	.230	.243	.250	.249	.215	.218	.246	.292	1.18	.265	.298	.427
21	.225	.264	.249	.260		.213	.232	.311	1.23	.260	.300	.326
22	.260	.261	.247	.354		.419	.235	.408	1.83	.260	.296	.319
23	.261	.256	.246	.302		.235	.244	.313	1.32	.260	.273	.291
24	.271	.250	.245	.292		.217	.244	.272	1.03	.260	.270	.437
25	.309	.244	.257	.292		.212	.246	1.30	.789	.260	.265	.327
26	.262	.238	.257	.292	.274	.210	.251	2.11	.605	.255	.260	.305
27	.246	.240	.340	.300	.244	.205	.272	1.09	.443	.255	.255	.372
28	.229	.244	.275	.312	.227	.200	.298	.586	.365	.255	.250	.276
29	.226	.244	.245	.300	.221		.295	.993	.337	.255	.247	.272
30	.358	.240	.238	.277	.217		.264	1.59	.322	.255	.244	.267
31		.235		.258	.212		.319		.364		.242	.382
Moy.	.261	.308	.258	.255	(.275)	(230)	.249	.622	1.14	.270	.261	.268

Débit moyen annuel =  $0.367 m^3/s$

## Débits moyens journaliers

Bassin de BYUMBA L1

Année 1971-1972

 $(m^3/s)$ 

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
1	.385	1.07	.319	.349	.280	.288	.274	.277	1.39	.346	.345	.236
2	.406	.620	.314	.390	.675	.358	.261	.402	2.38	.346	.329	.236
3	.271	.377	.309	.349	.555	.386	.452	.547	1.59	.346	.307	.236
4	.240	.365	.299	.298	.405	.295	.487	.346	1.03	.346	.285	.236
5	.305	.352	.282	.278	.536	.261	.342	.322	.870	.346	.264	.236
6	.588	.311	.274	.267	.498	.258	.293	.322	.807	.385	.258	.236
7	.657	.299	.269	.258	.356	.412	.291	.383	.705	.353	.258	.236
8	.537	.411	.263	.256	.513	.296	.294	.470	.584	.415	.258	.236
9	.450	.884	.259	.238	.441	.290	.319	.554	.550	.396	.258	.236
10	.423	.338	.258	.238	.370	.285	1.17	.530	1.05	.379	.258	.236
11	.395	.278	.258	.256	.335	.381	1.13	.359	.706	.371	.258	.236
12	.368	.270	.258	.247	.308	.395	.397	.403	.564	.362	.247	.236
13	.340	.264	.613	.236	.293	1.03	.337	.759	.605	.353	.236	.236
14	.312	.236	.385	.248	.282	.562	.372	.488	.715	.472	.236	.236
15	.285	.236	.309	.275	.271	.610	.838	.540	.715	.445	.236	.236
16	.261	.236	.302	.265	.262	.707	.488	1.76	.785	.404	.236	.236
17	.258	.344	.302	.624	.504	.579	.301	.913	.585	.408	.236	.239
18	.258	.291	.302	.332	.413	.453	.337	1.04	.572		.236	.255
19	.258	.701	.299	.298	.326	.616	.559	.738	.508		.236	.236
20	.258	.492	.296	.294	.285	.478	.514	1.14	.752	.503	.236	.236
21	.258	.612	.293	.289	.291	.332	.400	1.75	.780	.424	.236	.236
22	.258	.520	.291	.284	.286	.285	1.24	1.73	.669	.453	.236	.239
23	.258	.368	.288	.304	.293	.267	.837	1.86	.672	.437	.236	.279
24	.258	.291	.285	.302	.300	.287	.563	2.25	.584		.236	.460
25	.258	.267	.282	.467	.302	.271	1.46	1.43	.656		.236	.346
26	.396	.466	.292	.442	.291	.261	.834	.920	.625	.708	.236	.429
27	.320	.349	.443	.295	.280	.459	.519	.663	.660	.535	.236	.435
28	.366	.432	.581	.269	.280	.394	.356	.668	.573	.447	.236	.892
29	.298	.341	.495	.274	.280	.312	.344	.734	.504	.402	.236	.533
30	.280	.378	.346	.334	.280		.335	.540	.430	.368	.236	.288
31		.391		.379	.272		.308		.390		.236	.249
Moy.	.340	.413	.326	.311	.357	.407	.537	.828	.774	(.465)	.252	.294

Débit moyen annuel =  $0.441 m^3/s$ .

DEBITS MOYENS JOURNALIERS  
BASSIN DE BYUMBA I. 2 (MWANGE)

Année 1969-1970

(m<sup>3</sup>/s)

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1			.787	.545	.463	.579	.614	1.52	2.18	.739	.650	.614
2			.447	.495	.447	.562	.614	1.25	1.43	.924	.786	.614
3			.447	.512	.447	.512	.821	1.05	1.11	.757	.659	.614
4			.461	.528	.496	.502	1.47	.929	1.32	.720	.650	.632
5			.616	.527	.790	.529	1.46	.890	2.65	.703	.650	.650
6			.447	.545	.981	.463	.794	.794	2.57	.685	.632	.632
7				.511	1.33	.447	.667	.739	1.54	.685	.614	.614
8				.499	.703	.447	.614	.703	1.26	.685	.614	.632
9				.567	1.48	.447	1.28	.685	1.21	.667	.614	.667
10				.645	.872	1.10	3.60	.681	1.88	.650	.596	.685
11				.545	.721	1.18	2.31	.728	2.62	.650	.579	.750
12				.495	.692	.641	1.27	4.40	1.48	.650	.579	.795
13				.463	.667	.579	.956	1.66	1.78	.650	.502	.720
14				.447	.728	.710	.841	1.00	2.38	.650	.545	.720
15			.641	.447	.601	.878	.872	.929	.239	.650	.545	.703
16			.614	.428	.579	.619	1.18	.890	1.59	.650	.545	.667
17			.600	.421	.579	.562	1.09	.794	1.34	.650	.545	.650
18			.697	.417	.596	1.15	.706	.798	1.18	.650	.545	.650
19			.562	.432	.867	1.54	.614	1.37	1.09	.650	.545	.650
20			.528	.447	.890	.876	.683	.914	1.01	.650	.562	.650
21			.495	.630	.632	.662	.680	.803	.948	.632	.579	.650
22			.479	.479	.684	.650	.650	.757	1.03	.614	.614	.650
23			.479	.463	.545	1.03	.650	2.38	.998	.596	.650	.650
24			.529	.447	.599	3.78	.689	1.84	.850	.579	.650	.650
25			.552	.479	.729	1.83	.720	9.29	.812	.579	.650	.842
26			.545	.614	.563	.946	1.03	11.0	1.72	.579	.632	.765
27			.733	.562	.495	.776	1.17	4.85	1.69	.579	.614	.920
28			.650	.495	(.480)	.685	1.46	2.28	1.07	.579	.614	.851
29			.734	.463	(.480)		1.67	1.49	.909	.579	.614	.794
30			.663	.463	(.600)		1.21	1.39	.832	.579	.614	.794
31		1.79		.479	(.700)		1.37		.775		.614	
Moy.			.563	.500	.691	.881	1.09	1.96	1.47	.654	.608	.699

## Débits moyens journaliers

Bassin de BYUMBA L2

Année 1970-1971

 $(\text{m}^3/\text{s})$ 

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	.711	1.08	.489	.627	1.10	.650	.482	.778	3.65	1.18	.719	.612
2	.691	.714	.469	.650	.951	.636	.454	.964	3.88	.920	.713	.610
3	.672	.650	.557	.673	.779	.660	.411	.926	4.15	.963	.706	.601
4	.719	.650	.456	.685	.749	.643	.491	.753	2.20	1.00	.699	.591
5	.862	.650	.430	.744	.624	.646	.568	.887	1.98	.955	.692	.582
6	.774	.650	.620	.756	.566	.825	.550	.827	2.75	.884	.685	.572
7	1.01	.650	.778	.698	.501	.827	.532	.881	4.27	.801	.682	.563
8	.627	.650	.865	.685	.610	.858	.510	.868	2.73	.835	.694	.553
9	.706	.650	.742	.685	.694	.629	.521	.781	2.79	.866	.709	.543
10	.677	.650	.732	.692	.688	.649	.604	1.83	2.19	.866	.723	.534
11	.617	.638	.810	.710	.714	.650	.501	1.71	1.72	.866	.737	.524
12	.693	.575	.596	.697	.701	.650	.592	.931	1.70	.866	.758	.515
13	.791	.896	.524	.730	.717	.650	.638	1.47	3.90	.866	.799	.505
14	.682	1.09	.738	.681	.981	.650	.586	1.37	2.04	.840	.843	.496
15	.642	2.26	.915	1.41	1.28	.650	.597	2.79	1.88	.826	.875	.486
16	.601	1.59	.746	.750	.882	.767	.656	1.20	7.62	.826	.894	.480
17	.561	.753	.668	.696	.765	.710	.916	.859	8.89	.807	.914	.494
18	.590	.660	.640	.617	.689	.650	.945	.715	6.93	.838	.938	.511
19	.664	.744	.613	.522	.677	.660	.730	.646	4.72	.813	.771	.545
20	.718	.780	.586	.716	.716	.734	.663	.745	4.65	.788	.677	.626
21	.721	.767	.558	.722	.619	.726	.668	.755	4.18	.787	.673	.778
22	.741	.752	.581	.768	.525	1.39	.703	.755	5.75	.782	.669	.709
23	.908	.735	.587	.728	.492	1.11	.674	.691	4.45	.775	.665	.595
24	.799	.718	.658	.595	.639	.853	.584	.599	3.47	.768	.661	.976
25	1.94	.702	.727	.545	.652	.712	.545	3.18	2.60	.761	.658	.926
26	1.20	.792	.750	.670	.691	.636	.565	4.62	2.07	.754	.654	.774
27	.800	.880	.873	.913	.739	.569	.659	3.12	1.72	.747	.650	.904
28	.744	.733	.963	.804	.652	.512	.916	1.59	1.42	.740	.646	.667
29	.809	.646	.693	.763	.669		.836	1.78	1.30	.733	.628	.591
30	.706	.563	.634	.578	.653		.761	3.54	1.13	.726	.612	.529
31		.519		.536	.650		.697		1.09		.612	.510
Moy.	.780	.800	.667	.711	.721	.725	.631	1.42	3.35	.839	.721	.610

Débit moyen annuel =  $1.00 \text{ m}^3/\text{s}$

## Débits moyens journaliers

Bassin de BYUMBA L2

Année 1971-1972

 $(m^3/s)$ 

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	.849	1.04	.706	.721	.738	.640	.838	.801	1.47	1.02	1.16	.746
2	.913	1.78	.699	.728	.874	.665	.793	.928	3.15	.992	1.02	.741
3	.866	1.11	.693	.732	1.11	.784	1.27	1.07	3.02	1.02	.984	.737
4	.714	.861	.679	.677	.913	.707	1.29	.791	1.92	1.02	.951	.728
5	.666	.743	.666	.655	.955	.662	1.06	.769	1.64	.959	.928	.715
6	1.01	.701	.644	.643	.908	.644	.819	.754	2.28	.927	.908	.713
7	1.08	.678	.640	.648	.831	.849	.758	.753	1.95	1.02	.888	.713
8	1.21	.654	.640	.655	.900	.718	.859	1.06	1.58	1.04	.869	.713
9	.809	.777	.640	.662	.901	.674	.921	2.87	1.52	1.00	.854	.713
10	.805	.676	.640	.669	.895	.645	1.02	1.81	2.18	.950	.841	.713
11	.775	.683	.640	.670	.719	.640	1.28	1.25	1.75	.884	.829	.713
12	.861	.726	.640	.626	.704	.800	.859	.928	1.47	.862	.820	.713
13	.775	.740	.894	.589	.694	.833	.821	1.20	1.36	.819	.813	.713
14	.823	.633	.861	.571	.684		.906	1.09	1.43	.813	.807	.713
15	.950	.625	.766	.570	.669			1.70	1.05	1.39	.800	.713
16	.870	.602	.723	.570	.642		1.07	2.21	1.41	1.01	.793	.713
17	.820	.675	.707	1.17	.678	.902	1.07	1.73	1.33	.871	.786	.713
18	.740	.661	.702	.900	.872	1.08	.909	1.67	1.28	1.05	.776	.731
19	.675	1.15	.696	.709	.788	1.16	1.15	1.40	1.15	1.28	.767	.747
20	.614	.940	.691	.644	.729	.893	.837	1.77	2.77	1.19	.757	.716
21	.582	1.01	.686	.640	.694	.749	1.12	2.29	2.23	1.01	.750	.713
22	.570	.944	.681	.640	.732	.729	1.23	2.40	1.83	.994	.750	.713
23	.570	.743	.667	.640	.729	.698	1.55	2.88	1.59	.919	.750	.713
24	.570	.683	.624	.689	.744	.775	1.37	3.73	1.48	.965	.750	.903
25	.570	.647	.605	.816	.723	.919	1.84	3.09	1.71	2.59	.750	1.12
26	.752	.679	.979	.857	.686	.735	1.50	1.95	1.40	3.00	.750	1.22
27	.742	.999	.839	.707	.663	.764	1.04	1.57	1.29	2.05	.750	.945
28	.774	1.03	.902	.644	.645	1.07	.926	1.38	1.21	1.61	.750	.904
29	.755	.838	1.01	.640	.657	.938	.876	1.62	1.16	1.41	.750	1.00
30	.677	.767	.743	.640	.699		.840	1.57	1.12	1.31	.750	.847
31		.924		.696	.659		.805		1.08		.750	.803
Moy.	.780	.830	.723	.691	.769	.819	1.08	1.61	1.68	1.20	.826	.784

Débit moyen annuel =  $0.983 m^3/s$ .

## DEBITS MOYENS JOURNALIERS

## BASSIN DE BYUMBA L 3 (MWANGE)

Année 1969-1970

 $(m^3/s)$ 

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1			2.10	1.24	1.12	1.23	1.24	3.66	3.66	1.68	1.53	.920
2			1.30	1.19	1.12	1.22	1.31	2.68	3.20	1.80	1.50	.910
3			1.24	1.17	1.12	1.20	1.49	1.88	2.36	1.69	1.36	.900
4			1.24	1.18	1.12	1.22	1.90	1.59	2.44	1.59	1.35	.910
5			1.25	1.17	1.30	1.25	1.77	1.85	5.19	1.52	1.32	.950
6			1.18	1.18	1.70	1.18	1.29	1.57	11.3	1.51	1.31	.930
7			1.16	1.19	2.25	1.16	1.25	1.39	4.27	1.48	1.28	.930
8			1.16	1.19	1.27	1.15	1.24	1.36	3.00	1.43	1.26	.920
9			1.16	1.20	3.17	1.15	1.82	1.34	2.49	1.38	1.24	.910
10			1.15	1.32	1.56	1.78	6.99	1.32	2.97	1.37	1.22	.930
11			1.25	1.26	1.30	2.47	4.91	2.06	5.19	1.38	1.20	1.05
12			1.25	1.19	1.24	1.29	1.97	10.0	3.12	1.37	1.18	1.36
13			1.35	1.17	1.20	1.24	1.53	5.59	3.64	1.35	1.15	1.32
14			1.27	1.15	1.20	1.43	1.45	2.51	5.76	1.33	1.13	1.30
15			1.28	1.14	1.19	1.44	1.42	2.02	6.12	1.31	1.12	1.25
16			1.23	1.12	1.16	1.25	1.65	1.92	3.53	1.31	1.11	1.20
17			1.19	1.09	1.15	1.23	1.55	1.74	2.75	1.31	1.09	1.18
18			1.27	1.08	1.15	2.33	1.39	1.76	2.37	1.30	1.08	1.14
19			1.19	1.08	1.38	2.20	1.33	3.76	2.11	1.28	1.07	1.10
20			1.18	1.13	1.53	1.47	1.33	2.28	1.95	1.27	1.05	1.06
21			1.16	1.33	1.31	1.31	1.35	1.96	1.82	1.27	1.04	1.02
22			1.15	1.20	1.29	1.27	1.32	1.80	1.87	1.27	1.02	1.01
23			1.17	1.13	1.24	1.50	1.32	3.82	1.90	1.26	1.01	1.00
24			1.24	1.12	1.37	4.42	1.30	2.98	1.71	1.26	1.00	1.24
25			1.25	1.14	2.18	2.54	1.26	12.7	1.64	1.27	.970	1.44
26			1.20	1.23	1.31	1.44	1.44	19.9	3.48	1.27	.960	1.45
27			1.29	1.29	1.24	1.32	1.70	7.79	4.13	1.27	.950	2.04
28		1.20	1.25	1.19	1.23	1.27	1.90	4.15	2.24	1.27	.940	1.53
29		1.23	1.31	1.15	1.22		2.92	2.96	1.94	1.27	.940	1.33
30		1.20	1.44	1.12	1.22		2.03	2.70	1.84	1.29	.930	1.31
31		3.82		1.12	1.31		2.68		1.75		.920	1.30
Moy.			1.29	1.18	1.39	1.57	1.87	3.77	3.28	1.38	1.11	1.16

## Débits moyens journaliers

Bassin de BYUMBA L3

Année 1970-1971

 $(m^3/s)$ 

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
1	1.27	1.73	2.30	2.76	2.84	1.26	1.09	1.24	7.48	5.28	1.25	1.04
2	1.25		2.38	2.60	3.10	1.30	1.04	1.97	8.30	2.88	1.25	1.11
3	1.22		2.89	2.60	2.06	1.24	.995	2.54	12.5	2.37	1.25	1.30
4	1.28		2.71	2.63	1.85	1.30	.944	1.68	7.29	2.12	1.25	1.26
5	1.35		2.99	2.88	1.53	1.40	.859	3.60	9.27	1.90	1.25	1.17
6	1.33		2.73	2.94	2.11	1.52	.774	4.22	7.99	1.69	1.24	.982
7	1.60		2.78	2.71	1.39	3.32	.735	4.04	9.82	1.53	1.20	.968
8	1.27		3.28	2.50	1.55	2.33	.703	2.96	7.49	1.59	1.21	.954
9	1.22		2.82	2.39	1.59	3.13	.722	2.00	7.63	1.55	1.23	.965
10	1.17		3.12	2.36	1.43	2.63	.818	3.27	6.14	1.50	1.09	1.05
11	1.13		3.38	2.42	1.34	2.29	.703	4.59	5.06	1.46	1.07	.989
12			3.20	2.46	1.34	1.93	.822	2.55	5.98	1.41	1.06	.948
13			2.92	2.53	1.42	1.50	.886	4.22	13.6	1.36	1.05	.939
14			3.04	2.60	2.43	1.22	.887	4.74	9.69	1.39	1.05	.930
15			3.52	2.67	2.79	1.16	.866	5.58	8.73	1.35	1.16	.922
16			3.12	2.75	2.32	1.12	.876	6.80	24.1	1.35	1.17	.962
17			2.92	2.82	2.11	1.09	1.21	5.24	20.3	1.35	1.18	1.08
18			2.74	2.89	1.58	1.06	1.31	3.97	15.0	1.35	1.10	1.06
19			2.62	2.97	1.29	1.03	1.03	3.08	9.78	1.35	1.10	1.05
20			2.49	3.07	1.45	1.15	.874	2.27	12.6	1.35	1.46	1.07
21			2.37	2.51	1.89	3.17	.802	2.04	11.5	1.32	1.37	1.17
22			2.56	2.64	1.61	3.14	.770	1.99	15.2	1.32	1.26	1.07
23			2.76	2.73	1.47	2.41	.776	2.22	10.9	1.32	1.18	.988
24	1.54		2.75	1.90	1.52	2.09	.689	1.81	8.64	1.32	1.12	1.71
25	2.67		2.80	1.77	1.84	1.83	.661	5.60	6.55	1.32	1.06	1.75
26	1.91		2.88	1.76	1.84	1.64	.721	10.5	5.46	1.30	1.08	1.34
27	1.56		3.16	2.45	2.15	1.42	.904	7.86	4.65	1.30	1.18	1.90
28	1.48		3.92	3.58	1.52	1.11	2.45	4.34	3.87	1.30	1.16	1.24
29	1.49	2.54	3.08	2.36	1.39		3.00	5.68	3.40	1.30	1.14	1.15
30	1.43	2.40	2.87	1.78	1.43		1.56	7.51	3.53	1.30	1.11	1.09
31		2.38		1.51	1.36		1.16		5.26		1.09	1.12
Moy.			2.90	2.53	1.79	1.78	1.02	4.00	9.28	1.64	1.17	1.14

## Débits moyens journaliers

Bassin de BYUMBA L3

Année 1971-1972

 $(\text{m}^3/\text{s})$ 

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	1.42	1.77	1.35	1.33	1.57	1.10	1.47	1.26	2.09	1.85	1.93	1.14
2	1.40	3.51	1.56	1.43	3.61	1.25	1.38	1.67	8.01	1.73	1.83	1.13
3	1.46	2.01	1.28	1.38	4.40	1.15	1.90	2.22	6.38	1.80	1.81	1.13
4	1.18	2.01	1.23	1.27	2.27	1.13	3.59	1.46	3.65	1.76	1.79	1.12
5	1.18	1.52	1.20	1.15	2.09	1.10	2.84	1.34	2.96	1.70	1.74	1.12
6	1.52	1.38	1.16	1.02	1.79	1.06	1.68	1.28	3.42	1.80	1.70	1.11
7	1.59	1.37	1.14	.999	1.52	1.56	1.45	1.30	3.42	1.97	1.65	1.11
8	1.72	1.35	1.11	1.02	2.21	1.40	1.44	2.06	2.39	1.91	1.58	1.10
9	1.19	1.31	1.01	1.03	1.83	1.18	1.62	3.15	2.35	1.85	1.54	1.09
10	1.03	1.28	1.03	.979	1.57	1.11	1.65	4.58	4.57	1.78	1.52	1.09
11	1.02	1.24	1.07	.961	1.38	1.11	2.04	2.82	4.69	1.78	1.50	1.08
12	1.14	1.20	1.13	.945	1.34	1.33	1.42	1.86	3.30	1.78	1.48	1.07
13	1.17	1.17	1.60	.930	1.28	1.23	1.38	2.31	2.69	1.78	1.45	1.06
14	1.04	1.10	1.97	.918	1.15	1.69	1.33	2.25	2.60	1.78	1.43	1.06
15	1.32	1.08	1.47	.917	1.23	1.35	4.12	1.94	2.56	2.14	1.41	1.05
16	1.26	1.06	1.31	1.22	1.24	1.56	2.55	4.89	2.36	1.68	1.39	1.04
17	1.23	1.21	1.24	2.69	1.37	1.78	1.81	3.96	2.17	1.57	1.37	1.04
18	1.16	1.43	1.23	1.79	1.73	1.98	1.51	4.72	2.17	2.35	1.35	1.03
19	1.14	2.11	1.19	1.40	1.48	2.42	2.12	3.57	2.05	2.58	1.32	1.02
20	1.09	2.24	1.10	1.29	1.31	1.66	1.55	4.00	7.12	1.84	1.30	1.02
21	1.04	1.90	1.03	1.24	1.22	1.27	1.79	6.65	5.34	2.26	1.28	1.01
22	1.04	1.96	1.02	1.20	1.19	1.11	2.59	6.33	4.03	2.00	1.27	1.00
23	1.04	1.40	1.00	1.15	1.14	1.89	3.53	5.71	3.14	1.92	1.25	1.09
24	1.04	1.40	1.06	1.34	1.09	1.90	3.01	8.23	2.57	1.74	1.24	1.56
25	1.04	1.22	1.24	1.44	1.06	2.25	2.52	5.92	2.48	7.57	1.23	1.82
26	1.10	1.28	1.51	2.10	1.03	1.56	2.69	3.85	3.68	7.79	1.21	2.16
27	1.27	1.69	1.53	1.24	1.00	2.85	1.65	2.89	2.69	4.73	1.20	1.69
28	1.09	1.81	2.22	1.33	.981	3.30	1.32	2.39	2.49	3.22	1.19	1.50
29	1.13	1.67	2.69	1.30	.980	2.04	1.25	2.84	2.33	2.52	1.17	1.62
30	1.44	1.70	1.46	1.21	.980		1.25	2.86	2.17	2.17	1.16	1.09
31		2.06		1.52	.980		1.33		2.01		1.15	1.02
Moy.	1.22	1.59	1.34	1.28	1.55	1.60	1.99	3.34	3.35	2.44	1.43	1.20

Débit moyen annuel =  $1.86 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## DEBITS MOYENS JOURNALIERS

## BASSIN DE BYUMBA L'3 ( CANAL CHINOIS )

Année 1969-1970

( m<sup>3</sup>/s )

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1					.138	.092	.087	.372	.127	.046	.166	.119
2					.124	.086	.110	.356	.127	.042	.121	.127
3					.119	.083	.120	.311	.110	.039	.106	.109
4					.140	.105	.122	.249	.101	.041	.110	.087
5					.296	.112	.182	.289	.100	.046	.110	.086
6					.266	.075	.111	.281	.119	.048	.128	.086
7					.265	.068	.086	.208	.119	.051	.125	.093
8					.162	.061	.080	.165	.110	.067	.091	.086
9					.295	.065	.146	.145	.096	.097	.083	.086
10					.225	.101	.235	.134	.091	.083	.075	.086
11					.162	.186	.235	.284	.094	.050	.065	.080
12					.140	.101	.191	.282	.084	.041	.059	.096
13					.134	.090	.171	.282	.079	.038	.056	.078
14					.133	.162	.172	.271	.081	.039	.140	.042
15					.098	.145	.141	.236	.072	.030	.122	.039
16					.090	.111	.145	.211	.073	.025	.110	.039
17					.098	.106	.193	.188	.062	.030	.124	.050
18					.087	.149	.171	.189	.049	.041	.127	.043
19					.134	.139	.173	.210	.037	.046	.127	.078
20					.170	.107	.199	.201	.035	.051	.156	.080
21					.105	.090	.194	.182	.049	.054	.155	.074
22					.127	.096	.160	.158	.057	.056	.122	.087
23					.094	.104	.163	.180	.065	.059	.119	.084
24					.154	.159	.160	.165	.048	.059	.117	.074
25					.266	.156	.192	.166	.048	.065	.095	.063
26					.159	.098	.231	.158	.122	.072	.093	.046
27					.112	.079	.297	.147	.221	.072	.080	.057
28					.100	.080	.269	.129	.151	.072	.079	.056
29					.094		.363	.125	.099	.072	.079	.062
30					.098		.353	.108	.060	.083	.078	.035
31					.144		.346		.048		.066	.028
Moy.					.153	.107	.187	.213	.088	.054	.106	.073

## Débits moyens journaliers

Bassin de BYUMBA L<sup>3</sup>

Année 1970-1971

(m<sup>3</sup>/s)

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	.106	.135	.115	.063	.219	.053		.140	.164	.141	.041	.050
2	.115	.110	.120	.047	.097	.117		.130	.166	.095	.041	.048
3	.088	.097	.208	.026	.106	.068		.158	.190	.075	.041	.048
4	.080	.084	.234	.061	.030	.084	.021	.084	.176	.069	.050	.046
5	.083	.097	.170	.080	.022	.084	.014	.127	.161	.062	.050	.046
6	.106	.080	.164	.088	.133	.097	.016	.135	.183	.050	.041	.044
7	.093	.120	.219	.072	.073	.220	.022	.146	.190	.035	.041	.044
8	.060	.125	.170	.034	.040	.210	.027	.146	.234	.024	.041	.042
9	.090	.115	.146	.050	.018	.211	.024	.146	.197	.018	.041	.042
10	.049	.110	.226	.028	.043	.146	.028	.164	.190	.023	.041	.040
11	.092	.115	.170	.022	.037	.106	.021	.146	.170	.041	.041	.040
12	.127	.106	.204	.030	.080	.084	.026	.110	.140	.041	.030	.038
13		.183	.120	.046	.060	.076	.026	.141	.250	.041	.030	.038
14		.275	.076	.138	.168	.060	.021	.146	.226	.041	.018	.038
15		.242	.080	.068	.088	.053	.018	.136	.211	.041	.030	.038
16		.227	.027	.146	.092	.053	.029	.152	.242	.041	.050	.036
17		.164	.030	.158	.068	.068	.058	.146	.234	.045	.041	.036
18		.146	.030	.097	.046	.046	.054	.115	.211	.050	.050	.034
19		.115	.027	.056	.061	.040	.024	.097	.170	.050	.050	.034
20		.115	.021	.068	.060	.049	.012	.080	.219	.050	.050	.032
21		.046	.030	.053	.049	.226	.005	.076	.194	.041	.050	.030
22		.043	.030	.068	.035	.211	.019	.080	.219	.050	.050	.030
23		.142	.030	.130	.040	.158	.016	.113	.175	.050	.050	.028
24		.258	.035	.101	.047	.146	.006	.090	.135	.050	.050	.030
25		.219	.036	.152	.077	.115	.006	.069	.136	.094	.050	.062
26		.258	.117	.111	.046	.088	.016	.106	.135	.030	.041	.051
27		.247	.109	.120	.074	.068	.030	.132	.120	.035	.050	.050
28		.093	.234	.234	.049		.040	.152	.101	.035	.050	.048
29		.190	.076	.242	.034		.092	.183	.088	.050	.050	.044
30		.106	.037	.152	.060		.097	.170	.069	.050	.050	.042
31		.125		.072	.053		.158		.062		.050	.038
Moy.	.116	.145	.110	.091	.068	.107	.034	.127	.173	.051	.044	.041

Débit moyen annuel = .092 m<sup>3</sup>/s

## Débits moyens journaliers

Bassin de BYUMBA L'3

Année 1971-1972

 $(m^3/s)$ 

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	.030	.024	.024	.076	.015	.015						
2	.025	.023	.024	.076	.010	.025			.005			
3	.020	.062	.023	.062	.005	.015	.005					
4	.018	.024	.019	.050	.015	.005	.010					
5	.010	.024	.016	.050	.040	.005	.020					
6	.020	.023	.014	.040	.020	.010	.005					
7	.015	.027	.010	.033	.030	.005						
8	.015	.130	.007	.033	.025	.005						
9	.015	.130	.033	.040	.010	.005	.005					
10	.010	.092	.040	.040	.030	.003	.005					
11	.005	.050	.040	.040	.020	.002						
12	.005	.033	.033	.033	.015	.001						
13	.010	.033	.040	.027	.015	.001						
14	.020	.027	.050	.027	.015	.001						
15	.023	.027	.023	.024	.015	.005						
16	.023	.027	.015	.024	.015	.005						
17	.018	.027	.010	.069	.015	.005		.030				
18	.010	.033	.005	.063	.015	.005						
19	.007	.027	.002	.037	.015	.005						
20	.007	.050	.001	.033	.015	.002						
21	.023	.033	.001	.030	.015	.002		.010				
22	.018	.024	.001	.027	.010	.001	.005	.015				
23	.018	.024	.024	.027	.010		.005	.010				
24	.015	.023	.024	.079	.010			.010				
25	.010	.024	.018	.076	.010							
26	.015	.024	.103	.101	.005							
27	.018	.027	.076	.050	.005	.005						
28	.014	.024	.150	.030	.010							
29	.018	.027	.153	.020	.025							
30	.018	.023	.076	.015	.035							
31		.027		.015	.032							
Moy.	.016	.038	.035	.043	.017	.005	.002	.003				

Volume écoulé par L'3 = 419.290 m<sup>3</sup>

## DEBITS MOYENS JOURNALIERS

## BASSIN DE GITARAMA L 1 (URURUMANZA)

Année 1969-1970

 $(m^3/s)$ 

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1			.100	.271	.018	.245	.104	1.81	1.92	.451		.051
2			.050	.148	.018	.244	1.13	2.24	1.84	.859		.065
3			.050	.114	.016	.285	.411	1.91	1.40	.564		.065
4			.050	.114	.016	.195	.476	1.60	1.32	.475		.051
5			.050	.098	.545	1.53	.429	1.32	1.53	.427		.033
6			.050	.083	.250	.114	.230	1.10	1.54	.404		.033
7			.112	.083	.127	.093	.166	.965	1.24	.382		.047
8			.084	.083	.093	(.090)	.151	.899	1.10	.360		.057
9			.065	.060	1.07	.083	.415	.867	(1.05)	.360		.065
10			.065	.099	.920	.061	1.57	.914	(.980)	.360		.074
11			.065	.077	.385	.111	1.12	1.48	(.950)	.360		.093
12			.065	.057	.360	.256	.608	.970	(.920)	.339		.095
13			.065	.044	3.03	1.79	.452	.837	(1.00)	.319		.126
14			.065	.033	1.16	1.06	1.05	.775	(1.15)	.319		.065
15			.079	.024	.491	.433	1.55	.827	1.25	.319		.084
16			.083	.021	.361	.241	.807	.990	.997	.319		.093
17			.100	.021	.281	.181	.633	.845	.931	.299		.083
18			.093	.018	.212	.139	.501	.659	.867	.280		.066
19			.083	.016	.989	.114	.451	.659	.836	.260		.057
20			.083	.018	.881	.303	.456	.659	.867	.240		.074
21			.083	.021	.523	.157	.456	1.07	.867	.220		.074
22		.038	.151	.021	.802	.151	.538	.915	.836	.200		.065
23		.038	.139	.021	.409	.324	.456	.659	.805	.280		.074
24		.038	.126	.018	.688	.470	.281	.659	.745	.160		.083
25		.038	.157	.016	1.29	.806	.227	3.53	.687	.155		.163
26		.038	.151	.016	.506	.360	.505	2.51	.717	.150		.827
27		.038	.193	.016	.592	.230	.839	2.18	.717	.145		.807
28		.038	.320	.016	.676	.153	2.38	1.95	.659	.140	.065	.230
29		.047	.230	.015	.320		2.62	1.77	.580	.135	.048	.166
30		.056	.171	.015	.885		1.64	1.68	.475	.130	.065	.139
31		.250		.016	.397		1.64		.451		.051	.126
Moy.			.106	.054	.591	.315	.784	1.31	1.03	.310	(.100)	.133

## Débits moyens journaliers

Bassin de GITARAMA L1

Année 1970-1971

 $(\text{m}^3/\text{s})$ 

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	.095	.236	.051	.072	.210	.228	.102	.541	.604	.808	.166	.083
2	.057	.104	.056	.070	.166	.218	.102	.259	.612	.745	.158	.079
3	.044	.075	.065	.068	.156	.225	.102	.190	.796	.689	.150	.075
4	.038	.052	.051	.068	.148	.230	.102	.170	.854	.661	.142	.071
5	.038	.049	.053	.070	.144	.329	.105	.166	2.24	.635	.134	.069
6	.067	.048	.054	.072	.144	.581	.111	.201	2.18	.609	.126	.066
7	.356	.045	.051	.072	.144	.346	.114	.212	2.37	.583	.124	.064
8	.093	.044	.052	.070	.144	.265	.114	.339	3.09	.557	.123	.062
9	.066	.044	.077	.065	.148	.252	.114	.308	3.25	.531	.121	.059
10	.044	.047	.082	.063	.140	.247	.117	.324	3.16	.505	.120	.057
11	.029	.043	.068	.065	.136	.247	.122	.444	2.71	.479	.118	.054
12	.021	.044	.064	.068	.136	.252	.138	1.83	2.87	.453	.117	.052
13	.051	.065	.084	.068	.136	.263	.145	2.19	4.24	.427	.116	.050
14	.100	.103	.070	.070	.136	.269	.150	1.21	3.23	.401	.114	.047
15	.127	.057	.065	.072	.140	.269	.140	1.29	3.19	.375	.140	.045
16	.093	.057	.063	.072	.191	.419	.130	1.92	3.51	.350	.156	.042
17	.060	.076	.059	.077	.208	.375	.180	1.44	3.38	.325	.148	.040
18	.038	.106	.063	.091	.174	.288	.273	.910	3.08	.307	.148	.039
19	.038	.069	.065	.100	.165	.270	.236	.772	2.72	.291	.135	.037
20	.038	.052	.076	.110	.208	.266	.169	.812	2.82	.275	.131	.036
21	.044	.052	.085	.107	.186	.276	.161	.812	2.56	.260	.126	.035
22	.050	.051	.072	.108	.268	.446	.153	.641	2.85	.250	.110	.036
23	.044	.049	.099	.121	.467	.454	.145	.563	2.44	.240	.108	.064
24	.031	.048	.097	.103	.257	.342	.145	.501	2.13	.231	.106	.049
25	.050	.046	.085	.117	.197	.137	.147	.543	1.94	.222	.099	.370
26	.050	.045	.078	.131	.199	.108	.165	.919	1.70	.212	.098	.420
27	.050	.045	.077	.128	.184	.105	.305	1.06	1.50	.203	.097	.154
28	.050	.052	.077	.117	.179	.102	.249	.706	1.32	.193	.095	.406
29	.057	.050	.075	.120	.174		.352	.675	1.15	.184	.092	.228
30	.077	.049	.072	.180	.170		.475	.675	1.01	.175	.090	.166
31		.051		.167	.275		.505		.903		.088	.158
Moy.	.067	.063	.070	.093	.185	.279	(.180)	.754	2.27	.406	.122	.104

Débit moyen annuel =  $0.384 \text{ m}^3/\text{s}$

## Débits moyens journaliers

Bassin de GITARAMA L1

Année 1971-1972

 $(m^3/s)$ 

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	.101	.116	.122	.080	.136	.078	.302	.132	.170	.280	.318	.055
2	.131	.100	.094	.072	.131	.131	.369	.116	.344	.323	.300	.050
3	.127	.095	.144	.125	.124	.222	.393	.102	.346	.312	.282	.045
4	.085	.092	.225	.090	.111	.141	.423	.100	.238	1.51	.269	.040
5	.085	.089	.160	.075	.101	.188	.295	.103	.221	.553	.256	.040
6	.085	.086	.252	.060	.111	.138	.269	.105	.228	.408	.236	.035
7	.085	.071	.243	.048	.096	2.54	.251	.108	.234	.380	.224	.035
8	.085	.059	.135	.046	.061	.799	.250	.110	.235	.379	.216	.030
9	.084	.056	.114	.043	.071	.506	.248	.106	.227	.361	.209	.030
10	.080	.054	.116	.041	2.80	.357	.232	.248	.284	.335	.200	.025
11	.075	.048	.071	.042	1.47	.358	.214	.348	.278	.320	.191	.025
12	.070	.048	.055	.043	.553	.337	.218	.196	.254	.308	.184	.025
13	.065	.050	.052	.044	.472	.276	.238	.426	.230	.297	.179	.020
14	.060	.063	.048	.045	.391	.268	.234	.378	.350	.286	.174	.020
15	.055	.059	.045	.042	.310	.249	.229	.292	.356	.310	.170	.020
16	.050	.049	.038	.070	.229	.783	.249	.233	.305	.273	.160	.020
17	.046	.052	.034	.256	.148	1.04	.397	.232	.462	.254	.140	.020
18	.040	.066	.044	.120	.133	.959	.365	.277	.500	.255	.120	.020
19	.035	.069	.062	.053	.218	.493	.289	.237	.321	.275	.095	.020
20	.029	.062	.046	.047	.139	.594	.268	.280	.306	.268	.085	.020
21	.024	.055	.036	2.05	.126	.391	.241	.267	.344	.262	.080	.020
22	.025	.042	.044	.412	.113	.414	.232	.251	.935	.275	.080	.020
23	.026	.042	.052	.253	.099	.356	.235	.236	.713	.260	.075	.040
24	.028	.044	.041	.242	.086	.524	.214	.226	.552	.237	.075	.060
25	.029	.041	.037	.314	.081	.512	.194	.218	.505	.550	.070	.090
26	.030	.039	.043	.300	.089	.344	.174	.188	.459	1.44	.070	.060
27	.032	.037	.071	.198	.080	.311	.163	.165	.444	.537	.065	.055
28	.033	.038	.343	.188	.071	.402	.155	.175	.437	.429	.060	.050
29	.039	.068	.176	.220	.061	.516	.147	.197	.374	.380	.060	.045
30	.179	.042	.122	.174	.052		.140	.239	.300	.345	.060	.040
31		.044		.146	.045		.139		.281		.055	.035
Moy.	.064	.061	.102	.192	.281	.491	.251	.210	.362	.413	.153	.035

Débit moyen annuel =  $0.217 m^3/s$ .

## DEBITS MOYENS JOURNALIERS

## BASSIN DE GITARAMA L 2 (KABEYA)

Année 1969-1970

 $(m^3/s)$ 

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1			.135	.203	.049	.999	.372	2.81	5.32	.718	.171	.075
2			.156	.203	.286	.774	1.06	4.20	5.91	.757	.171	.070
3			.135	.178		.717	.899	3.38	4.55	1.12	.171	.070
4			.103	.171		(.700)	.613	2.52	4.08	.817	.163	.065
5			.080	.149		.704	.755	2.41	3.96	.664	.156	.055
6			.060	.135		.614	.593	2.46	4.84	.587	.171	.051
7			.051	.128		.524	.488	2.40	3.96	.537	.187	.051
8			.060	.121		.500	.429	2.04	3.52	.500	.179	.055
9			.070	.115		.464	.464	2.00	3.17	.464	.171	.065
10			.065	.115	2.87	.405	1.34	1.77	2.90	.429	.171	.070
11			.065	.115	1.21	.490	2.65	3.42	2.68	.406	.163	.075
12			.060	.121	.802	.754	1.15	2.83	2.54	.406	.149	.091
13			.051	.115	.726	.696	.787	2.78	2.30	.383	.135	.109
14			.060	.097	5.89	2.97	.778	2.40	2.78	.350	.128	.115
15			.070	.085	2.08	.995	3.07	2.13	3.24	.328	.115	.121
16			.070	.070	.906	.675	1.81	2.13	2.34	.317	.097	.128
17			.070	.060	.764	.562	1.34	2.55	1.99	.307	.097	.128
18			.080	.060	.652	.512	1.16	2.11	1.76	.285	.103	.128
19			.097	.055	.685	.476	1.05	1.99	1.62	.275	.097	.121
20			.103	.051	2.37	.473	1.00	1.95	1.50	.256	.091	.115
21			.103	.051	1.15	.574	1.07	2.02	1.39	.229	.097	.115
22			.095	.051	1.51	.510	.990	3.42	1.28	.203	.103	.109
23		.060	.103	.051	.895	.666	.886	2.50	1.26	.187	.097	.103
24		.060	.115	.051		.672	.800	2.34	1.20	.179	.097	.103
25		.055	.121	.043		1.14	.731	5.46	1.04	.171	.097	.103
26		.051	.135	.043	1.67	.722	.793	6.89	.977	.179	.085	.115
27		.051	.142	.039	1.28	.562	1.10	5.40	1.28	.195	.080	1.77
28		.047	.157	.035	1.47	.453	1.97	5.76	1.09	.187	.080	.745
29		.043	.237	.035	1.12		4.42	5.01	.915	.171	.080	.342
30		.043	.211	.035	1.42		3.94	4.78	.808	.171	.080	.222
31		.048		.039	1.59		2.20		.758		.080	.135
Moy.			.102	.091	(1.29)	.725	1.31	3.13	2.48	.393	.125	.181

## Débits moyens journaliers

Bassin de GITARAMA L2

Année 1970-1971

 $(m^3/s)$ 

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	.109	.236	.055	.137	.403	.436	.309	.627	1.58	2.97	.391	.140
2	.103	.372	.038	.138	.537	.338	.300	.622	1.62	2.63	.379	.130
3	.137	.409	.060	.135	.288	.233	.283	.464	1.88	2.33	.367	.120
4	.091	.450	.116	.130	.208	.221	.253	.368	1.95	2.23	.355	.110
5	.080	.213	.131	.130	.175	.331	.242	.283	3.02	2.16	.343	.105
6	.070	.149	.112	.130	.159	.883	.202	.250	2.99	2.08	.331	.100
7	.167	.115	.107	.127	.150	1.95	.202	.283	3.93	2.01	.316	.095
8	.335	.103	.091	.127	.150	1.16	.202	.442	3.02	1.94	.302	.090
9	.172	.097	.213	.130	.144	.727	.194	.483	4.47	1.87	.287	.090
10	.135	.091	.458	.124	.132	.567	.186	.543	3.96	1.79	.272	.085
11	.121	.103	.385	.117	.135	.368	.181	.576	3.60	1.72	.258	.080
12	.115	.109	.202	.112	.138	.224	.170	1.39	3.62	1.65	.243	.075
13	.103	.103	.156	.107	.135	.205	.186	2.46	8.00	1.58	.228	.070
14	.103	.803	.173	.105	.138	.191	.194	3.32	6.93	1.50	.215	.070
15	.162	.430	.155	.105	.138	.178	.178	1.83	6.62	1.43	.213	.065
16	.225	.146	.129	.102	.151	.212	.170	2.64	8.80	1.36	.291	.065
17	.174	.111	.109	.102	.236	.580	.202	2.66	7.87	1.29	.250	.060
18	.116	.310	.114	.105	.341	.412	.370	2.06	7.89	1.22	.230	.060
19	.097	.204	.139	.109	.189	.198	.360	1.66	6.88	1.16	.220	.060
20	.091	.139	.195	.114	.159	.178	.331	1.52	8.25	1.09	.210	.060
21	.091	.105	.188	.114	.320	.182	.273	1.60	6.94	1.02	.205	.175
22	.091	.082	.185	.128	.352	.382	.226	1.47	7.56	.958	.200	.184
23	.091	.071	.152	.161	.965	.780	.202	1.56	7.21	.892	.195	.193
24	.078	.066	.193	.194	.972	.758	.202	1.36	6.29	.826	.190	.203
25	.075	.064	.201	.167	.435	.561	.194	1.24	5.91	.760	.185	.533
26	.070	.062	.156	.193	.252	.459	.186	1.69	5.51	.694	.180	1.00
27	.065	.058	.147	.222	.241	.370	.218	2.22	5.06	.628	.175	.610
28	.060	.058	.144	.195	.202	.326	.326	2.04	4.62	.562	.170	1.12
29	.063	.060	.141	.174	.178		.353	1.61	4.19	.495	.160	1.03
30	.093	.058	.141	.174	.186		.537	1.72	3.77	.429	.150	.670
31		.055		.311	.230		.478		3.35			.503
Moy.	.116	.175	.160	.143	.272	.479	.255	1.37	5.07	1.44	.242	.256

Débit moyen annuel = 0,835 m<sup>3</sup>/s

## Débits moyens journaliers

Bassin de GITARAMA L2

Année 1971-1972

 $(m^3/s)$ 

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	.127	.193	.064	.298	.198	.055	.993	.284	.529	1.24	.849	.064
2	.153	.162	.070	.222	.176	.100	1.09	.259	.540	1.16	.761	.056
3	.143	.137	.087	.179	.148	.150	.994	.235	.853	1.10	.692	.047
4	.111	.128	.109	.193	.132	.150	1.01	.221	.730	1.82	.647	.042
5	.099	.121	.131	.157	.118	.200	1.52	.210	.602	1.55	.594	.040
6	.095	.110	.113	.134	.104	.250	.985	.202	.583	1.27	.564	.038
7	.091	.100	.211	.116	.091	.753	.842	.209	.553	1.10	.543	.033
8	.079	.089	.194	.107	.096	1.53	.810	.271	.506	1.01	.511	.031
9	.077	.078	.122	.101	.099	.877	.795	.289	.486	.967	.486	.031
10	.083	.070	.111	.096	.100	.589	.734	.292	.529	.911	.471	.031
11	.088	.069	.108	.093	2.30	.454	.660	.343	.660	.791	.451	.031
12	.093	.072	.099	.092	1.30	.355	.591	.341	.882	.704	.413	.030
13	.099	.076	.095	.090	.950	.352	.610	.353	.872	.645	.380	.030
14	.104	.079	.095	.089	.750	.307	.601	.823	.851	.618	.360	.030
15	.109	.076	.095	.086	.450	.336	.625	.822	1.08	.603	.341	.030
16	.115	.072	.094	.083	.300	.379	.592	.583	1.07	.647	.320	.030
17	.118	.069	.090	.117	.250	1.03	.623	.451	.835	.622	.295	.030
18	.106	.065	.099	.311	.230	1.38	.988	.423	1.03	.587	.281	.030
19	.093	.063	.103	.198	.200	1.06	.802	.502	.945	.573	.270	.030
20	.080	.068	.103	.144	.180	.887	.655	.455	1.01	.566	.241	.030
21	.068	.070	.100	1.05	.140	.775	.583	.674	1.45	.558	.204	.030
22	.067	.073	.098	1.13	.120	.614	.576	.683	1.66	.550	.187	.030
23	.067	.072	.095	.561	.110	.550	.702	.571	2.25	.540	.177	.030
24	.067	.071	.097	.368	.105	1.04	.756	.481	1.89	.513	.154	.032
25	.067	.070	.099	.316	.105	2.76	.631	.430	1.66	.710	.134	.065
26	.068	.069	.102	.531	.100	1.35	.544	.409	1.62	4.81	.116	.070
27	.113	.067	.103	.363	.100	.957	.468	.393	1.59	2.54	.104	.057
28	.134	.058	.267	.282	.100	.926	.423	.384	1.69	1.49	.096	.052
29	.117	.055	.615	.288	.100	1.06	.387	.403	1.52	1.22	.090	.057
30	.139	.068	.418	.277	.080		.351	.544	1.43	.994	.083	.055
31		.070		.233	.060		.314		1.36		.075	.052
Moy.	.099	.085	.140	.268	.299	.731	.718	.418	1.07	1.08	.351	.040

Débit moyen annuel =  $0.441 m^3/s$ .

## DEBITS MOYENS JOURNALIERS

## BASSIN DE GITARAMA L 3 (MUKUNGURI)

Année 1969-1970

(m<sup>3</sup>/s)

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1				.106	.012	.344	.174	.780	1.80	(.480)	.133	.035
2				.093	.013	.285	.134	.852	2.44	(.465)	.154	.035
3				.093	.013	.267	.415	1.25	2.37	(.450)	.168	.035
4				.093	.013	.276	.395	.989	1.89	(.430)	.154	.035
5				.093	.129	.267	.275	.803	1.81	.419	.133	.030
6				.093	.297	.241	.446	.748	2.06	.386	.114	.030
7				.093	.182	.216	.326	.733	3.05	.375	.108	.030
8				.087	.110	.186	.259	.748	2.18	.365	.108	.030
9				.075	.775	.165	.232	.716	1.92	.354	.102	.030
10				.070	.870	.149	.581	.716	1.81	.344	.091	.033
11				.070	.439	.137	1.44	.700	1.71	.325	.081	.036
12				.065	(.420)	.142	1.16	1.60	1.64	.316	.076	.039
13				.054	(.390)	.189	.924	1.15	1.57	.298	.076	.050
14				.051	.343	.182	.832	1.42	1.52	.280	.071	.062
15				.047	.296	.200	.896	1.10	1.56	.270	.062	.066
16				.039	.216	.182	2.71	1.02	1.64	.252	.058	.066
17				.032	.202	.165	1.46	1.20	1.22	.242	.058	.066
18				.029	.315	.149	1.34	1.41	1.06	.234	.054	.066
19				.029	.278	.119	1.20	1.14	.923	.216	.046	.066
20				.026	.546	.105	1.12	1.12	.886	.199	.042	.066
21				.021	.365	.183	1.10	1.06	.904	.191	.042	.066
22				.017	.431	.210	1.18	1.26	.850	.183	.042	.062
23		.019		.014	.403	.137	1.08	1.64	.815	.161	.042	.058
24		.019		.012	.313	.270	.999	(1.50)	.844	.146	.042	.058
25		.019	.065	.011	.665	.191	.905	1.37	.685	.140	.042	.058
26		.019	.070	.011	.534	.191	.815	1.57	.656	.133	.042	.062
27		.019	.095	.011	(.460)	.367	.780	2.61	.701	.133	.039	.071
28		.019	.428	.011	(.400)	.258	.779	1.98	1.00	.133	(.035)	.086
29		.019	.269	.011	.362		.889	1.99	.669	.133	(.035)	.099
30		.019	.159	.011	.323		.130	1.81	.553	.133	(.035)	.106
31		.019		.011	.359		.923		(.500)			.072
Moy.			(.100)	.048	.337	.206	.873	1.23	1.39	.273	.073	.055

## Débits moyens journaliers

Bassin de GITARAMA L3

Année 1970-1971

 $(\text{m}^3/\text{s})$ 

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	.046	.311	.043	.064	.180	.098	.049	.160	1.09	1.47	.143	.060
2	.040	.168	.043	.060	.390	.104	.046	.111	.971	1.30	.134	.055
3	.039	.148	.116	.060	.225	.110	.043	.084	2.19	1.14	.126	.050
4	.037	.111	.099	.057	.148	.114	.040	.065	1.56	1.06	.117	.045
5	.036	.078	.212	.053	.122	.181	.039	.060	3.05	.986	.108	.045
6	.036	.065	.175	.053	.110	.313	.037	.060	2.14	.922	.100	.040
7	.179	.057	.110	.053	.099	.484	.036	.060	2.20	.867	.098	.040
8	.120	.053	.325	.053	.088	.220	.036	.105	2.20	.811	.096	.040
9	.065	.053	.290	.053	.088	.204	.035	.148	2.69	.756	.095	.040
10	.049	.053	.339	.053	.088	.191	.035	.518	2.16	.701	.093	.040
11	.046	.053	.207	.053	.088	.127	.038	.491	1.87	.654	.091	.035
12	.043	.053	.167	.049	.088	.110	.038	.799	2.49	.607	.089	.035
13	.046	.049	.122	.046	.088	.093	.045	1.03	4.66	.561	.087	.035
14	.265	.061	.099	.046	.099	.078	.053	1.07	2.64	.515	.086	.035
15	.208	.073	.083	.046	.182	.065	.053	1.46	2.57	.469	.084	.035
16	.164	.129	.073	.046	.179	.118	.235	1.03	3.29	.422	.123	.031
17	.111	.116	.062	.049	.141	.352	.349	.825	2.94	.378	.168	.031
18	.078	.215	.083	.057	.168	.153	.182	.689	2.82	.356	.204	.031
19	.065	.213	.093	.065	.178	.078	.121	.601	2.57	.340	.151	.031
20	.057	.117	.088	.073	.140	.065	.100	.567	4.78	.323	.138	.031
21	.053	.078	.088	.083	.206	.060	.063	.536	3.95	.306	.110	.070
22	.053	.065	.083	.088	.166	.065	.046	.522	3.99	.289	.100	.080
23	.053	.057	.073	.150	.470	.170	.040	.495	3.51	.273	.095	.066
24	.048	.053	.069	.116	.342	.099	.040	.456	3.23	.256	.095	.057
25	.046	.049	.086	.104	.259	.078	.039	.520	2.91	.239	.090	.082
26	.043	.043	.110	.098	.185	.073	.040	1.38	2.65	.223	.090	.086
27	.040	.043	.104	.289	.170	.058	.107	1.04	2.41	.206	.085	.135
28	.043	.049	.093	.236	.148	.053	.122	.828	2.20	.189	.080	.148
29	.049	.053	.083	.177	.128		.088	.768	1.97	.173	.075	.098
30	.076	.053	.073	.141	.116		.123	1.32	1.78	.156	.075	.091
31		.049		.134	.104		.118		1.64		.070	.085
Moy	.074	.089	.123	.087	.167	.140	.079	.593	2.62	.565	.106	.058

Débit moyen annuel =  $0.394 \text{ m}^3/\text{s}$

## Débits moyens journaliers

Bassin de GITARAMA L3

Année 1971-1972

 $(\text{m}^3/\text{s})$ 

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	.140		.160	.130	.119	.047	.372	.134	.355	.485	.533	.071
2	.143		.158	.118	.117	.046	.384	.113	.358	.449	.513	.064
3	.128		.152	.326	.095	.055	.342	.100	.811	.452	.490	.060
4	.114		.103	.197	.081	.074	.689	.107	.456	.713	.462	.056
5	.116		.074	.138	.067	.083	.568	.103	.373	.549	.400	.053
6	.125		.069	.096	.054	.080	.397	.132	.380	.482	.367	.051
7	.138		.116	.076	.051	.257	.355	.132	.362	.438	.353	.047
8	.156		.084	.069	.053	.484	.349	.143	.344	.433	.340	.044
9	.152		.056	.064	.054	.183	.350	.154	.327	.394	.320	.043
10	.146		.080	.062	.055	.118	.309	.135	.438	.331	.295	.041
11	.141		.102	.059	.071	.100	.267	.494	.513	.275	.258	.040
12	.136		.099	.057	.089	.082	.239	.203	.405	.262	.232	.039
13	.131		.067	.054	.064	.075	.330	.290	.336	.256	.227	.038
14	.125		.521	.051	.054	.083	.247	.445	.440	.250	.217	.037
15	.120		.219	.048	.051	.085	.232	.309	.511	.640	.199	.037
16	.115		.146	.045	.047	.193	.525	.212	.374	.538	.186	.036
17	.107		.094	.042	.044	.203	.303	.196	.325	.361	.165	.035
18	.091		.085	.086	.041	.587	.418	.481	.354	.328	.144	.034
19	.074		.115	.063	.083	.454	.387	.486	.346	.859	.138	.033
20	.056		.108	.056	.088	.400	.264	.430	.648	.505	.133	.033
21	.042		.084	.188	.069	.313	.358	.362	1.37	.433	.126	.032
22	.041		.071	.193	.063	.207	.378	.345	.921	.388	.119	.031
23	.041		.088	.087	.057	.170	.461	.383	.831	.343	.112	.031
24	.042		.084	.066	.052	.316	.301	.388	.720	.325	.108	.045
25	.042		.065	.075	.046	1.08	.257	.327	.719	.490	.104	.092
26	.043		.065	.080	.041	.650	.414	.283	.729	1.72	.101	.076
27	.043		.068	.074	.040	.834	.239	.268	.727	.788	.097	.055
28	.044		.287	.068	.040	.612	.173	.274	.668	.658	.084	.053
29	.044		.438	.146	.039	.496	.156	.380	.611	.603	.078	.052
30	.044		.219	.122	.039		.143	.588	.569	.574	.075	.050
31				.105	.039		.202		.529		.074	.050
Moy.	.096	(0.075)	.136	.098	.061	.289	.336	.280	.544	.511	.227	.047

Débit moyen annuel =  $0.222 \text{ m}^3/\text{s}$ .

- ANNEXE III -

ISOHYETES ET HYDROGRAMMES DES PRINCIPALES CRUES

III.1. Bassins de BYUMBA

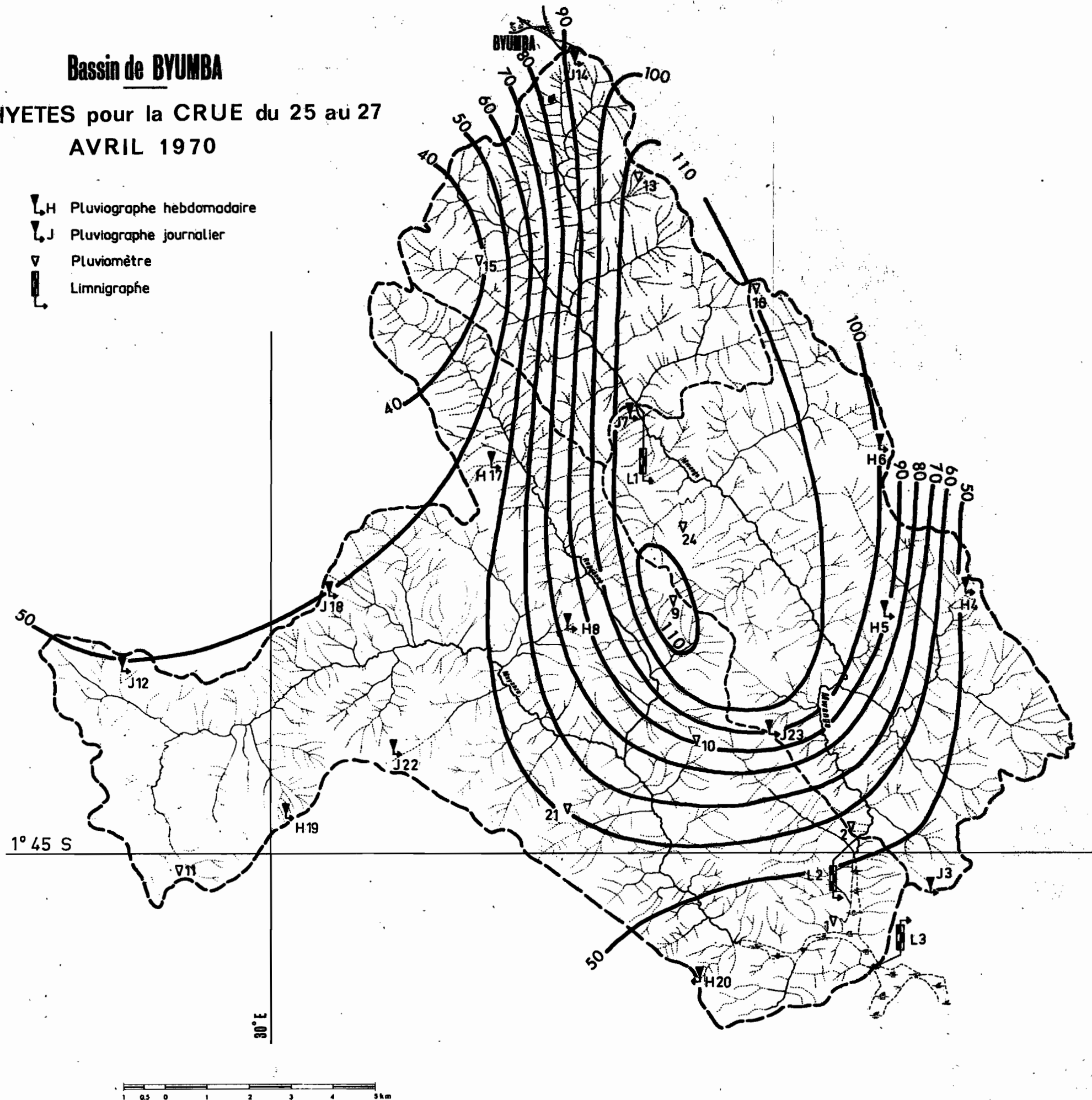
III.2. Bassins de GITARAMA

---

Bassin de BYUMBA

ISOHYETES pour la CRUE du 25 au 27  
AVRIL 1970

- ⌋H Pluviographe hebdomadaire
- ⌋J Pluviographe journalier
- ▽ Pluviomètre
- ⌋ Limnigraphe



# Bassin de BYUMBA

Fig: 23

## CRUES DU 24 au 27 AVRIL 1970

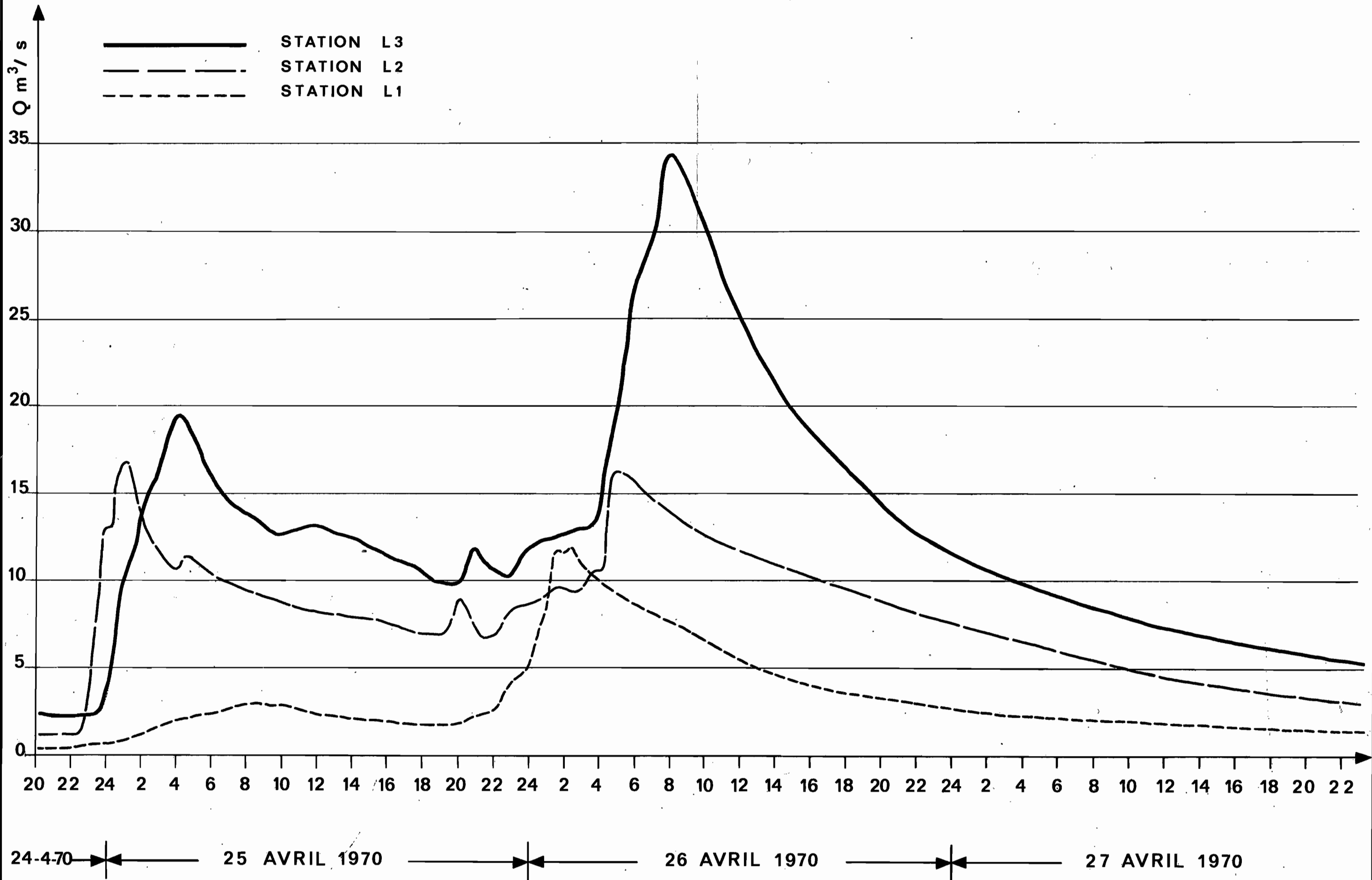
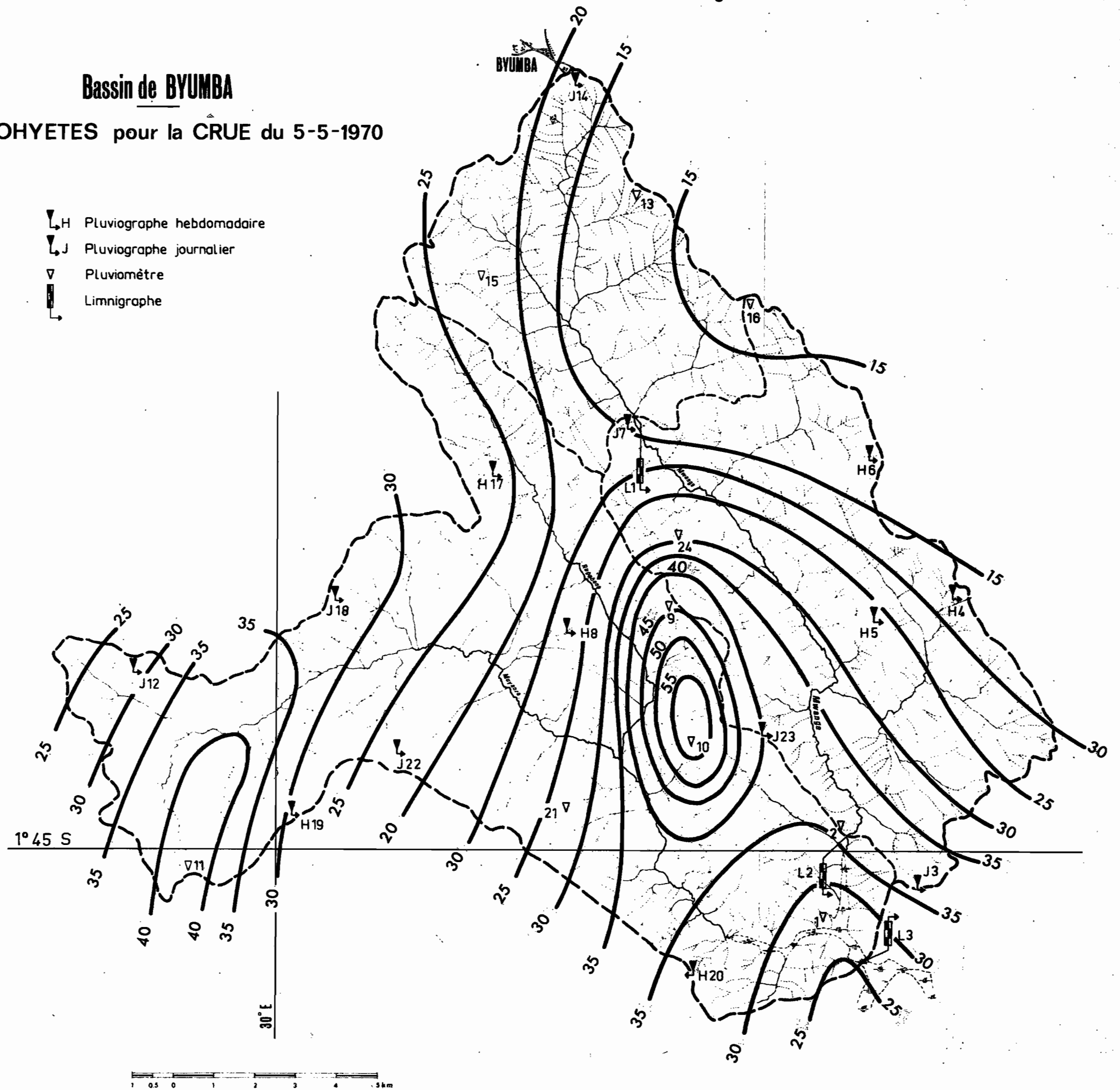


Fig. 24

## Bassin de BYUMBA

ISOHYETES pour la CRUE du 5-5-1970

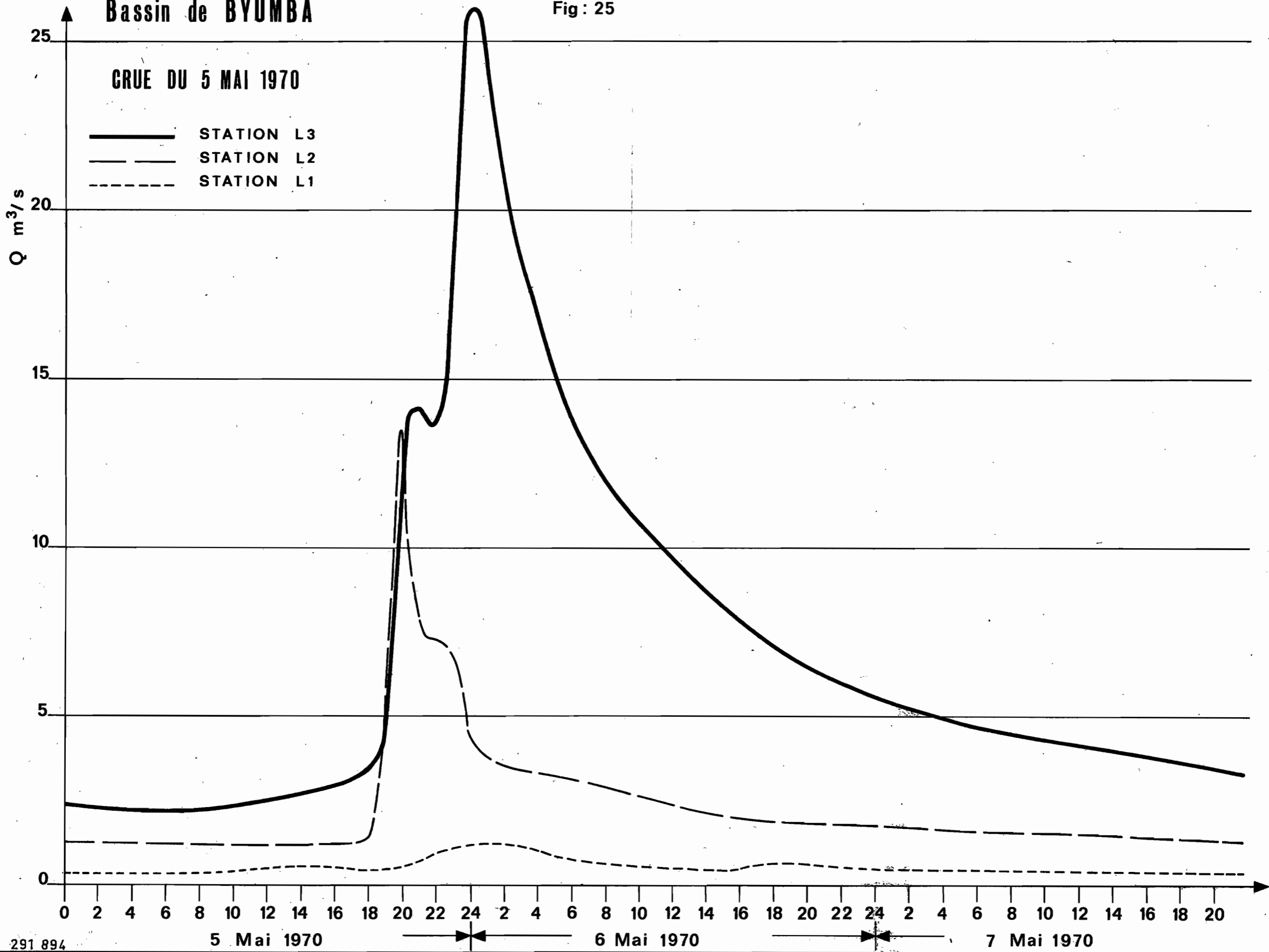


# Bassin de BYUMBA

Fig : 25

## CRUE DU 5 MAI 1970

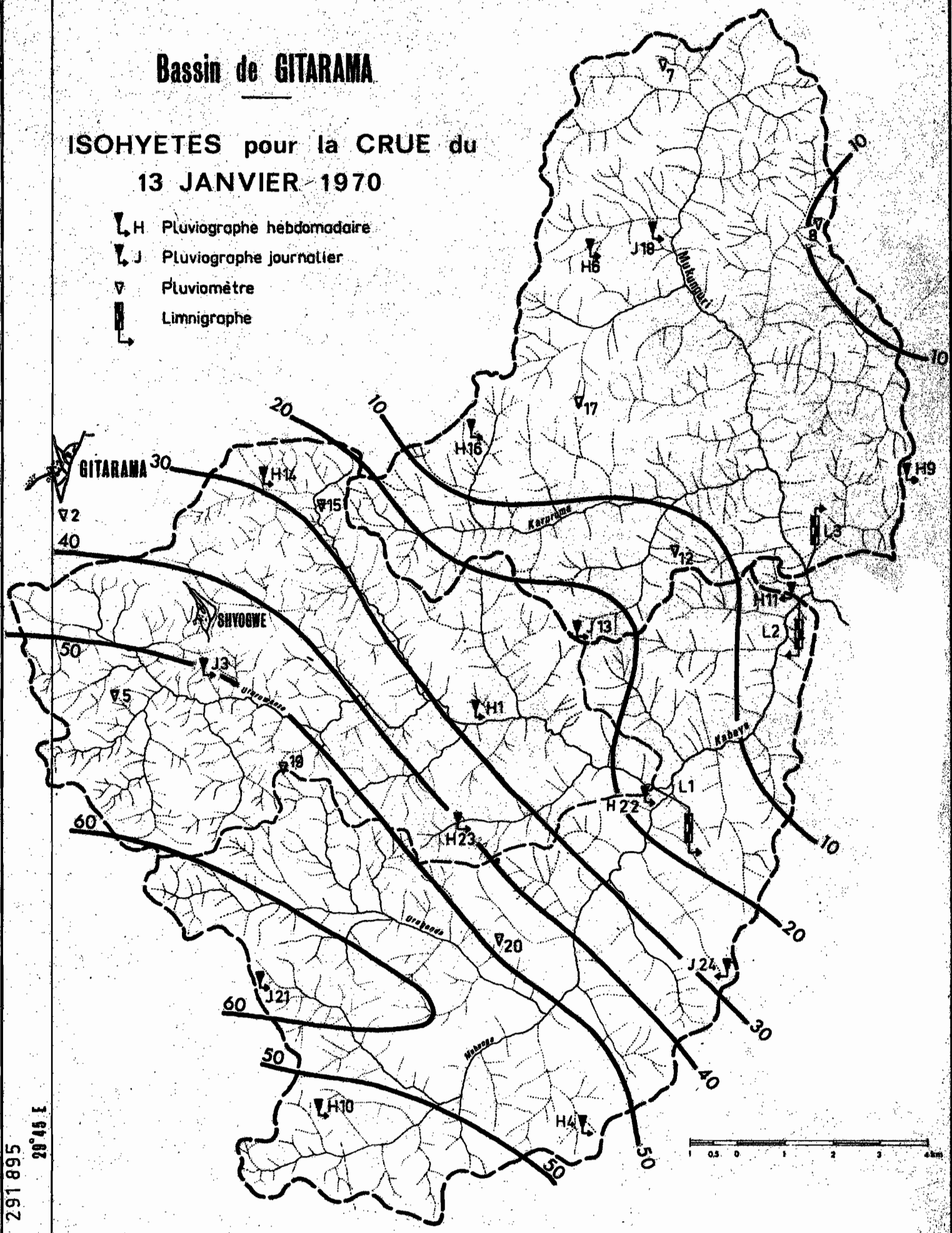
- STATION L3
- - - STATION L2
- - - STATION L1



# Bassin de GITARAMA

## ISOHYETES pour la CRUE du 13 JANVIER 1970

- ▼ H Pluviographe hebdomadaire
- ▼ J Pluviographe journalier
- ▼ Pluviomètre
- ▮ Limnigraphe



ETR 291895

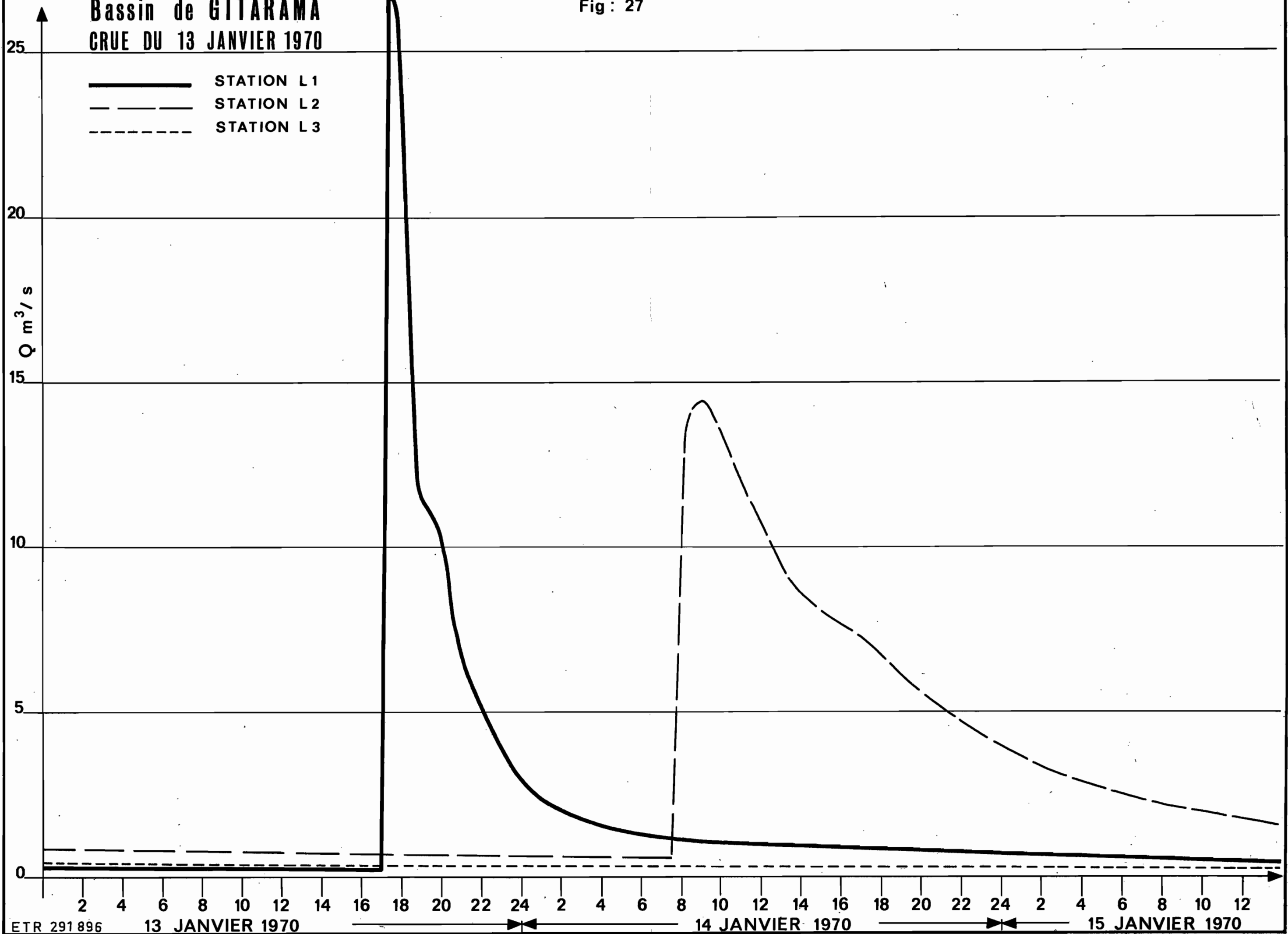
29° 45' E

2° 15' S

# Bassin de GITARAMA

## CRUE DU 13 JANVIER 1970

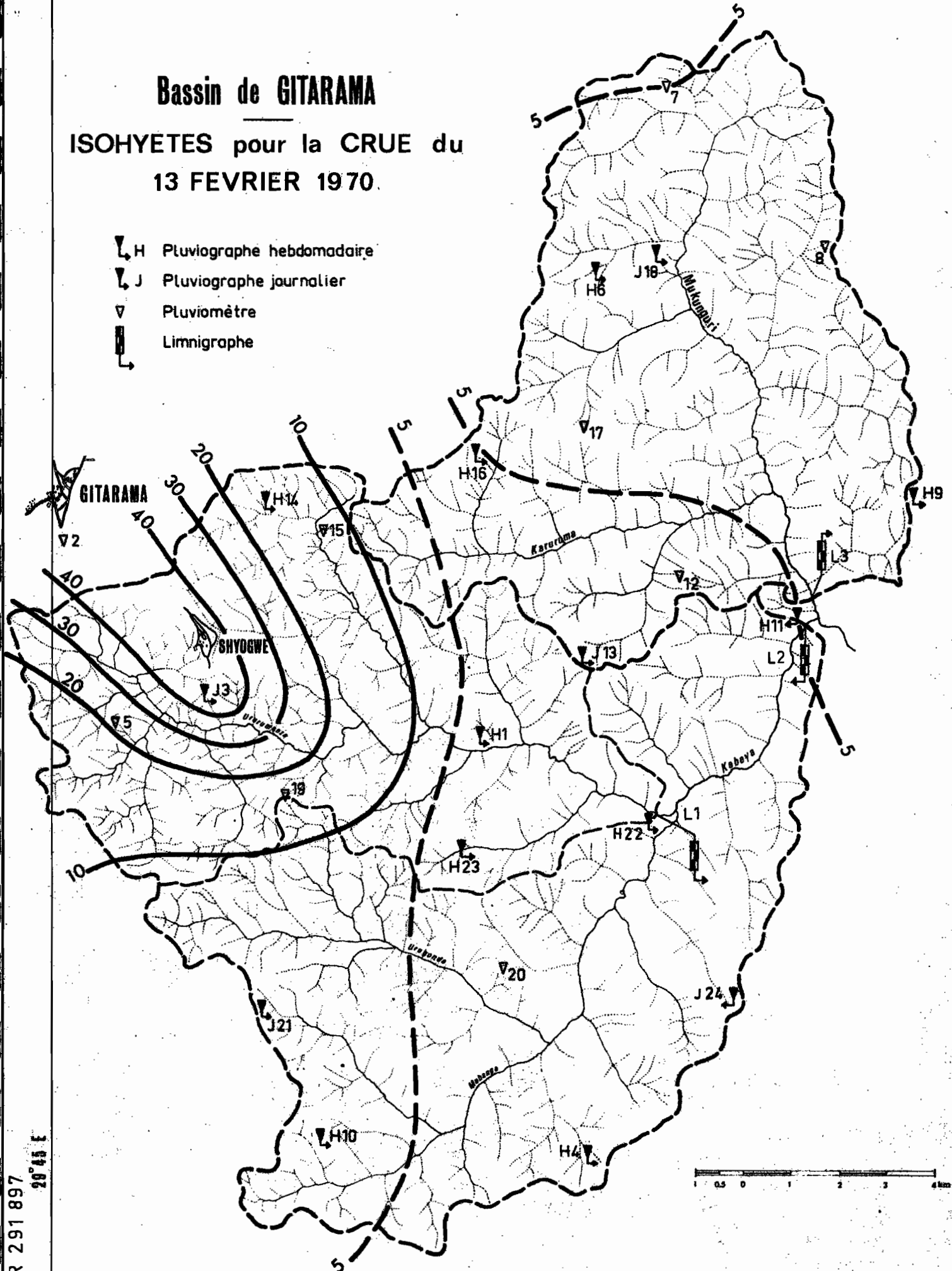
Fig : 27



# Bassin de GITARAMA

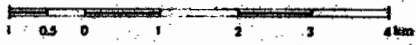
## ISOHYETES pour la CRUE du 13 FEVRIER 1970.

- ▽ H Pluviographe hebdomadaire
- ▽ J Pluviographe journalier
- ▽ Pluviomètre
- ▮ Limnigraphe



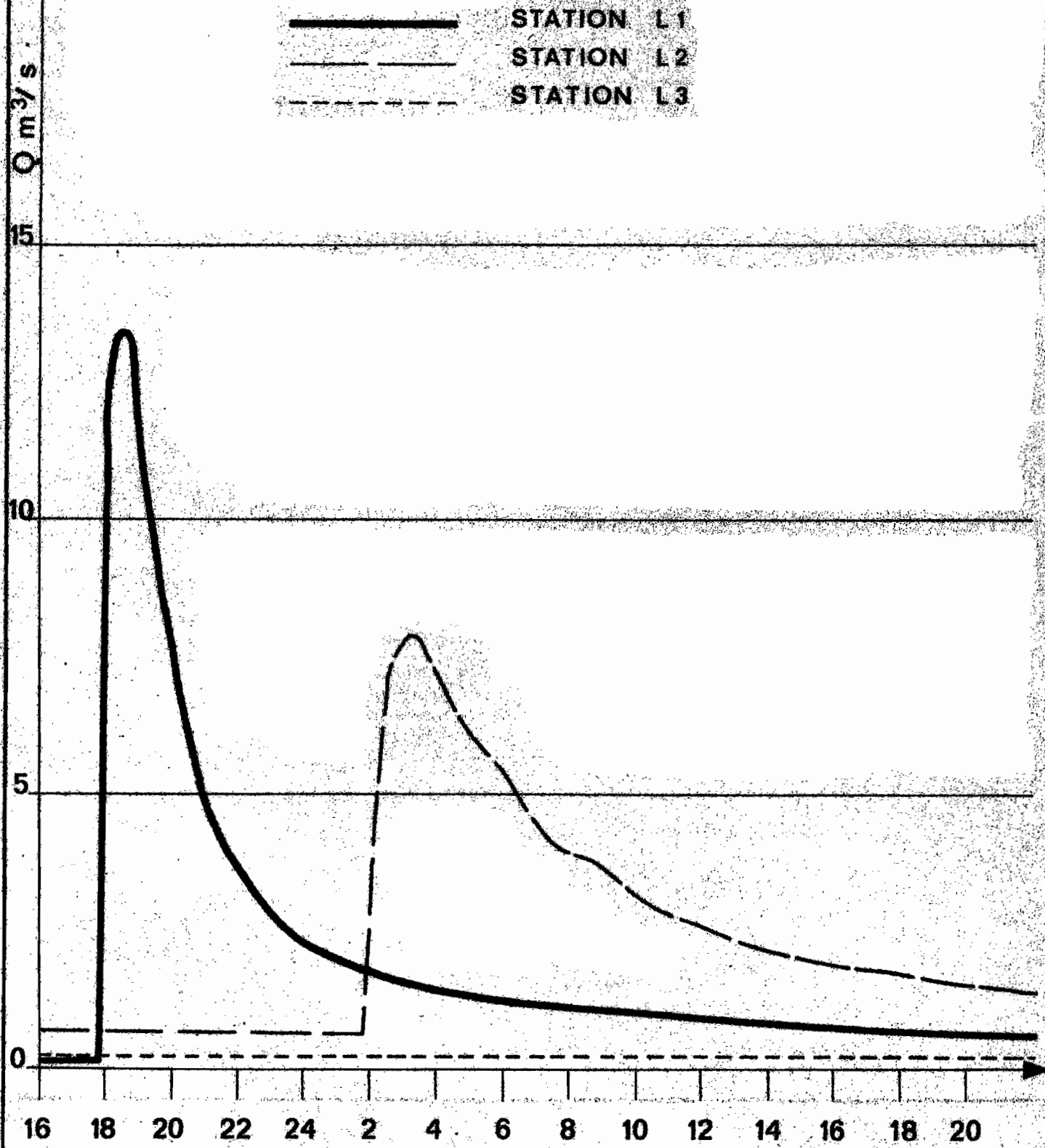
ETR 291 897  
29° 45' E

2° 15' S



# Bassin de GITARAMA

## CRUE DU 13 FEVRIER 1970

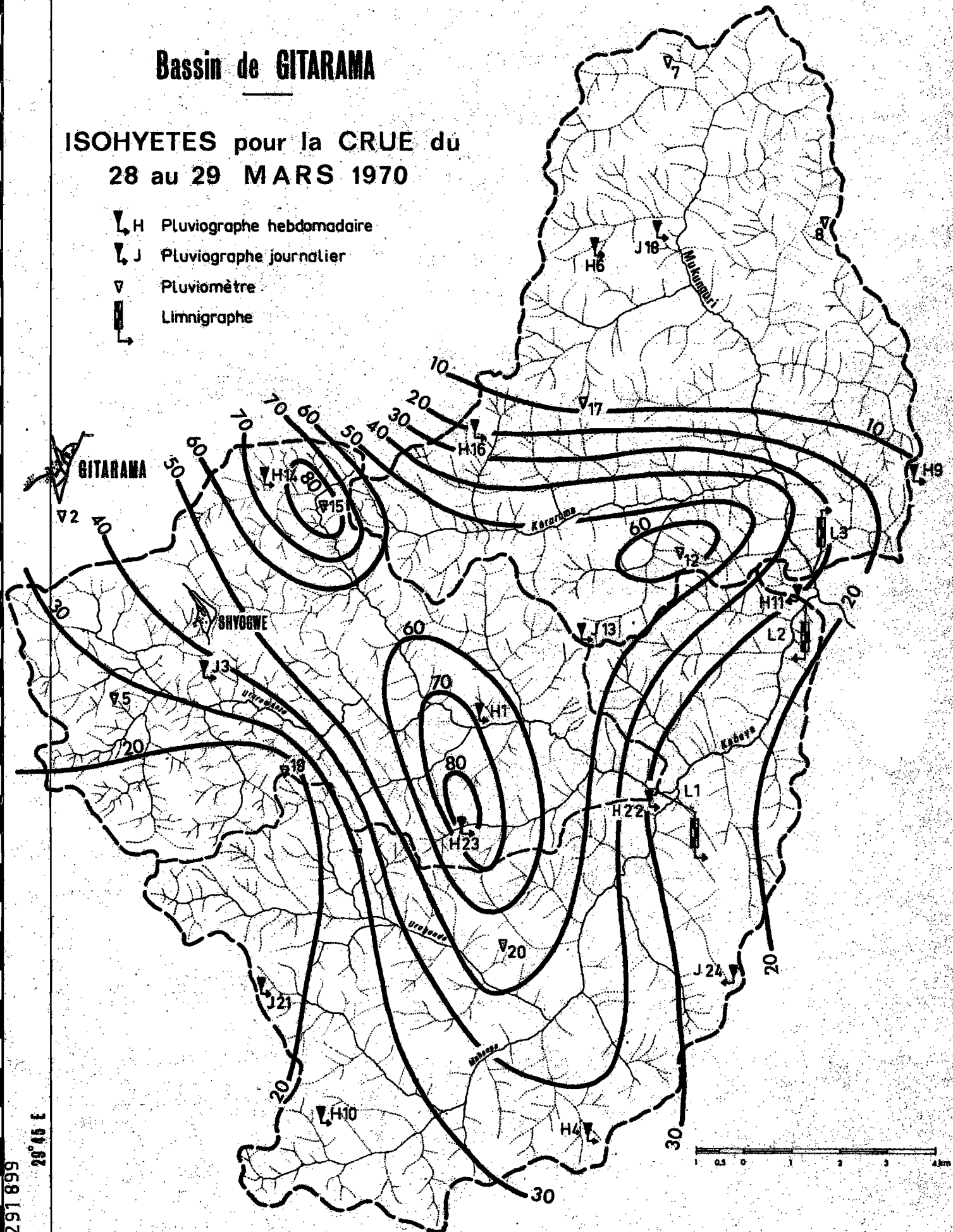


12 FEVRIER 1970      13 FEVRIER 1970

# Bassin de GITARAMA

## ISOHYETES pour la CRUE du 28 au 29 MARS 1970

- ▽ H Pluviographe hebdomadaire
- ▽ J Pluviographe journalier
- ▽ Pluviomètre
- ▮ Limnigraphe



ETR 291 899  
29° 45' E

2° 15' S

# Bassin de GITARAMA

Fig : 31

CRUES DU 28 au 29 MARS 1970

— STATION L1  
- - - STATION L2  
- - - STATION L3

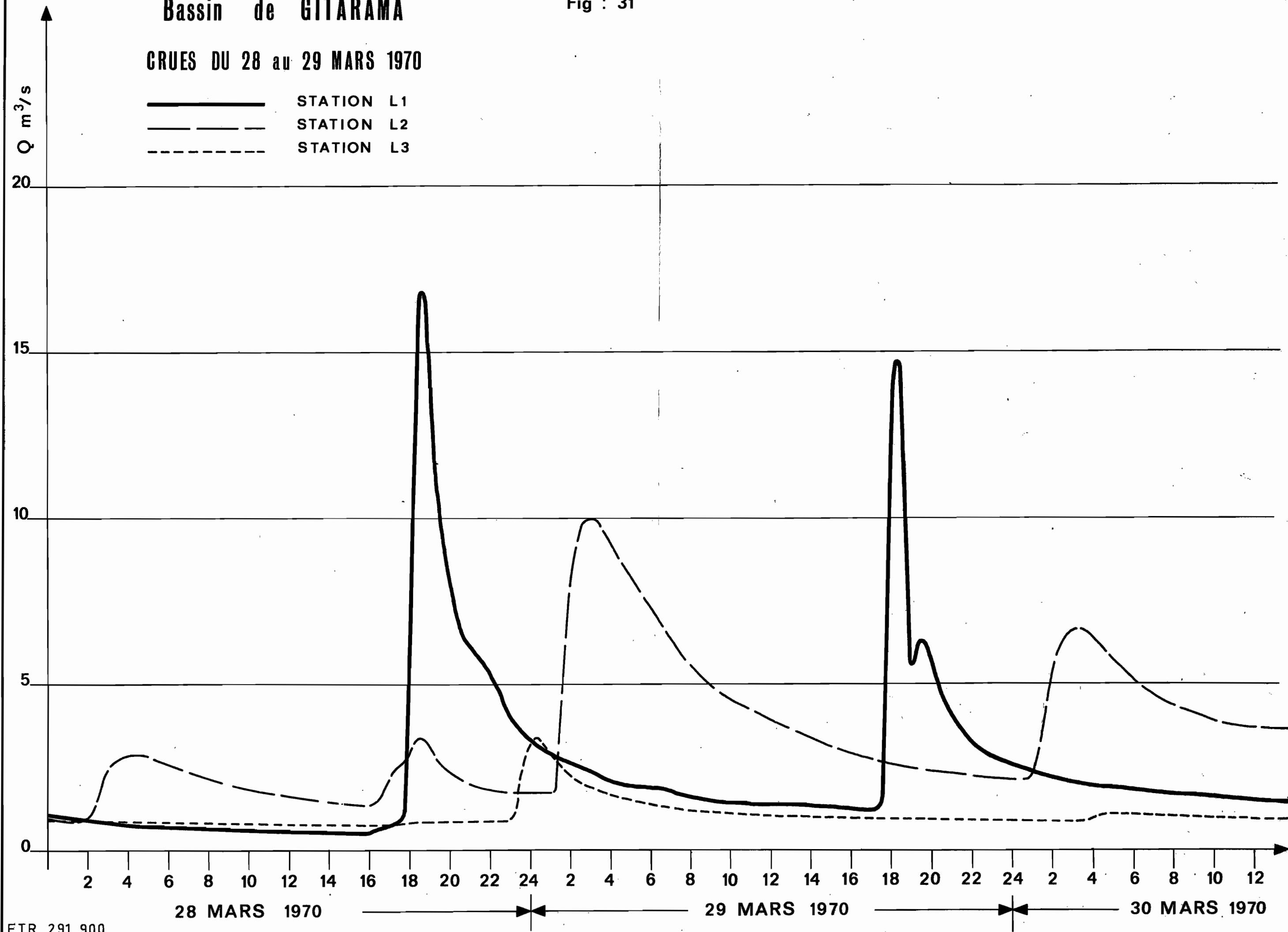
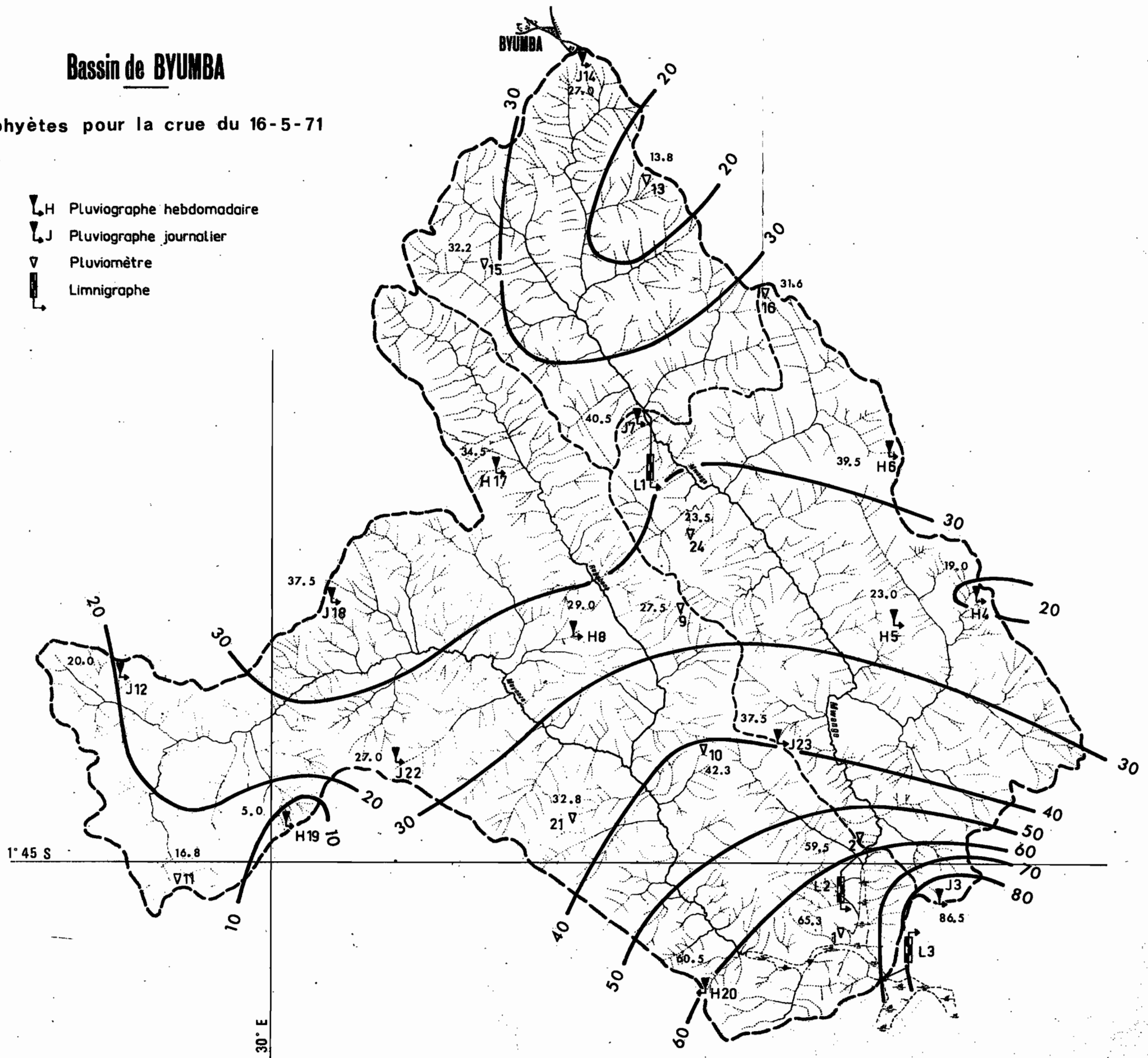


Fig. 32

# Bassin de BYUMBA

Isohyètes pour la crue du 16-5-71

- ▼H Pluviographe hebdomadaire
- ▼J Pluviographe journalier
- ▽ Pluviomètre
- ▬ Limnigraphe



# Bassin de BYUMBA

Isohyètes pour la crue du 17-5-71

- H Pluviographe hebdomadaire
- J Pluviographe journalier
- V Pluviomètre
- L Limnigraphe

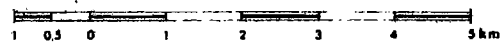
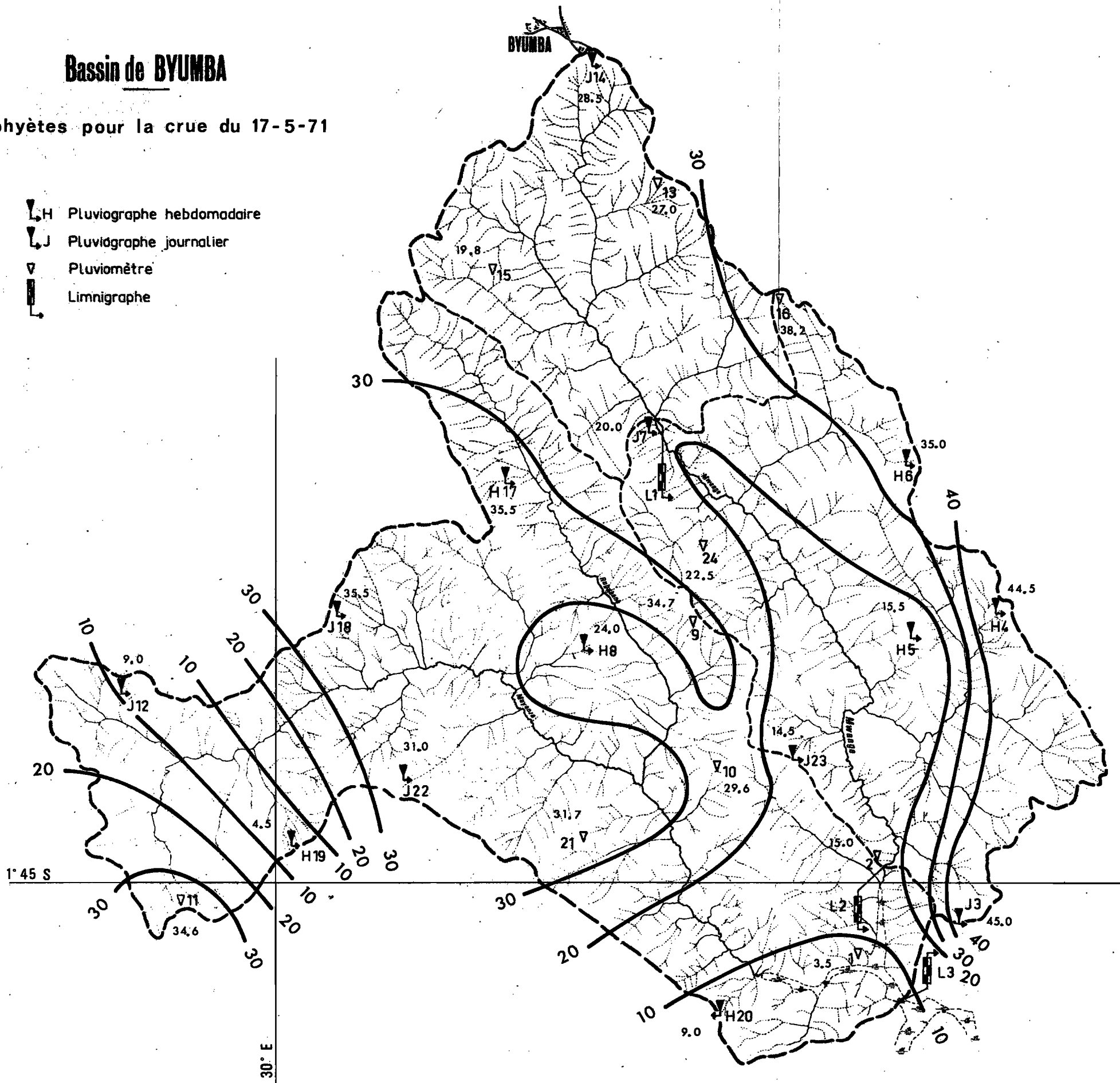
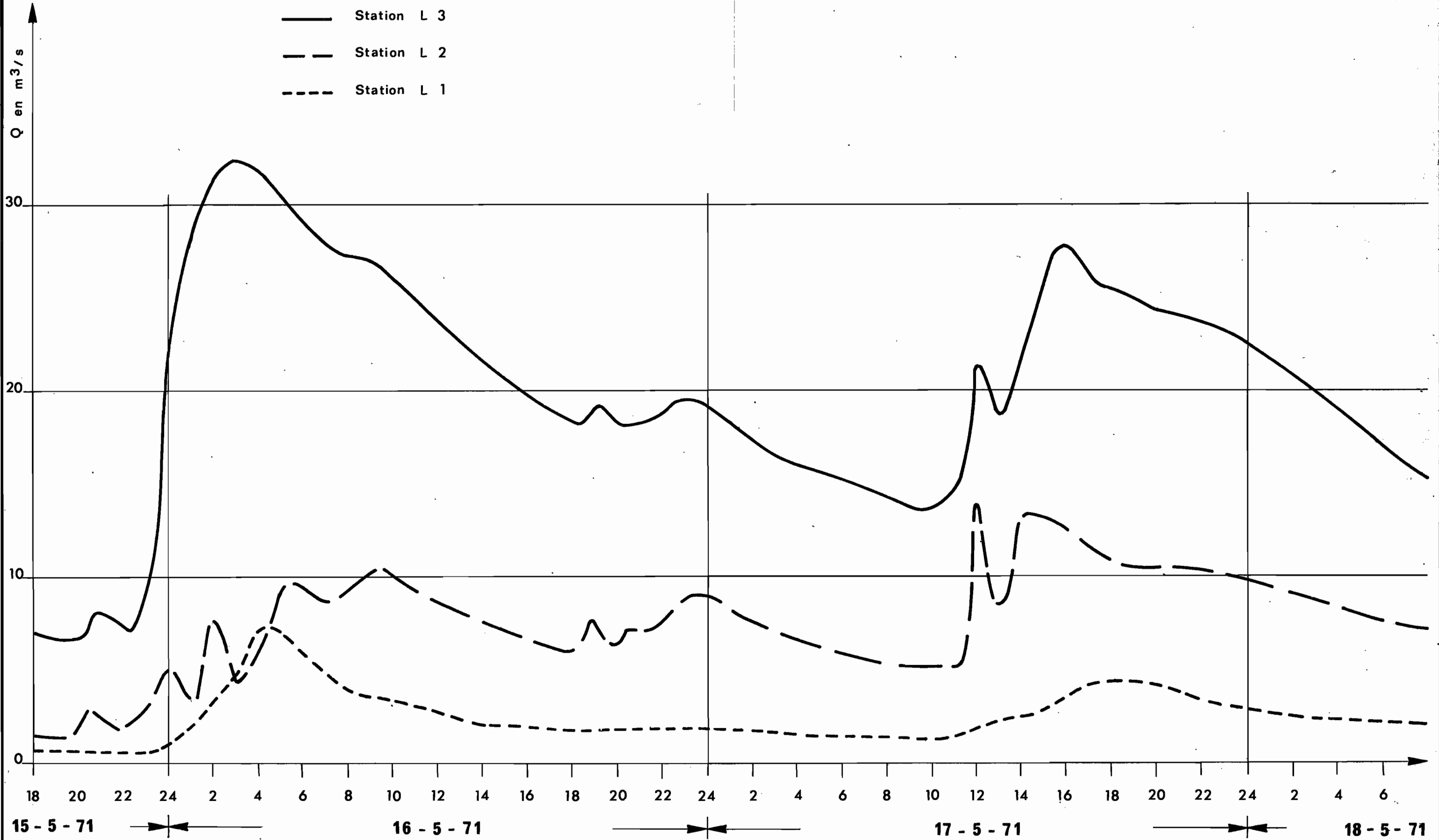


Fig. 34

# BASSIN DE BYUMBA

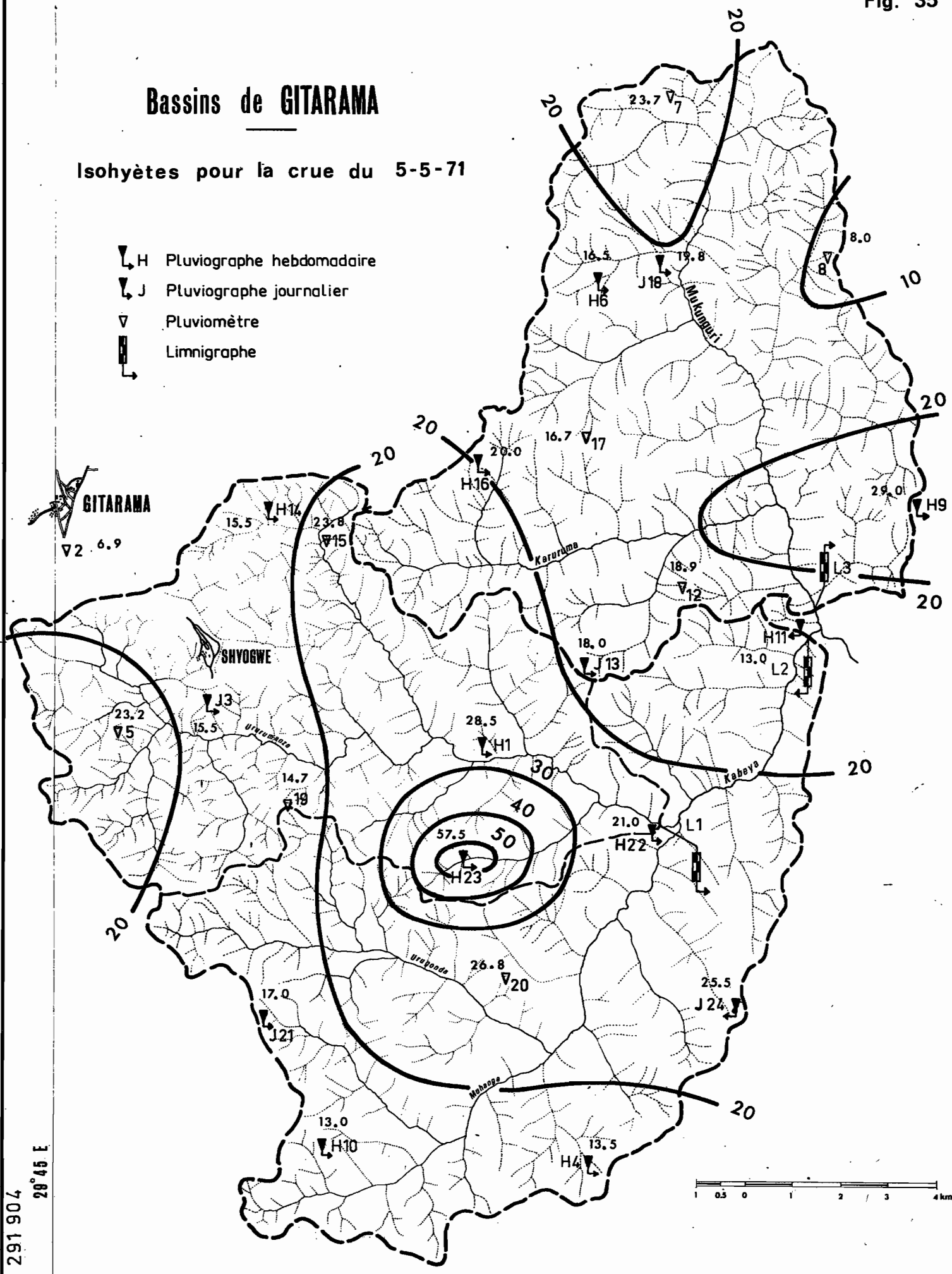
Crues du 15 au 17 Mai 1971



# Bassins de GITARAMA

Isohyètes pour la crue du 5-5-71

- ∇ H Pluviographe hebdomadaire
- ∇ J Pluviographe journalier
- ∇ Pluviomètre
- ▮ Limnigraphe

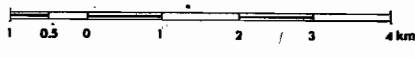


**GITARAMA**  
 ∇ 2.6.9

**SHYOGWE**

ETR 291 904  
 28°45 E

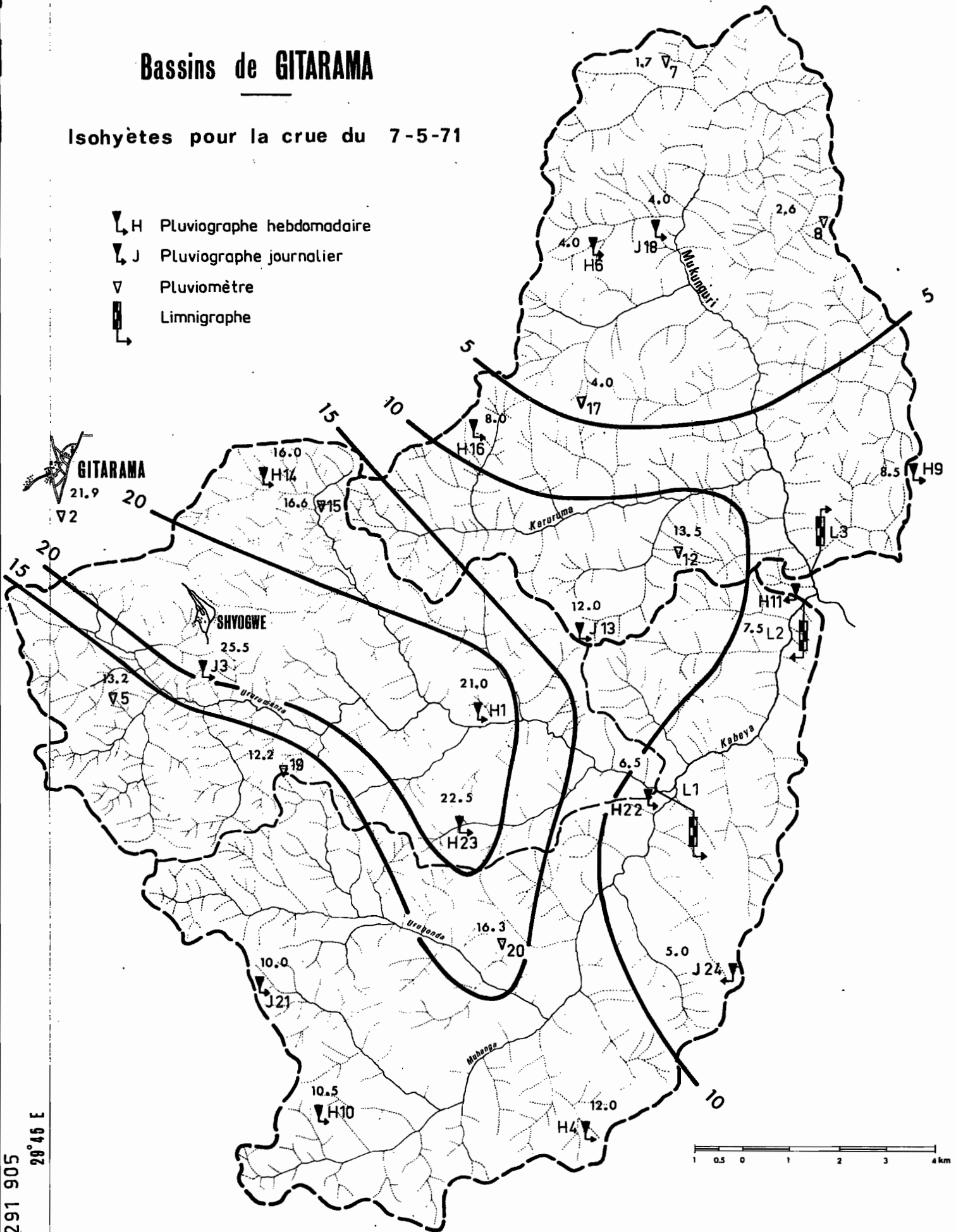
2° 15 S



# Bassins de GITARAMA

## Isohyètes pour la crue du 7-5-71

- ↙ H Pluviographe hebdomadaire
- ↙ J Pluviographe journalier
- ▽ Pluviomètre
- ⊥ Limnigraphe



ETR 291 905

28°46 E

# Bassins de GITARAMA

## Isohyètes pour la crue du 8-5-71

- ▽ H Pluviographe hebdomadaire
- ▽ J Pluviographe journalier
- ▽ Pluviomètre
- ▮ Limnigraphe

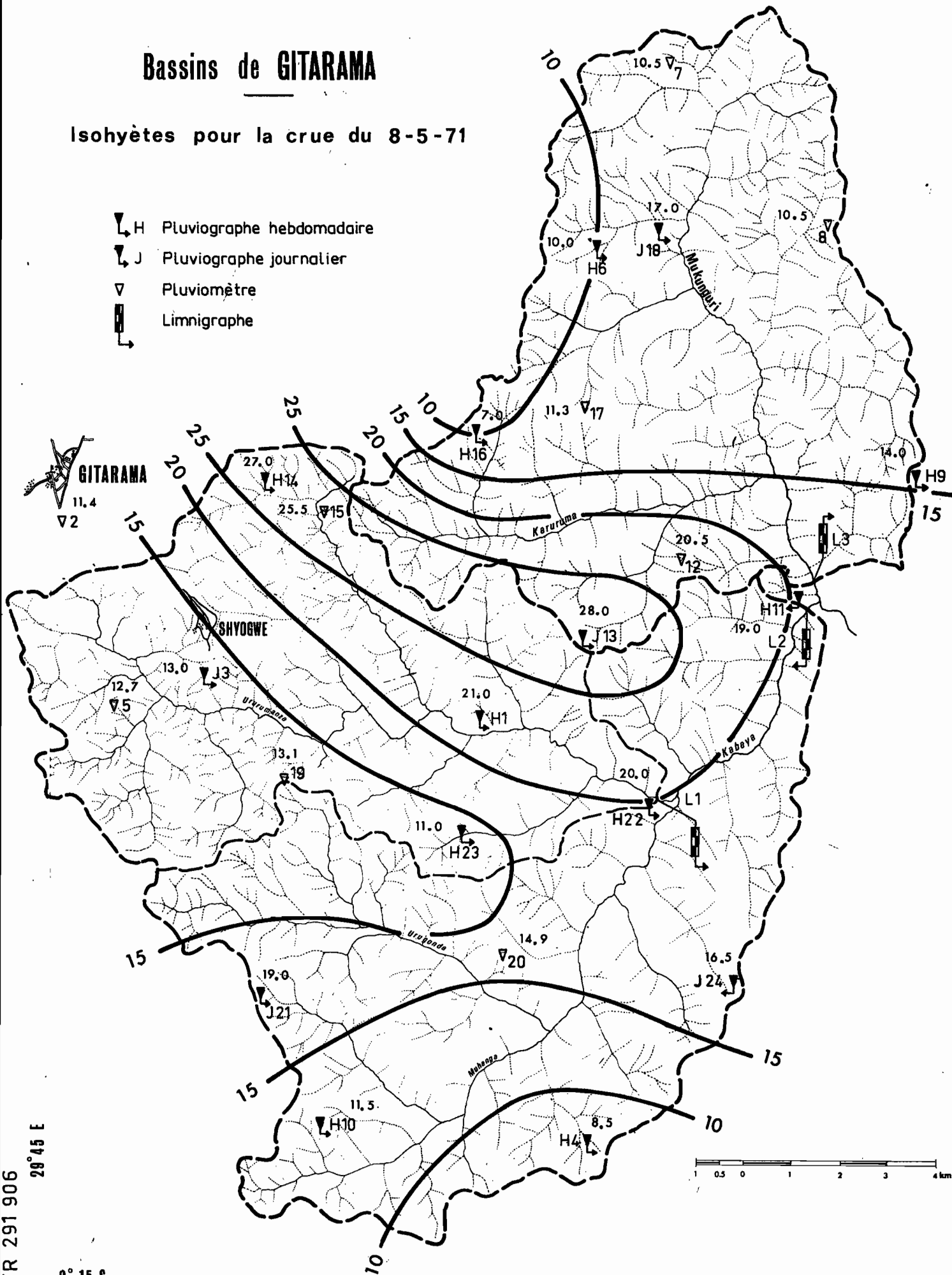


Fig. 38

# BASSIN DE GITARAMA

Crues du 5 au 9 Mai 1971 (1)

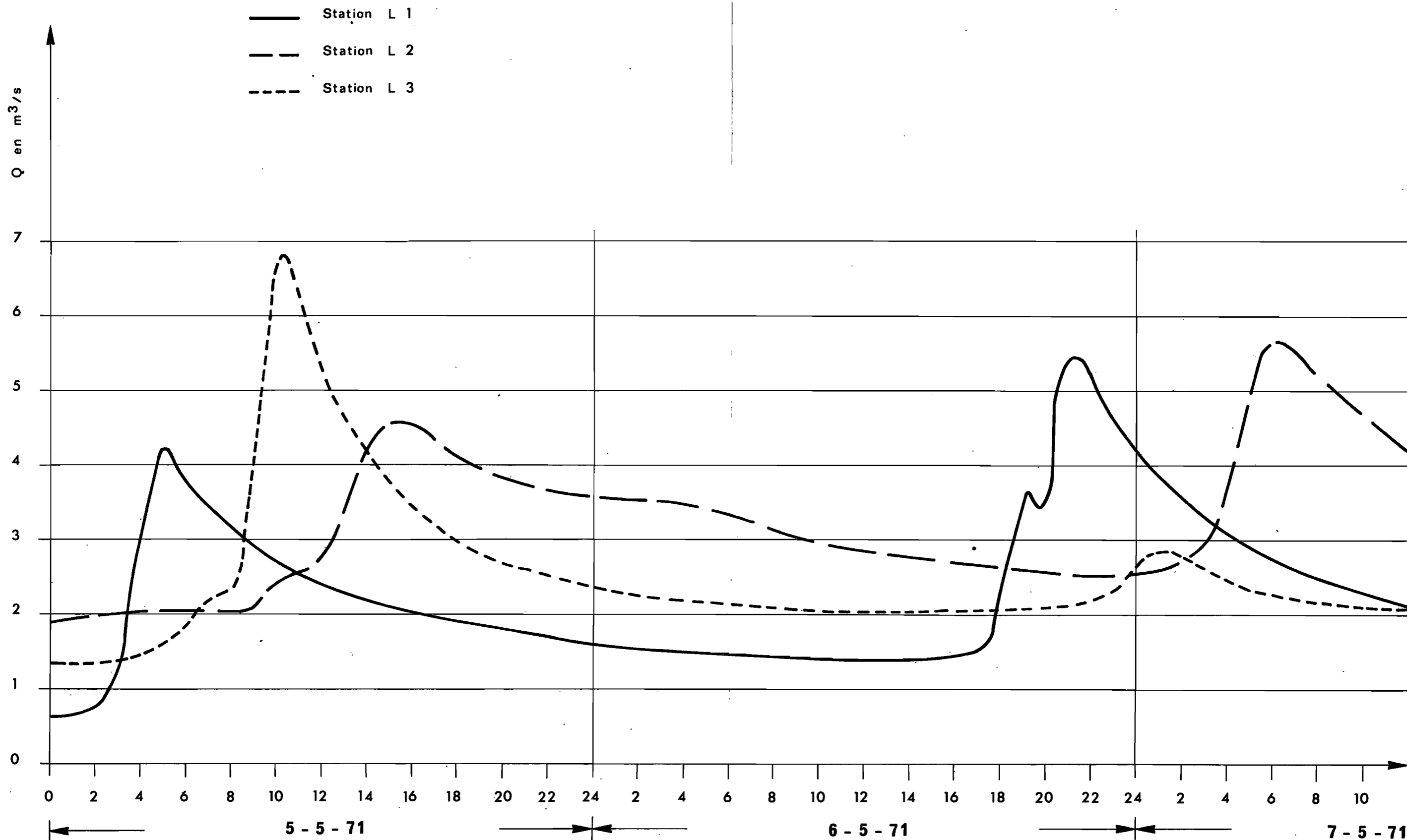
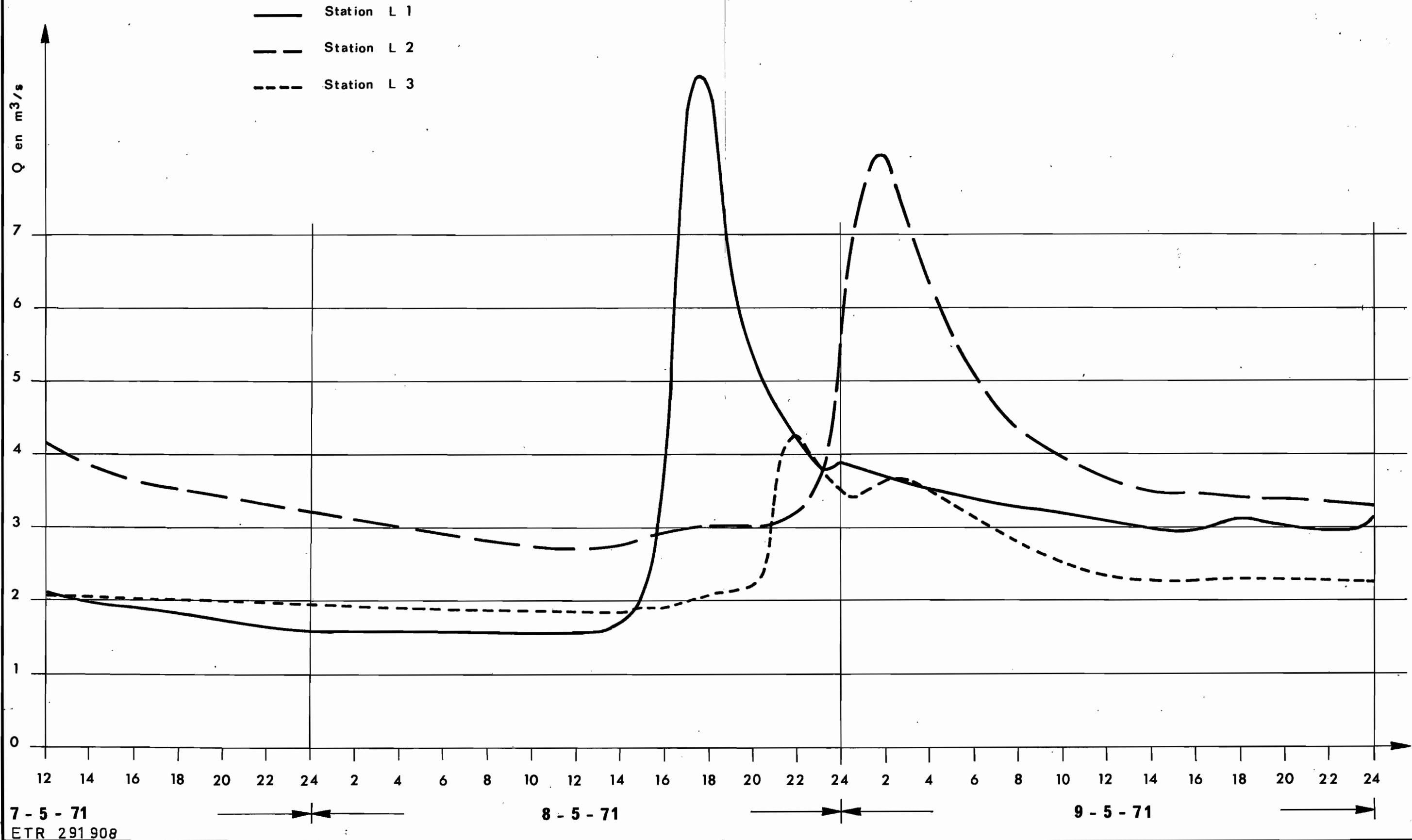


Fig. 39

# BASSIN DE GITARAMA

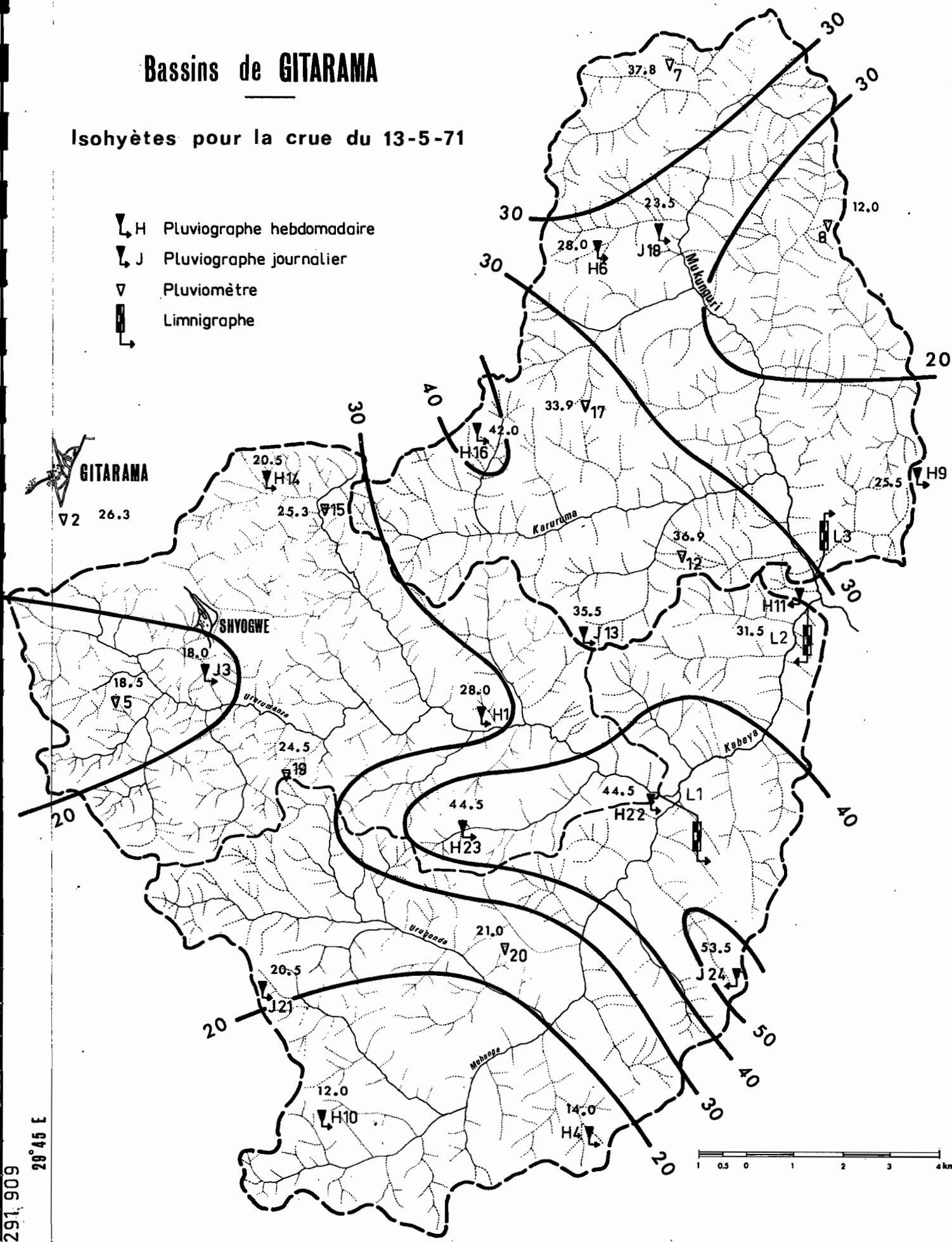
Crues du 5 au 9 Mai 1971 (2)



# Bassins de GITARAMA

## Isohyètes pour la crue du 13-5-71

- ▽ H Pluviographe hebdomadaire
- ▽ J Pluviographe journalier
- ▽ Pluviomètre
- ▮ Limnigraphe



ETR 291.909

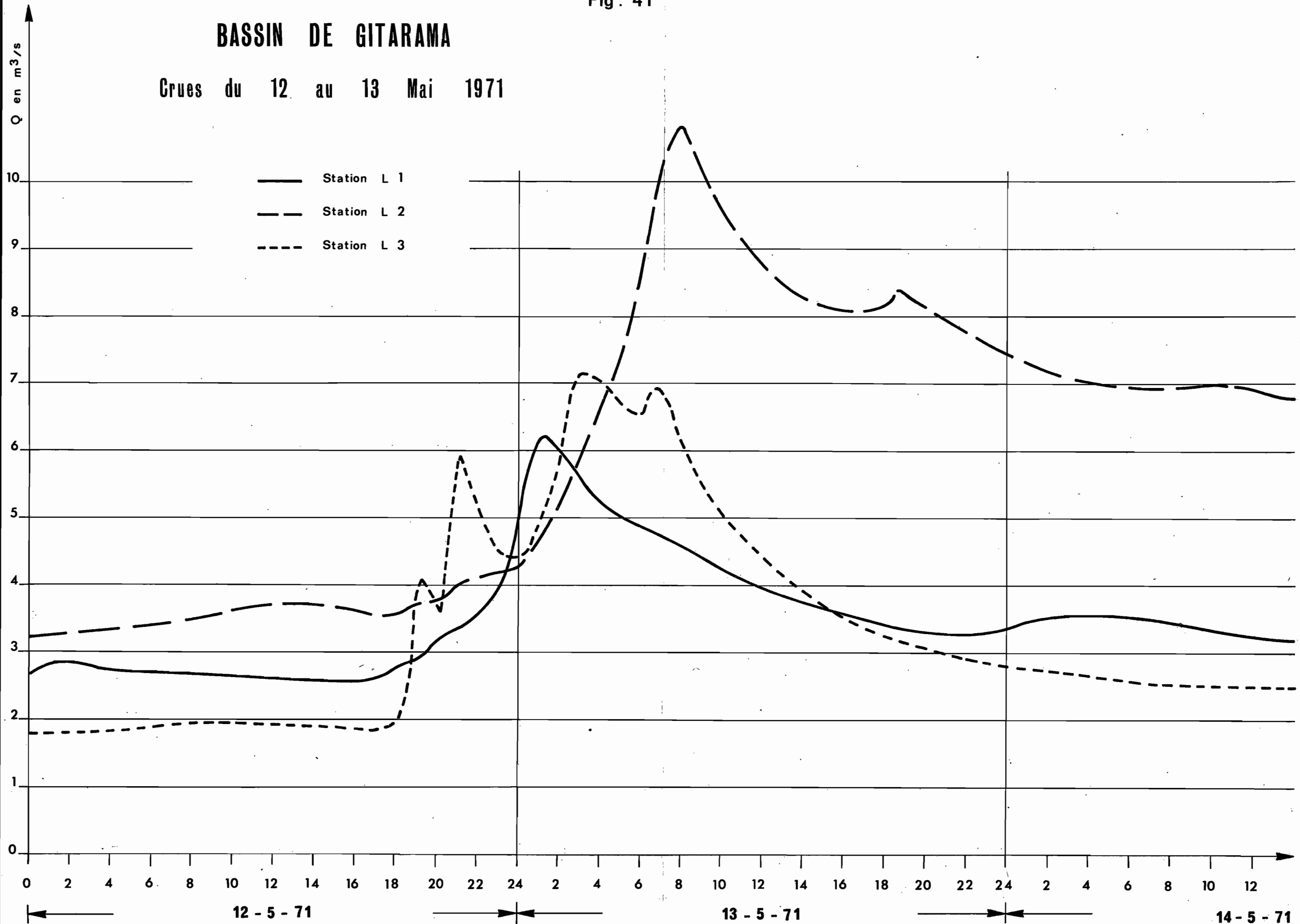
28°45 E

2° 15 S

Fig. 41

# BASSIN DE GITARAMA

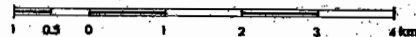
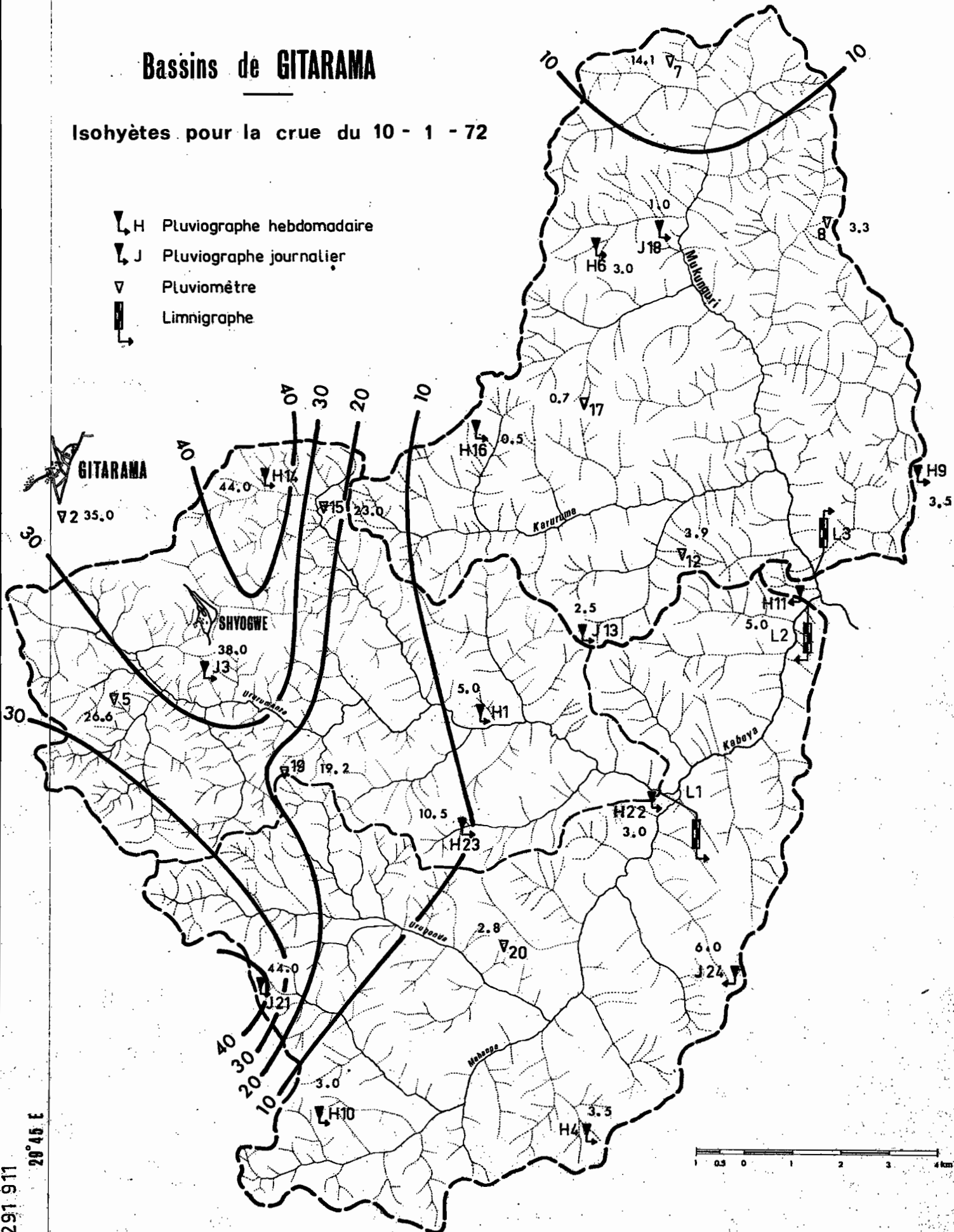
Crues du 12 au 13 Mai 1971



# Bassins de GITARAMA

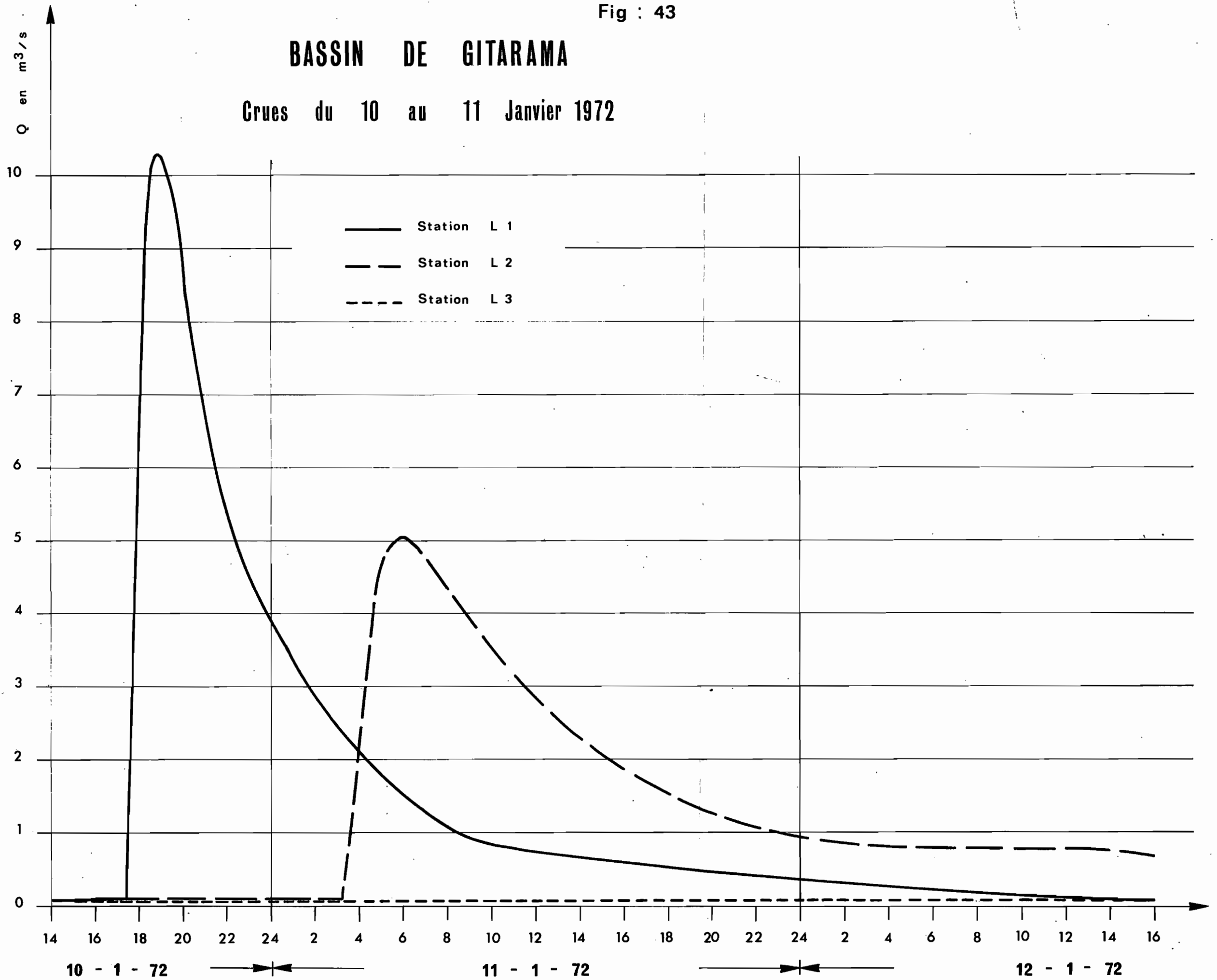
Isohyètes pour la crue du 10 - 1 - 72

- ▼ H Pluviographe hebdomadaire
- ▼ J Pluviographe journalier
- ▽ Pluviomètre
- ┆ Limnigraphe



# BASSIN DE GITARAMA

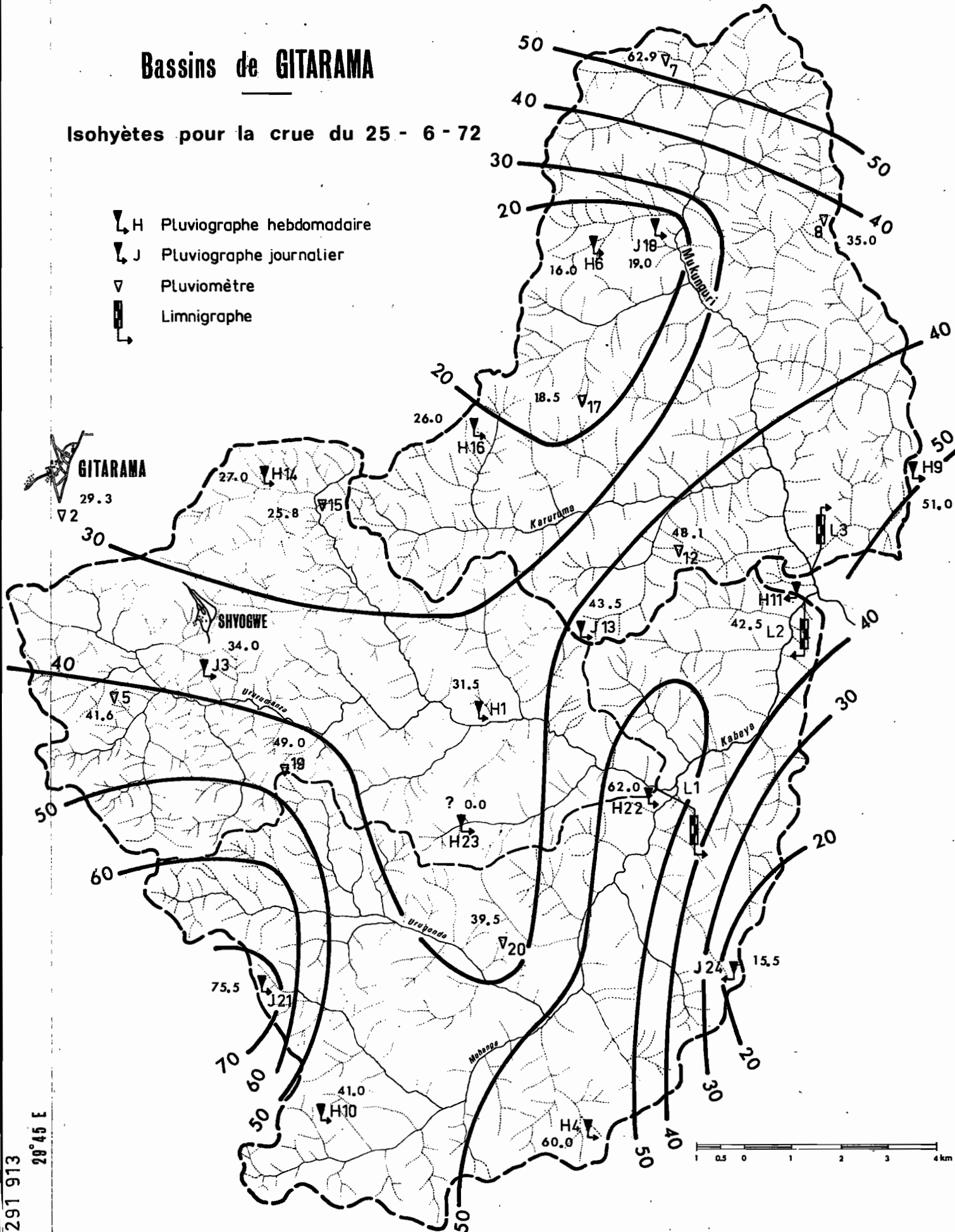
Crues du 10 au 11 Janvier 1972



# Bassins de GITARAMA

Isohyètes pour la crue du 25 - 6 - 72

- ▼ H Pluviographe hebdomadaire
- ▼ J Pluviographe journalier
- ▽ Pluviomètre
- ▮ Limnigraphe



ETR 291 913

28° 45' E

2° 15' S



Fig : 45

# BASSIN DE GITARAMA

Crues du 25 au 26 Juin 1972

