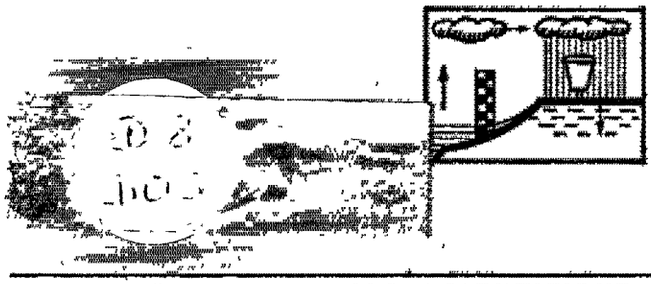
Etude financée par le
Fonds d'Aide et de Coopération
de la République Française

REPUBLIQUE DU RWANDA

Etude hydrologique des bassins représentatifs de BYUMBA et de GITARAMA

RAPPORT PROVISOIRE

Campagne 1971 - 1972



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

BUREAU CENTRAL HYDROLOGIQUE - PARIS

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
OUTRE-MER

Service Hydrologique

S.C.E.T. International

Etude hydrologique des Bassins Représentatifs de BYUMBA et de GITARAMA

Campagne de mesures 1971-1972

par

J. SIRCOULON
Ingénieur Hydrologue de l'ORSTOM

PARIS - Octobre 1973.

BIBLIOTHEQUE
S.C.D.-2
O.R.S.T.O.M.

- 6 MARS 1974

D 8
DOS

10925

Dans le cadre de l'aménagement des grands marais du RWANDA, une convention (n° 165/M/69/T du 29 juin 1969) a été passée entre le Secrétariat d'Etat aux Affaires Etrangères et l'ORSTOM chargeant cet organisme de fournir des renseignements hydrologiques (en particulier sur les coefficients de ruissellement et la forme des hydrogrammes) permettant de procéder à l'étude du drainage des marais en vue de leur mise en valeur agricole.

Pour la réalisation de cette étude, deux groupes de bassins dont les superficies respectives sont voisines de 250 km2, ont été installés et exploités l'un dans la région de BYUMBA (sur schistes et quartzites), l'autre dans la région de GITARAMA (sur granites).

Les résultats des deux premières campagnes de mesures, soit du 1er septembre 1969 au 31 août 1970, puis du 1er septembre 1970 au 31 août 1971, ont fait l'objet de rapports provisoires par MM. H. DOSSEUR et J. SIRCOULON.

Le présent rapport rend compte des observations assurées au cours d'une troisième campagne de mesures sur les bassins. Cette campagne supplémentaire était rendue nécessaire par la grande hétérogénéité spatiotemporelle des averses et du ruissellement.

Le personnel de la S.C.E.T. a poursuivi les mesures sur les bassins; M. GERVAIS était toujours chargé des bassins de BYUMBA et M. MUZET a assuré les mesures sur les bassins de GITARAMA sous la reponsabilité de M. PROST, Chef de la mission S.C.E.T. International du RWANDA.

Un rapport de synthèse, séparé, expose les caractéristiques hydrologiques de ces bassins, déduites de l'information ainsi recueillie au cours de trois années de mesure.

S O M M A I R E

		Page :
CHAPITRE I	- RAPPEL DES FACTEURS CONDITIONNELS.	1
1.1.	Aperçu géographique	1
1.2.	Aperçu climatologique	3

BASSINS de BYUMBA

CHAPITRE II	- EQUIPEMENT HYDROPLUVIOMETRIQUE.	7
CHAPITRE III	- OBSERVATIONS DE LA CAMPAGNE DE MESURES 1971-1972.	15
3.1.	Observations pluviométriques	15
3.2.	Observations hydrométriques	25
CHAPITRE IV	- ANALYSE DES RESULTATS.	35

BASSINS de GITARAMA

CHAPITRE V	- EQUIPEMENT HYDROPLUVIOMETRIQUE.	41
CHAPITRE VI	- OBSERVATIONS DE LA CAMPAGNE DE MESURES 1971-1972.	49
6.1.	Observations pluviométriques	49
6.2.	Observations hydrométriques	57
CHAPITRE VII	- ANALYSE DES RESULTATS.	65

ANNEXES.

I. Pluviométrie journalière moyenne
II. Débits moyens journaliers
III. Isohyètes et hydrogrammes des principales crues.

-=-=-

- 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.

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.

Bassins	Superficie (km²)	Périmètre (km)	Indice de compacité	Rectangle équivalent		Indice de pente de ROCHE
				Long.	Larg.	
L 1	43	31	1.32	11.8	3.7	0.213
L 2	119	57	1.46	23.2	5.3	0.175
L 3	258	89	1.55	37.7	6.8	0.144

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.

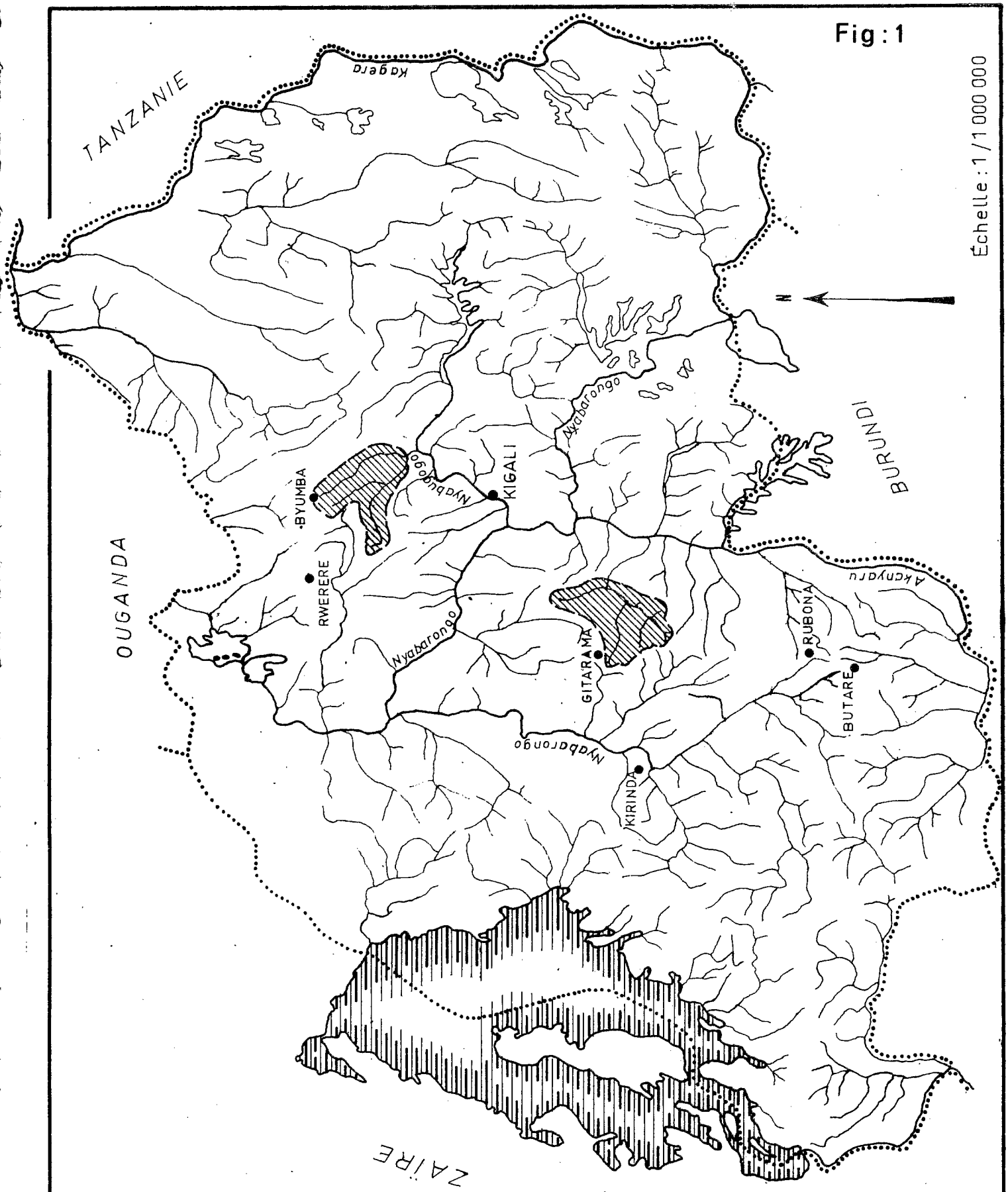
Les bassins de BYUMBA sont caractérisés par une alternance de roches arénacées et conglomératiques (à dominance de quartzites) et de roches pélitiques (à dominance de schistes). Les sols sont relativement imperméables mais les cultures très nombreuses et présentes même sur les versants à fortes pentes 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.

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

O.R.S.T.O.M. Service Hydrologique	date	des.	ETR 291 842
	X-MCMLXXI	J-P H.	

1.1.2.2. Caractéristiques physiques.

Bassins	Superficie (km^2)	Périmètre (km)	Indice de compacité	Rectangle équivalent Long.	Rectangle équivalent Larg.	Indice de pente de ROCHE
L 1	74	43	1.40	17.2	4.3	0.161
L 2	165	63	1.37	24.8	6.7	0.137
L 3	91	45	1.32	17.2	5.3	0.148

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.

Nous ne donnons qu'un rappel succinct sur la pluviométrie, le lecteur pouvant se rapporter, pour de plus amples détails concernant les données climatologiques, au premier rapport (chapitre 2, pages 11 à 22).

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.

1.2.1. 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 hydrologique (1.9 au 31.8)	1610	1400	1165	960	810

1.2.2. 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
111	114	139	185	157	25	6	26	66	110	128	94

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.

Remarque.

Dans les trois rapports sur les bassins de BYUMBA et de GITARAMA, les études pluviométriques sont présentées en année hydrologique débutant au 1er septembre. La première saison des pluies est alors celle d'octobre-novembre et la seconde saison des pluies (la plus importante) celle d'avril et mai.

1.2.3. Précipitations journalières.

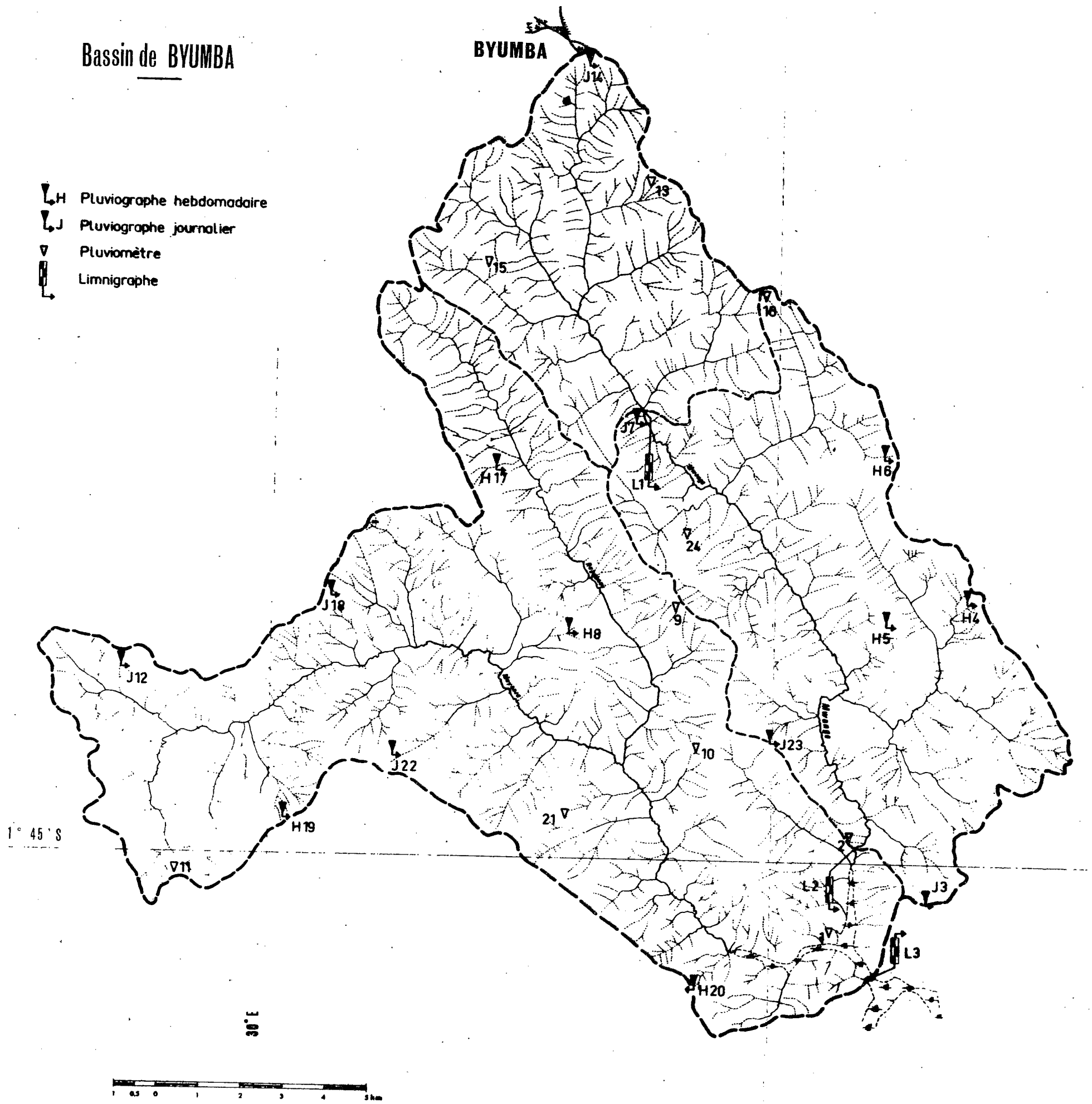
L'utilisation de la loi de GOODRICH qui est celle qui s'ajuste le mieux à l'échantillon des pluies journalières de RUBONA donne les valeurs suivantes pour diverses récurrences :

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

Il semble que l'on puisse retenir, comme ordre de grandeur pour les deux ensembles de bassins étudiés, les valeurs de 60 mm et de 80 mm pour les précipitations journalières ponctuelles de récurrence bi annuelle et décennale.

Fig: 2

Bassin de BYUMBA



ETR 291 843

- CHAPITRE II -

EQUIPEMENT HYDROPLUVIOMETRIQUE

(Bassins de BYUMBA)

2.1. Organisation générale.

L'équipement des bassins n'a pas subi de modifications notables par rapport à celui des deux premières campagnes.

Rappelons qu'il est constitué de :

- 4 limnigraphes à pression
- 10 pluviomètres type Association
- 7 pluviographes journaliers
- 7 pluviographes hebdomadaires.

2.2. Equipement du bassin amont - station L 1.

2.2.1. Equipement.

L'équipement pluviométrique comprend 3 pluviomètres Association et 2 enregistreurs journaliers à augets basculeurs.

L'équipement hydrométrique se compose d'une échelle limnimétrique à 3 éléments métriques dont le zéro n'est pas rattaché au nivellement général et un limnigraphe telemnip NEYRPIC.

Les enregistrements de la troisième campagne sont particulièrement mauvais, l'appareil étant fréquemment arrêté (du 9.9 au 24.9, du 1.12 au 15.12, du 2.3 au 12.5 et du 27.7 au 1.9) ou présentant une dérive de temps importante (du 24.9 au 29.9, du 21.1 au 1.2, du 18.2 au 2.3). Les relevés biquotidiens de l'observateur permettent d'évaluer assez correctement l'écoulement survenu au cours de ces lacunes, mais il n'est pas possible de reconstituer sérieusement les hydrogrammes de certaines crues, comme nous le verrons plus loin.

2.2.2. Etalonnage.

Les 27 jaugeages effectués lors de la troisième campagne n'apportent guère d'amélioration à la connaissance de l'étalonnage de cette station. Ils ne concernent, en effet, que les basses eaux (hauteur maximale jaugée 0,59 m); les rares crues de l'année (hauteur maximale relevée 1,41 m le 2 mai 1972) étant difficiles à saisir par leur brièveté et l'accès délicat à la station en saison des pluies. Toutefois, la présence du pont submersible semble apporter une certaine stabilité au tarage et on a donc traduit les hautes eaux de l'année avec le tarage établi pour la campagne 1970-1971. Les nouvelles mesures permettent simplement de modifier légèrement le précédent tarage de basses eaux entre les cotes 0,20 et 0,60 m.

TABLEAU I

Jaugeages BYUMBA - STATION L 1

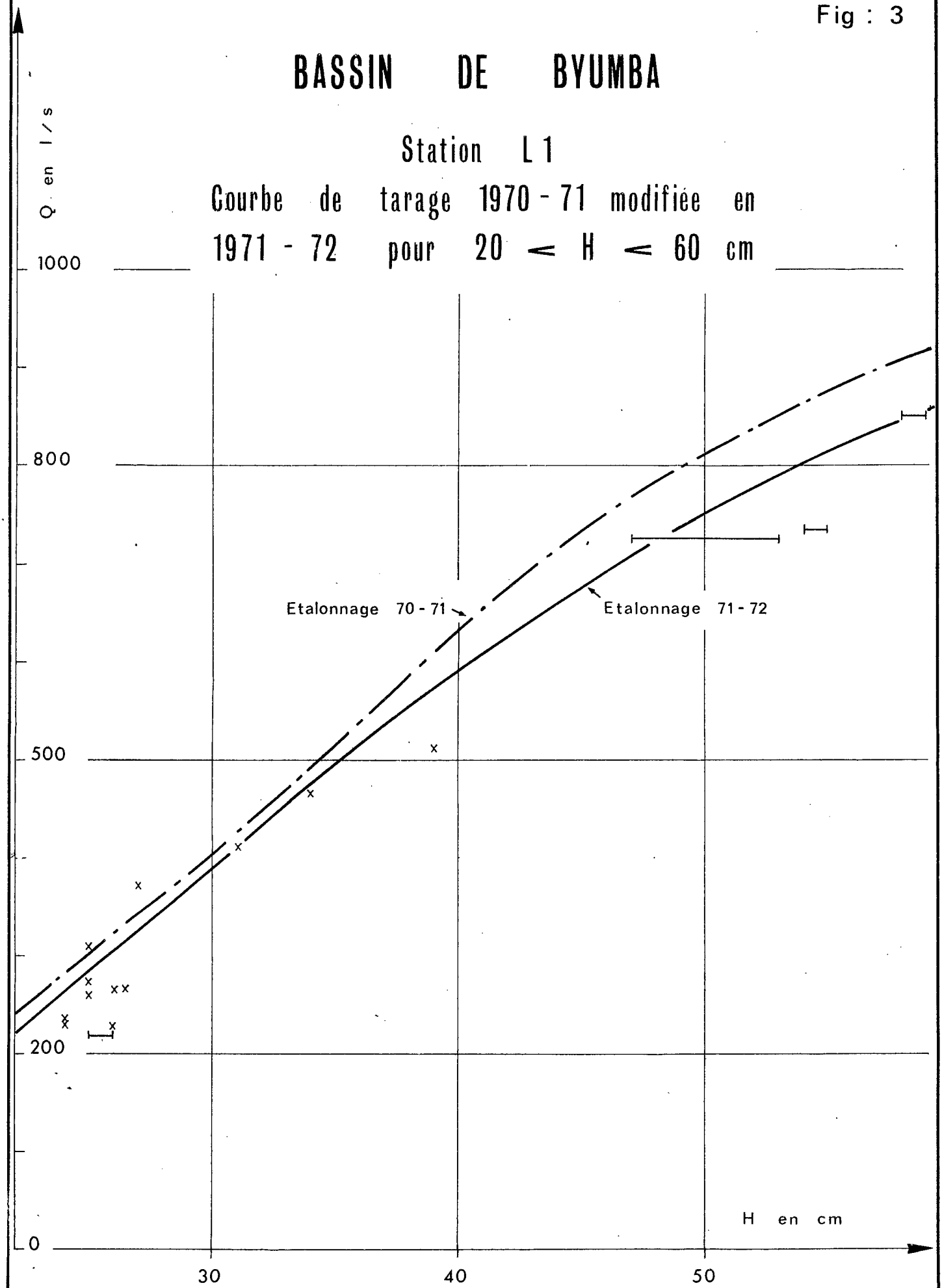
n°	Date	Hauteur (en m)	Débit (en m^3/s)
42	1. 9.1971	0,27	0,372
43	8. 9.1971	0,34	0,465
44	16. 9.1971	0,24	0,264
45	24. 9.1971	0,24	0,235
46	29. 9.1971	0,25	0,306
47	6.10.1971	0,26	0,262
48	5.11.1971	0,25	0,260
49	9.11.1971	0,24	0,232
50	18.11.1971	0,26	0,227
51	26.11.1971	0,25 - 0,26	0,217
52	1.12.1971	0,26	0,264
53	21.12.1971	0,25	0,274
54	21. 1.1972	0,27	0,365
55	5. 2.1972	0,24	0,288
56	18. 2.1972	0,31	0,410
57	12. 5.1972	0,39	0,512
58	21. 5.1972	0,55 - 0,54	0,736
59	22. 5.1972	0,47 - 0,54	0,728
60	25. 5.1972	0,58 - 0,59	0,850
61	16. 6.1972	0,31	0,432
62	14. 7.1972	0,24	0,284
63	28. 7.1972	0,25	0,270
64	15. 8.1972	0,23	0,240
65	1. 9.1972	0,24	0,262
66	15. 9.1972	0,21	0,224

Fig : 3

BASSIN DE BYUMBA

Station L 1

Courbe de tarage 1970 - 71 modifiée en 1971 - 72 pour 20 < H < 60 cm



O.R.S.T.O.M. Service Hydrologique	date	des.	ETR 291 844

2.3. Bassin intermédiaire - station L 2.

2.3.1. Equipement.

L'équipement pluviométrique comprend 13 postes dont 4 enregistreurs journaliers et 3 hebdomadaires.

L'équipement hydrométrique comprend une échelle limnimétrique composée de 3 éléments métriques dont le zéro est à la cote 1473,95 m, et un limnigraphe Telemnip NEYRPIC.

Bien que les enregistrements soient de meilleure qualité que ceux fournis par la station L 1, ils présentent toutefois un certain nombre d'incidents :

- retard du mécanisme d'horlogerie	du 27/9 au 4/10
- accroc de plume	du 7/11 au 16/11
- arrêt de l'appareil	(du 13/2 au 17/2 (du 13/3 au 26/4 (du 26/5 au 15/6

Ces incidents sont de peu de gravité sauf pour la période du 13/3 au 26/4 au cours de laquelle se produisent plusieurs crues qui ne sont connues que partiellement grâce aux relevés d'échelles.

2.3.2. Etalonnage.

Aucun jaugeage de hautes eaux n'a pu être fait au cours de cette campagne et les 26 nouveaux jaugeages montrent un très léger creusement en basses eaux. L'étalonnage adopté pour la traduction des hauteurs d'eau 1971-1972 est pratiquement le même que celui en vigueur en basses eaux jusqu'au 15 avril 1971 ($0,30 \text{ m} < H < 0,60 \text{ m}$) et a été choisi identique pour les hautes eaux (hauteur maximale observée 1,80 m le 2 mai 1972) à l'étalonnage valable à partir du 15 avril 1971.

TABLEAU II

n°	Date	Hauteur (en m)	Débit (en m^3/s)
42	6. 9.1971	0,43	1,01
43	13. 9.1971	0,34	0,747
44	20. 9.1971	0,31	0,656
45	27. 9.1971	0,33	0,768
46	4.10.1971	0,36	0,783
47	25.10.1971	0,32	0,765
48	6.11.1971	0,32	0,718
49	16.11.1971	0,34	0,757
50	23.11.1971	0,33	0,648
51	3.12.1971	0,35	0,807
52	14.12.1971	0,30	0,529
53	24.12.1971	0,35 - 0,34	0,723
54	22. 1.1972	0,34	0,762
55	31. 1.1972	0,32	0,646
56	10. 2.1972	0,32	0,626
57	17. 2.1972	0,41	0,874
58	2. 3.1972	0,36	0,812
59	28. 4.1972	0,50	1,52
60	6. 5.1972	0,55	1,39
61	16. 5.1972	0,50	1,49
62	21. 6.1972	0,39	0,970
63	8. 7.1972	0,38	0,900
64	21. 7.1972	0,35	0,726
65	11. 8.1972	0,34	0,650
66	26. 8.1972	0,48	1,25
67	9. 9.1972	0,42	0,908

2.4. Bassin total - station L 3 et L'3.

2.4.1. Equipement.

L'équipement pluviométrique se compose de 24 appareils dont 14 enregistreurs.

L'équipement hydrométrique comprend :

- Station L 3.

Elle est constituée, comme pour les deux autres campagnes, d'une échelle limnimétrique de 4 éléments métriques, dont le zéro est à la cote 1437,80 m.

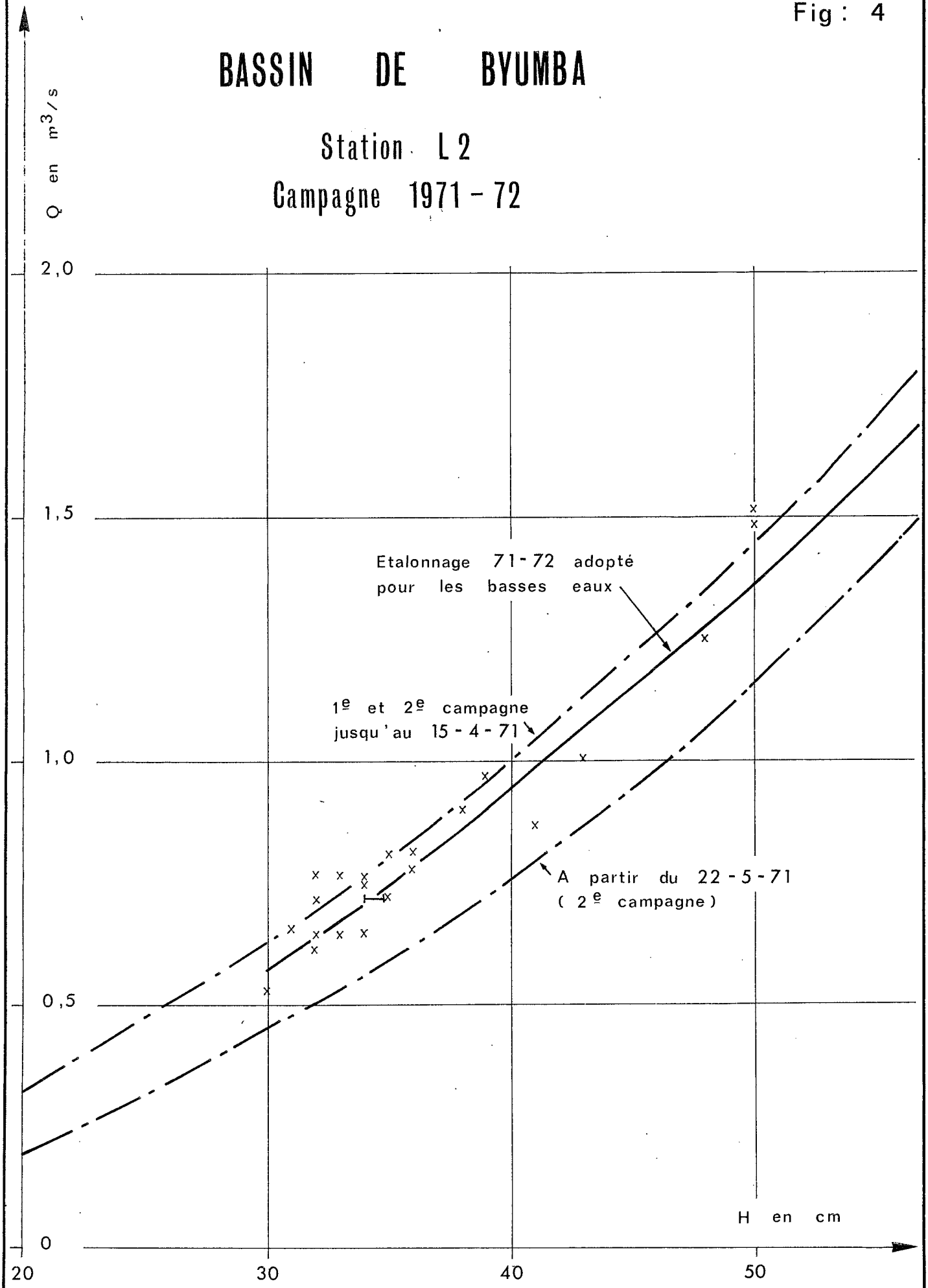
Le limnigraphe est un telemnip NEYRPIC situé près du pont, en rive droite à échelle de réduction 1/20.

Fig : 4

BASSIN DE BYUMBA

Station L 2

Campagne 1971 - 72



O.R.S.T.O.M. Service Hydrologique	date	des.	ETR 291 845

Les enregistrements sont corrects et l'on note simplement trois arrêts sans gravité, du 9 au 16/11, du 4/12 au 12/12 et du 10/5 au 11/5.

- Station L' 3.

Cette petite station qui n'est plus constituée, depuis septembre 1970, que par une échelle limnimétrique d'un mètre est destinée à l'évaluation de l'écoulement transitant par le canal d'irrigation construit à une centaine de mètres de la station L 3. Les travaux agricoles, en amont de la sation, ayant été arrêtés en janvier 1972, le canal s'est progressivement obstrué et à la fin février, il était pratiquement bouché. Au cours des crues de mars et avril on note à nouveau un faible écoulement qui se termine définitivement après la crue du 2 mai.

Dans ces conditions, le volume écoulé annuel de L' 3 ne représente qu'une très faible partie de celui calculé pour la station L 3 (0,7 % seulement).

2.4.2. Etalonnage.

- Station L 3.

29 jaugeages effectués entre les cotes H = 0,50 m et H = 1,45 m montrent un creusement progressif de la section après chaque grosse crue.

On peut ainsi déterminer assez nettement 3 étalonnages successifs de basses eaux :

- le premier est valable de début septembre 1971 jusqu'au 2 janvier 1972,
- le second est valable depuis la crue du 2 janvier 1972 (H = 1,50 m) jusqu'au 25 mai 1972,
- le troisième est valable depuis le 25 mai 1972 (creusement des crues H = 1,65 m et H = 1,46 m) jusqu'à la fin août.

Pour l'étalonnage des hautes eaux, on ne dispose que d'un jaugeage effectué au maximum de la crue du 20 mai 1972 (H = 1,45 m, Q = 12,3 m3/s).

En absence d'information suffisante, on a choisi une courbe de moyennes et hautes eaux unique pour toute l'année (pour H > 0,90 m) et s'appuyant sur le jaugeage n° 59. Ce procédé tend à surestimer légèrement les crues de janvier et d'avril et à sous-estimer la crue du 25 juin (H = 1,56 m).

- Station L' 3.

13 Jaugeages compris entre H = 0,20 m et H = 0,31 m permettent d'établir un tarage unique, fortement extrapolé jusqu'à la cote maximale H = 0,43 m. L'erreur faite sur l'extrapolation a d'ailleurs peu d'importance, car l'erreur faite sur l'évaluation de l'écoulement en L 3 dépasse largement la totalité de l'écoulement en L' 3.

TABLEAU III

Jaugeages BYUMBA - Station L 3

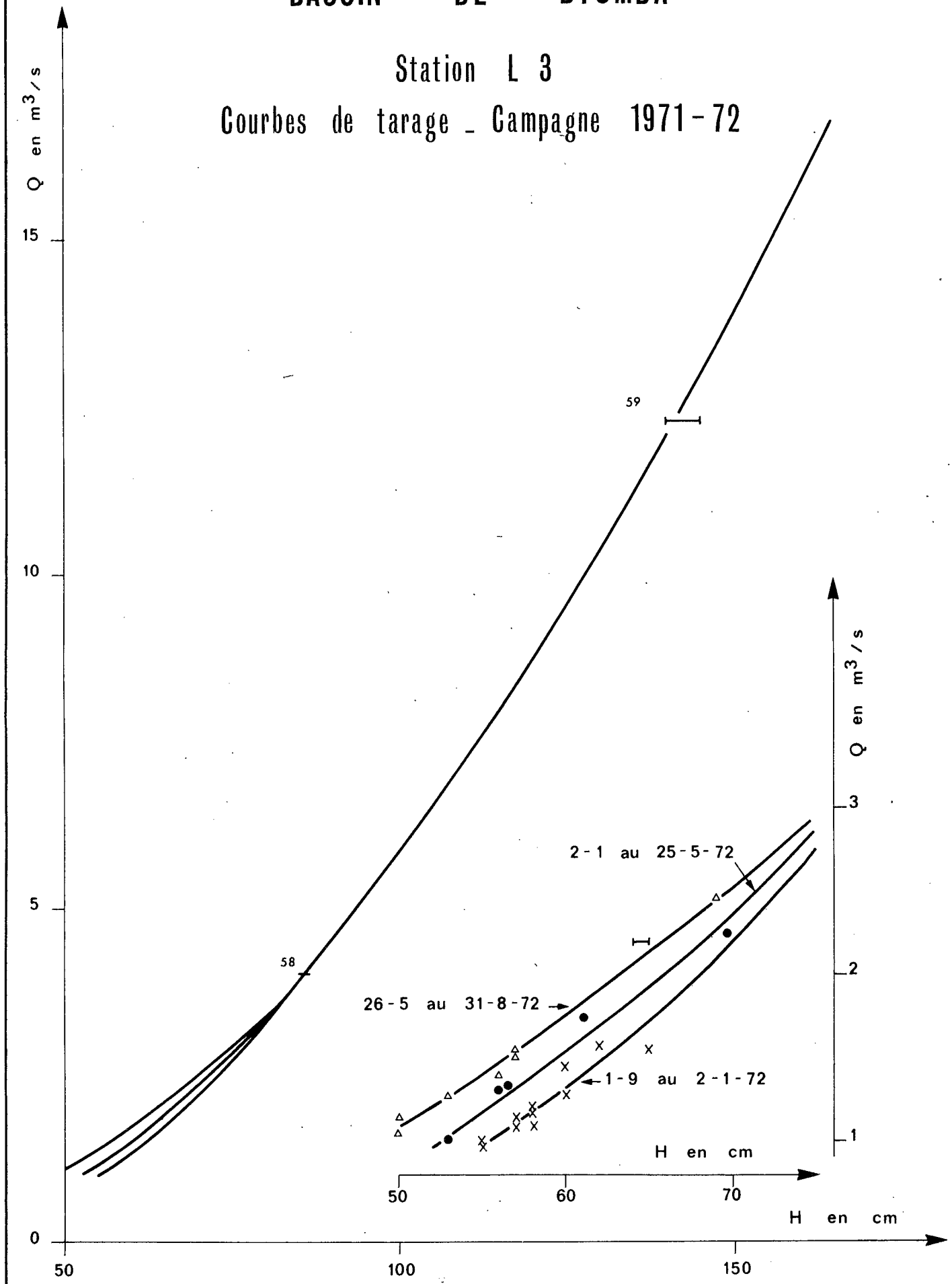
n°	Date	Hauteur (en m)	Débit (en m^3/s)
39	6. 9.1971	0,62	1,58
40	13. 9.1971	0,58	1,16
41	20. 9.1971	0,57	1,14
42	27. 9.1971	0,60	1,44
43	4.10.1971	0,65	1,55
44	25.10.1971	0,58	1,20
45	6.11.1971	0,58	1,08
46	16.11.1971	0,60	1,27
47	23.11.1971	0,55	0,970
48	2.12.1971	0,60	1,29
49	11.12.1971	0,55	1,00
50	24.12.1971	0,57	1,08
51	13. 1.1972	0,57	1,32
52	21. 1.1972	0,56	1,30
53	31. 1.1972	0,53	1,01
54	10. 2.1972	0,54	1,47
55	17. 2.1972	0,61	1,74
56	2. 3.1972	0,58	1,37
57	8. 5.1972	0,70	2,23
58	11. 5.1972	0,86 - 0,85	4,02
59	20. 5.1972	1,40 - 1,45	12,3
60	29. 5.1972	0,69	2,45
61	21. 6.1972	0,65 - 0,64	2,19
62	8. 7.1972	0,57	1,54
63	21. 7.1972	0,53	1,27
64	12. 8.1972	0,50	1,04
65	28. 8.1972	0,56	1,38
66	9. 9.1972	0,57	1,52
67	18.10.1972	0,50	1,14

Fig : 5

BASSIN DE BYUMBA

Station L 3

Courbes de tarage _ Campagne 1971-72



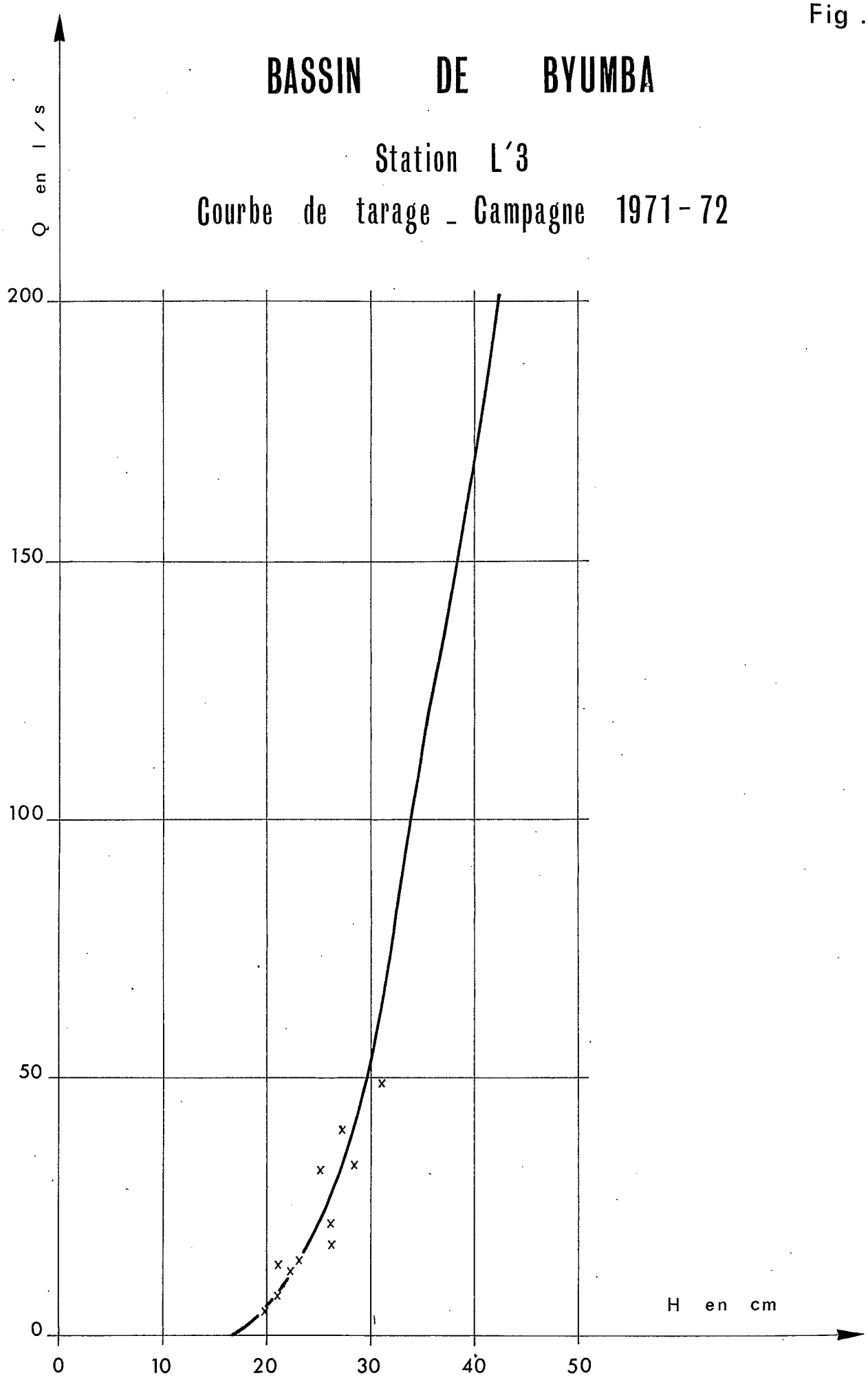
O.R.S.T.O.M. Service Hydrologique	date	des.	ETR 291 846

Fig. 6

BASSIN DE BYUMBA

Station L'3

Courbe de tarage _ Campagne 1971-72



O.R.S.T.O.M. Service Hydrologique	date	des.	ETR 291 847

TABLEAU IV

Jaugeages BYUMBA - Station L' 3.

n°	Date	Hauteur (en m)	Débits (en m^3/s)
27	13. 9.1971	0,23	0
28	4.10.1971	0,35	0,035
29	25.10.1971	0,26	0,018
30	6.11.1971	0,23	0,015
31	16.11.1971	0,21	0,007
32	23.11.1971	0,26	0,022
33	2.12.1971	0,31	0,049
34	11.12.1971	0,28	0,033
35	24.12.1971	0,27	0,040
36	13. 1.1972	0,22	0,012
37	21. 1.1972	0,22	0,014
38	31. 1.1972	0,25	0,032
39	10. 2.1972	0,20	0,005

o

o o

- CHAPITRE III -

OBSERVATIONS DE LA CAMPAGNE DE MESURES 1971-72

(Bassins de BYUMBA)

3.1. Observations pluviométriques.

3.1.1. Caractéristiques de l'année observée.

La pluviométrie de l'année hydrologique 1971-72 (1er Septembre - 31 Août) présente de fortes variations, tant par son abondance que par sa répartition temporelle, aux différents postes représentatifs des bassins, à savoir BYUMBA, KIGALI-Aérodrome et RUBONA. Ainsi, le total annuel est fortement excédentaire au nord de KIGALI (bassins de BYUMBA), s'approche de la normale près de la capitale, puis devient nettement déficitaire au sud (bassins de GITARAMA).

Il est donc nécessaire de traiter à part ces deux régions.

Les caractéristiques pluviométriques de la zone où se trouvent les bassins de BYUMBA sont fournies par les stations officielles de BYUMBA et de KIGALI-Aérodrome.

Le total annuel brut de BYUMBA est de 1590 mm (contre 1258 mm en année moyenne). Les observations faites en PJ14, distant seulement de quelques mètres de ce dernier, permettent un contrôle mutuel de ces deux postes (sauf pour les mois d'avril et mai 1972 qui manquent au PJ14). On note une bonne concordance des relevés sauf pour la précipitation du 10 Janvier 1972 qui donne 81,8 mm au poste de la Préfecture et seulement 14,5 mm au PJ14. La valeur de 81,8 mm semble erronée; en retenant simplement 14,5 mm, le total annuel de BYUMBA est encore de 1523 mm, soit 20 % d'excédent sur la moyenne. Cette valeur est d'ailleurs corroborée par le total de P13 qui donne 1503 mm.

A KIGALI-Aérodrome, le total annuel est de 1020 mm (contre 958 mm en année moyenne) ce qui représente encore 8 % d'excédent.

Les caractéristiques saisonnières pour cette partie du RWANDA sont les suivantes :

.1ère saison des pluies	: moyenne à excédentaire
.saison sèche d'hiver	: moyenne à excédentaire
.2ème saison des pluies	: légèrement excédentaire
.saison sèche d'été	: juin très arrosé - juillet très sec - août assez arrosé.

3.1.2. Pluviométrie observée sur les bassins de BYUMBA.

- Total annuel (en mm).

Bassins	1er novembre - 31 août			1er septembre - 31 août		
	69-70	70-71	71-72	69-70	70-71	71-72
L 1	1040	1036	1081	1285	1256	1343
L 2	1047	1040	1047	1290	1242	1265
L 3	1047	1091	1059	1250	1270	1256

Ces résultats montrent que les totaux pluviométriques sur l'une ou l'autre période sont très voisins d'une année à l'autre. Seul le bassin L 1 présente en 1971-1972 un caractère nettement excédentaire.

- Répartition spatiale sur les bassins.

Le tracé des isohyètes annuelles montre certaines tendances caractéristiques dues à l'orientation des vents dominants et des lignes de crête.

On retrouve chaque année :

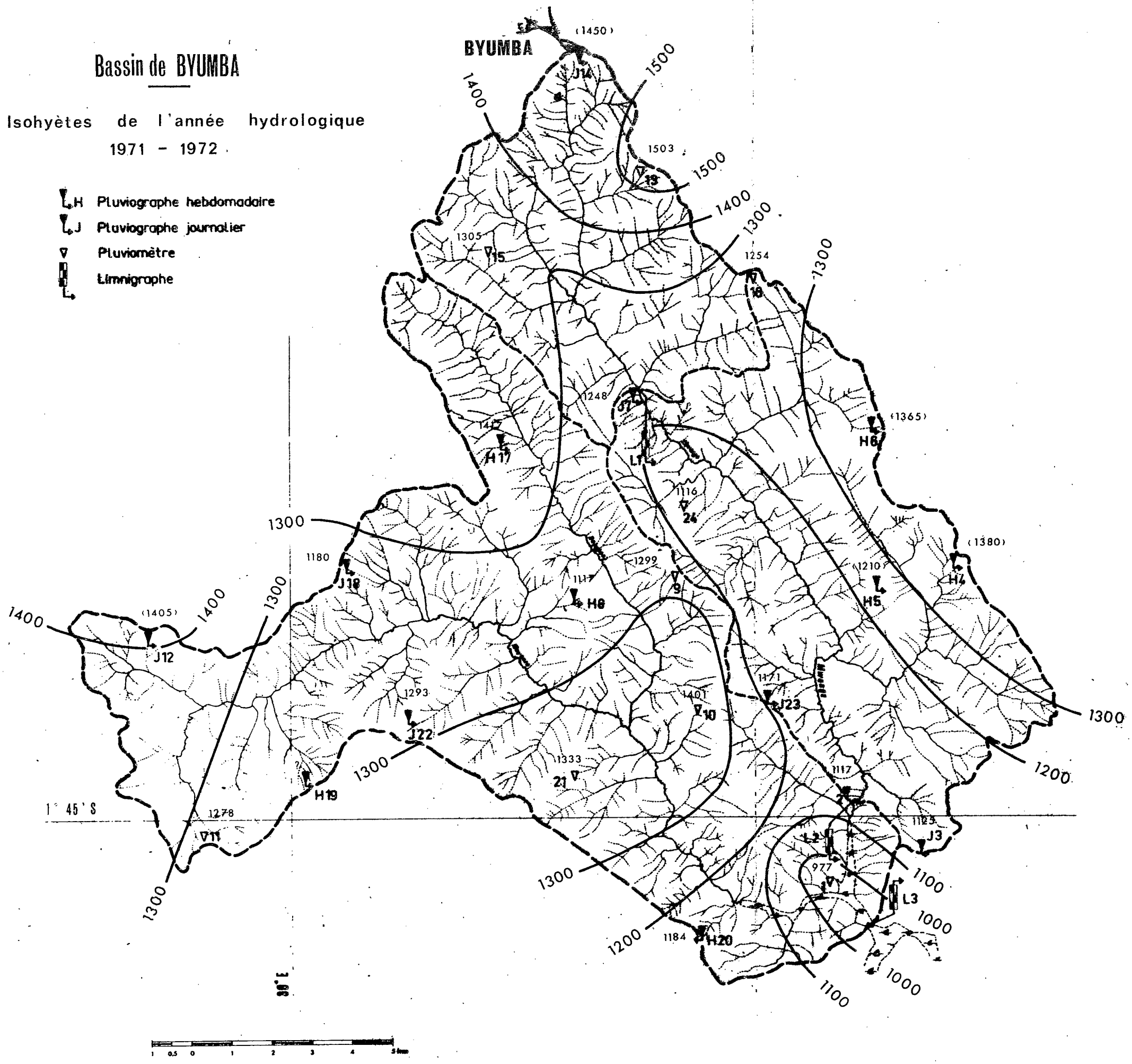
- un minimum sur l'exutoire L 3 des bassins,
- une dorsale poste 21 - poste 10,
- un creux pluviométrique (effet d'écran de la ligne de crête (MUYANZA - MWANGE) sur la vallée de la MWANGE,
- une dorsale sur la ligne de crête de L 2 (postes H4 - H6)

Fig : 7

Bassin de BYUMBA

Isohyètes de l'année hydrologique 1971 - 1972

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



ETR 291 848

Pour cette troisième année d'études, l'hétérogénéité spatiale est plutôt moins accentuée que lors des deux autres campagnes; les valeurs extrêmes sont relevées en P1 (977 mm) et en P13 (1503 mm). On remarque une zone supérieure à 1400 mm sur la partie septentrionale du bassin L 1 et sur la haute MUYANZA.

- Répartition saisonnière.

La répartition saisonnière des précipitations montre que les hauteurs mensuelles s'écartent peu des valeurs moyennes données par la station de BYUMBA.

Au cours de la première saison des pluies le mois d'octobre est plutôt excédentaire et le mois de novembre déficitaire.

La seconde saison des pluies est, par sa faible abondance et sa mauvaise répartition des averses, peu favorable à l'écoulement. Ainsi, le total des mois de mars à avril indique un déficit de 60 à 100 mm par rapport aux campagnes précédentes. Par contre, le mois de juin est anormalement pluvieux, ce qui se traduit par une importante crue le 25.

TABLEAU V

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
BYUMBA 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

- Précipitations journalières.

Pour représenter la période du 1er septembre 1971 au 31 août 1972, nous avons classé les précipitations journalières au poste 14, en utilisant toutefois pour les mois d'avril et de mai les valeurs relevées à la station de BYUMBA.

Classes (mm)	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total
0.1 à 4.9	6	12	8	6	8	8	10	4	9	7		3	81
5.0 à 9.9	2	1	4	2	4	1	3	7	7	2		2	35
10.0 à 14.9	3	1	1	1	3	6	1	2	2			2	22
15.0 à 19.9	1	1	1		1	1	2	3		1		2	13
20.0 à 24.9	1	1	2	1			1	2	2	2		1	13
25.0 à 29.9		1					1	1	1	1			5
30.0 à 34.9						1	1	1					3
35.0 à 39.9		1						1					2
40.0 à 49.9													
Total	13	18	16	10	16	17	19	21	21	13	-	10	174

Sur un total de 174 pluies, 151 sont inférieures à 20 mm et la plus forte valeur observée est seulement de 37,5 mm le 17 Octobre 1971.

Le rangement par ordre décroissant des plus fortes hauteurs journalières observées durant cette période figure dans le tableau ci-après avec la probabilité d'apparition correspondante (échantillon suivant une loi de GOODRICH).

Date	H (mm)	Probabilité estimée :
17.10.1971	37,5	2, 3 fois par an
16. 4.1972	37,3	2, 3 fois par an
10. 3.1972	34,0	3 fois par an
23. 4.1972	33,7	3 fois par an
27. 2.1972	33,5	3 fois par an
24. 6.1972	29,5	5,2 fois par an
14. 3.1972	29,0	5,4 fois par an
1.10.1971	26,0	8,5 fois par an
18. 5.1972	25,4	9 fois par an
29. 4.1972	25,1	9 fois par an

Il n'y a donc pas eu de fortes précipitations à ce poste; rappelons qu'en 1969-1970 le maximum était de 87,0 mm le 23 Février 1970 et qu'en 1970-1971 le maximum était de 48,5 mm les 30 septembre 1970 et 2 mai 1971.

Ces résultats n'étant que ponctuels et l'hétérogénéité spatiale de chaque averse très grande, nous avons donc calculé, par la méthode de Thiessen, la hauteur moyenne de chaque averse observée bassin par bassin.

Nous donnons ci-après les valeurs supérieures ou voisines de 20 mm.

TABLEAU VI

Bassins versants BYUMBA

Bassin L 1		Bassin L 2		Bassin L 3	
Date :	H (mm)	Date :	H (mm)	Date :	H (mm)
24. 6.1972	36,5	24. 6.1972	31,4	24. 6.1972	28,4
1.10.1971	33,8	14. 3.1972	29,2	2. 5.1972	27,8
14. 3.1972	29,4	1.10.1971	27,9	20. 5.1972	27,6
19.10.1971	24,5	20. 5.1972	26,2	14. 3.1972	26,9
2. 5.1972	24,5	19.10.1971	26,0	1.10.1971	25,1
15. 4.1972	24,3	2.5. 1972	24,3	16.12.1971	23,9
28.11.1971	21,5	16.12.1971	22,2	13.11.1971	19,7
22. 3.1971	21,1	25. 6.1972	19,6	19.10.1971	19,5
25. 6.1972	21,0	13.11.1971	19,4	2. 1.1972	19,5
16.12.1971	20,8			3. 3.1972	19,3
27.11.1971	20,6				
20. 5.1972	20,0				

Les plus fortes hauteurs moyennes sont très modestes et sont encore inférieures aux faibles maxima des années précédentes. On remarquera du reste que la valeur du premier rang correspond à l'averse du 24 juin qui se produit à une époque tout à fait inhabituelle.

- Analyse des averses.

Les tableaux VII, VIII et IX fournissent les caractéristiques des averses les plus importantes enregistrées aux postes 3, 14 et 23 au cours de la troisième campagne.

Les deux averses présentant les plus fortes intensités en moins de trente minutes sont les suivantes :

Averse du 24.2.1972		Averse du 10.3.1972	
Poste : 23		Poste : 14	
Durée totale :	40 minutes	Durée totale :	57 minutes
Hauteur totale :	30,0 mm	Hauteur totale :	34,0 mm
Intensité en mm/h durant :		Intensité en mm/h durant :	
5 minutes	222	5 minutes	192
10 minutes	144	10 minutes	144
15 minutes	100	15 minutes	112
30 minutes	59	30 minutes	64

L'averse du 9 Avril 1972 au poste 23 (44,5 mm) donne des intensités du même ordre de grandeur, sauf en 5 minutes (174 mm/h).

TABLEAU VII

Analyse des averses au poste 3 du Bassin de BYUMBA

(Troisième campagne)

Date	Hauteur totale (mm)	Durée tot. (mn)	Intensité maximale (enmm/h)observée								
			5 mn	10 mn	15 mn	30 mn	45 mn	60 mn	90 mn	120 mn	180 mn
3.10.1971	22,5	307	66	45	36	18	12	11	9	7	5
24. 1.1972	18,5	84	72	66	46	31	24	18	12	9	6
15. 2.1972	20,0	124	60	42	40	35	24	19	13	10	7
3. 3.1972	35,5	84	108	102	84	56	45	35	24	18	12
13. 3.1972	23,5	73	90	72	70	44	30	23	16	12	8
14. 3.1972	32,5	461	36	27	22	20	15	13	11	9	6
23. 3.1972	22,0	61	96	72	58	32	27	22	11	11	7
17. 4.1972	23,0	188	78	60	44	24	17	15	12	10	8
14. 6.1972	13,5	60	72	54	42	25	17	14	8	7	5
22. 6.1972	22,5	47	108	105	80	43	29	23	14	12	8

TABLEAU VIII

Analyse des averses au poste 14 du Bassin de BYUMBA

(Troisième campagne)

Date	Hauteur totale (mm)	Durée tot. (mn)	Intensité maximale (en mm/h) observée								
			5 mn	10 mn	15 mn	30 mn	45 mn	60 mn	90 mn	120 mn	180 mn
5. 9.1971	20,5	72	42	33	32	30	23	20	14	10	7
1.10.1971	29,5	207	96	84	80	45	30	23	14	11	8
17.10 1971	37,5	47	96	90	86	71	49	38	24	19	13
28.11.1971	21,5	406	42	30	26	18	15	13	9	8	6
27. 2.1972	33,5	210	102	93	72	40	31	27	20	16	11
10. 3.1972	34,0	57	192	144	112	64	41	34	23	17	11
16. 3.1972	9,0	38	60	42	32	17	12	9	6	5	3
18. 3.1972	19,0	325	60	33	30	19	13	10	7	5	3
18. 6.1972	14,0	120	42	39	32	20	16	13	9	7	4
23. 8.1972	13,0	146	60	39	28	16	12	9	8	6	4
4. 9.1972	24,0	34	126	117	84	48	33	24	16	12	8

TABLEAU IX

Analyse des averses au poste 23 du Bassin de BYUMBA

(Troisième campagne)

Date	Hauteur totale (mm)	Durée tot. (mn)	Intensité maximale (en mm/h) observée								
			5 mn	10 mn	15 mn	30 mn	45 mn	60 mn	90 mn	120 mn	180 mn
26.11.1971	22,0	85	48	48	48	39	28	21	15	11	7
17. 2.1972	26,0	125	72	56	52	35	27	23	17	13	9
24. 2.1972	30,0	40	222	144	100	59	40	30	20	15	10
14. 3.1972	35,5	162	84	75	64	46	36	29	21	17	12
8. 4.1972	25,5	110	42	33	32	28	27	23	16	13	9
9. 4.1972	44,5	145	174	136	108	64	50	41	29	22	15
2. 5.1972	38,5	188	96	69	50	40	35	29	23	19	13
20. 5.1972	22,5	120	60	42	36	25	23	20	14	11	8
24. 6.1972	27,5	380	60	42	30	16	11	9	6	5	4
25. 8.1972	24,0	255	42	36	30	23	16	13	10	8	6

3.2. Observations hydrométriques.

3.2.1. Débits moyens journaliers mensuels et annuels.

Nous donnons en annexe II les débits moyens journaliers calculés à chaque station au cours de l'année hydrologique 1971-1972.

Nous présentons ci-dessous le tableau en m3/s des débits moyens mensuels calculés :

Station L1 (BYUMBA)

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
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

Station L2 (BYUMBA)

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
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

Station L3 (BYUMBA)

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1971-72	1,22	1,59	1,34	1,28	1,55	1,60	1,99	3,34	3,35	2,44	1,43	1,20

Station L'3 (BYUMBA)

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1971-72	0,016	0,038	0,035	0,043	0,017	0,005	0,002	0,003	0	0	0	0

Débit moyen annuel

L1 = 0,441 m3/s (0,366 m3/s en 69-70 et 0,371 m3/s en 70-71)

L2 = 0,983 m3/s (0,890 m3/s en 69-70 et 1,00 m3/s en 70-71)

L3 + L'3 = 1,86 m3/s (1,75 m3/s en 69-70 et 2,69 m3/s en 70-71)

Si nous transformons les valeurs trouvées pour le module annuel en volume écoulé et en débit spécifique annuel, nous obtenons le tableau suivant :

	Volume écoulé annuel en 10^6 m^3	Débit spécifique annuel en $l/s.Km^2$
	Campagne 1971-1972	
L 1	13,9	11,0 (L 1 = 43 km^2)
L 2	31,1	8,3 (L 2 = 119 km^2)
L 3 + L' 3	59,2	7,3 (L 3 = 258 km^2)

L'écoulement total annuel est le plus élevé des trois campagnes à l'exutoire de L 1, très voisin de celui de 1970-1971 à l'exutoire de L 2 et légèrement supérieur à celui de 1969-1970 à l'exutoire du bassin total.

3.2.2. Bilan hydrologique.

	module (m3/s)	Pluie moyenne (mm)	Lame écoulée (mm)	Coefficient d'écoul.t (%)	Déficit d'écoul.t (mm)
L 1	0,441	1343	324	24,1	1019
L 2	0,983	1265	261	20,6	1004
L 3 + L'3	1,86	1256	232	18,5	1024

3.2.3. Crues observées en 1971-1972 sur les Bassins de BYUMBA.

Les crues des stations L 1 et L 2 sont mal connues pour deux raisons : forte extrapolation de l'étalonnage et surtout lacunes des enregistrements.

- Station L 1.

Les débits maximaux de crues ont été classés arbitraitement par ordre décroissant dans le tableau X. En fait, seules les crues des rangs 3, 7 et 11 sont bien connues et correspondent à des enregistrements complets. Toutes les autres valeurs sont données par défaut et proviennent, sauf la crue du 25 juin 1972, de la plus forte cote biquotidienne relevée par le lecteur. La minimisation des pointes de crues peut être importante, sans dépasser vraisemblablement un m3/s. Il ne semble pas que la plus grosse crue dépasse 5 m3/s. Cette imprécision n'est pas grave dans la constitution de l'échantillon interannuel des fortes valeurs observées puisque les années précédentes ont fourni des résultats largement supérieurs (14,7 m3/s le 26 avril 1970); mais elle réduit considérablement le nombre d'hydrogrammes permettant d'évaluer les paramètres de l'hydrogramme standard ou la relation précipitation-écoulement.

- Station L 2.

Le débit maximum des crues de rang 2 et 3 (tableau XI) est également donné par défaut et atteignait peut être 7 à 8 m3/s. Là encore nous sommes loin des valeurs observées en 1969-1970 ou 1970-1971 (maximum de 17,1 m3/s le 15 avril 1971).

- Station L 3.

Les crues sont enregistrées intégralement et la plus forte pointe de crue (16,8 m3/s le 2 mai 1972) représente environ 50 % des maxima observés au cours des deux premières campagnes (34,3 m3/s le 26 avril 1970 et 32,4 m3/s le 16 mai 1971).

Les débits maximaux spécifiques sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

	l/s. Km^2		
	1969-1970	1970-1971	1971-1972
Bassin L 1	342	171	(120 ?)
Bassin L 2	141	144	101
Bassin L 3	133	126	65

TABLEAU X

Classement des crues observées en 1971-1972

BYUMBA L 1

n°	Date	Débit maximal	
		m3/s	l/s.Km^2
1	1. 5.1972	> 4,00 (5,00 ?)	120 ?
2	25. 6.1972	> 3,50 (4,50?)	105 ?
3	1.10.1971	2,88	67
4	25. 3.1972	> 2,79	-
5	24. 4.1972	> 2,79	-
6	20. 4.1972	> 2,60	-
7	13. 2.1972	2,56	60
8	22. 3.1972	> 2,42	-
9	15. 4.1972	> 2,19	-
10	10. 3.1972	> 2,09	-
11	2. 1.1972	1,95	45

TABLEAU XI

Classement des crues observées en 1971-1972

BYUMBA L 2

n°	Date	Débit maximal	
		m^3/s	$l/s.Km^2$
1	2. 5.1972	12,0	101
2	24. 4.1972	> 5,57	-
3	9. 4.1972	> 5,41	-
4	20. 5.1972	4,94	47
5	25. 6.1972	4,79	40
6	6. 5.1972	4,72	40
7	3. 3.1972	4,29	36
8	28.10.1971	4,22	35

TABLEAU XII

Classement des crues observées en 1971-1972

BYUMBA L 3

n°	Date	Débit maximal	
		m^3/s	$l/s.Km^2$
1	2. 5.1972	16,8	65
2	25. 6.1972	15,0	58
3	2. 1.1972	14,0	54
4	20. 5.1972	13,2	51
5	24. 4.1972	13,0	50
6	10. 4.1972	8,92	35
7	16. 4.1972	8,92	35
8	21. 4.1972	8,92	35
9	9. 4.1972	8,61	33
10	27. 2.1972	8,14	32
11	10. 5.1972	7,84	30
12	24. 2.1972	6,54	25
13	15. 3.1972	6,40	25
14	18. 4.1972	6,40	25
15	23. 3.1972	6,13	24
16	26. 5.1972	5,86	23
17	2.10.1971	5,35	21

3.2.4. Description des principaux couples "averse-crue".

Les averses de la première saison des pluies ne donnent que de faibles crues n'intéressant le plus souvent que des zones partielles du bassin, par exemple crue du 1er octobre 1971 en L 1 ou crue du 28 Octobre 1971 en L 2. Par la suite, les couples "averse-crue" dignes d'être décrits sont rares et nous ne parlerons que de cinq d'entre eux.

3.2.4.1. Crue du 2 janvier 1972.

La pluie tombe principalement sur le haut bassin de la MUYANZA (épicentre de 69,0 mm en PJ18). Les bassins L 1 et L 2 sont très peu arrosés et donnent un ruissellement infime. La crue observée en L 3 est donc due au bassin résiduaire qui fournit un maximum écoulé de 14,0 m3/s (3ème rang des crues classées par ordre décroissant).

3.2.4.2. Crue du 24 avril 1972.

Le début du mois d'avril voit se succéder plusieurs crues, les 9, 10, 16, 21 et 23 qui, prises séparément sont de faible importance, mais qui favorisent une bonne rehumectation des sols du bassin et une recharge des nappes souterraines. Ceci se traduit par une élévation sensible de la valeur de l'écoulement de base qui reste voisin de 5 m3/s à l'exutoire de L 3.

Ainsi l'averse du 24 avril malgré sa hauteur moyenne modeste (12,4 mm sur l'ensemble des bassins) et son hétérogénéité (le bassin de la MWANGE est le plus arrosé), donne une crue atteignant 13,0 m3/s en L 3 (5ème rang). La défectuosité des enregistrements aux deux stations amont ne permet pas de connaître les débits maximums qui devraient dépasser 3 m3/s en L 1 et atteindre 7 à 8 m3/s en L 2.

3.2.4.3. Crue du 2 mai 1972.

La crue la plus importante de l'année aux trois stations est provoquée par une averse dont la hauteur moyenne est de 27,8 mm sur le bassin total (2ème rang). L'averse est assez homogène et donne un ruissellement généralisé. L'épicentre se trouve au pluviomètre 10 (52,6 mm) et la zone la plus arrosée concerne la moyenne MUYANZA et la ligne de crête séparant cette rivière de la MWANGE.

Les intensités sont assez fortes en J23 et le ruissellement de la partie rive droite en amont immédiat de l'exutoire L2 donne une pointe de crue de 12 m3/s à cette station. La décrue presque instantanée est interrompue par l'arrivée du flot amont, pointe à 5 m3/s (?) en L 1. A la station L 3, on note que l'hydrogramme présente deux pointes comme chaque fois que l'hydrogramme en L 2 est très aigu. La première pointe à 13,9 m3/s est provoquée par le passage de la crue venant de L 2, puis après une décrue jusqu'à 10 m3/s, la seconde pointe atteint 16,8 m3/s (maximum principal) pour un temps de montée total de 4 heures 40.

3.2.4.4. Crue du 20 mai 1972.

La pluie affecte surtout la partie aval du bassin L 3 (56,2 mm en P2), zone de confluence de la MUYANZA et de la RUGABANO; bien que par sa hauteur moyenne (27,6 mm) elle se classe au 3ème rang de l'année, son hétérogénéité fait que le bassin L 3 ne ruisselle que modérément et que l'hydrogramme du bassin L 2 a une forme complexe : première pointe à montée rapide puis molle remontée due au ruissellement sur la zone centrale de la MWANGE. Comme pour la crue du 24 avril, l'écoulement observé à l'exutoire L 3 provient principalement de la partie résiduaire de L 3. L'hydrogramme en cette station présente une montée d'abord très rapide (proche ruissellement amont) puis beaucoup plus lente. Le maximum atteint 13,2 m3/s (4ème rang) avec un temps de montée de 8 heures 30.

3.2.4.5. Crues des 25 et 26 juin 1972.

Alors que la saison des pluies est normalement terminée depuis plusieurs semaines, un épisode pluvieux tardif va balayer le RWANDA pendant deux jours du sud au nord. Il affecte les bassins de BYUMBA les 24 et 25 juin où il est constitué par deux fortes averses survenant à une vingtaine d'heures d'intervalle.

. Pluie du 24 juin. Cette averse vient au premier rang de l'année puisqu'elle donne, comme moyennes, 36,5 mm en L 1, 31,4 mm en L 2 et 28,4 mm en L 3. La répartition spatiale de la pluie est assez homogène mais les intensités sont faibles, la pluie durant 5 à 6 heures. L'épicentre se trouve en PJ7, c'est-à-dire sur l'exutoire de L 1. La crue en L 1 a été mal enregistrée mais il ne semble pas qu'elle ait dépassé 2 à 2,5 m3/s car l'hydrogramme enregistré intégralement à l'exutoire L 2 est très mou (maximum 2,60 m3/s). En effet, les conditions de saturation initiale du sol sont peu favorables au ruissellement : sol ressuyé depuis plusieurs semaines. A l'exutoire de L 3, le maximum de la crue est de 8,4 m3/s seulement.

. Pluie du 25 juin. Cette averse donne, comme moyennes, 21,0 mm en L 1, 15,6 mm en L 2 et 16,1 mm en L 3. Elle est beaucoup moins homogène dans l'espace que la pluie de la veille puisqu'une partie de la Haute MUYANZA n'est pas touchée; là encore, c'est la zone centrale du bassin de la MWANGE qui est la plus arrosée. Les sols étant bien humectés, l'aptitude au ruissellement est bien meilleure.

A l'exutoire de L 1, la crue a dû cette fois atteindre 4 à 4,5 m3/s; en L 2 le maximum est de 4,8 m3/s et en L 3 la décrue de la première crue est interrompue par une remontée sensible de l'hydrogramme jusqu'à 15 m3/s (2ème rang de l'année).

On obtient, en définitive à cette station un hydrogramme complexe qui ne permet pas de définir la part du ruissellement relative à chacune des deux averses.

- CHAPITRE IV -

ANALYSE DES RESULTATS

(Bassins de BYUMBA)

Parmi le nombre déjà restreint de crues de la campagne 1971-1972, la plupart des crues ayant eu lieu aux exutoires de L 1 et de L 2 n'ont pas été, ou mal, enregistrées; si bien que, comme nous le disions déjà auparavant, s'il est possible d'évaluer grossièrement la pointe de crue et le volume écoulé, on ne peut pas, par contre, reconstituer correctement l'hydrogramme correspondant. Les tableaux donnant les paramètres de forme des hydrogrammes seront donc très peu fournis.

En ce qui concerne les données sur le ruissellement, l'échantillon disponible est un peu plus consistant, sans que la connaissance des crues et des relations entre les précipitations et le ruissellement en soit vraiment améliorée.

4.1. Paramètres de forme des hydrogrammes simples.

Ces paramètres sont :

- le temps de montée, Tm,
- le temps de base , Tb,
- le rapport α = QM/ Qmoy du débit maximal ruisselé au débit moyen de l'hydrogramme.

Etant donné le peu de données, nous avons rassemblé les résultats des bassins dans un même tableau.

TABLEAU XIII

Paramètres de forme des hydrogrammes de crues simples

Bassin de BYUMBA L 1

Date de la crue	Q maximum m3/s	QM m3/s	Tm	Tb	α
1.10.1971	2,88	2,40	6 h 30	15 h	2,36
13. 2.1972	2,56	2,12	6 h 50	17 h	2,10

Bassin de BYUMBA L 2

Néant.

Bassin de BYUMBA L 3

Date de la crue	Q maximum m3/s	QM m3/s	Tm	Tb	α
2. 1.1972	14,0	12,2	2 h 40	20 h 30	2,85
2. 5.1972	16,8	13,9	4 h 40	25 h 30	2,15
20. 5.1972	13,2	10,8	8 h 30	33 h	2,36

4.1.1. BYUMBA L 1.

Les paramètres des deux crues retenues confirment les valeurs moyennes adoptées dans le rapport précédent (cf. p. 46 et 47) pour le temps de montée et le temps de base dans le cas de ruissellement généralisé sur tout le bassin, soit Tm = 6 heures et Tb = 16 à 18 heures.

Ces crues sont par ailleurs trop faibles pour que les coefficients α soient bien significatifs.

4.1.2. BYUMBA L 2.

Les crues enregistrées en L 2 sont toutes complexes et présentent souvent plusieurs pointes dues à l'hétérogénéité spatiale des pluies. Bien qu'il n'existe pas de crues simples pour cette campagne, l'expérience acquise au cours des deux premières années peut expliquer la complexité des hydrogrammes 1971-1972 et l'on retrouve les mêmes caractéristiques déjà décrites (p. 47 du second rapport) :

- Tm de 1 heure à 1 heure 30 lorsque l'épicentre est sur l'exutoire de L 2 avec une pointe de crue très brutale (cas de la crue du 2 mai 1972),
- Tm de 7 à 8 heures avec pointe de crue très molle lorsque le ruissellement prédomine sur la partie centrale du bassin (cas de la crue du 20 mai 1972),
- Le temps de base Tb est de l'ordre de 20 heures.
- Les valeurs élevées du coefficient α dans le cas de ruissellements locaux affectant la partie en amont immédiat de l'exutoire (5 ou davantage) se confirment.

4.1.3. BYUMBA L 3.

Les trois crues du tableau XIII corroborent les estimations du temps de montée faites dans le second rapport (p. 48).

Ainsi, la crue du 2 mai 1972 présente une première pointe à 14 m3/s avec un Tm = 1 heure 30 dû à l'arrivée de la pointe de crue de L 2 et la seconde pointe à 16,8 m3/s a un Tm = 4 heures 40 dû au ruissellement important sur la zone de confluence MUYANZA-RUGABANO.

Quant à la crue du 20 mai 1972, le temps de propagation du ruissellement venant de la haute MUYAMZA et également sans doute de la haute RUGABANO aboutit à un Tm = 8 heures 30.

En ce qui concerne le temps de base, la crue du 20 mai 1972 présente un Tb de 33 heures correspondant à un ruissellement généralisé un peu inférieur à la valeur moyenne admise pour le temps de base dans le précédent rapport (p. 48).

Le coefficient α varie pour les trois crues considérées (tableau XIII) entre 2,15 et 2,86. La plus faible de ces valeurs n'est pas significative, l'hydrogramme du 2 mai 1972 présentant deux pointes; quant à la plus forte elle est due à un ruissellement partiel affectant seulement le bassin résiduaire de L 3 (crue du 2 janvier 1972). Elle montre bien que le coefficient α est toujours voisin de 3 ou davantage, pour les fortes pluies hétérogènes et que les crues peuvent être brutales, rappelons le cas de la crue du 31 mai 1971 (α = 2,95, Q total = 20,9 m3/s).

4.2. Les données sur le ruissellement.

Les données sur le ruissellement des crues enregistrées de la troisième campagne figurent dans les tableaux XIV, XV et XVI; elles sont représentées par les paramètres suivants :

Qmax = débit maximum (en m3/s) atteint par chaque crue (débit total comprenant le débit ruisselé + le débit de base),

V_R = volume ruisselé (en m3) de la crue,

L_R = lame d'eau ruisselée (en mm) exprimée par le rapport V_R (en m3)/surface du bassin (en 1000 x km2),

$\bar{P}$ = précipitation moyenne (en mm) sur le bassin,

K_R = coefficient de ruissellement (en %) de la crue, rapport $L_R/\bar{P}$

Q_o = débit initial (en m3/s) de la crue.

Nous présentons les résultats sous forme de tableaux et sans commentaires, le rapport de synthèse des trois campagnes étant consacré surtout à l'étude des problèmes de ruissellement. Remarquons simplement la faiblesse des coefficients de ruissellement (compris en général entre 4 et 6 %) sur tous les bassins.

TABLEAU XIV

Ruissellement sur le bassin de BYUMBA L 1
(43 km2)

Date de la crue	Q max m3/s	V_R m3	L_R mm	P mm	K_R %	Q_o m3/s
1.10.1971	2,88	54 840	1,27	33,8	3,8	0,280
13. 2.1972	2,56	61 800	1,44	19,5	7,4	0,300

TABLEAU XV

Ruissellement sur le bassin de BYUMBA L 2
(119 km2)

Date de la crue	Q max m3/s	V_R m3	L_R mm	P mm	K_R %	Q_o m3/s
28.10.1971	4,22	23 700	0,20	9,3	2,2	0,790
3. 3.1972	4,29	68 700	0,58	17,2	3,4	0,790
2. 5.1972	12,0	146 400	1,23	24,3	5,1	1,70
6. 5.1972	4,72	76 200	0,64	13,3	4,8	1,60
20. 5.1972	4,94	125 400	1,05	26,2	4,0	1,10
25. 6.1972	4,79	102 600	0,86	19,6	4,4	2,00

TABLEAU XVI

Ruissellement sur le bassin de BYUMBA L 3 (258 km2)

Date de la crue	Q max m3/s	V_R m3	L_R mm	$\bar{P}$ mm	K_R %	Q_o m3/s	Comm.
2. 1.72	14,0	315600	1,22	19,5	6,2	1,50	C P
27. 2.72	8,14	174600	0,68	12,9	5,3	1,50	C P
9. 4.72	8,61	150600	0,58	13,9	4,2	1,50	C P
10. 4.72	8,92	190200	0,74	12,9	5,7	2,10	C P
16. 4.72	8,92	266400	1,03	18,1	5,7	2,00	C P
21. 4.72	8,92	196800	0,76	15,6	4,9	4,70	C P
24. 4.72	13,0	244200	0,95	12,4	7,7	5,60	
2. 5.72	16,8	597000	2,31	27,8	8,3	2,30	
20. 5.72	13,2	543000	2,10	27,6	7,6	1,60	
25. 26. 6.72	15,0	734400	2,85	28,4 16,1	6,4	1,50	C C

C P = crue partielle

C C = crue composée.

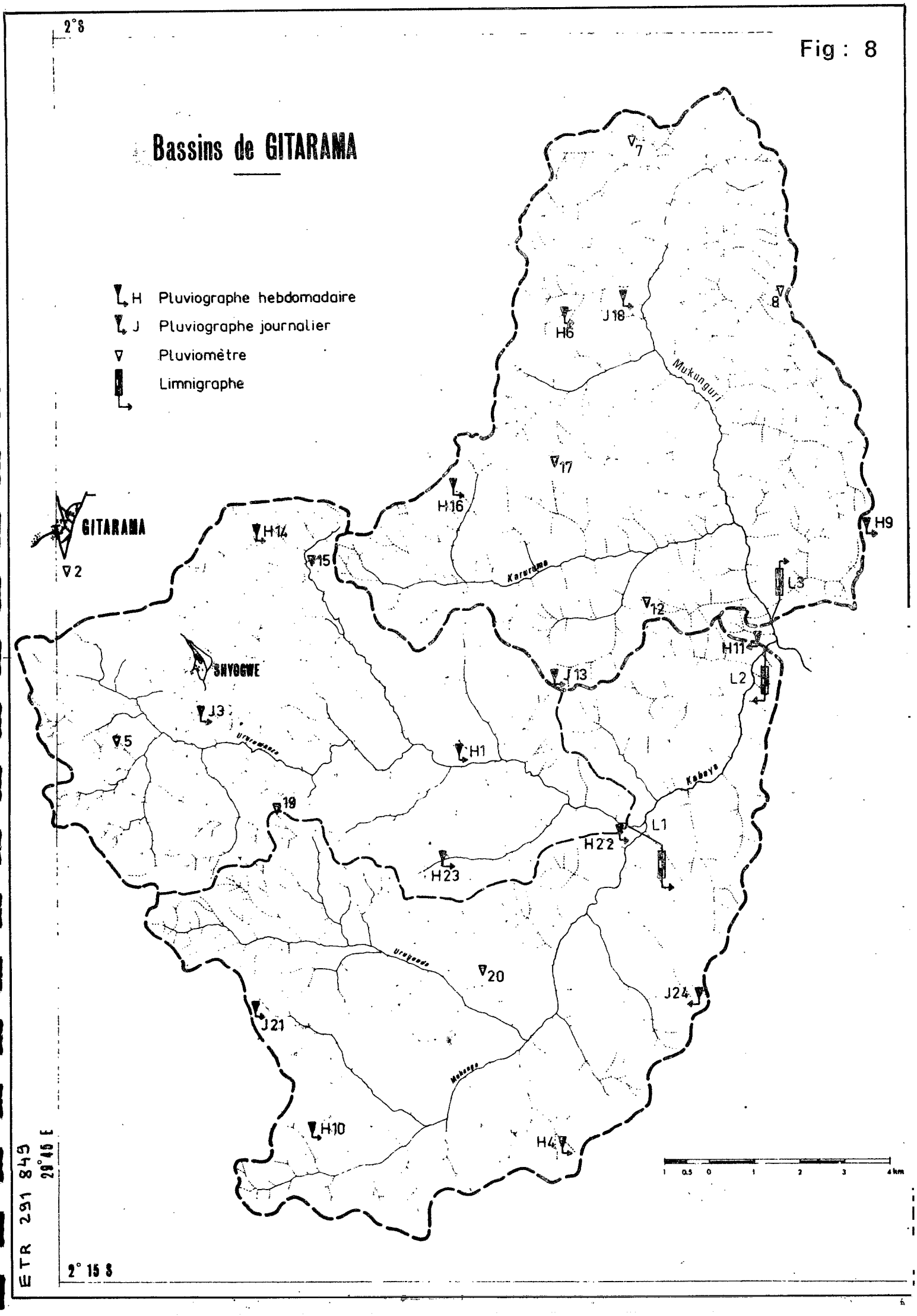


Fig : 8
Bassins de GITARAMA
H Pluviographe hebdomadaire
J Pluviographe journalier
Pluviomètre
Limnigraphe
GITARAMA
SHYOGWE
Mukunguri
Kabaya
Urugwanza
Mukanga
2°8
2° 15 S
29°45 E
ETR 291 849

- CHAPITRE V -

EQUIPEMENT HYDROPLUVIOMETRIQUE

(Bassins de GITARAMA)

5.1. Organisation générale.

Le Service du Génie Rural qui assurait l'intérim des observations depuis le 22 juin 1971, date du départ de Monsieur RIOU, a poursuivi les mesures jusqu'au 11 octobre, date d'installation à GITARAMA de Monsieur MUZET, hydrologue de la S.C.E.T., nouveau responsable des bassins.

L'infrastructure du réseau de mesures n'a subi aucun changement par rapport à la seconde campagne. Rappelons que cet équipement comprend :

- 3 limnigraphes à pression,
- 9 pluviomètres type Association,
- 5 pluviographes journaliers
- 10 pluviographes hebdomadaires.

5.2. Equipement du bassin de URURUMANZA - Station L 1.

5.2.1. Equipement.

L'équipement pluviométrique comprend toujours 9 postes de mesures dont deux sont équipés d'enregistreurs journaliers (type augets basculeurs) et trois d'enregistreurs hebdomadaires.

L'équipement hydrométrique comprend, comme précédemment :

- une échelle limnimétrique composée de trois éléments métriques situés en rive gauche, le zéro de l'échelle étant à la cote 1442, 99 m
- un limnigraphe Telemnip NEYRPIC (échelle de réduction 1/10) placé également en rive gauche.

De nombreux problèmes d'enregistrement se sont posés au cours de cette campagne, les fréquentes variations du profil du lit provoquées par la divagation d'importants bancs de sable amenant un colmatage de la prise de pression. Des anomalies d'enregistrement sont observées d'octobre à décembre 1971. Le scellement en rive droite de la prise au mois de février sur les rochers au droit de la culée du pont, apporte une amélioration sensible. Début juillet la prise se colmate ou se débouche à nouveau régulièrement rendant les enregistrements inutilisables jusqu'à fin août; mais les observations biquotidiennes du lecteur sont amplement suffisantes pendant cette période de basses eaux pour calculer de façon satisfaisante l'écoulement.

5.2.2. Etalonnage.

Le tarage est très instable, chaque crue modifiant la section du lit. Les 33 jaugeages effectués au cours de la troisième campagne ne permettent de représenter qu'imparfaitement les variations de ce tarage. Ainsi on a matérialisé par une seule courbe de hautes eaux les trois principales pointes de crue (H = 1,10 m le 21 décembre 1971, maximum jaugé; H = 1,20 m le 11 janvier 1972, maximum de l'année et H = 1,14 m le 7 février 1972, maximum jaugé).

On distingue les étalonnages successifs suivants :

1°/ calcul des débits de septembre à partir des jaugeages de basses eaux 45 à 48

2°/ étalonnage valable du début octobre au maximum du 11 janvier (estimé à 10 m3/s)

3°/ depuis la décrue du 11 janvier jusqu'au maximum de crue du 7 février

4°/ étalonnage identique au n° 2, valable depuis la décrue du 7 février jusqu'au maximum du 4 avril

5°/ étalonnage valable du 4 avril au 4 juin

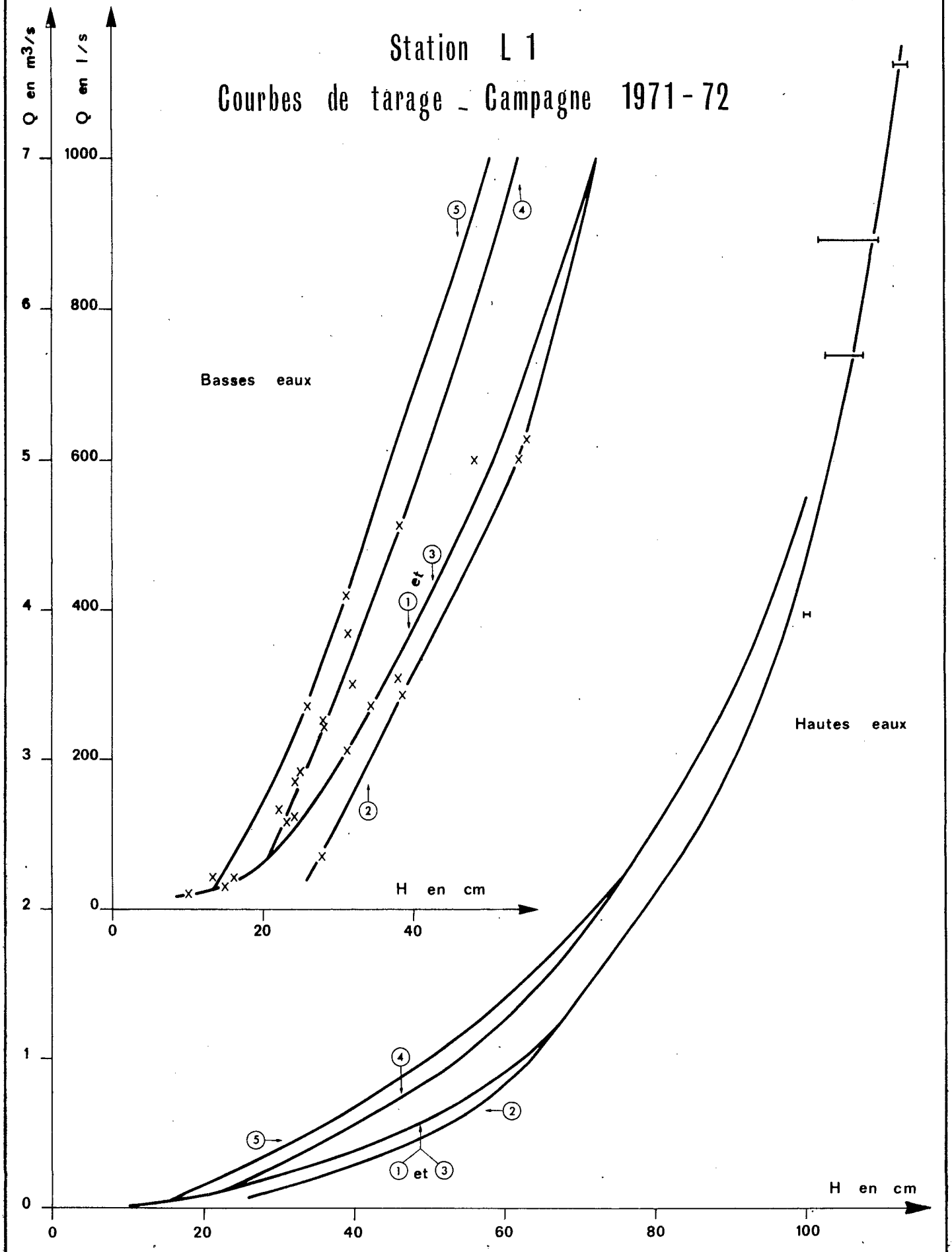
6°/ depuis la décrue du 4 juin jusqu'à la fin août 1972 (valable donc pour la crue du 26 juin à H = 0,92 m)

Fig : 9

BASSIN DE GITARAMA

Station L 1

Courbes de tarage _ Campagne 1971 - 72



O.R.S.T.O.M. Service Hydrologique	date	des.	ETR 291 850

TABLEAU XVII

Jaugeages GITARAMA - Station L 1

n°	Date	Hauteur (m)	Débit (m3/s)
45	8. 9.1971	0,22	0,132
46	17. 9.1971	0,20	0,066
47	21. 9.1971	?	0,041
48	29. 9.1971	?	0,054
49	28.10.1971	0,16	0,041
50	14.11.1971	0,21	0,075
51	28.11.1971	?	0,530
52	14.12.1971	0,17	0,033
53	21.12.1971	1,02 - 1,10	6,44
54	21.12.1971	1,08 - 1,03	5,68
55	21.12.1971	0,72 - 0,71	1,54
56	29.12.1971	0,32	0,302
57	6. 1.1972	0,24	0,122
58	11. 1.1972	0,69 - 0,68	1,25
59	11. 1.1972	0,54	0,597
60	13. 1.1972	0,38	0,290
61	1. 2.1972	0,27	0,068
62	7. 2.1972	1,14 - 1,12	7,60
63	7. 2.1972	1,01 - 1,00	3,96
64	8. 2.1972	0,55	0,625
65	23. 2.1972	0,38	0,310
66	25. 2.1972	0,48	0,599
67	8. 3.1972	0,34	0,273
68	16. 3.1972	0,31	0,209
69	6. 4.1972	0,23	0,112
70	13. 4.1972	0,38	0,511
71	27. 4.1972	0,25	0,170
72	4. 5.1972	0,28	0,250
73	10. 5.1972	0,28	0,230
74	19. 5.1972	0,31	0,367
75	4. 6.1972	0,54	1,14
76	16. 6.1972	0,26	0,270
77	28. 6.1972	0,31	0,420

5.3. Equipement du bassin de la KABEYA - Station L 2.

5.3.1. Equipement.

L'équipement pluviométrique comprend 15 postes pluviométriques dont 3 enregistreurs journaliers et 7 enregistreurs hebdomadaires.

L'équipement hydrométrique se compose, comme pour les deux premières campagnes, d'une échelle limnimétrique de 4 éléments métriques dont le zéro est à la cote 1406,20 m, et d'un limnigraphe Telemnip NEYRPIC placé en rive gauche.

Les enregistrements sont corrects sauf pendant de courtes périodes en novembre, décembre et février, où le mécanisme d'horlogerie était déréglé.

5.3.2. Etalonnage.

On remarque, comme à la station L 1, une alternance de remblaiement et de déblaiement du lit provoquée par des transports solides importants. Les dépôts de sable sont particulièrement notables au mois d'octobre où la prise de pression, avant changement d'emplacement, se trouvait à 75 cm sous le sable.

Après la crue du 23 février, une partie de la berge en rive droite, s'effondre entraînant un nouveau détarage notable. Malgré cette forte instabilité, les variations de l'étalonnage sont assez bien connues grâce à 38 jaugeages qui permettent d'établir les courbes suivantes :

1°/ étalonnage de début septembre au 11 janvier (début de la crue),

2°/ étalonnage valable de la crue du 11 janvier au 7 février,

3°/ étalonnage valable de la crue du 7 février à celle du 24 février,

4°/ étalonnage valable de la crue du 24 février à celle du 20 mai,

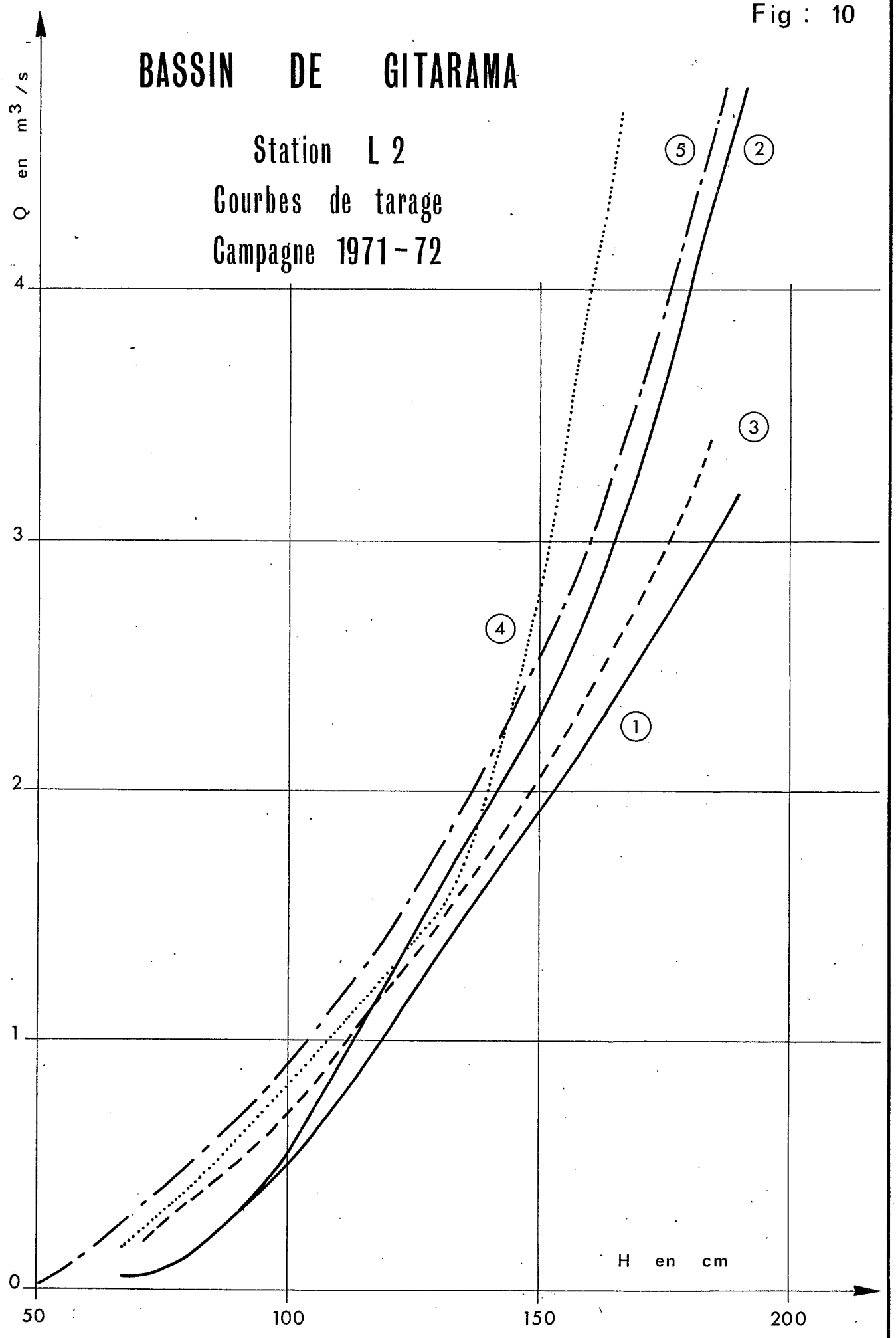
5°/ étalonnage valable de la crue du 20 mai à fin août.

Ce dernier étalonnage présente la plus forte extrapolation, la crue du 26 juin atteignant 2,20 m à l'échelle.

Fig : 10

BASSIN DE GITARAMA

Station L 2
Courbes de tarage
Campagne 1971-72



O.R.S.T.O.M. Service Hydrologique	date	des.	ETR 291 851

TABLEAU XVIII

Jaugeages GITARAMA - Station L 2

n°	Date	Hauteur (en m)	Débit (m^3/s)
65	8. 9.1971	0,74	0,190
66	17. 9.1971	0,80	0,289
67	21. 9.1971	0,73	0,071
68	29. 9.1971	0,77	0,146
69	28.10.1971	0,72	0,055
70	14.11.1971	0,77	0,094
71	15.12.1971	0,76	0,052
72	21.12.1971	1,88 - 1,87	3,10
73	21.12.1971	1,83 - 1,81	3,03
74	29.12.1971	0,88	0,265
75	11. 1.1972	1,73 - 1,69	3,37
76	11. 1.1972	1,60 - 1,57	2,66
77	11. 1.1972	1,29 - 1,28	1,60
78	13. 1.1972	0,94	0,400
79	26. 1.1972	0,69	0,092
80	1. 2.1972	0,68	0,054
81	7. 2.1972	1,83 - 1,85	3,38
82	8. 2.1972	1,27 - 1,25	1,36
83	23. 2.1972	0,91	0,538
84	25. 2.1972	1,53 - 1,51	2,79
85	25. 2.1972	1,36	1,56
86	2. 3.1972	1,12	1,11
87	16. 3.1972	0,89	0,615
88	24. 3.1972	0,99	0,895
89	6. 4.1972	0,67	0,204
90	14. 4.1972	1,02	0,866
91	21. 4.1972	0,95	0,727
92	27. 4.1972	0,78	0,385
93	4. 5.1972	0,95	0,612
94	15. 5.1972	1,07	0,964
95	19. 5.1972	1,06	0,924
96	20. 5.1972	1,15 - 1,14	1,20
97	30. 5.1972	1,18	1,31
98	4. 6.1972	1,60 - 1,61	3,06
99	6. 6.1972	1,14	1,31
100	16. 6.1972	0,88	0,665
101	28. 6.1972	1,13	1,20
102	3. 8.1972	0,54	0,039

5.4. Equipement du bassin de la MUKUNGURI - Station L 3.

5.4.1. Equipement.

L'équipement pluviométrique comprend 10 postes pluviométriques dont 2 sont équipés d'enregistreurs journaliers et 3 d'enregistreurs hebdomadaires.

L'équipement hydrométrique n'a pas subi de modifications; il est constitué d'une échelle limnimétrique comportant 4 éléments métriques dont le zéro se trouve à la cote 1410,58 m, et d'un limnigraphe Telemnip NEYRPIC.

Les enregistrements sont inutilisables en septembre et octobre, le bloc visualisateur étant hors fonctionnement et la prise d'eau souvent hors de l'eau en étiage. Par la suite les enregistrements sont bons dans l'ensemble (hormis la période du 19 au 24 Mars).

5.4.2. Etalonnage.

La station est assez stable, d'autant plus que les crues sont très faibles : le maximum annuel est de seulement 0,90 m le 26 juin.

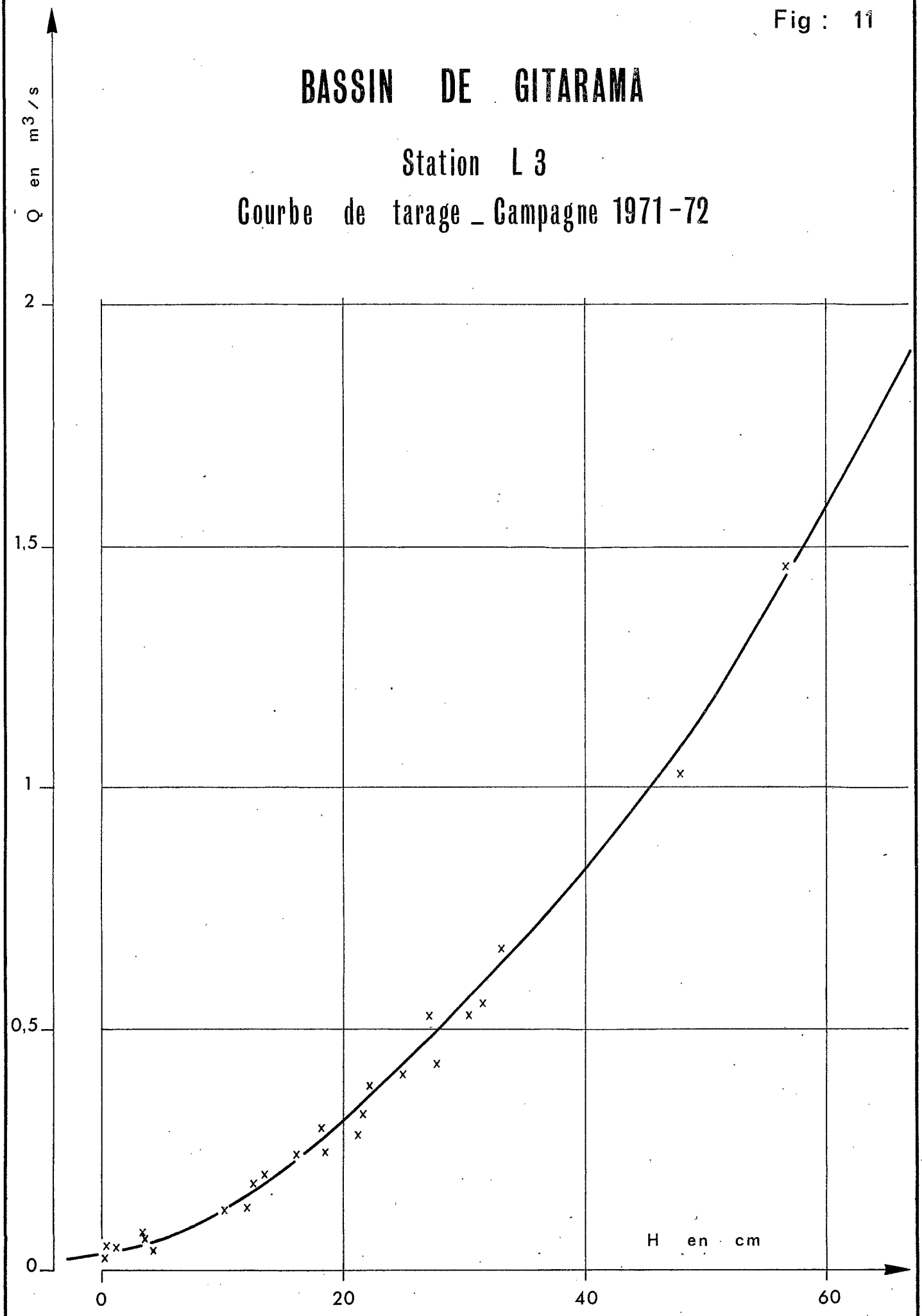
Les 30 jaugeages effectués au cours de cette campagne ne concernent que de faibles débits et l'on admet que la courbe de hautes eaux retenue correspond à celle adoptée dans le précédent rapport à partir du 13 mai 1971. L'étalonnage est unique pour toute la campagne.

Fig : 11

BASSIN DE GITARAMA

Station L 3

Courbe de tarage _ Campagne 1971-72



O.R.S.T.O.M. Service Hydrologique	date	des.	ETR 291 852

TABLEAU XIX

n°	Date	Hauteur (m)	débit (m^3/s)
50	8. 9.1971	0,12	0,129
51	17. 9.1971	0,08	0,280
52	21. 9.1971	0,00	0,037
53	29. 9.1971	0,01	0,047
54	21.10.1971	0,03	0,067
55	14.11.1971	0,32 - 0,30	0,555
56	25.11.1971	0,03	0,071
57	28.11.1971	0,16 - 0,17	0,237
58	15.12.1971	0,00	0,052
59	29.12.1971	0,18	0,299
60	13. 1.1972	0,03	0,065
61	26. 1.1972	0,04	0,044
62	1. 2.1972	0,15	0,041
63	23. 2.1972	0,13	0,181
64	25. 2.1972	0,56 - 0,57	1,46
65	25. 2.1972	0,46	0,820
66	8. 3.1972	0,22	0,330
67	24. 3.1972	0,21	0,273
68	6. 4.1972	0,10	0,120
69	13. 4.1972	0,13	0,199
70	13. 4.1972	0,27 - 0,28	0,427
71	27. 4.1972	0,185	0,242
72	4. 5.1972	0,245	0,408
73	10. 5.1972	0,30	0,524
74	19. 5.1972	0,22	0,378
75	20. 5.1972	0,47 - 0,48	1,03
76	30. 5.1972	0,31	0,555
77	16. 6.1972	0,27	0,525
78	28. 6.1972	0,33	0,668
79	3. 8.1972	0,03	0,067

- CHAPITRE VI -

OBSERVATIONS DE LA CAMPAGNE DE MESURES 1971-1972

(Bassins de GITARAMA)

6.1. Observations pluviométriques.

6.1.1. Caractéristiques de l'année observée.

La région couvrant les bassins de GITARAMA a été nettement moins arrosée que celle des bassins de BYUMBA puisque si le poste de KIGALI-Aérodrome est encore légèrement excédentaire (1020 mm contre 958 mm en année moyenne), le poste de RUBONA ne touche plus que 1092 mm contre 1173 mm (soit 7 % de déficit).

Les caractéristiques saisonnières pour cette partie du RWANDA sont les suivantes :

- 1ère saison des pluies : précoce, mois de septembre assez arrosé - excédentaire dans l'ensemble.
- saison sèche d'hiver : très courte, mois de janvier déficitaire - février très arrosé.
- 2ème saison des pluies : très déficitaire.
- saison sèche d'été : juin très arrosé - juillet très sec août assez arrosé.

6.1.2. Pluviométrie observée sur les bassins de GITARAMA.

- Total annuel (mm).

Bassins	1er novembre - 31 août			1 er septembre - 31 août		
	69-70	70-71	71-72	69-70	70-71	71-72
L 1	935	908	835	(1055)	1072	1009
L 2	904	891	826	(1020)	1062	1035
L 3	868	922	882	(990)	1107	1074

Si l'on prend la période du 1er octobre au 31 août, on peut noter que les totaux pluviométriques de L 1 et de L 2 sont les plus faibles des trois campagnes, seul celui de L 3 est légèrement supérieur à celui de 1969-1970.

Si l'on prend maintenant toute l'année hydrologique on constate la même situation sauf en L 2 où le total pluviométrique semble être voisin de celui de 1969-1970.

- Répartition spatiale sur les bassins.

Les valeurs extrêmes sont observées en H 23 (839 mm) et en H 11 (1182 mm). On remarque une zone supérieure à 1100 mm sur l'extrémité nord du bassin L 3 et sur la basse KABEYA. Le centre des bassins L 1 - L 2 reçoit moins de 900 mm ainsi que l'extrémité nord-ouest de L 2.

- Répartition saisonnière.

La répartition pluviométrique de cette troisième campagne est particulièrement irrégulière puisque les deux mois les plus abondants sont septembre et février (contre novembre et avril en année normale). Cette forme saisonnière est peu propice à l'écoulement car ces deux mois sont habituellement des mois de transition entre saison sèche et saison des pluies, faisant donc suite à des périodes pendant lesquelles les sols se sont ressuyés.

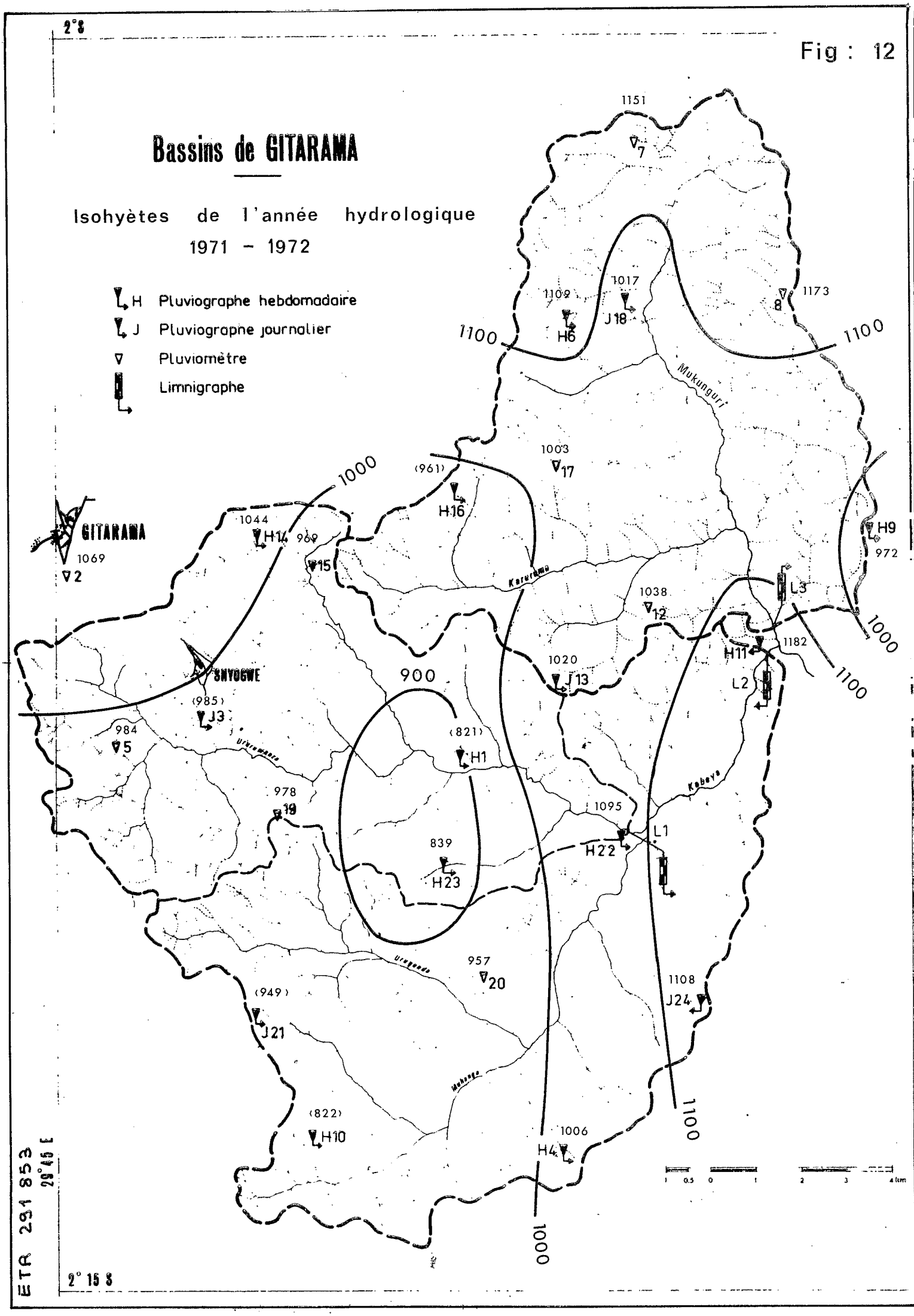


Fig : 12
Bassins de GITARAMA
Isohyètes de l'année hydrologique
1971 - 1972
H Pluviographe hebdomadaire
J Pluviographe journalier
Pluviomètre
Limnigraphe
2°S
2° 15 S
29°45 E
ETR 291 853
GITARAMA
SNYOGWE
Mukunguri
Karurama
Kabaya
Uruguada
Muhanga
1151
7
1109
H6
1017
J18
1173
8
1100
1003
17
(961)
H16
1000
1044
H14
969
15
1069
2
H9
972
1038
12
L3
1182
H11
L2
1020
J13
900
(985)
J3
984
5
(821)
H1
978
19
1095
L1
H22
839
H23
957
20
1108
J24
(949)
J21
(822)
H10
1006
H4
0.5
0
1
2
3
4 km

TABLEAU XX

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 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 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 L 1												
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 L 2												
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 L 3												
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

Il est difficile d'admettre que ces deux mois correspondent à un début très précoce de saison des pluies car les valeurs d'octobre et mars sont beaucoup plus faibles et il s'effectue ensuite une reprise nette des pluies, mais insuffisante pour donner lieu à des crues importantes.

Les deux premières campagnes ont montré que l'écoulement n'était jamais très important au cours de la première saison des pluies et qu'une augmentation sensible de l'écoulement avec formation de grosses crues ne pouvait avoir lieu qu'après saturation des zones marécageuses encombrant les talwegs. Cela nécessite ainsi des précipitations soutenues pendant une période assez longue, disons de deux mois consécutifs.

Si l'on fait la somme des deux mois consécutifs les plus arrosés de la seconde saison des pluies, on arrive au résultat suivant, en mm :

Bassins	Mars + Avril 1970	Avril + Mai 1971	Avril + Mai 1972
L 1	375	360	208
L 2	368	358	219
L 3	371	379	236

La faiblesse des mois d'avril et mai 1972 est spectaculaire et nous verrons plus loin que les débits moyens mensuels correspondants sont insignifiants.

La relative uniformisation des hauteurs pluviométriques mensuelles sur toute l'année produit des pertes énormes par évapotranspiration et le déficit d'écoulement sera particulièrement élevé.

- Précipitations journalières.

Pour la période du 1er septembre 1971 au 31 août 1972, le classement des précipitations relevées à la station de RUBONA permet d'établir le tableau suivant :

Classes (mm)	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total
0.1 à 4.9	11	6	10	9	12	11	16	9	18	4		1	107
5.0 à 9.9	5		1	3	2	2		7	4	2		5	31
10.0 à 14.9		2	2	2			1	4					11
15.0 à 19.9		1	2		1	4		2		1			11
20.0 à 24.9			2			1	1						4
25.0 à 29.9		1	1				1						3
30.0 à 34.9		1							1				2
35.0 à 39.9										1			1
40.0 à 49.9													
50.0 à 59.9													
60.0 à 69.9		1				1							2
Total	16	12	18	14	15	19	19	22	23	8		6	172

Nous obtenons un total de 172 pluies, largement supérieur à ceux des deux autres campagnes (162 et 153). Cette année encore des rosées ont été certainement comptées comme précipitations (il y a 16 pluies à 0,1 ou 0,2 mm).

Les paramètres de la loi de GOODRICH ajustée à l'échantillon de pluies journalières relevées à RUBONA entre 1931 et 1970 permettent de donner aux premières hauteurs rangées de l'année 1971-1972 les probabilités suivantes :

Date :	H (mm)	Probabilité estimée :
29.10.1971	63,6	1 fois en 2,5 ans
6. 2.1972	60,0	1 fois en 2 ans
3. 6.1972	36,6	3,3 fois par an
30.10.1971	33,5	4,6 fois par an
20. 5.1972	30,4	6 fois par an

On remarquera :

- le nombre élevé de pluies inférieures à 10 mm (138)
- la rareté des fortes pluies (5 averses supérieures à 30 mm)
- la valeur modérée du maximum (63,6 mm contre 90,4 mm le 1er mars 1970 et 74,7 mm le 28 mai 1971).

Comme pour les précédents rapports, nous donnons ci-après les hauteurs moyennes sur les trois bassins relatives aux plus fortes averses (H > 15,0 mm)

TABLEAU XXI

GITARAMA

Bassin L 1		Bassin L 2		Bassin L 3	
Date	H (mm)	Date	H (mm)	Date	H (mm)
20.12.1971	47,1	25. 6.1972	41,4	6. 2.1972	35,4
6. 2.1972	41,7	6. 2.1972	38,0	25. 6.1972	34,9
25. 6.1972	34,3	24. 2.1972	34,1	20.12.1971	26,7
11. 9.1971	30,9	20.12.1971	32,6	20. 5.1972	26,2
24. 2.1972	30,4	12. 9.1971	29,2	27.11.1971	23,6
16.12.1971	23,4	11. 9.1971	25,0	24. 2.1972	23,6
27.11.1971	21,8	17. 2.1972	20,3	14. 6.1972	22,7
10. 1.1972	20,0	16.12.1971	18,1	29. 9.1971	22,1
17. 2.1972	19,9	27.11.1971	17,9	15. 2.1972	20,1
3. 6.1972	18,6	26. 9.1971	16,2	10. 4.1972	19,9
26. 9.1971	17,7	12. 4.1972	16,2	17. 2.1972	19,6
17. 5.1972	15,7	25. 9.1971	16,1	2. 5.1972	19,2
29. 9.1971	15,4			18. 6.1972	17,0
12. 9.1971	15,3			14. 9.1971	16,8
2. 5.1972	15,3			26. 9.1971	16,6
				3. 3.1972	16,5
				17. 4.1972	16,0
				13.11.1971	15,6
				18. 1.1972	15,4

- Analyse des averses.

Les caractéristiques des plus fortes averses de la troisième campagne enregistrées en J3 et J 13 sont données dans les tableaux XXII et XXIII.

TABLEAU XXII

Analyse des averses au poste 3 du bassin de GITARAMA

(troisième campagne)

Date	Hauteur totale (mm)	Durée tot. mn	Intensité maximale (mm/h) observée								
			5 mn	10 mn	15 mn	30 mn	45 mn	60 mn	90 mn	120 mn	180 mn
27.11.1971	32,0	140	72	66	60	52	34	28	20	16	10
16.12.1971	24,0	40	96	87	72	44	32	24	16	12	8
20.12.1971	68,0	444	48	45	38	34	26	24	18	16	12
10. 1.1972	38,0	144	84	60	52	33	31	26	20	17	12
6. 2.1972	37,0	187	72	60	50	28	28	24	20	16	12
16. 2.1972	21,5	173	54	42	38	27	18	15	11	9	7
17. 2.1972	21,0	37	72	72	64	40	22	21	14	10	7
3. 6.1972	31,0	180	72	51	32	19	17	16	14	12	10
25. 6.1972	33,5	260	54	42	32	24	19	18	15	11	10

TABLEAU XXIII

Analyse des averses au poste 13 du bassin de GITARAMA

(troisième campagne)

Date	Hauteur totale (mm)	Durée tot. (mn)	Intensité maximale (mm/h) observée								
			5 mn	10 mn	15 mn	30 mn	45 mn	60 mn	90 mn	120 mn	180 mn
26. 9.1971	22.0	270	42	30	24	18	15	12	11	9	6
29. 9.1971	22.5	202	72	60	50	39	26	20	14	10	7
6.11.1971	30.5	120	84	84	62	44	35	28	20	15	10
20.12.1971	39.	365	66	48	44	41	29	22	15	13	10
17. 2.1971	28.0	235	60	54	46	35	27	22	13	12	9
24. 2.1972	44.0	355	96	60	42	37	32	26	18	18	12
17. 3.1972	23.0	300	48	42	32	17	13	12	8	7	6
17. 5.1972	25.5	80	108	87	72	46	32	25	18	13	9
26. 6.1972	43.5	215	72	60	56	41	37	37	24	14	14

6.2. Observations hydrométriques.

6.2.1. Débits moyens journaliers, mensuels et annuels.

Les tableaux des débits moyens journaliers calculés aux 3 stations des bassins de GITARAMA au cours de l'année hydrologique 1971/1972 se trouvent dans l'Annexe II en fin de rapport.

Nous présentons ci-dessous les débits moyens mensuels (en m3/s) :

Station L 1 (GITARAMA)

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
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

Station L 2 (GITARAMA)

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
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

Station L 3 (GITARAMA)

	S	O	N	D	J	F	M	A	MM	J	J	A
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

Les débits moyens annuels de septembre et octobre 71 à la station L 3 sont estimés, les enregistrements ayant été défectueux.

Ceci conduit aux modules annuels suivants :

Bassin L 1 = 0,217 m3/s
Bassin L 2 = 0,441 m3/s
Bassin L 3 = 0,222 m3/s.

Le volume écoulé annuel et le débit spécifique annuel sont les suivants :

	Volume écoulé annuel en 10^6 m^3	Débit spécifique annuel en l/s Km^2
Bassin L 1	6,9	3,0
Bassin L 2	13,9	2,7
Bassin L 3	7,0	2,4

Les valeurs annuelles de l'écoulement sont particulièrement faibles puisqu'elles représentent pour l'ensemble des bassins un déficit de 44 à 48 % par rapport à la première campagne et de 43 à 49 % par rapport à la seconde campagne. Ceci est essentiellement dû à la médiocrité de l'écoulement au cours des mois d'avril et mai.

6.2.2. Bilan hydrologique.

	Module (m3/s)	Pluie moyenne (mm)	Lame écoulée (mm)	Coefficient d'écoul.t (%)	Déficit d'écoul.t (mm)
Bassin L 1	0,217	1009	95	9,4	914
Bassin L 2	0,441	1035	84	8,0	951
Bassin L 3	0,222	1074	77	7,2	997

6.2.3. Crues observées en 1971-1972 sur les bassins de GITARAMA.

Hormis la crue du 10 janvier 1972 sur le bassin L 1, toutes les crues de cette campagne sont excessivement modestes et peu nombreuses. Les débits maximaux instantanés spécifiques des trois campagnes figurent ci-dessous, en l/s.Km2 :

	Année 1969-1970	Année 1970-1971	Année 1971-1972
Bassin L 1	352	123	139
Bassin L 2	87	65	48
Bassin L 3	59	80	36

Les tableaux XXIV, XXV et XXVI qui donnent pour chaque bassin les plus fortes crues classées par ordre décroissant montrent qu'étant donné l'indigence des saisons des pluies, les seules crues existantes se sont produites, en fait, à n'importe quel moment de l'année (juillet et août excepté). On remarquera qu'il n'y a que trois crues supérieures à 1.50 m3/s sur le bassin de la MUKUNGURI, alors que le tableau XXI montre que 9 averses ont eu, sur le bassin, une hauteurmoyenne supérieure à 20 mm et la plus forte averse de l'année sur ce secteur (35,4 mm le 6 février 1972) ne donne qu'une crue insignifiante atteignant seulement 0,99 m3/s.

Le bassin L 3, étant par ailleurs le bassin le plus arrosé, présente donc une aptitude au ruissellement différente des bassins L 1 et L 2, déjà mise en évidence par son débit spécifique annuel, toujours inférieur de 15 à 20 % aux autres bassins.

Le relief étant sensiblement le même que par ailleurs, c'est vraisemblablement l'état du réseau hydrologique qui en est la cause.

La densité de drainage est très faible, Dd = 2,29 contre Dd = 3,15 pour le bassin de l'URURUMANZA et Dd = 2,83 pour le bassin de la KABEYA; le réseau hydrographique peu marqué, envahi par les marécages,assure mal l'évacuation du ruissellement local et les pertes par évapotranspiration seront énormes. Le bassin L 3 a du reste le déficit d'écoulement le plus important et celui-ci frôle les 1000 mm pour 1971-1972.

TABLEAU XXIV

Classement des crues observées en 1971-1972

GITARAMA L 1

n°	Date	Débit maximal	
		m3/s	l/s.Km2
1	10. 1.1972	10,3	139
2	7. 2.1972	8,30	112
3	21.12.1971	7,05	95
4	4. 6.1972	4,56	62
5	26. 6.1972	3,64	49
6	16. 2.1972	3,44	46
7	22. 5.1972	1,80	24
8	24. 2.1972	1,75	24

TABLEAU XXV

Classement des crues observées en 1971-1972

GITARAMA L 2

n°	Date	Débit maximal	
		m3/s	l/s.Km2
1	26. 6.1972	8,00	48
2	11. 1.1972	5,10	31
3	25. 2.1972	4,70	28
4	7. 2.1972	3,45	21
5	4. 6.1972	3,23	19
6	21.12.1971	3,20	19
7	23. 5.1972	2,57	16
8	17. 2.1972	1,90	12

TABLEAU XXVI

Classement des crues observées en 1971-1972

GITARAMA L 3

N°	Date	Débit maximal m3/s	Débit maximal l/s.Km2
1	27. 6.1972	3,25	36
2	21. 5.1972	2,15	24
3	25. 2.1972	1,51	17

6.2.4. Description des principaux couples "averse-crue".

6.2.4.1. Crue du 21 décembre 1971.

L'averse du 20 décembre est générale sur tous les bassins, elle affecte principalement le bassin L 1 (47,1 mm, 1er rang) et dans une proportion moindre le bassin L 2 (32,6 mm, 4ème rang) et le bassin L 3 (26,7 mm, 3ème rang). L'épicentre de l'averse est en P2 qui reçoit 76,7 mm et le haut bassin de l'URURUMANZA est très arrosé. La crue atteint 7,05 m3/s en L 1 et parvient très amortie en ne donnant plus que 3,2 m3/s au maximum; le bassin résiduaire de L 2 ruisselle très peu ainsi que le bassin L 3.

6.2.4.2. Crue du 10 janvier 1972.

La pluie du 10 janvier est très hétérogène et intéresse la moitié ouest du bassin L 1 et une très faible partie du bassin résiduaire de L 2. Sa hauteur moyenne est de 20,0mm pour L 1 avec un épicentre de 44,0 mm en H 14. L'averse est de courte durée et présente des intensités initiales de l'ordre de 80 mm/h.

On peut estimer que seul le bassin L 1 ruisselle et ceci nous donne donc un exemple de propagation de la crue de L 1 en L 2 sans apports de la MUHANGA. Le maximum en L 1 est de 10,3 m3/s, la crue est alors très pointue mais sa forme s'arrondit nettement en parvenant en L 2 où son maximum n'est plus que de 5,1 m3/s.

Une partie du volume ruisselé du haut bassin ne se retrouve pas en L 2 (144600 m3 contre 174800 m3) car il contribue à la mise en eau des marais de la basse KABEYA ce qui se traduit par une légère augmentation de l'écoulement de base.

6.2.4.3. Crue du 7 février 1972.

La pluie du 6 février est encore très abondante sur le bassin L 1 (41,7 mm de hauteur moyenne, 2ème rang). Le bassin L 2 reçoit 38 mm et le bassin L 3, 35,4 mm. Cette averse est très hétérogène et présente un épicentre supérieur à 50 mm sur chaque bassin. Le maximum de la crue atteint 8,30 m3/s en L 1 et s'abaisse à 3,45 m3/s en L 2. Les conditions d'humectation des sols sont très médiocres et la rétention par les marais est très forte, ce qui explique la médiocrité du ruissellement. En L 3 la crue ne dépasse pas 0,99 m3/s.

6.2.4.4. Crue du 25 février 1972.

La pluie du 24 février a son épicentre sur le poste P 12 avec 81,2 mm. Une zone supérieure à 50 mm couvre la basse KABEYA et la partie est du bassin L 1. La hauteur moyenne de la pluie est de 34,1 mm pour L 2 et 30,4 mm pour L 1, le bassin L 3 est moins arrosé : 23,6 mm. La répartition spatiale de cette averse est intéressante car elle explique bien les particularités des hydrogrammes. On observe en L 1 un gonflement modeste des eaux à 1,75 m3/s et au même moment une pointe à 3,53 m3/s en L 2 due au ruissellement important sur la zone en amont immédiat de L 2; ensuite, l'apport des eaux de la basse MUHANGA (dorsale supérieure à 60 mm) donne une remontée du débit en L 2 jusqu'à 4,70 m3/s. C'est l'une des rares fois, avec la crue du 26 juin 1972, où l'hydrogramme observé en L 2 ne provient pas du simple amortissement de l'hydrogramme de L 1.

6.2.4.5. Crue du 4 juin 1972.

L'averse du 3 juin au soir n'affecte que la moyenne MUKUNGURI et la haute URURUMANZA (épicentre au poste P2 avec 38,0 mm). Seule la moitié ouest du bassin L 1 ruisselle; la crue dont le maximum atteint 4,56 m3/s en L 1 arrive très atténuée en L 2 (3,23 m3/s).

6.2.4.6. Crue du 26 juin 1972.

Des pluies tardives les 24 et 25 juin vont provoquer une importante remontée des eaux le 25 au soir et le 26.

L'averse du 24 juin au soir affecte surtout la frange est du bassin L 2. L'épicentre se trouve sur le poste J 24 qui reçoit 32,0 mm entre 18 et 22 heures. Le ruissellement est local et ne parvient à l'exutoire de L 2 que le lendemain dans l'après-midi en faisant passer le débit de 0,250 à un pallier à 1,10 m3/s.

L'averse du 25 juin qui touche les bassins entre 17 et 21 heures est exceptionnelle à cette époque de l'année. Sa hauteur moyenne est de 41,4 mm sur L 2 (1er rang), de 34,3 mm sur L 1 et 34,9 mm sur L 3. Assez hétérogène elle présente un premier épicentre en P 7 (62,9 mm), un second épicentre en J 21 (75,5 mm) et une dorsale supérieure à 50 mm sur la zone centrale du bassin résiduaire de L 2 et sur l'exutoire de L 1.

L'hydrogramme du bassin L 1 présente une première pointe à 2,80 m3/s le 25 à 22 heures 40 (ruissellement en amont immédiat) puis un maximum principal de 3,64 m3/s le 26 à 1 heure du matin.

L'hydrogramme du bassin L 2 présente une première pointe de 6,64 m3/s le 26 à 8 heures (apport de la zone en amont immédiat de L 1 + apport de la base KABEYA) et un maximum principal de 8 m3/s le 26 à 14 heures 30, correspondant à l'apport de la moitié ouest du bassin résiduaire.

On notera à l'occasion de cette crue les temps de propagation très lents de l'écoulement dans le réseau hydrographique, ainsi dans le cas où seul le bassin L 1 est arrosé, la pointe de crue met 11 à 12 heures pour aller de l'exutoire de L 1 à l'exutoire de L 2; quant au ruissellement provenant de la moitié ouest du bassin résiduaire de L 2 il lui faut 22 à 24 heures pour se faire sentir à l'exutoire de L 2. Le freinage par les marais de la vitesse de l'écoulement et l'amortissement considérable des crues dans le réseau hydrographique expliquent que même dans le cas de fortes pluies on peut très bien ne pas enregistrer de crues, mais simplement une légère augmentation de l'écoulement de base.

A la station contrôlant le bassin L 3 on enregistre la crue la plus importante de l'année, crue dont le maximum ne dépasse pas toutefois 3,25 m3/s, valeur modeste ayant été dépassée 7 fois lors de la précédente campagne et 4 fois lors de la campagne 1969-1970.

- CHAPITRE VII -

ANALYSE DES RESULTATS

(Bassins de GITARAMA)

7.1. Paramètres de forme des hydrogrammes simples.

Comme au chapitre IV, les paramètres des hydrogrammes simples sont donnés par :

- le temps de montée, Tm,
- le temps de base, Tb,
- le rapport $\alpha = \frac{Qm}{Qmoy}$ du débit maximal ruisselé au débit moyen de l'hydrogramme.

7.1.1. GITARAMA L 1.

. Temps de montée, Tm.

Les résultats du tableau XXVII confirment les valeurs adoptées dans le rapport de la seconde campagne :

- Tm voisin de 1 heure lorsque l'averse est localisée ou qu'une partie du bassin reçoit d'abondantes précipitations, cas des crues des 10.1.1972, 7.2.1972 ou 4.6.1972.
- Tm voisin de 3 heures pour des averses généralisées, cas de la crue du 21.12.1971 par exemple.

. Temps de base, Tb.

Pour les crues de la troisième campagne le temps de base est relativement constant et de l'ordre de 16 à 17 heures.

TABLEAU XXVII

Bassin de GITARAMA L 1

Paramètres de forme des hydrogrammes de crues simples

Date de la crue	Q Max.	Qm	Tm	Tb	α
21.12.1971	7,05	6,80	3 h 45	17 h 55	3,16
10. 1.1972	10,3	10,1	1 h 10	15 h 50	3,40
7. 2.1972	8,30	8,00	0 h 50	15 h 30	2,60
16. 2.1972	3,44	3,10	3 h	16 h 40	2,46
4. 6.1972	4,56	4,25	1 h	17 h 2[illegible]	3,22

Coefficient α.

En retenant les coefficients relatifs aux trois plus grosses crues de la campagne, on obtient 2,60 et 3,16 pour des pluies ayant donné un ruissellement généralisé et 3,40 pour un ruissellement partiel, ces valeurs confirment les évaluations précédentes,

soit α = 2,50 à 3,00 lorsque tout le bassin participe à la crue

α = 3,50 et davantage, lorsque seule une fraction du bassin intervient ou lorsque les averses présentent de très fortes intensités.

7.1.2. GITARAMA L 2.

Le cas du bassin L 2 est très complexe, nous avons déjà vu qu'il est constitué :

- d'un bassin L 1 assez montagneux (indice de pente Ip = 0,161), relativement bien drainé (densité de drainage = 3,15), fréquemment arrosé et donnant des crues avec un coefficient α élevé.

- d'un bassin résiduaire beaucoup plus mou (indice de pente général pour tout L 2 : Ip = 0,137), assez mal drainé et encombré de marécages, plus rarement arrosé et donnant des crues très amorties.

Les paramètres permettant de représenter l'hydrogramme de crue de L 2 semblent à première vue être donnés facilement par les résultats tirés des tableaux de crues simples. Or, les hydrogrammes simples établis à partir des trois campagnes d'observations sont, soit des hydrogrammes "amortis" en provenance du bassin L 1, soit beaucoup plus rarement des hydrogrammes où l'influence du bassin résiduaire se fait sentir en partie. Dans les rares cas où véritablement le ruissellement de l'ensemble du bassin se fait sentir à l'exutoire, la lenteur de propagation de l'écoulement dans le réseau hydrographique fait que l'on n'obtient jamais de crues simples (compte tenu de la modicité des crues observées) mais un hydrogramme complexe à plusieurs pointes.

Dans l'évaluation des crues de fréquence rare, il est ainsi nécessaire de considérer deux cas :

1er cas : la crue provient uniquement de L 1.

C'est le cas le plus fréquent; il est possible d'estimer assez facilement à partir de l'hydrogramme L 1 élaboré :

- les paramètres de l'hydrogramme L 2
- la pointe et le volume de la crue
- le temps de parcours entre L 1 et L 2.

Dans l'optique de ce rapport provisoire, le tableau XXVIII confirme l'ordre de grandeur des paramètres représentatifs de l'hydrogramme L 2 déjà donnés dans le second rapport, à savoir :

- temps de montée = 2 heures
- temps de base = 16 à 18 heures
- coefficient α = 2,5

2ème cas : la crue provient d'un important ruissellement généralisé.

Ce cas est plus rare car il faut, non seulement que la pluie soit abondante et générale, mais également que le bassin résiduaire soit bien en eau (crue antérieure très rapprochée ou écoulement de base abondant).

L'hydrogramme L 2 aura alors :

- un temps de montée et de base beaucoup plus élevés,
- une pointe de crue sans doute guère plus élevée que dans le cas n° 1
- un volume ruisselé beaucoup plus important.

La campagne 1971-1972 fournit une seule crue de ce type : celle du 26 juin 1972. Ce cas ne pourra donc être étudié dans le rapport de synthèse qu'à partir d'un échantillon de crues très réduit, dans lequel figureront, par exemple, la crue des 25 et 26 avril 1970 et celle du 13 mai 1971.

TABLEAU XXVIII

Bassin de GITARAMA L 2

Paramètres de forme des hydrogrammes de crues simples

Date de la crue	Q Max.	Qm	Tb	Tm	α
21.12.1971	3,20	3,00	2 h 00	17 h 30	2,17
10. 1.1972	5,10	4,90	2 h 20	18 h 30	2,44
7. 2.1972	3,45	3,25	2 h 20	20 h 10	2,39
16. 2.1972	1,90	1,30	3 h 00	16 h 20	2,17
4. 6.1972	3,23	2,10	3 h 20	21 h 00	2,65

7.1.3. GITARAMA L 3.

La seule crue de la troisième campagne que l'on puisse retenir est celle du 25 juin 1972 dont le débit maximum est de 3,25 m3/s.

Elle présente un temps de montée de 15 heures, un temps de base de 28 heures et un coefficient α de 2,50.

On serait tenté, a priori, de penser que cette crue n'est pas représentative du bassin car son temps de montée est excessivement long; toutefois, si on la compare aux crues du 13 mai 1971 ou du 20 mai 1971 on s'aperçoit que ces dernières présentent également une bosse ou une pointe secondaire 14 heures ou 15 heures après le début du ruissellement. Dans les trois cas l'extrémité nord du bassin a été arrosée et l'apport dû à cette zone est naturellement d'autant plus net que le ruissellement est par ailleurs moins marqué ou que la crue est plus faible.

La forme de l'hydrogramme dépend ainsi pour les faibles débits très étroitement de la position de l'épicentre de l'averse sur le bassin.

Les estimations faites dans le second rapport dans le cas d'une crue importante issue d'un ruissellement généralisé semblent toujours valables et l'on peut retenir comme valeurs moyennes :

- tm = 6 à 7 heures
- tb = 20 à 22 heures
- α = 2,60 à 2,80

7.2. Les données sur le ruissellement.

Les tableaux XXIX, XXX et XXXI fournissent les données sur le ruissellement des plus importantes crues simples ou complexes de la troisième campagne de mesures.

TABLEAU XXIX

Ruissellement sur le bassin de GITARAMA L 1.

(74 km2)

Date de la crue	Qmax m^3/s	V_R m^3	L_R mm	$\bar{P}$ mm	K_R %	Q_o m^3/s
21.12.1971	7,05	138 900	1,88	47,1	3,9	0,180
10. 1.1972	10,3	174 800	2,36	20,0	11,8	0,090
7. 2.1972	8,30	178 800	2,41	41,7	5,8	0,220
16. 2.1972	3,44	75 300	1,01	12,8	7,9	0,250
24. 2.1972	1,75	18 900	0,26	30,4	0,9	0,320
4. 6.1972	4,56	82.500	1,10	18,6	5,9	0,330
25. 6.1972	3,64	82 800	1,12	34,3	3,3	0,450

Tableau XXX

Ruissellement sur le bassin de GITARAMA L 2 (165 Km^2)

Date de la crue	Q max m3/s	V_R m^3	L_R mm	$\bar{P}$ mm	K_R %	Q_o m3/s
21.12.71	3,20	91 200	0,55	32,6	1,7	0,120
10. 1.72	5,10	144 600	0,88	14,2	6,2	0,090
7. 2.72	3,45	99 000	0,60	38,0	1,6	0,080
16. 2.72	1,90	42 000	0,25	20,3	1,2	0,290
24. 2.72	4,70	160 200	0,97	24,1	4,0	0,640
4. 6.72	3,23	60 300	0,37	12,1	3,1	1,07
25. 6.72	8,00	343 800	2,08	41,4	5,0	1,20

Tableau XXXI

Ruissellement sur le bassin de GITARAMA L 3 (91 Km^2)

Date de la crue	Q max m3/s	V_R m^3	L_R mm	$\bar{P}$ mm	K_R %	Q_o m3/s
24. 2.72	1,51	75 900	0,83	23,6	3,5	0,20
25. 6.72	3,25	102 900	1,13	34,9	3,2	0,36

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

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.

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	2,5	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	0,5	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.

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.

Pluviométrie journaliere 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.

Pluviométrie journalière moyenne
sur le bassin de GITARAMA L2
Année 1971-1972
(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	3,9	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.

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

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.

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	1.34	.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.

Débits moyens journaliers

Bassin de BYUMBA L3

Année 1971-1972

(m^3/s)

Jours	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1	1.42	1.77	1.36	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 m^3/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^3

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.

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.

Débits moyens journaliers

Bassin de GITARAMA L3

Année 1971-1972

(m^3/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	.150	.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 m^3/s.

- ANNEXE III -

ISOHYETES ET HYDROGRAMMES DES PRINCIPALES CRUES

III.1. Bassins de BYUMBA

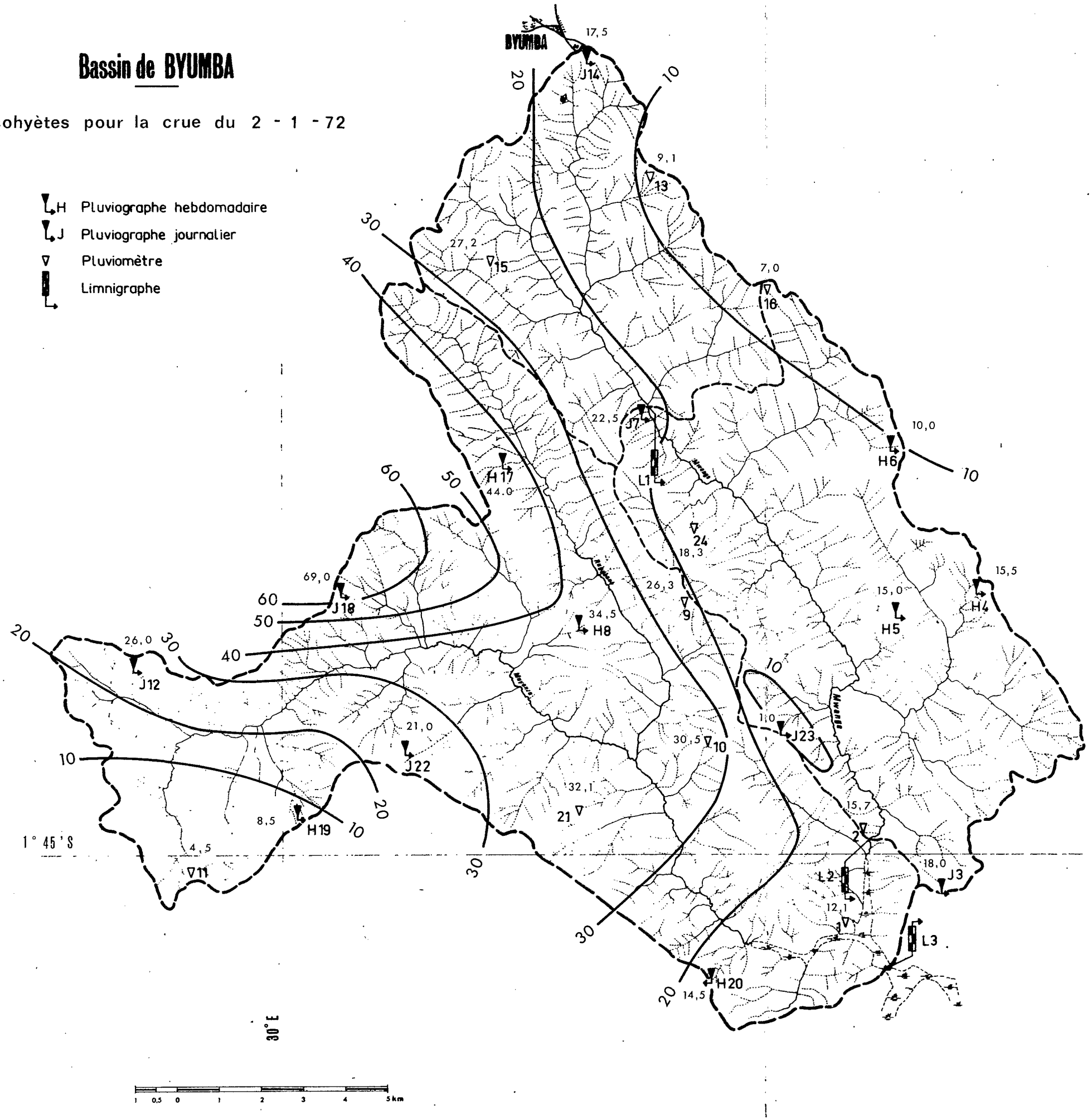
III.2. Bassins de GITARAMA

Fig : 13

Bassin de BYUMBA

Isohyètes pour la crue du 2 - 1 - 72

H Pluviographe hebdomadaire
J Pluviographe journalier
Pluviomètre
Limnigraphe

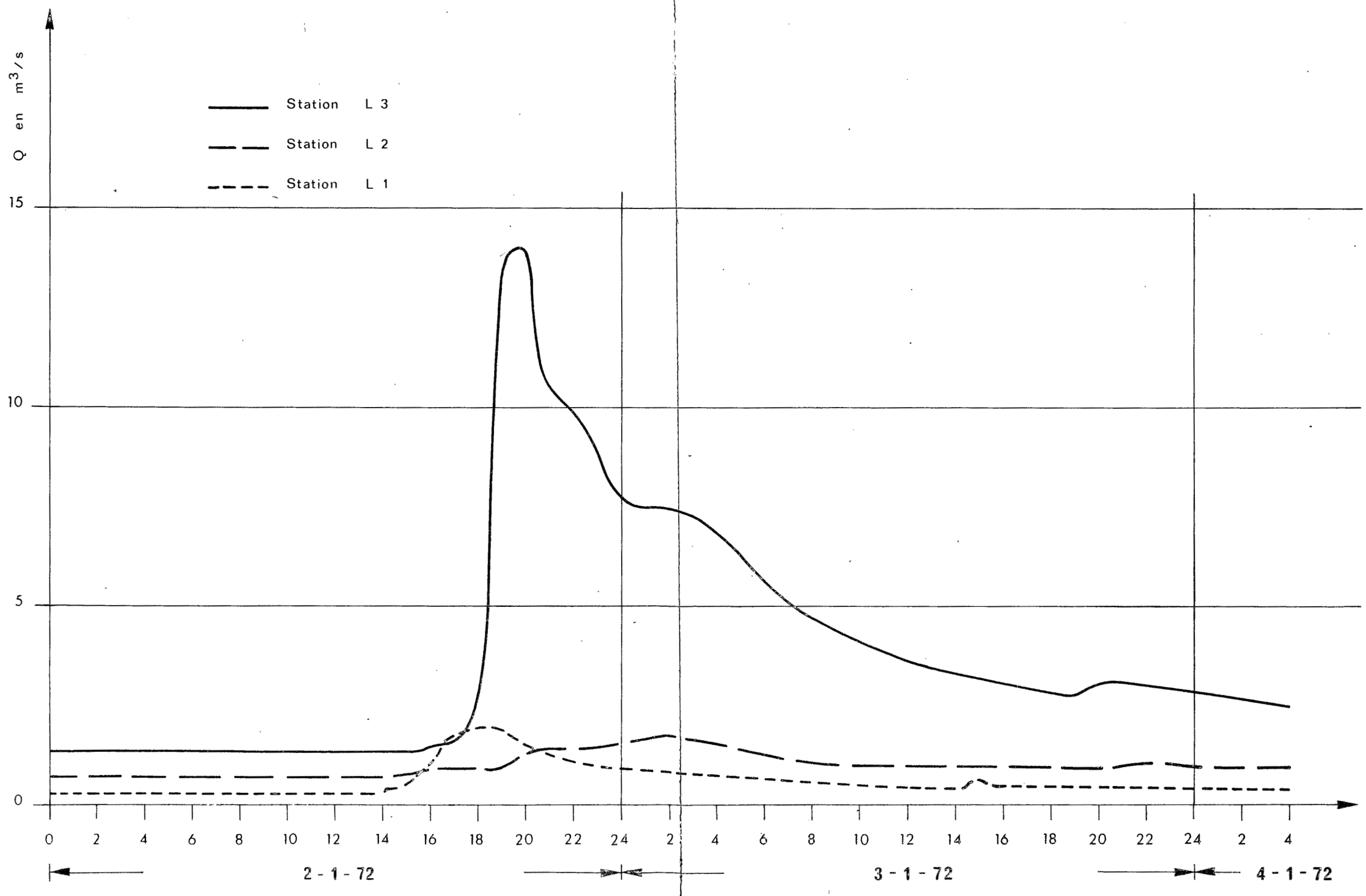


ETR 291 854

Fig : 14

BASSIN DE BYUMBA

Crue du 2 Janvier 1972



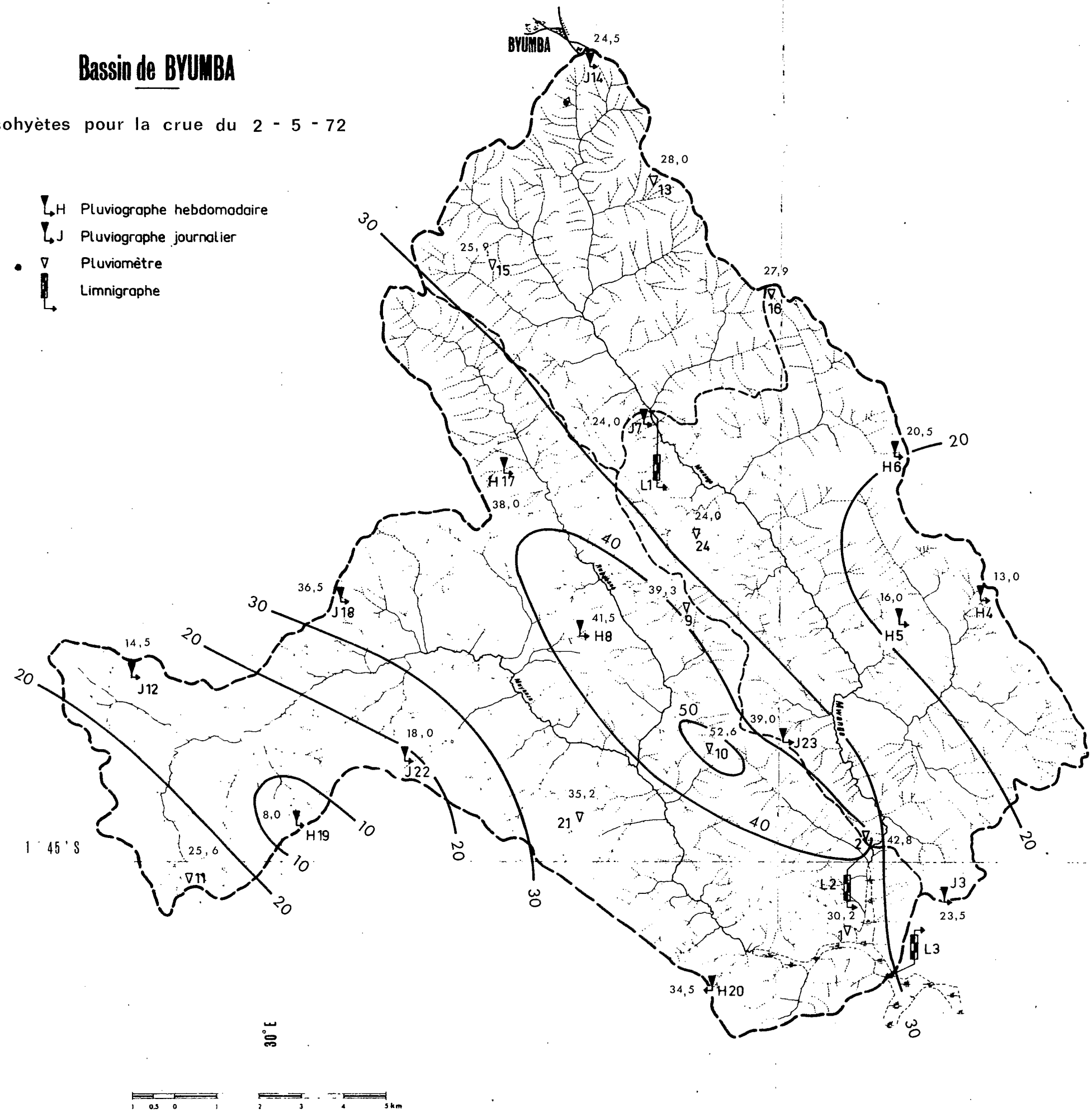
ETR 291 855

Fig : 15

Bassin de BYUMBA

Isohyètes pour la crue du 2 - 5 - 72

H Pluviographe hebdomadaire
J Pluviographe journalier
Pluviomètre
Limnigraphe



ETR 291 856

Fig : 16

BASSIN DE BYUMBA

Crue du 2 Mai 1972

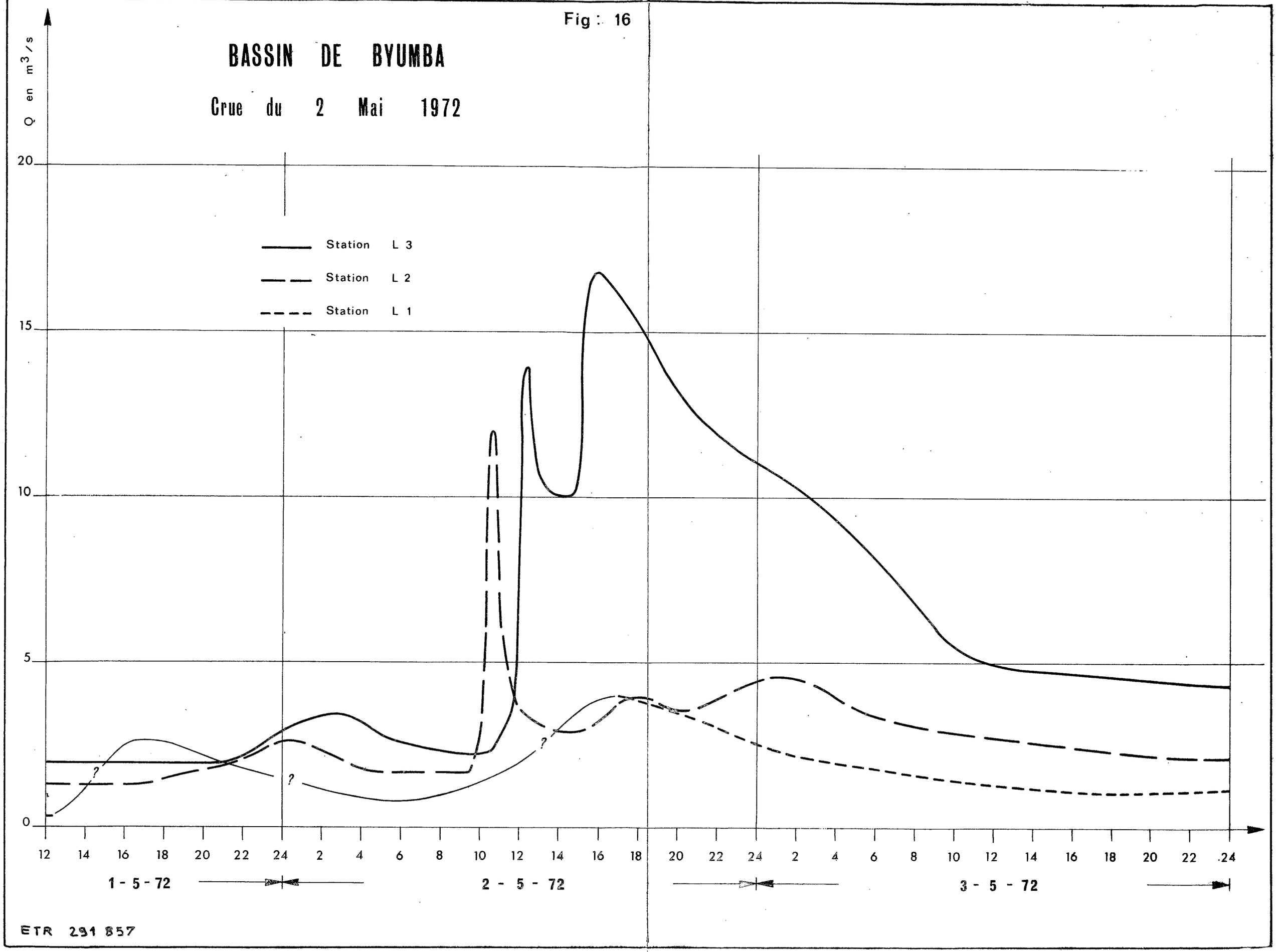
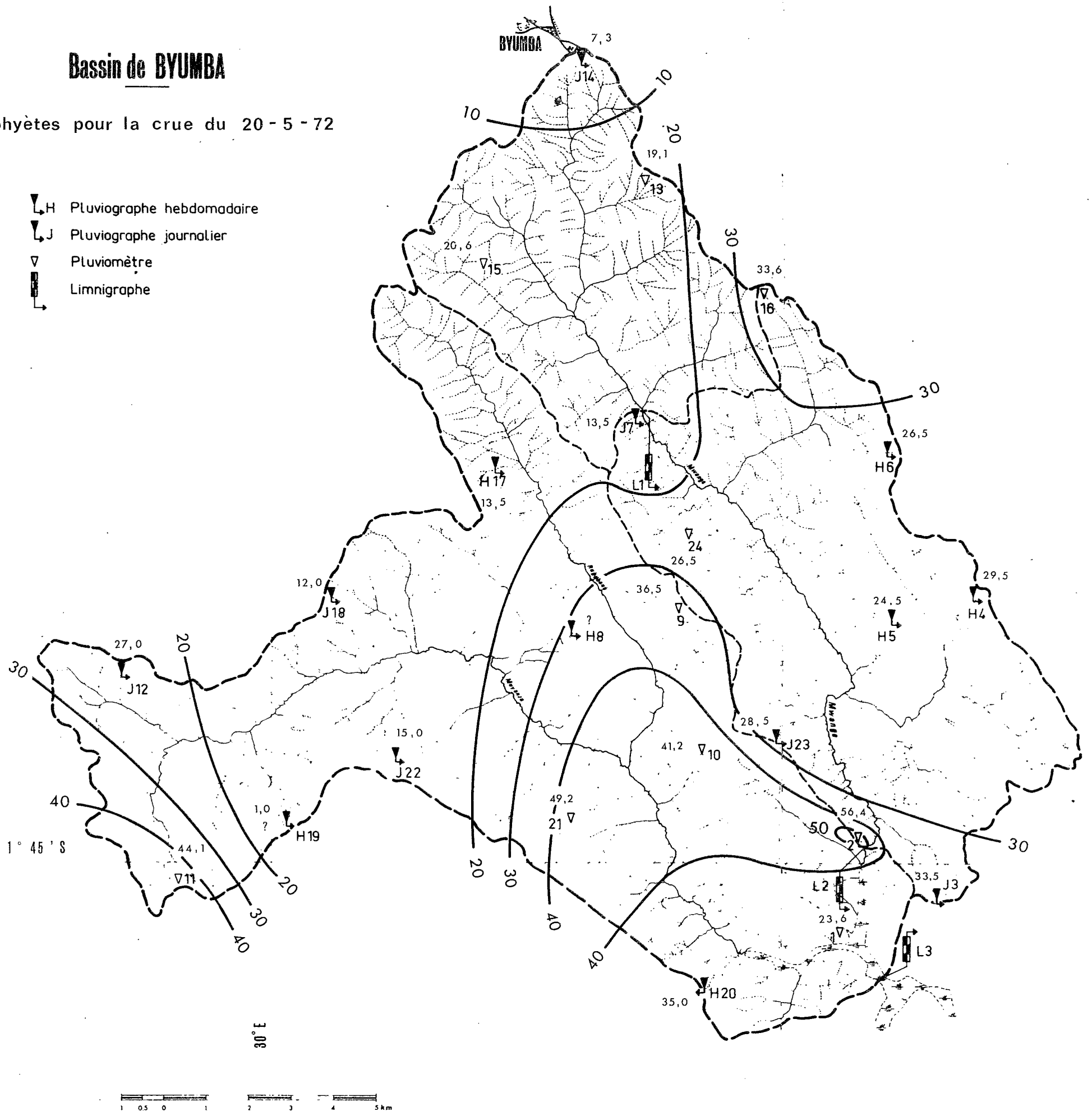


Fig : 17

Bassin de BYUMBA

Isohyètes pour la crue du 20 - 5 - 72

H Pluviographe hebdomadaire
J Pluviographe journalier
Pluviomètre
Limnigraphe

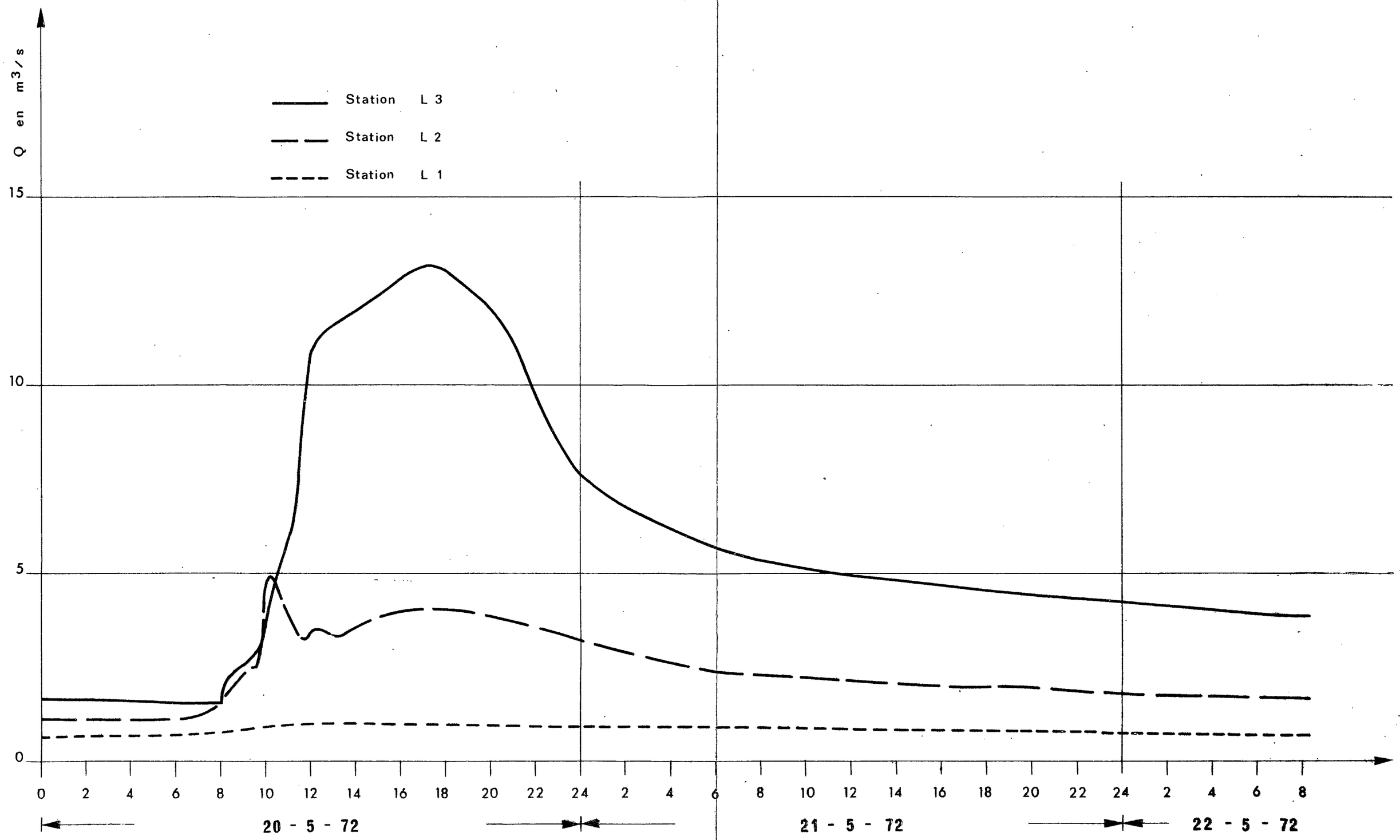


ETR 291 858

Fig : 18

BASSIN DE BYUMBA

Crue du 20 Mai 1972



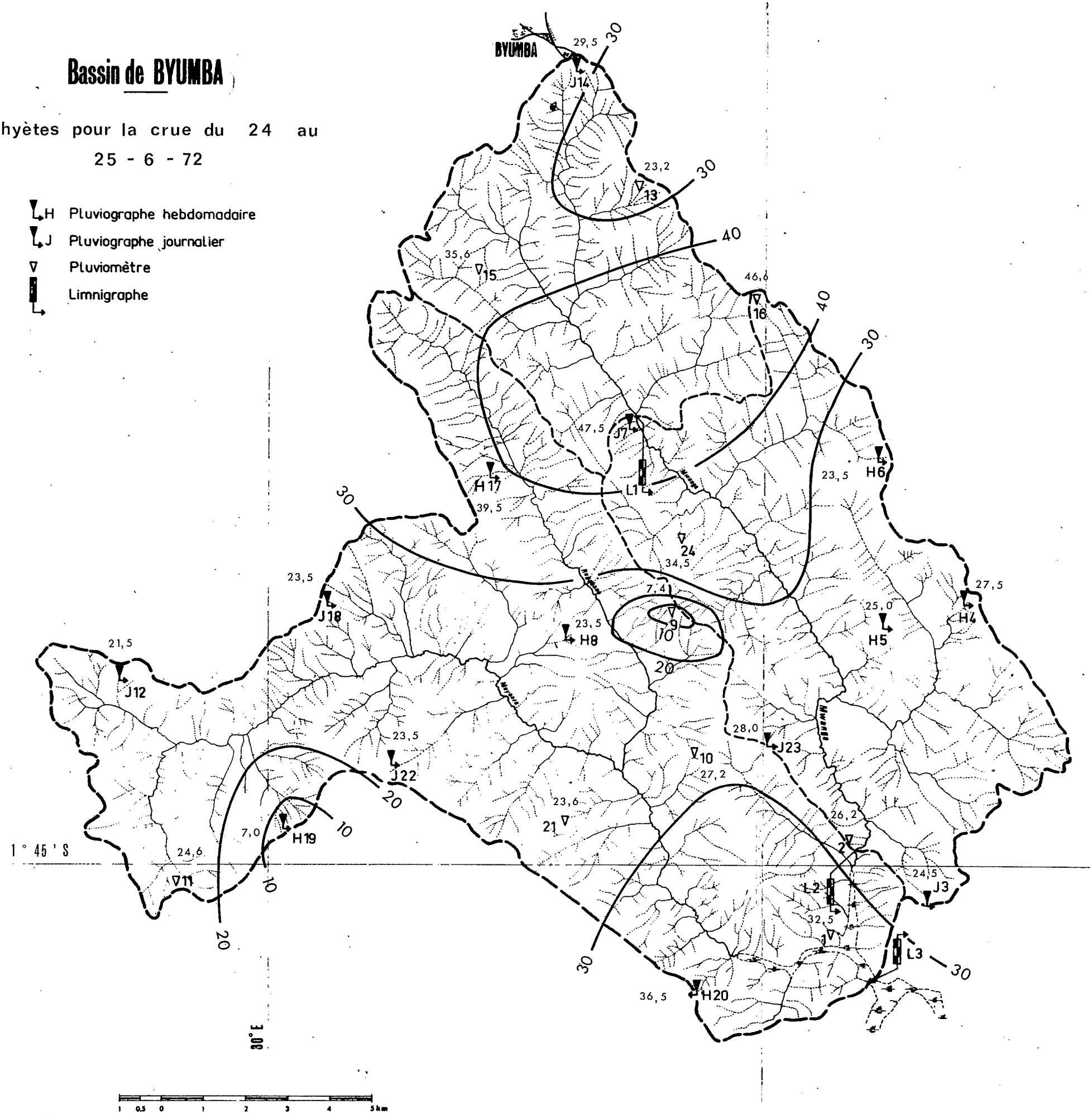
ETR 291 859

Fig : 19

Bassin de BYUMBA

Isohyètes pour la crue du 24 au 25 - 6 - 72

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



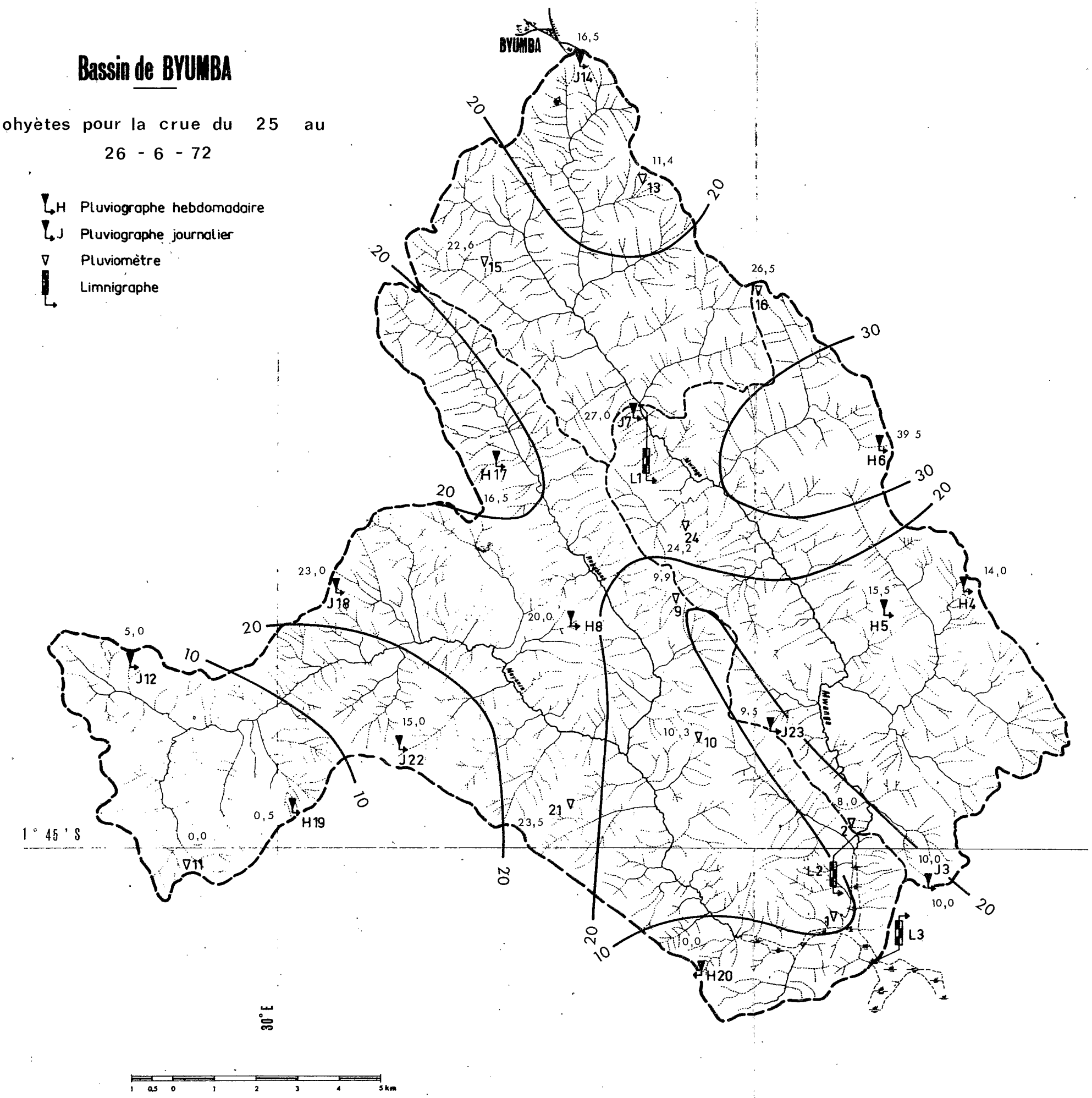
ETR 291 860

Fig : 20

Bassin de BYUMBA

Isohyètes pour la crue du 25 au 26 - 6 - 72

H Pluviographe hebdomadaire
J Pluviographe journalier
Pluviomètre
Limnigraphe

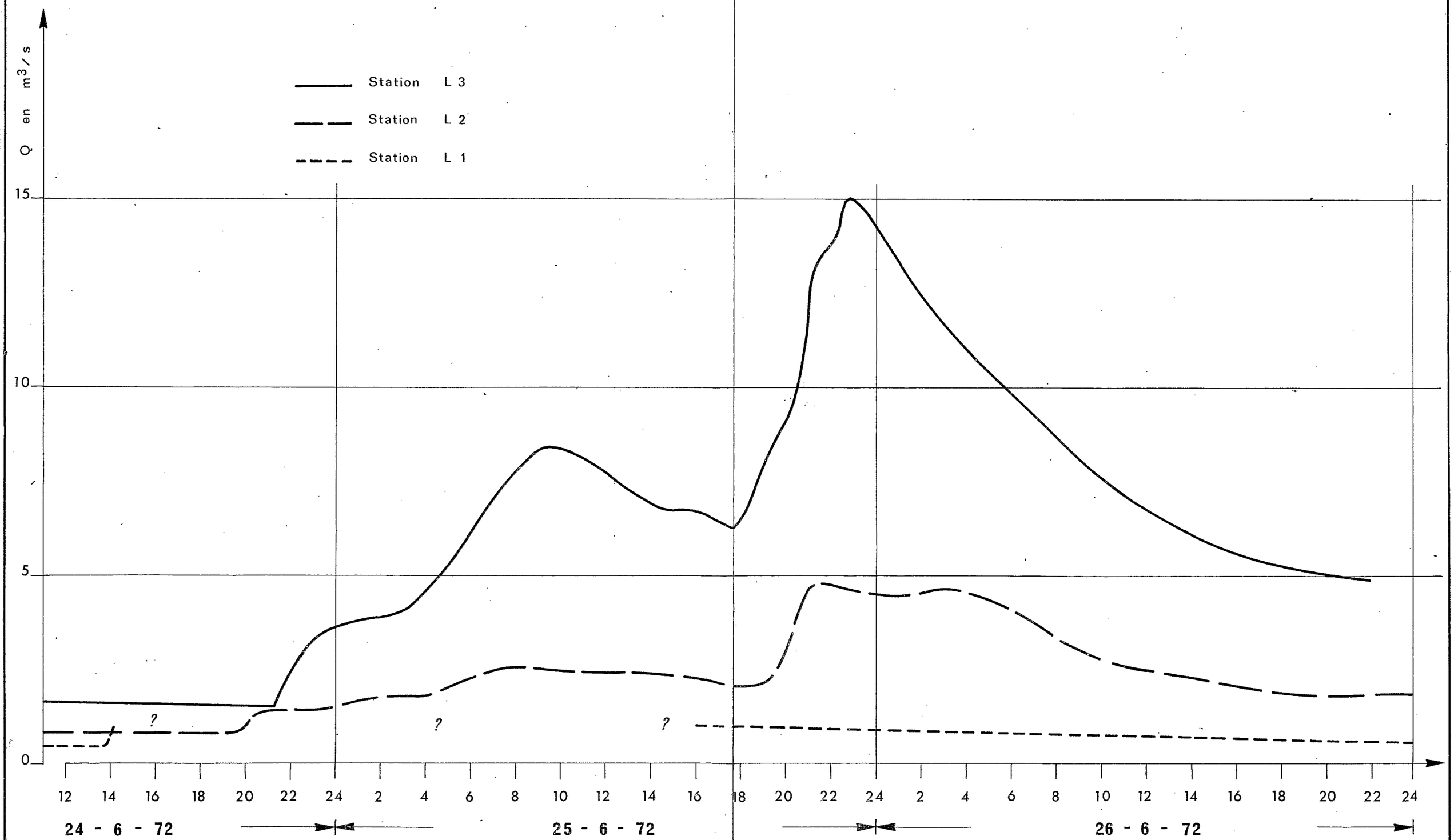


ETR 291 861

Fig : 21

BASSIN DE BYUMBA

Crues du 25 au 26 Juin 1972



ETR 291 862

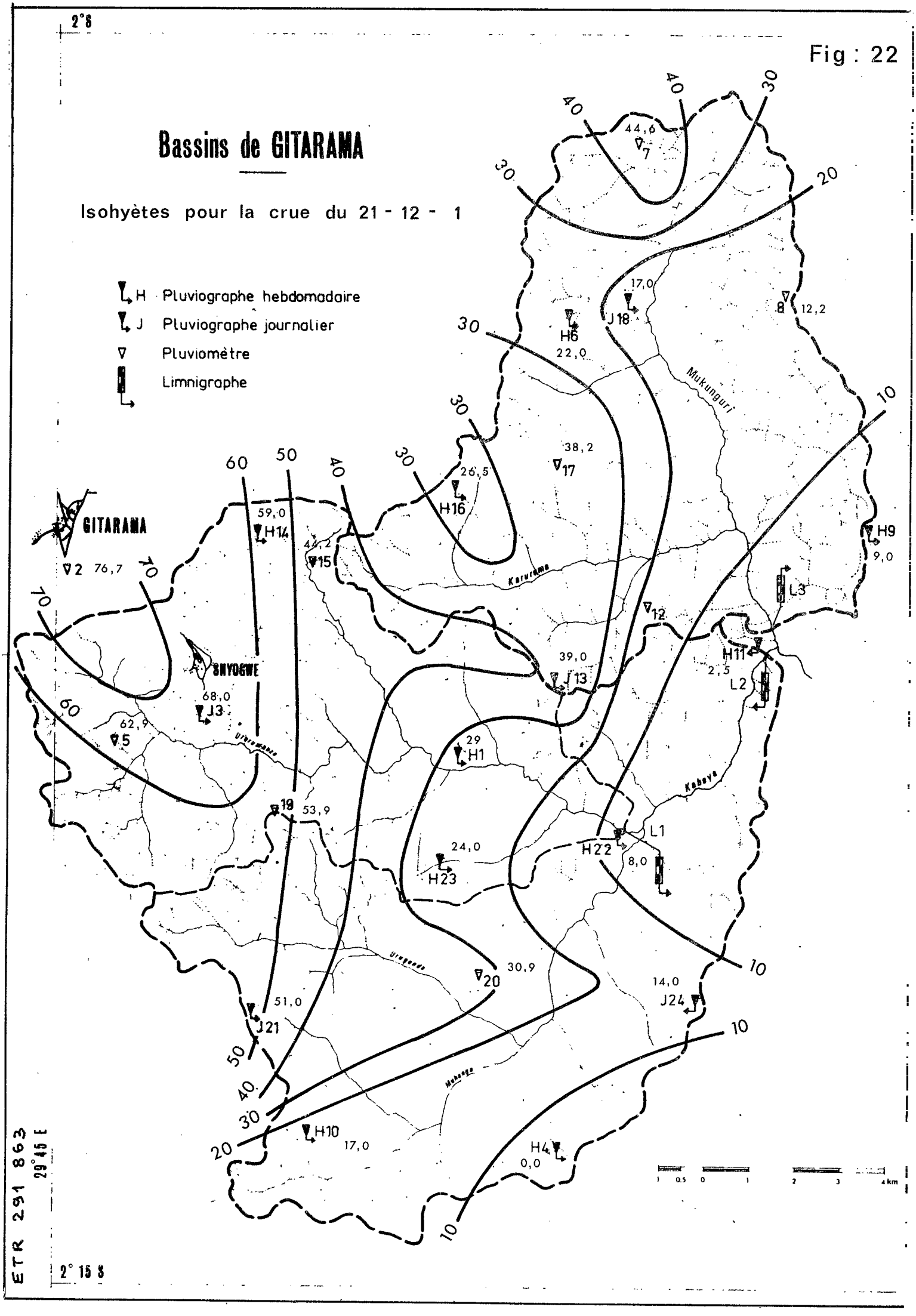
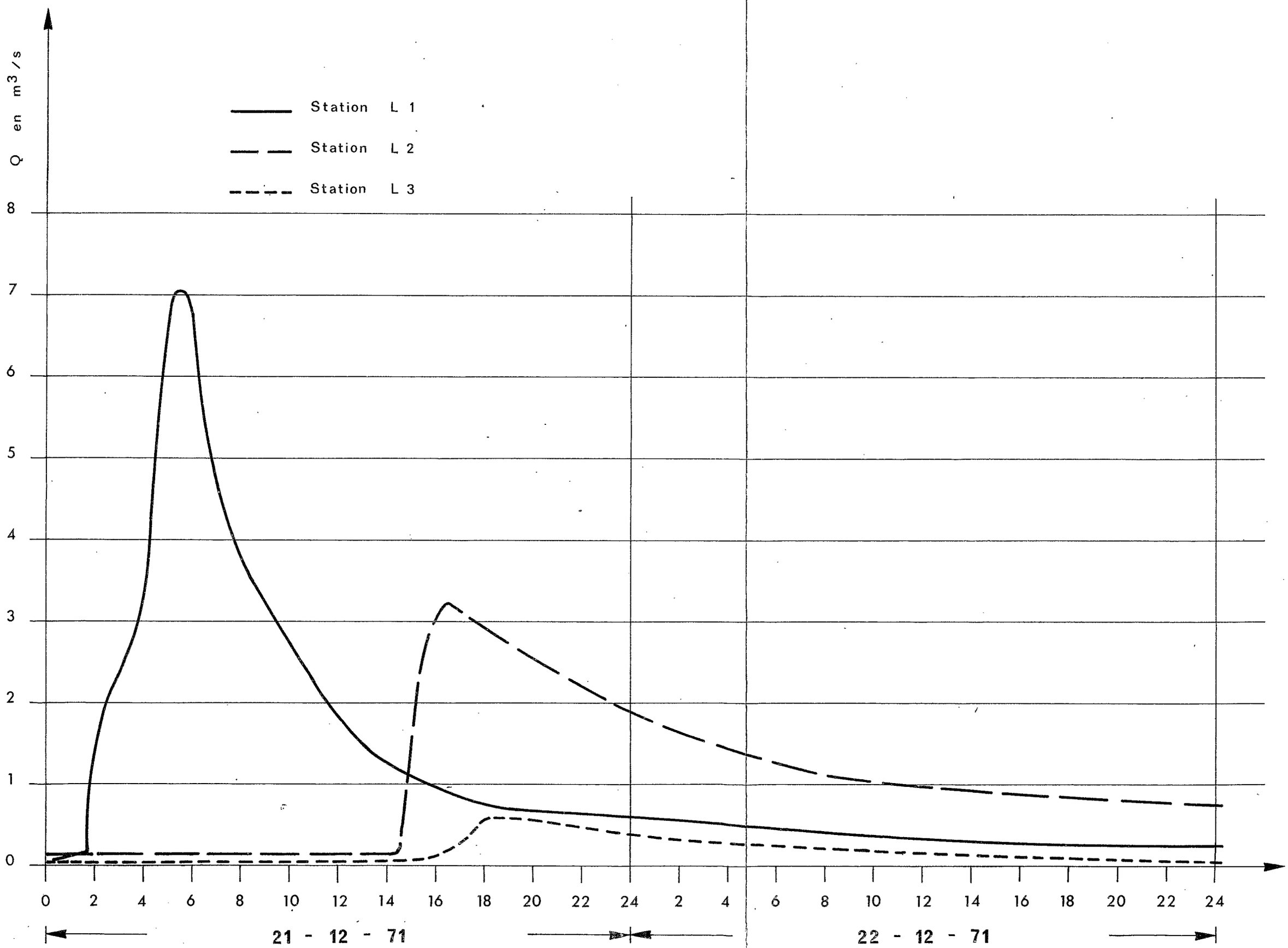


Fig : 22
Bassins de GITARAMA
Isohyètes pour la crue du 21 - 12 - 1
H Pluviographe hebdomadaire
J Pluviographe journalier
Pluviomètre
Limnigraphe
GITARAMA
SNYOGWE
Mukunguri
Karurama
Kabaya
Urugenda
Mukenga
2°8
2° 15 S
29°45 E
ETR 291 863

Fig : 23

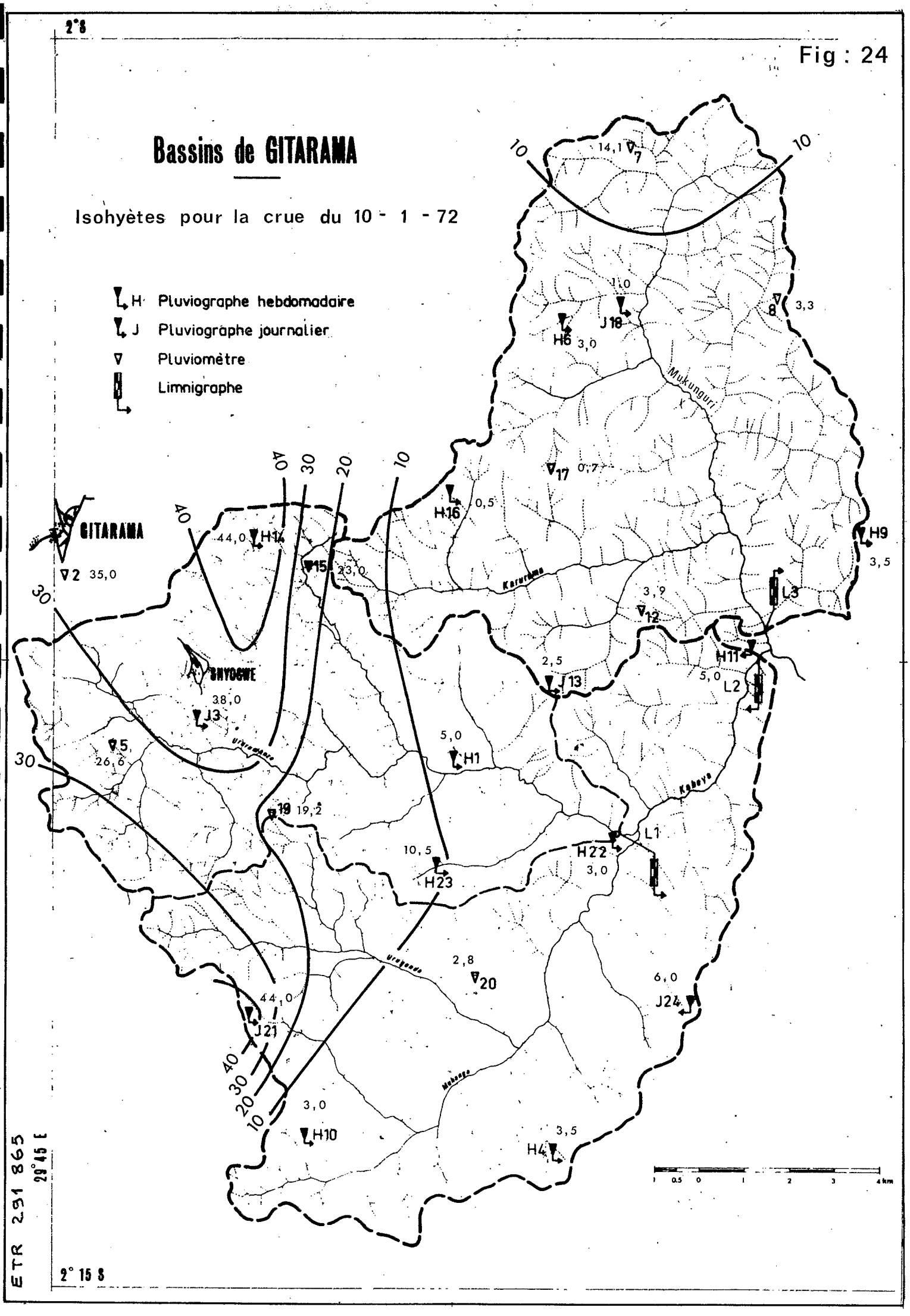
BASSIN DE GITARAMA

Crue du 21 Décembre 1971



ETR 291 864

Fig : 24

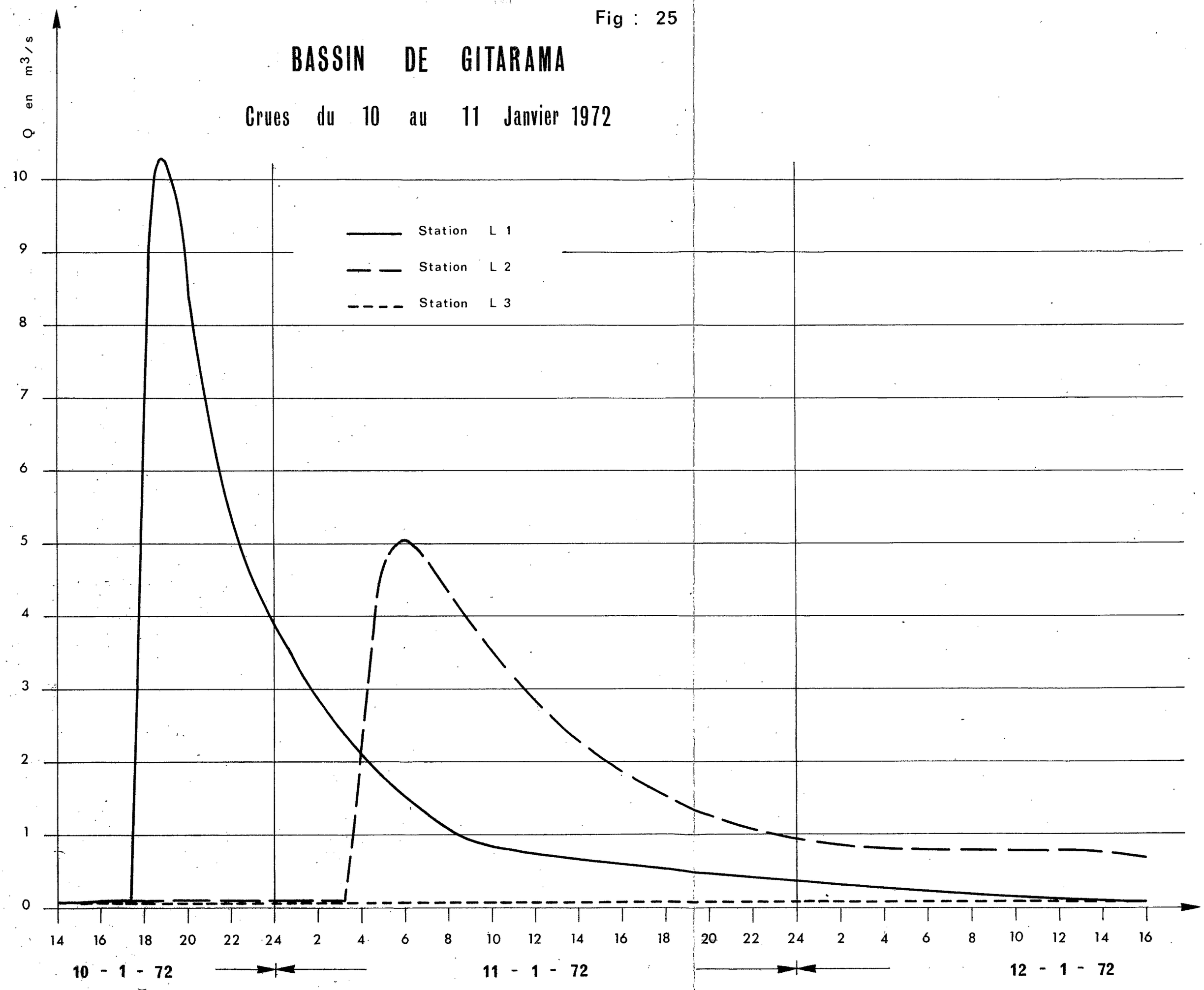


Bassins de GITARAMA
Isohyètes pour la crue du 10 - 1 - 72
H Pluviographe hebdomadaire
J Pluviographe journalier
Pluviomètre
Limnigraphe
GITARAMA
SHYOGWE
Mukunguri
Karurama
Kabeya
Urugunda
Mubanga
2°8
2° 15 S
29°45 E
ETR 291 865

Fig : 25

BASSIN DE GITARAMA

Crues du 10 au 11 Janvier 1972



ETR 291 866

Fig : 26

Bassins de GITARAMA

Isohyètes pour la crue du 7 - 2 - 72

H Pluviographe hebdomadaire
J Pluviographe journalier
Pluviomètre
Limnigraphe

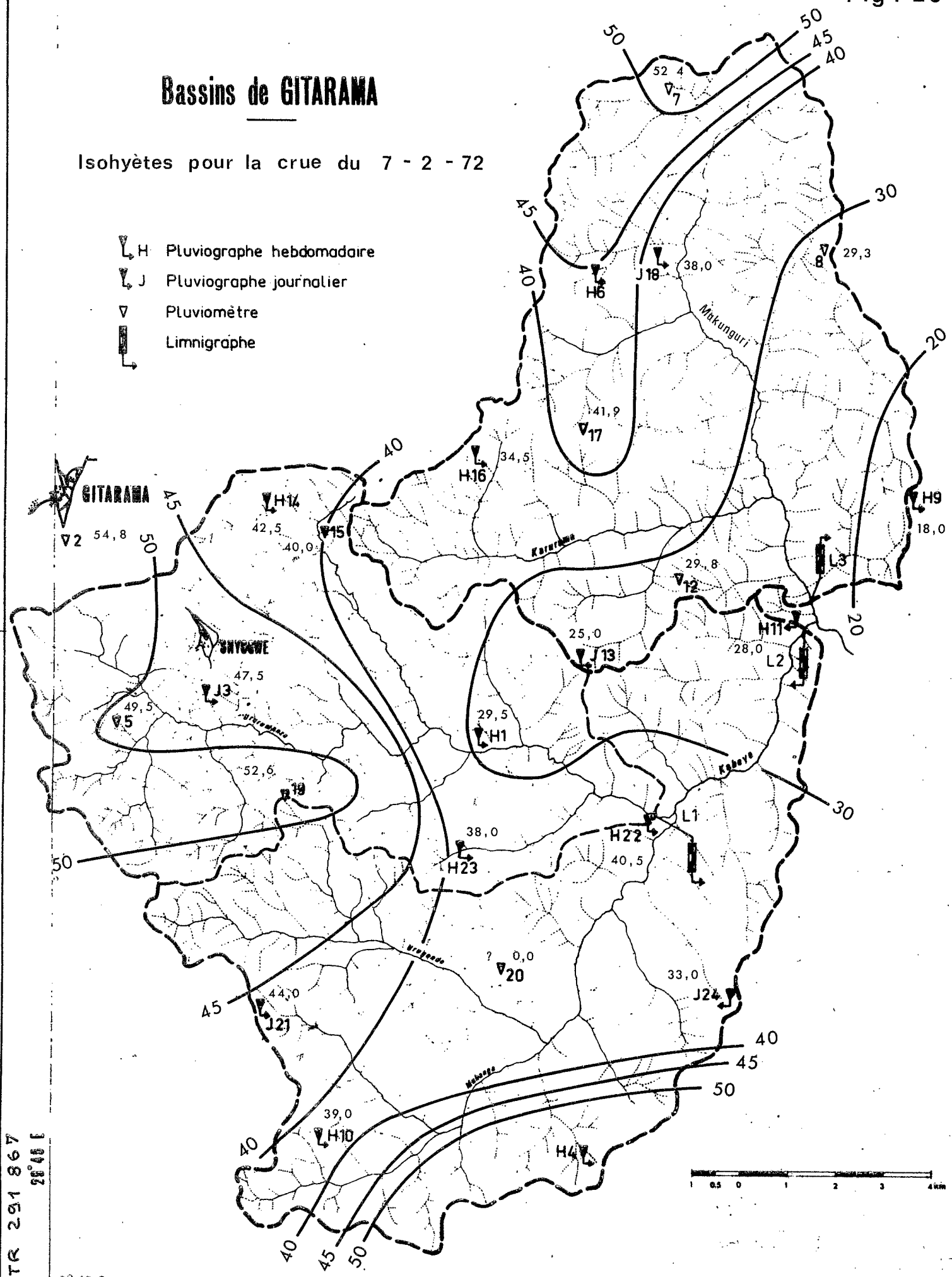
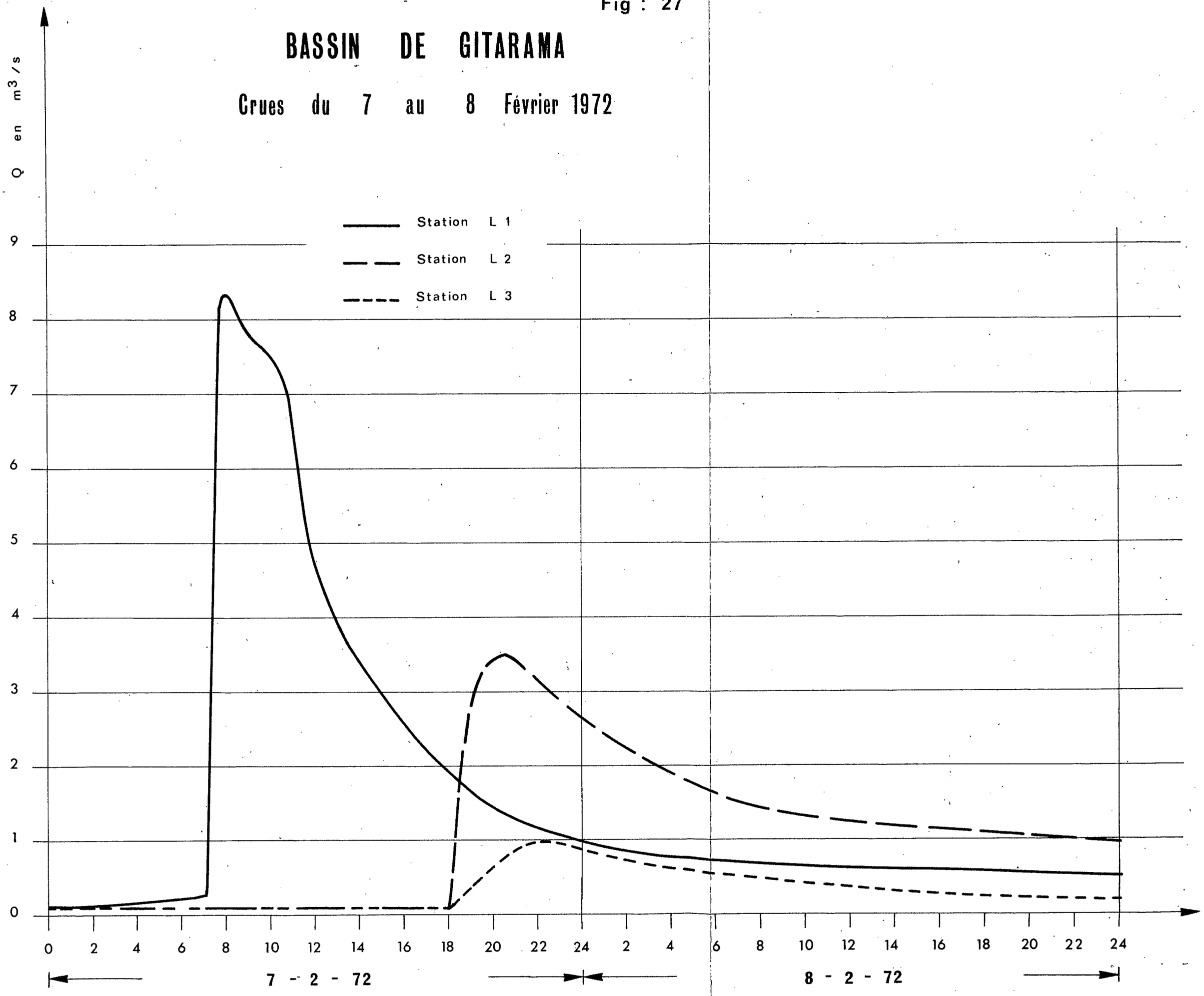


Fig : 27

BASSIN DE GITARAMA

Crues du 7 au 8 Février 1972



ETR 291 868

Fig : 28

Bassins de GITARAMA

Isohyètes pour la crue du 24 - 6 - 72

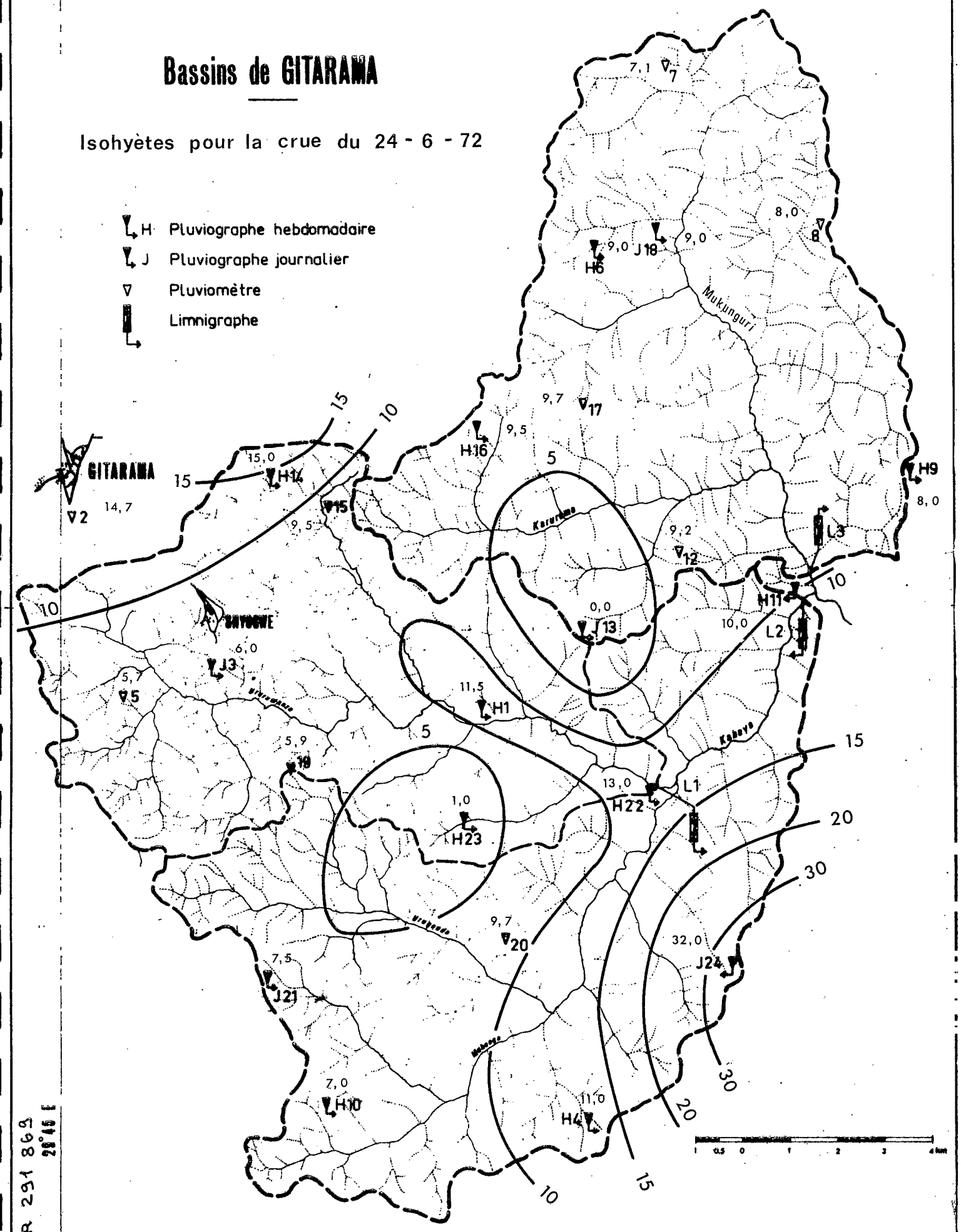


Fig : 29

Bassins de GITARAMA

Isohyètes pour la crue du 25 - 6 - 72

H Pluviographe hebdomadaire
J Pluviographe journalier
Pluviomètre
Limnigraphe

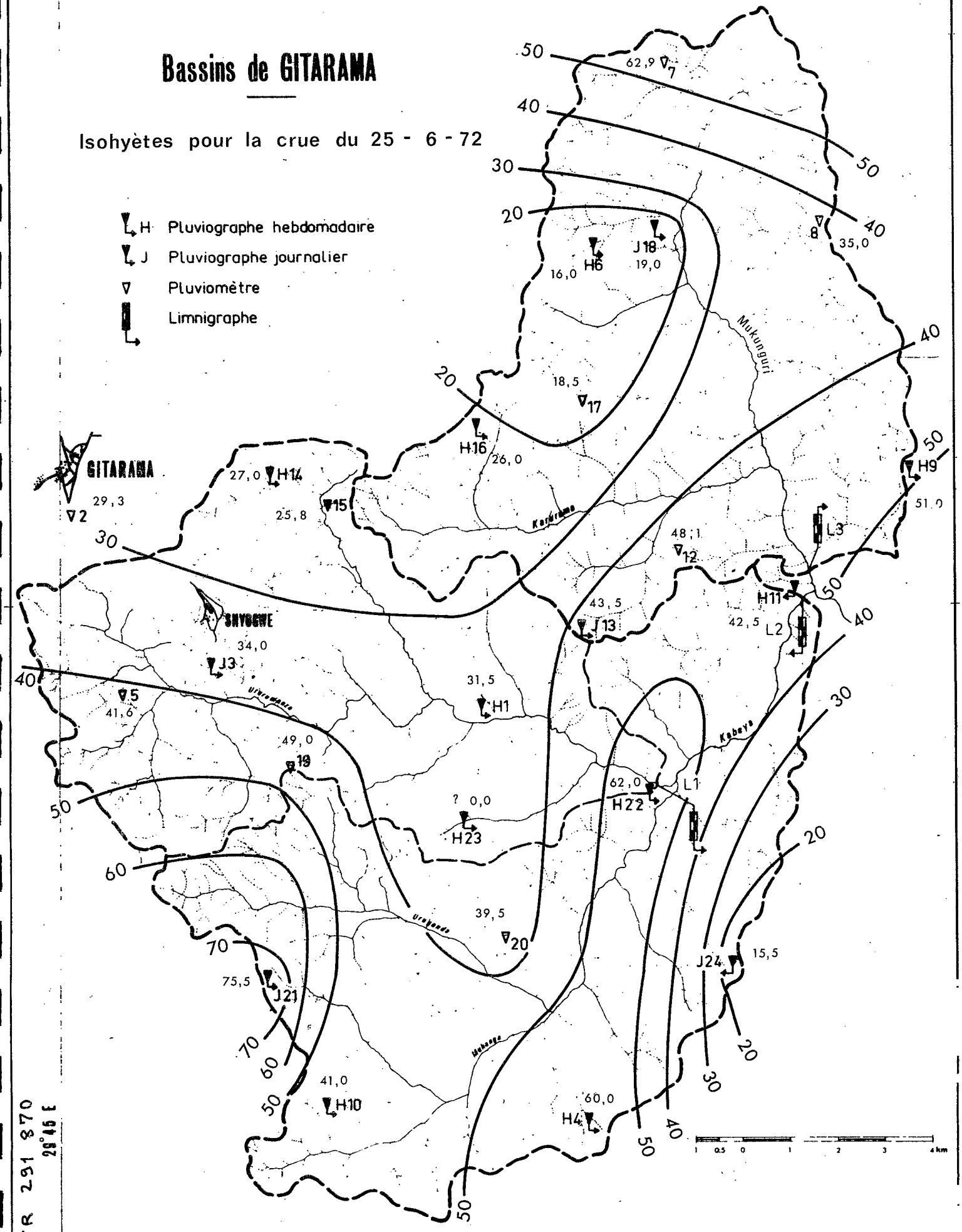
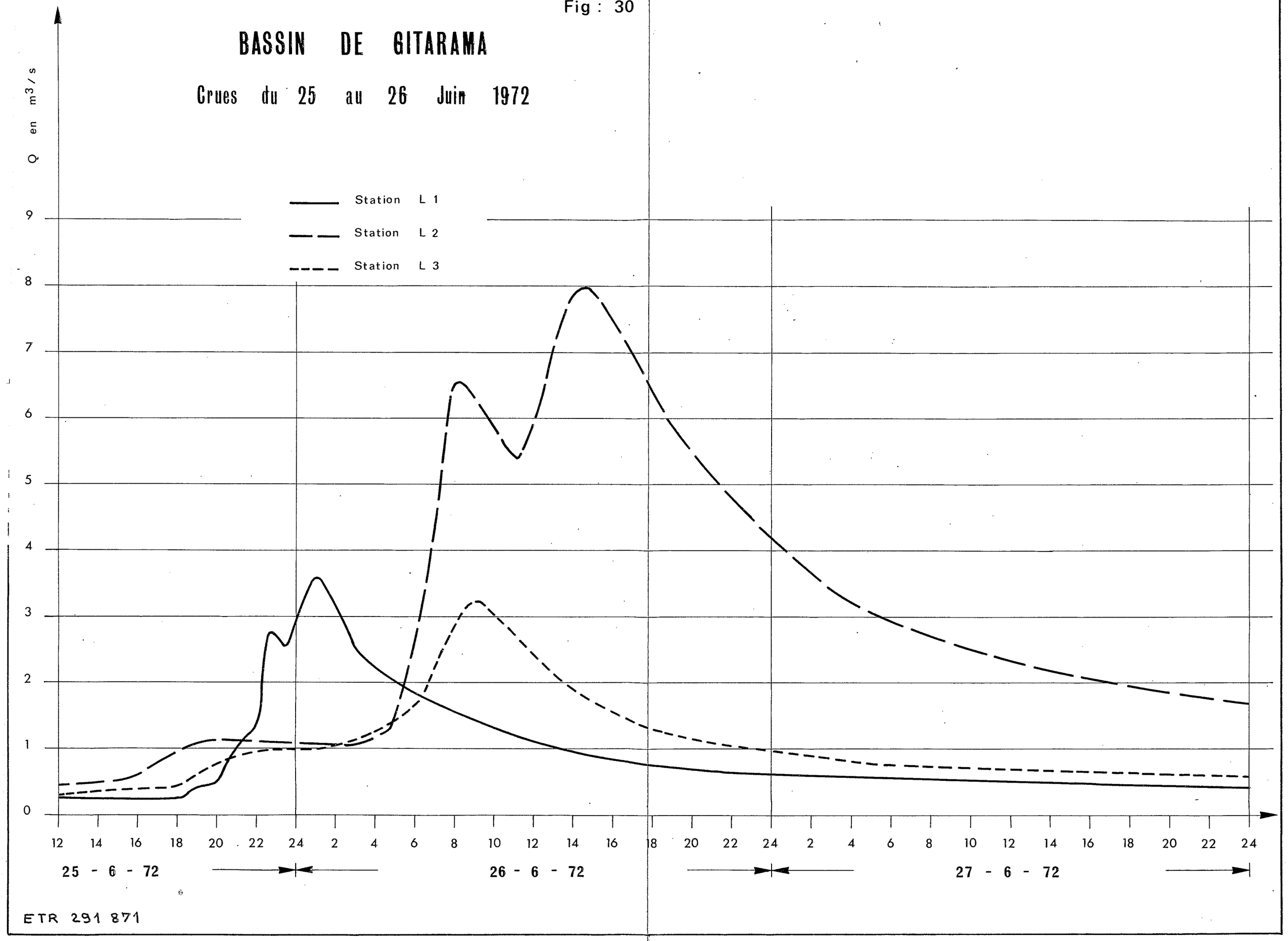


Fig : 30

BASSIN DE GITARAMA

Crues du 25 au 26 Juin 1972