

REPUBLIQUE DU NIGER
MINISTERE DU
DEVELOPPEMENT RURAL
SERVICE DU GENIE RURAL

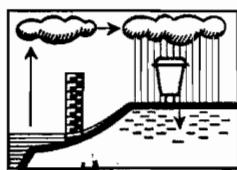
G. K. W. INGENIEURS -
CONSEILS

G. T. Z.
(OFFICE ALLEMAND
DE LA COOPERATION
TECHNIQUE)

LES BASSINS VERSANTS d'IFEROUANE

Campagne 1975

M. HOEPFFNER
P. LE GOULVEN
Collaboration technique :
G. DELFIEU



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

MISSION DE L'ORSTOM AU NIGER



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

MISSION au NIGER

REPUBLIQUE DU NIGER

MINISTÈRE DE L'ECONOMIE RURALE
et DU CLIMAT

SERVICE du GENIE RURAL

G.K.W. Ingénieurs-Conseils

G.T.Z. (OFFICE ALLEMAND
de la COOPERATION TECHNIQUE

LES BASSINS VERSANTS D' IFEROUANE

-:-:-:-:-:-:-:-:-

CAMPAGNE 1975

Par :

M. HOEPFFNER

et P. LE GOULVIN

Collaboration Technique

G. DELFIEU

JANVIER 1976

S O M M A I R E

-:-:-:-:-:-

	page
INTRODUCTION	1-2-3
I. - Caractéristiques des bassins	4
I.1. Situation	4
I.1.1. Réseau Hydrographique de l'AIR	4
I.1.2. Réseau Hydrographique des Bassins d'IFEROUANE	4
I.2. Caractéristiques physiques	5
I.2.1. Morphométrie	5
I.2.2. Hypsométrie	5
I.3. Sols et Végétation	6
I.3.1. Géologie	6
I.3.2. Végétation	7
I.4. Climat	7
I.4.1. Pluviométrie	7
I.4.1.1. Type de Climat	7
I.4.1.2. Pluviométrie Annuelle	8
I.4.1.3. Pluviométrie journalière	8
I.4.1.4. Pluviométrie mensuelle	9
I.4.2. Evaporation	9
II. - Campagne 1975	10
II.1. Pluviométrie	10
II.1.1. Equipement	10
II.1.2. Observation	10
II.2. Hydrométrie	11
II.2.1. Equipement	11
II.2.2. Observations	13
II.2.2.1. Hauteurs d'eau	13
II.2.2.2. Mesures de débit	13
II.3. Analyse des résultats	15
II.3.1. Caractéristiques des crues	15
II.3.2. Descriptions des évènements	15
II.3.3. Bilan Annuel	17
III. - CONCLUSION	19

Sur la demande du Bureau d'Etude "GESSELLSCHAFT FÜR KLARANLAGEN UND WASSERVERSORGUNG" (G K W), le Chef du Service du Génie Rural de la République du NIGER a accepté que l'OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'OUTRE-MER (ORSTOM) réalise, durant l'hivernage de 1975 les études nécessaires à la connaissance

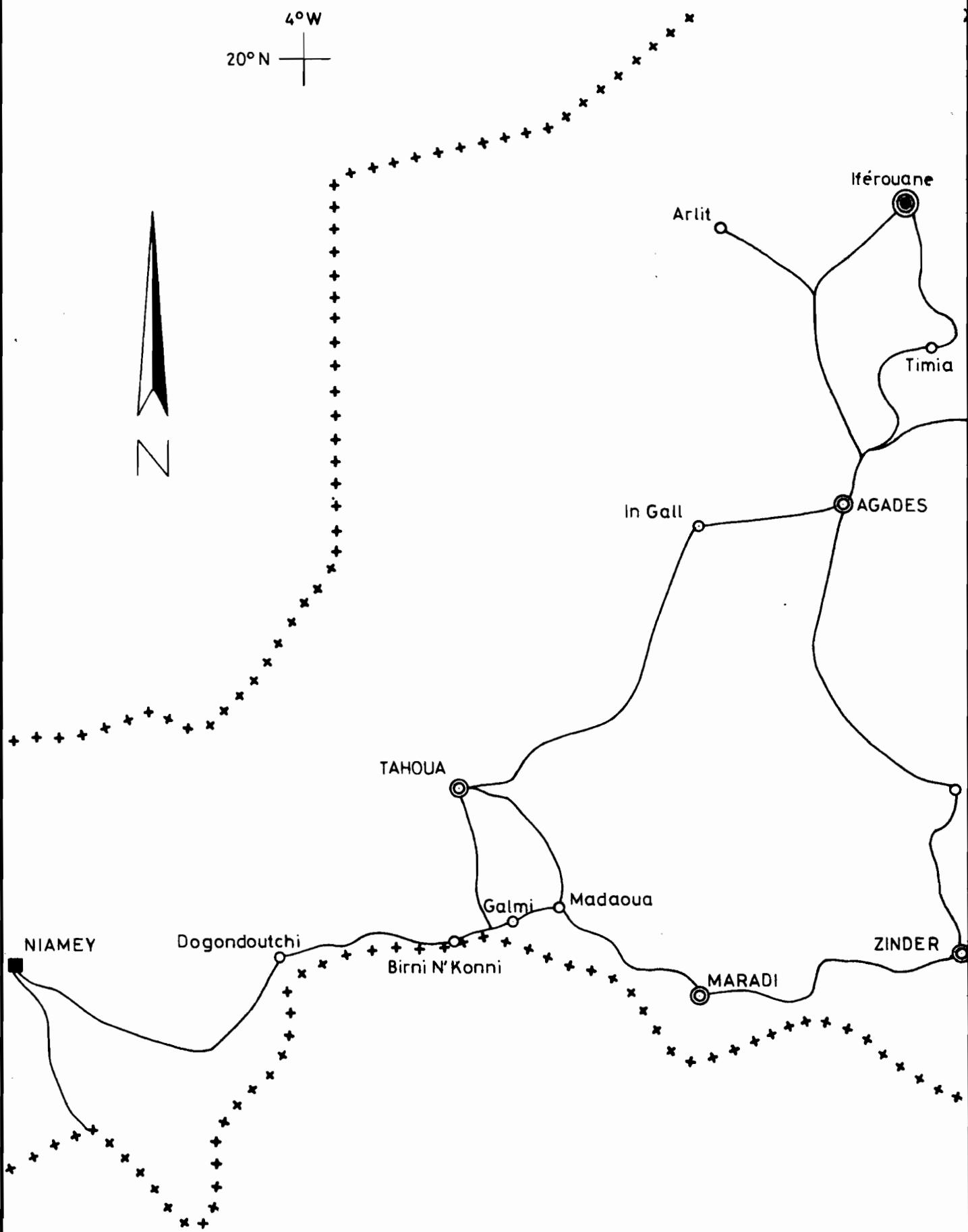
- des volumes d'eau écoulés par les koris TAMGAK et IBERKOUUM en amont de leur leur confluent,
- du volume d'eau transité par le kori IFEROUANE en aval du village d'IFEROUANE,

afin de permettre la détermination des pertes par infiltration dans le lit du kori NOUGAROU entre, d'une part, le confluent des koris TAMGAK et IBERKOUUM, et d'autre part, le village d'IFEROUANE.

Par une convention N°75/15/GR passée avec G K W, l'ORSTOM s'est engagé à effectuer une telle campagne d'étude hydrologique en 1975.

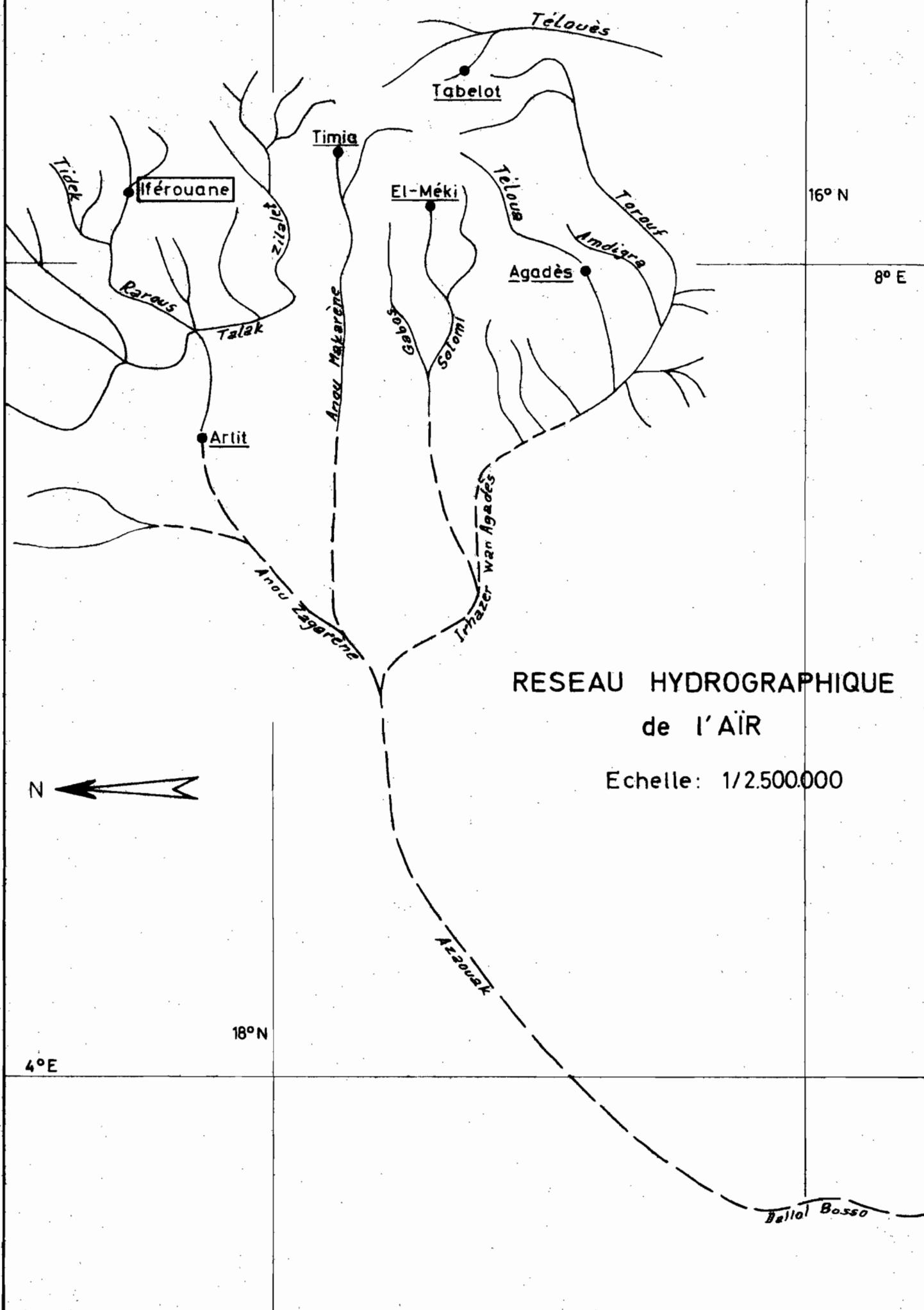
BASSINS VERSANTS D'IFEROUANE

Carte de situation



Echelle : 1/4.000.000

Fig. 2



PROGRAMME ET ORGANISATION DE LA CAMPAGNE

-:-:-:-:-:-:-:-:-:-

M. HOEPFFNER, Chargé de Recherche de l'ORSTOM a entrepris une première prospection des koris du 25 au 28 septembre 1974 avec M. PASCHEN, Ingénieur à G K W et MM. BOECK et BORNHORST.

Les sites des trois stations hydrométriques sur les trois koris ont été définis au cours de cette mission préliminaire.

Dans le courant du mois de février 1975 une deuxième mission de l'ORSTOM composée de M. ROCHE, Ingénieur en Chef de l'E.D.F., Chef de Division de la Recherche Fondamentale au Service Hydrologique de l'ORSTOM et de MM. HOEPFFNER et LE GOULVEN, Hydrologues Chargés de Recherches de l'ORSTOM, a confirmé ce choix. Lors de cette deuxième mission, les détails pratiques de mise en oeuvre du programme d'installation et d'observations des équipements hydro-pluviométriques ont été étudiés avec MM. KOHLER, Chef du Chantier G K W d'IFEROUANE.

M. LE GOULVEN, assisté du 23 avril au 4 mai 1975 par M. BERNARD, du 17 au 24 juin par M. DELFIEU, techniciens hydrologues de l'ORSTOM, a entrepris du 23 avril au 17 mai et du 6 au 21 juin :

- les relevés topographiques nécessaires à l'implantation des équipements,
- l'installation de la station S2 sur le kori IBERKOUUM,
(digue, passerelle et limnigraphie)
- et de la station S1 sur le kori TAMGAK.
(construction de la tour en pierres assemblées et cimentées pour le limnigraphie, confection et mise en place des portiques métalliques du transporteur aérien, mise en tension du câble porteur de ce transporteur, installation des pluviographes E10, E12, E19, P3, P4 et E5 en totalisateurs, fondations de la case d'habitation).

M. HOEPFFNER a entrepris une nouvelle mission à IFEROUANE du 20 au 24 juin.

M. DELFIEU, assisté de deux aides-techniques de l'ORSTOM, a pris la responsabilité des opérations (finitions des installations et observations hydro-pluviométriques) sur les trois bassins du 11 juillet au 26 septembre.

Une dernière mission de M. HOEPFFNER s'est déroulée du 9 au 15 septembre. Au total 55 journées d'ingénieurs et 96 journées de techniciens ont été employées par l'ORSTOM pour la mise en oeuvre de cette étude.

Les mesures de débits effectuées sur les stations S2 et S3 ont été entreprises par MM. KOHLER et B. CORDES de G K W.

.../...

Les installations, observations et mesures ainsi réalisées durant l'année 1975, nous donnent des renseignements très utiles sur les caractéristiques de l'écoulement des koris TAMGAK et IBERKOUUM au cours des mois de juillet, août et septembre de cette année malgré la faiblesse relative de ces écoulements.

En effet, les moyens importants en matériel et en personnel mis en oeuvre ont permis de recueillir des données précieuses dans une région très difficile d'accès.

Les moyens matériels mis en oeuvre sont les suivants :

Véhicules : 1 camion "UNIMOG" pour le transport du matériel et un pick-up "Land Rover" pour les déplacements du personnel.

Pluviométrie : 5 pluviographes et 15 pluviomètres uniformément répartis sur les bassins.

Hydrométrie : 2 limnigraphes OTT X (S1 et S2), 1 limnigraph OTT XX (S3), 11 élément d'échelle de 1 mètre, un treuil double "NEYRPIC" de force 100 kg, 3 équipements de jaugeage complets (moulinets OTT C31 et Arkansas, compteurs d'impulsion, perches et poids de lestage).

Nous tenons à remercier ici les membres de G K W à IFEROUANE pour l'aide matérielle qu'ils ont bien voulu accorder à l'ORSTOM.

Le réseau de pluviomètres et de pluviographes sur les bassins a été complété au cours du mois de juillet par le transport des équipements à dos de chameau.

TRAVAUX ANTERIEURS

L'hydrologie de cette région est peu connue. En effet, les seules études hydrologiques entreprises dans l'AIR ont donné lieu aux rapports suivants :

- Etude d'écoulement dans le Massif de l'AIR par R. LEFEVRE, Ingénieur Hydrologue de l'ORSTOM (janvier 1960 et mars 1961) (A) ;
- Etude des nappes d'Inféro-Flux des rivières de la bordure Ouest de l'AIR (campagne 1964) par M. ROCHE (mars 1965) (B) ;
- Observations et mesures hydrologiques dans la vallée de l'IRHAZER WAN AGADES - Rapport de la campagne 1967 par P. CHAPERON et A. LAFFORGUE, Chargés de Recherches de l'ORSTOM (C) ;
- Projet de construction du barrage d'EL-MEKI - Etude Hydrologique - campagne 1974 (Cométaux-Electrobel) (D).

.../...

Seule l'étude de M. LEFEVRE entreprise en 1959 et 1960 a permis d'obtenir quelques renseignements sur l'hydrologie des bassins du TAMGAK.

Au cours des saisons des pluies de ces deux années, le Sergent Radio d'IFEROUANE a noté les heures et les hauteurs (par rapport à deux échelles) des principales crues au nombre de :

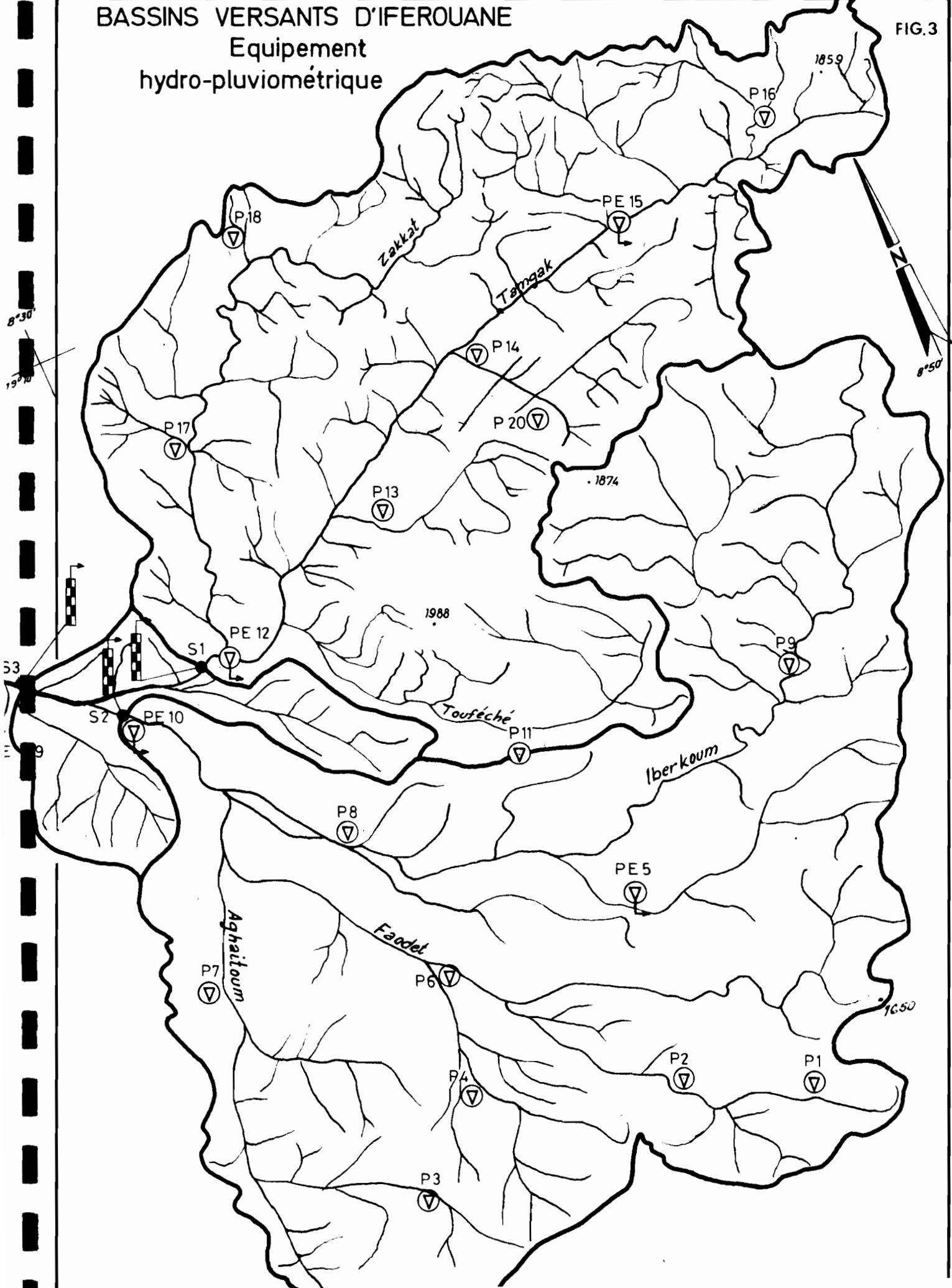
- 4 en 1959

- 3 en 1960

BASSINS VERSANTS D'IFEROUANE

Equipement hydro-pluviométrique

FIG.3



CHAPITRE I

I. - CARACTERISTIQUES DES BASSINS

I.1. SITUATION

I.1.1. Réseau Hydrographique de l'AIR

Les koris qui draînent le versant occidental de l'AIR ont une direction sensiblement Est-Ouest. Ceux du Mont TAMGAK (kori TAMGAK et kori IBERKOUUM) obéissent à cette règle. Ils confluent en amont d'IFEROUANE pour donner naissance au kori NOUGAROU, appelé plus communément kori d'IFEROUANE. Le lit de celui-ci se joint au kori TIDEK pour donner le kori RAROUS qui, après avoir conflué avec le TAKRIZA se jette dans la plaine du TALAK drainé par le kori ZILALET. Celui-ci reçoit ensuite l'ANOU MAKAREN pour donner le kori ANOU ZAGARENE, affluent de rive gauche de l'AZAOUAK, dont la vallée se poursuit par la dépression du Dallol BOSSO pour rejoindre le NIGER en aval du "W". Bien entendu, jamais ce système hydrographique, en partie fossile, n'est en eau sur toute sa longueur.

Les bassins du TAMGAK étudiés sont compris approximativement entre les parallèles $18^{\circ} 50'$ et $19^{\circ} 10'$ N et les méridiens $8^{\circ} 30'$ et $8^{\circ} 50'$ E.

I.1.2. Réseau Hydrographique des Bassins d'IFEROUANE

Le kori d'IFEROUANE, dont le bassin versant à la station d'IFEROUANE (S3) a une superficie de 1 550 km², est constitué par la réunion de deux koris principaux aux bassins bien différents.

a) - le kori TAMGAK prend naissance dans les monts du TAMGAK (point culminant : 1 990 m) et draine la majeure partie de ce massif de granite. Son bassin, mesuré à ABOUEDOUB (S1) est de 620 km². On peut distinguer deux affluents principaux : le kori ZAKKET (180 km²) drainant la partie septentrionale du bassin conflue avec le kori TAMGAK légèrement en amont d'ABOUEDOUB, et le kori TOUFECHE (90 km²) qui prend naissance au point culminant du massif. Sur la figure jointe sont représentés les profils en long de ces koris.

De part la nature de son bassin, la pente globale du kori est forte (2,2 à 3,3%), mais ne caractérise pas tout à fait le relief très accidenté de ce massif. En effet celui-ci présente des parois abruptes, véritables falaises au pied desquelles serpente le lit du kori.

b) - Le kori IBERKOUUM prend naissance sur la bordure Sud-Est du massif du TAMGAK, à 1 860 m d'altitude. Ce massif donne à la partie supérieure de son cours une pente accentuée, comparable à celles du kori TAMGAK. Mais très rapidement, le relief s'estompe et le réseau hydrographique se dégrade progressivement. Le kori IBERKOUUM reçoit alors les koris FAODET (250 km²) issu du massif d'ENFCUD et l'AGHAITOUM (176 km²). La superficie de son bassin versant est de 850 km² au lieu dit SELOUFIET en amont de son confluent avec le kori TAMGAK.

.../...

- Le kori IFEROUANE drafne à la station d'IFEROUANE (S3) un bassin de 1 550 km². Cette station située à 4 km en aval du confluent entre le TAMGAK et l'IBERKOUN et à 10 km en aval de la station S1 d'ABOUDDOUB contrôle les bassins de ces deux koris et une superficie additionnelle de 80 km² constituée principalement par les deux petits bassins des koris TARENKAT et TCHILALLAOUENE.

I.2. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

I.2.1. Morphométrie

La figure N° 3 représente la carte d'ensemble des 3 bassins tirée des cartes au 1/200 000è de l'I.G.N. "TIMIA" et "IFEROUANE".

Caractéristiques des bassins	TAMGAK	IBERKOUN	IFEROUANE
Superficie (km ²)	620	845	1 550
Altitude de la station (m)	680	650	640
Altitude moyenne (m)	1 460	880	1 120
Altitude maximale (m)	1 990	1 840	1 990
Périmètre stylisé (km)	125	164	192
Coefficient de compacité	1,42	1,58	1,40
Longueur du rectangle équivalent (km)	50,6	69,9	76,9
Largeur du rectangle équivalent (km)	12,0	12,1	19,2
Pente moyenne (m/km)	26	21	26
Indice de pente	0,157	0,0916	0,128
Classe de relief ORSTOM	R5	R5	R5

I.2.2. Hypsométrie (cf figure N°5)

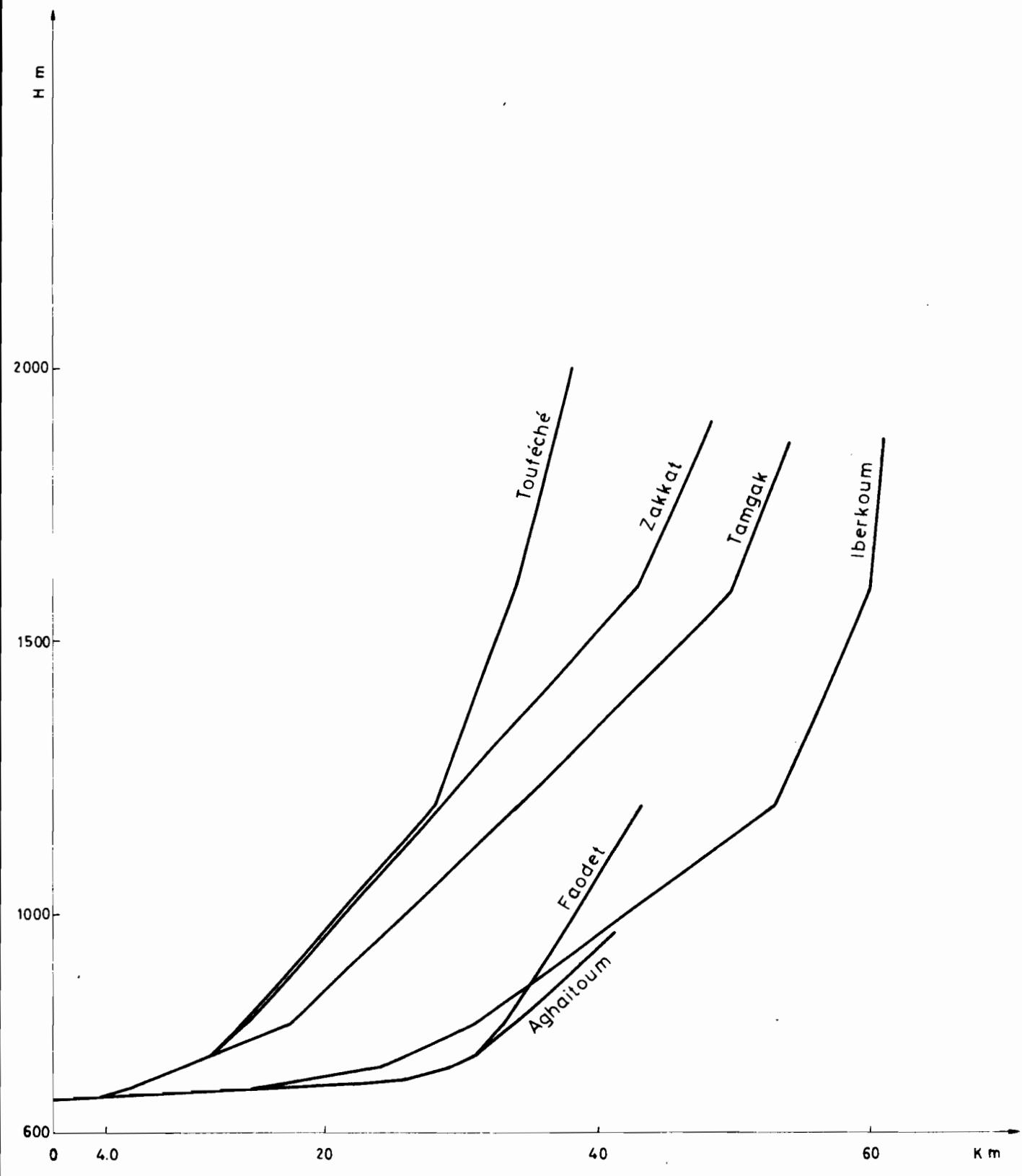
Altitude	TAMGAK		IBERKOUN		IFEROUANE	
	s(km ²)	s/S(%)	s(km ²)	s/S(%)	s(km ²)	s/S(%)
Sup. à 1 600 m	185	30	41,6	5	227	15
1600-1200m	287	47	161	19	456	30
1200-800m	122	20	284	34	421	27
800-680m	14,4	3	334	40	388	25
Inf. à 680 m	0	0	17,6	2	36	23

.../...

BASSINS VERSANTS D'IFEROUANE

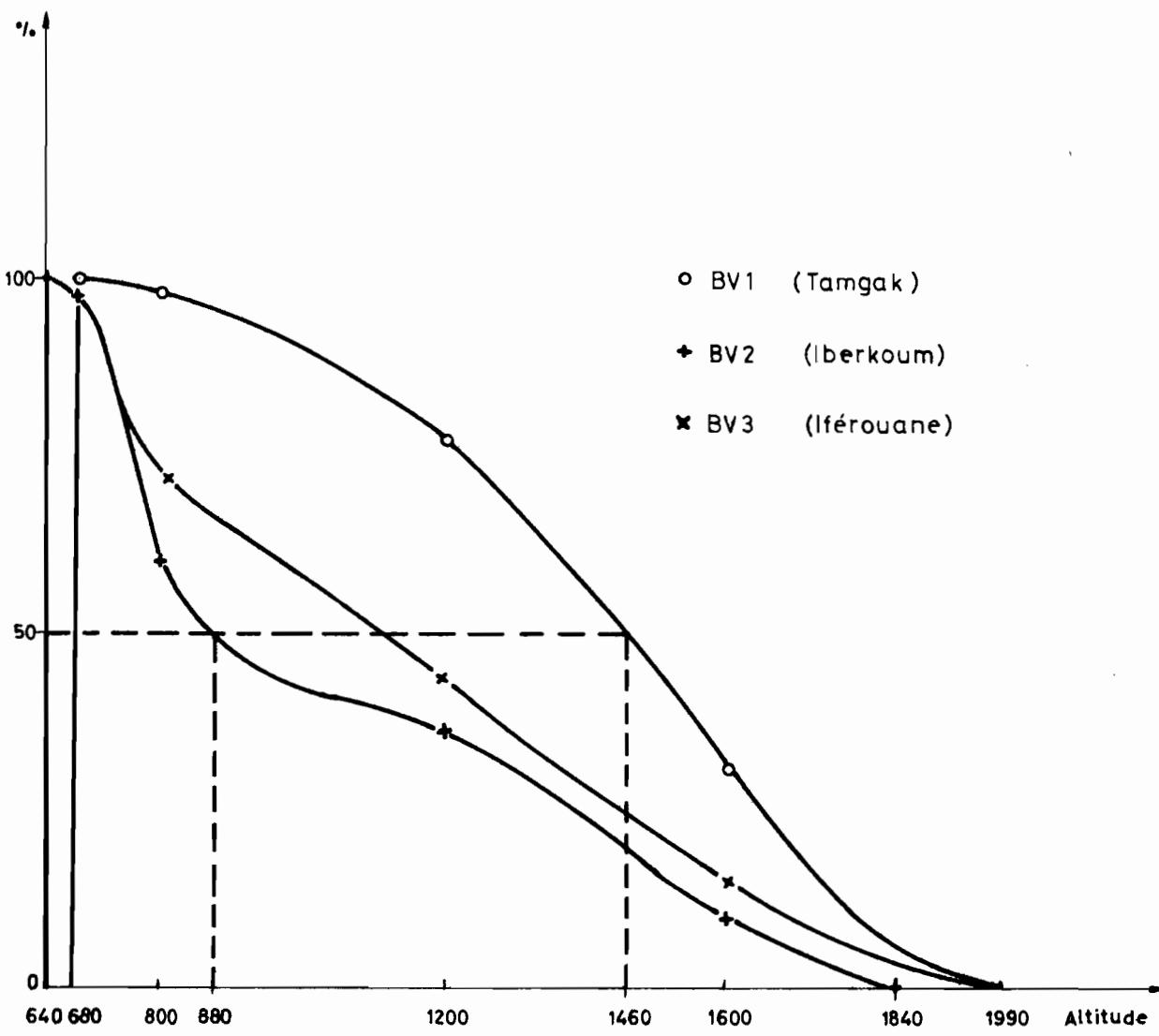
FIG.4

Profils en Long



BASSINS VERSANTS D'IFEROUANE

Hypsométrie



I.3. SOLS et VEGETATION

I.3.1. Géologie

La notice explicative de la carte géologique de l'AIR au 1/500 000^e de R. BLACK, M. JAUVON et C. PELLATON (BRGM - 1967) donne un aperçu des connaissances actuelles sur la géologie de cette région à partir des levées géologiques entreprises entre 1960 et 1964. Nous en tirerons de larges extraits.

Le sol cristallin de l'AIR est formé d'un ensemble intensément plissé de roches métamorphisées, et traversé par de nombreuses venues granitiques.

I.3.1.1. Formation cristallophylienne

La formation gneissique d'AZANGUERENE est la seule formation cristallophylienne rencontrée sur les bassins d'IFEROUANE. Cette formation est la plus ancienne de l'AIR. Elle consiste en un ensemble migmatique composé essentiellement de gneiss à biotite d'amphibolite et de rares niveaux de quartzites et de cipolins à minéraux.

I.3.1.2. Roches éruptives du socle

Les granitoïdes calcoalcalins syntectoniques de type DABAGA se rencontrent sur le flanc Ouest du bassin de l'IBERKOUN, sous la forme de granite leucocrate à biotite de grain moyen de couleur claire, composé de feldspath blanc rosâtre, de quartz et de rares lamelles de biotite.

Ces granitoïdes DABAGA constituent la famille la plus répandue de l'AIR. Ils forment des batholites allongés Nord-Sud suivant la direction dominante du socle.

Les injections successives se sont produites dans un milieu plus ou moins plastique, déjà métamorphisé dont les caractères migmatiques initiaux sont en grande partie masqués par des recristallisations postérieures à leur mise en place.

I.3.1.3. Massifs subvolcaniques à structure annulaire

I.3.1.3.1. Le Massif de l'ENFOUD

Le massif de l'ENFOUD du bassin de l'IBERKOUN, forme un massif circulaire d'une trentaine de kilomètres de diamètre. Le kori FAODET en est issu.

Des rhyolites affleurant au Nord-Est représentent la première manifestation magmatique. La structure de l'ensemble est contrôlée par une faille circulaire périphérique et une faille de tension subhorizontale. Les affaissements successifs du socle détaché par ces fractures ont permis la montée d'anorthosites suivies d'une syénite; cette dernière emprunte la bordure externe de l'anorthosite et s'étend par dessus celle-ci dans la zone de décollement du sommet. Ensuite d'importantes venues de granites se sont mises en place dans la partie centrale du massif. Ce cycle granitique se termine par du granite à biotite formant un petit pointement. L'énorme filon annulaire de Gabbro centré sur Enfoud, à forme parfaitement circulaire et ayant un diamètre de 65 km, représente le dernier soubresaut de la structure.

I.3.1.3.2. Le Massif du TAMGAK

Quant au massif du TAMGAK proprement dit, il est essentiellement constitué de granites subvolcaniques à structure annulaire, du type Tarouadji. Il forme un plateau de 700 km² environ à une altitude de 1600 à 2000 m situé à une dizaine de km à l'est d'IFEROUANE.

On peut distinguer dans ce massif :

- le GABBRO de Meugueur-Meugueur, roche leucocrate de teinte rosâtre ou gris clair composées de quartz, de feldspath et de biotite que l'on rencontre dans le thalweg principal du TAMGAK ;
- le granite alcalin à grains moyens. Il présente tous les intermédiaires entre le porphyre et le granite. Il est de teinte gris verdâtre ;
- le granite hyperalcalin à gros grains : roche de teinte gris-verdâtre ;
- la syénite à gros grains, de teinte grise ou gris-verdâtre et de structure micro-grenue ;
- l'anorthosite, roche à grains très grossiers, de teinte gris foncé ;
- la rhyolite, située au Nord du bassin du ZAKKET.

I.3.2. Végétation

Sur les massifs, la roche est presque toujours à nu. Seules subsistent quelques plantes herbacées dans les anfractuosités, et, plus rarement, de petits épineux.

Les zones de piémont sont parfois couvertes de graminées de faible hauteur au mois d'août. Quelques arbres (acacia, tamaris) bordent les berges des koris.

Les grandes plaines d'inondation et les zones particulièrement dégradées sont couvertes d'herbe avec des groupements de callotropis.

Du point de vue hydrologique, une telle végétation, quand elle existe, n'offre pratiquement pas d'obstacles au ruissellement.

I.4. - C L I M A T

I.4.1. Pluviométrie

I.4.1.1. Type de Climat

Dans ces régions situées à la limite de la zone d'action de la mousson, le régime des précipitations est commandé par les déplacements du front intertropical.

Le FIT est la zone de contact entre les masses d'air humide venues du Sud-Ouest et les masses d'air sec saharien.

La mousson est attirée par la dépression thermique d'Afrique Centrale, centrée durant l'été sur le Sahara.

En saison des pluies, l'air humide progresse vers le Nord-Nord-Est et s'enfonce dans la masse d'air sec saharien. Sur le massif de l'AIR, l'air humide s'élève le long du versant Ouest, se refroidit, se sature et forme des cumulo-nimbus et des cumulus. La pluie peut alors tomber.

I.4.1.2. Station pluviométrique d'IFEROUANE

Un pluviomètre Association de 400 cm² a été installé à IFEROUANE en 1940.

Des relevés pluviométriques journaliers ont été effectués de 1940 à 1970 et en 1974. Nous avons donc 32 années d'observations complètes.

I.4.1.2.1. Pluviométrie annuelle (cf figure N°6)

La moyenne annuelle est de 60,5 mm pour 12,5 jours de pluie.

Un ajustement graphique sur une loi gausso-logarithmique a été obtenu dont le changement de variable est de la forme :

$$y = \frac{1}{\sigma} \log \frac{x - x_0}{s}$$

avec $\begin{cases} \sigma = 0,459 \\ x_0 = -17 \\ s = 70,5 \end{cases}$

Nous obtenons de cette façon les pluviométries de périodes de retour de données suivantes :

	1 an	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
SEC	53,5	31	22	16	11	7
HUMIDE	53,5	87	110	131	165	190

I.4.1.2.2. Pluviométrie journalière

Nous avons 401 jours de pluies en 32 ans, répartis en 5 classes. Leurs effectifs sont les suivants :

- 0 à 10,0 mm : 354 jours
- 10,1 à 20,0 mm : 32 jours
- 20,1 à 30,0 mm : 11 jours
- 30,1 à 40,0 mm : 3 jours (31 mm - 35 mm - 36 mm)
- Supérieur à 40,0 mm : 1 jour (47 mm)

Nous avons cherché à obtenir un ajustement sur une loi de PEARSON III.

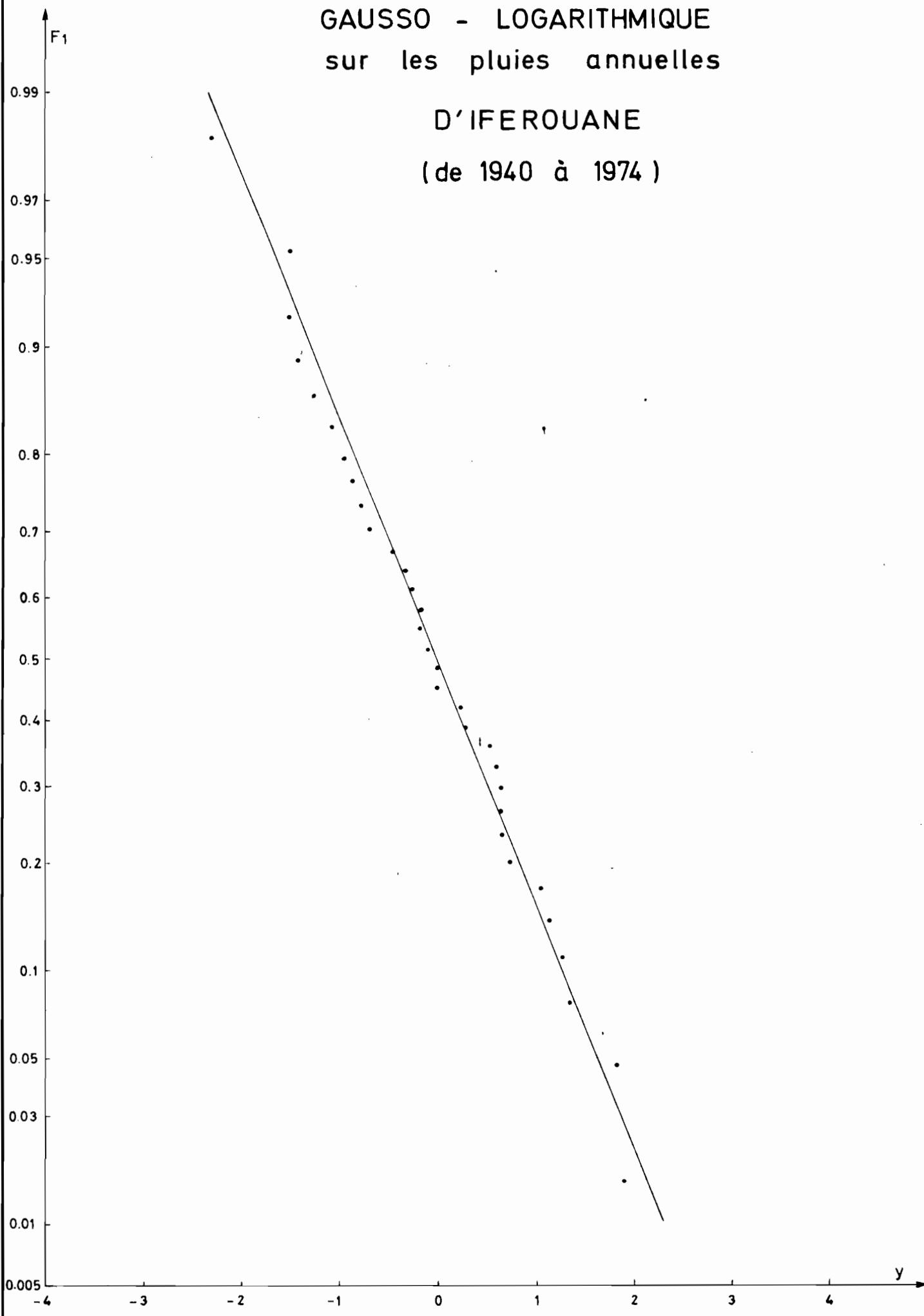
Les paramètres trouvés sont :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{a} = 8,307 \\ b = 0,6 \end{array} \right.$$

AJUSTEMENT D'UNE LOI
GAUSSO - LOGARITHMIQUE
sur les pluies annuelles

D'IFEROUANE

(de 1940 à 1974)



Si nous déduisons les valeurs suivantes :

Fréquence	P calculée (mm)	Nombre de dépassement en 32 ans	P observée (mm)
ANNUELLE	14,3	26	13,2
1/2 ans	19,4	19	20,0
1/5 ans	26,2	8	27,9
1/10 ans	31,5	3	
1/20 ans	36,8	1	
1/50 ans	43,9	1	
1/100 ans	49,4	0	

I.4.1.2.3. Pluviométrie Annuelle

Le tableau ci-joint fournit les totaux pluviométriques mensuels relevés au poste d'IFEROUANE durant 32 ans, avec leur moyenne interannuelle. Nous remarquons que les mois de juillet et août sont les plus arrosés : en moyenne, près de la moitié de la pluviométrie annuelle est recueillie en août, 20% environ en juillet. Les autres mois connaissent des pluviométries faibles (5 à 10% en avril, mai, juin ou septembre), ou pratiquement nulles pour le reste de l'année.

Ces quelques pluies éparses tombées de novembre à mars pourraient correspondre à des dépressions soudano-sahariennes qui font la liaison entre la zone tropicale et la zone tempérée. Mais ces averses sont de faible importance et ne donnent pas lieu à des écoulements.

I.4.2. Evaporation

L'évaporation moyenne mensuelle mesurée à l'évaporomètre PICHE à la station d'IFEROUANE en 1956 - 1957 et 1958 est la suivante, en mm :

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
243	273	389	473	529	488	443	353	409	383	304	234	4 521

L'ORSTOM avait mis en place un bac enterré de 1m² de surface à IFEROUANE d'octobre 1959 au 30 septembre 1960. Les résultats sont les suivants :

O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	TOTAL
BAC	313	246	215	197	224	309	423	465	390	316	428	372 3 898
PICHE	382	294	226	223	261	357	472	502	447	363	481	418 4 426

Des études entreprises par l'ORSTOM, en particulier au TCHAD ont permis d'estimer le rapport de l'évaporation sur bac enterré à l'évaporation d'une grande retenue. Il serait de l'ordre de 0,70. Pour une superficie de quelques hectares, l'évaporation approcherait 3 mètres.

.../...

RELEVES DES TOTAUX PLUVIOMETRIQUES MENSUELS ET ANNUELS

AU POSTE D' IFEROUANE

---:-:-:-:-:-:-:-:-

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total annuel
1940					1,0	2,0	5,2	39,0	6,0				53,2
1941					5,0	2,2	21,0	6,1	13,9				48,2
1942					1,4		0,9	6,4		9,6			18,3
1943	0,5				47,5		46,0	42,7	10,2				146,9
1944						2,8	14,1	3,2	14,5				34,6
1945						2,2	1,8	71,6	1,9				77,5
1946							8,9	32,2	12,1	0,3			53,5
1947						18,7	10,5	34,5					63,7
1948				65,5	21,2	10,2	2,8	9,4					109,1
1949							0,4	17,8	1,0				19,2
1950	3,9				0,6		12,1	91,3	6,0				113,9
1951					3,0	2,0	5,0	4,0	15,0				29,0
1952							8,0	68,0	21,5				97,5
1953					38,0	52,6	10,5	24,0	26,4				151,5
1954					8,6		34,1	18,0	1,5				62,2
1955						0,6	1,6	13,3	7,2				22,7
1956							2,0	45,6	0,3				47,9
1957						0,6	16,2	9,6	8,0	3,0	2,4		39,8
1958							5,8	23,2	1,9				30,9
1959						11,3	0,6	62,9	3,7				78,5
1960						13,3	12,3	15,0	3,5			1,9	46,0
1961						0,3	19,7						20,0
1962					2,4		53,5	16,6					72,5
1963							19,4	37,1	9,7	12,3			78,5
1964					6,6	2,3	39,4	0,2					50,8
1965						20,3	26,1	29,7					76,1
1966					0,4			14,2	29,0				43,6
1967		3,2					6,8	12,4	10,0				32,4
1968				34,4		7,0		30,0	10,6				82,0
1969							21,5	75,5	5,0				102,0
1970					1,5		4,0		2,1				7,6
1971													
1972													
1973													
1974					5,5		10,6	10,4					26,5
1975													
MOY. INTER- ANNUEL	0,1	0,1	3,1	4,5	4,6	12,0	28,2	6,9	0,8	0,1	0,1	0,1	60,5

II. - CAMPAGNE 1975

II.1. Pluviométrie

II.1.1. Equipement

Le réseau pluviométrique installé pour l'année 1975 sur les trois bassins est constitué de 5 pluviographes et de 15 pluviomètres.

La figure N°3 et le tableau 1 donnent les situations de ces appareils. Il s'agit :

- de pluviomètres Association de 400 cm²,
- de pluviographes THIES à flotteur (PE 15) et à table déroulante d'une autonomie d'un mois,
- de pluviographes CERF à augets basculants, dont la période de révolution est hebdomadaire (PE 5, PE 10 et PE19) ou journalière (PE 12).

Leur installation et leur contrôle ont présenté quelques difficultés. En effet, si le bassin inférieur de l'IBERKOUN, le bassin du FAODET ainsi que celui de l'AGHAI-TOUM peuvent être parcourus sans trop de problèmes par un véhicule tous terrains par la piste de TIMIA et le lit des koris, par contre, les bassins du TAMGAK, du ZAKKET et du TOUFECHE dans leur totalité ne sont accessibles qu'à dos de chameau.

Il a donc fallu organiser de véritables expéditions de plusieurs jours pour l'installation des pluviomètres P11, P13, P14, PE15, P16, P17, P18 et P20. Ces appareils ont fonctionné en totalisateurs depuis leur date d'installation jusqu'à la fin de la saison des pluies.

Malgré les difficultés rencontrées, le réseau mis en place permet d'obtenir une répartition acceptable et relativement homogène des installations pluviométriques sur les bassins d'IFEROUANE.

En effet, chaque appareil contrôle une superficie moyenne de 75 km² (de 6 à 110 km²) pour les valeurs extrêmes). Les coordonnées de chaque pluviomètre, sa date d'installation et le nom de son sous-bassin sont donnés dans le tableau N°1. Nous voyons qu'un premier groupe de pluviomètres a été installé en juin (P3, P4, PE5, PE10, PE12 et PE19). Ce sont ces appareils qui nous permettront de connaître la pluviométrie de 1975.

Un deuxième groupe est mis en place le 23 juillet (P1, P2, P7, P8) entre les crues du 8 et du 25 juillet. Les pluviomètres installés le 28 juillet (P6), les 30 et 31 juillet (P14, PE15, P16) et les 3 et 5 août (P17 et P18) recueilleront les averses correspondant aux crues des 28 et 29 août.

II.1.2. Observations

Les pluviographes suivants ont fonctionné en totalisateur jusqu'en fin juillet :

- PE5 du 20/6 au 23/7
- PE10 du 19/6 au 21/7
- PE12 du 15/6 au 21/7

pour être ensuite utilisés comme enregistreurs. PE15 et PE19 ont enregistré les intensités de pluie durant la période d'observation.

TABLEAU 1

Pluviomètres	Sous-bassins	Bassins	Coordonnées		Date d'installation
			Latitude N	Longitude E	
P1	FAODET	IBERKOUUM	18° 47'	8° 40'	23/7/75
P2	FAODET	"	18° 48'	8° 38'	23/7/75
P3	AGHAITOUM	"	18° 48'	8° 30'	20/6/75
P4	FAODET	"	18° 50'	8° 32'	20/6/75
PE5	IBERKOUUM	"	18° 53'	8° 38'	20/6/75
P6	FAODET	"	18° 53'	8° 23'	28/7/75
P7	AGHAITOUM	"	18° 55'	8° 27'	23/7/75
P8	IBERKOUUM	"	18° 56'	8° 32'	23/7/75
P9	IBERKOUUM	"	18° 56'	8° 44'	13/8/75
PE10	IBERKOUUM	"	19° 01'	8° 29'	19/6/75
P11	TOUFECHE	TAMGAK	18° 57'	8° 37'	10/8/75
PE12	TAMGAK	"	19° 02'	8° 31'	15/6/75
P13	TAMGAK	"	19° 04'	8° 35'	2/8/75
P 14	TAMGAK	"	19° 06'	8° 39'	30/7/75
PE15	TAMGAK	"	19° 07'	8° 44'	31/7/75
P16	TAMGAK	"	19° 08'	8° 48'	31/7/75
P17	ZAKKET	"	19° 06'	8° 32	5/8/75
P18	ZAKKET	"	19° 10'	8° 35	3/8/75
PE19	IFEROUANE	IFEROUANE	19° 23'	8° 25'	23/6/75
P20	TAMGAK	TAMGAK	19° 04'	8° 40'	20/8/75

TABLEAU 2

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE (en mm)

Jours	PE5	PE10	PE12	PE19	P19
10/7				0,4	
22/7		0,0	0,0	0,7	0,2
23/7	8,0	0,0	0,0	2,2) 3,4
24/7	1,5	0,6	0,5	0,1	
25/7	0,5	0,0	1,1	2,1	1,8
26/7	0,0	0,0	0,0	0,9	0,6
21/8	0,0	0,0	tr	0,0	0,0
24/8	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
28/8	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29/8	1,0	15,5	13,0	(15,6)	15,6
30/8	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
22/9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0

TABLEAU 3

PLUVIOMETRIE TOTALE

	Période	Pluviométrie (en mm)
P1	23/7 au 31/8	21,5
P2	23/7 au 31/8	28,1
P3	20/6 au 31/8	18,7
P4	20/6 au 31/8	12,3
PE5	20/6 au 31/8	14,2
P6	28/7 au 31/8	0,7
P7	23/7 au 31/8	17,7
P8	23/7 au 31/8	15,1
P9	13/8 au 24/9	6,5
PE10	19/6 au 19/9	18,2
P11	10/8 au 23/9	0,3
PE12	15/6 au 24/9	45,2
P13	2/8 au 1/9	0,6
P14	30/7 au 1/9	0,5
PE15	31/7 au 1/9	1,2
P16	31/7 au 31/8	1,9
P17	5/8 au 1/9	-
P18	3/8 au 1/9	27,0
PE19	23/6 au 21/9	(23,0)
P19	23/6 au 21/9	21,6
P20	20/8 au 20/9	0,0

Tous les pluviomètres ont fonctionné en totalisateurs de leur date d'installation jusqu'en septembre, à l'exception du pluviomètre P19, installé près du Bureau de Poste d'IFEROUANE, et relevé par son Receveur.

Les données pluviométriques ainsi obtenues sont fournies :

- dans le tableau N°2 pour les données journalières,
- dans le tableau N°3 pour la pluviométrie totale obtenue à chaque poste durant la période d'observation.

Les périodes, très variables, ne permettent pas de déterminer avec précision la pluviométrie moyenne tombée sur chaque bassin en 1975. Mais les résultats obtenus donnent la possibilité de connaître approximativement les hauteurs de pluie ayant donné lieu aux crues principales observées aux stations hydrométriques.

Nous pouvons remarquer, d'autre part, le caractère très hétérogène de la pluviométrie en surface.

En effet 30,5 mm sont relevés au pluviomètre PE12 en début juillet alors que les pluviomètres PE5, PE10 et PE19 n'ont recueillis respectivement que 2,0 mm, 2,2 mm et 0,0 mm.

Quant à la période de fin août correspondant aux crues des 28 et 29 août, c'est aux seuls pluviomètres P 18 (27,0 mm), PE12 (13,9mm) et P19 (15,6 mm) que des pluies supérieures à 10 mm ont été relevées, alors que les pluviomètres du sous-bassin du TAMGAK n'ont recueilli que 0,6 mm (P13), 0,5 mm (P14), 1,2 mm (PE15); 1,9 mm (P16).

Nous pouvons d'autre part relever que la pluviométrie annuelle totalisée à IFEROUANE en 1975 est de 21,6 mm. Cette valeur est à rapprocher de la pluviométrie annuelle décennale sèche de 22 mm, trouvée précédemment pour le poste d'IFEROUANE. Et, toujours au même poste, l'averse du 29 août (15,6 mm) correspond à la valeur de la pluie journalière de fréquence annuelle à IFEROUANE.

Par contre, la hauteur de 30,5 mm relevée à PE12 fin juillet et qui aurait donné lieu à la crue du 8 juillet, serait de fréquence décennale. Mais cette averse semble avoir été très localisée, comme nous l'avons dit plus haut.

II.2. Hydrométrie

II.2.1. Equipement

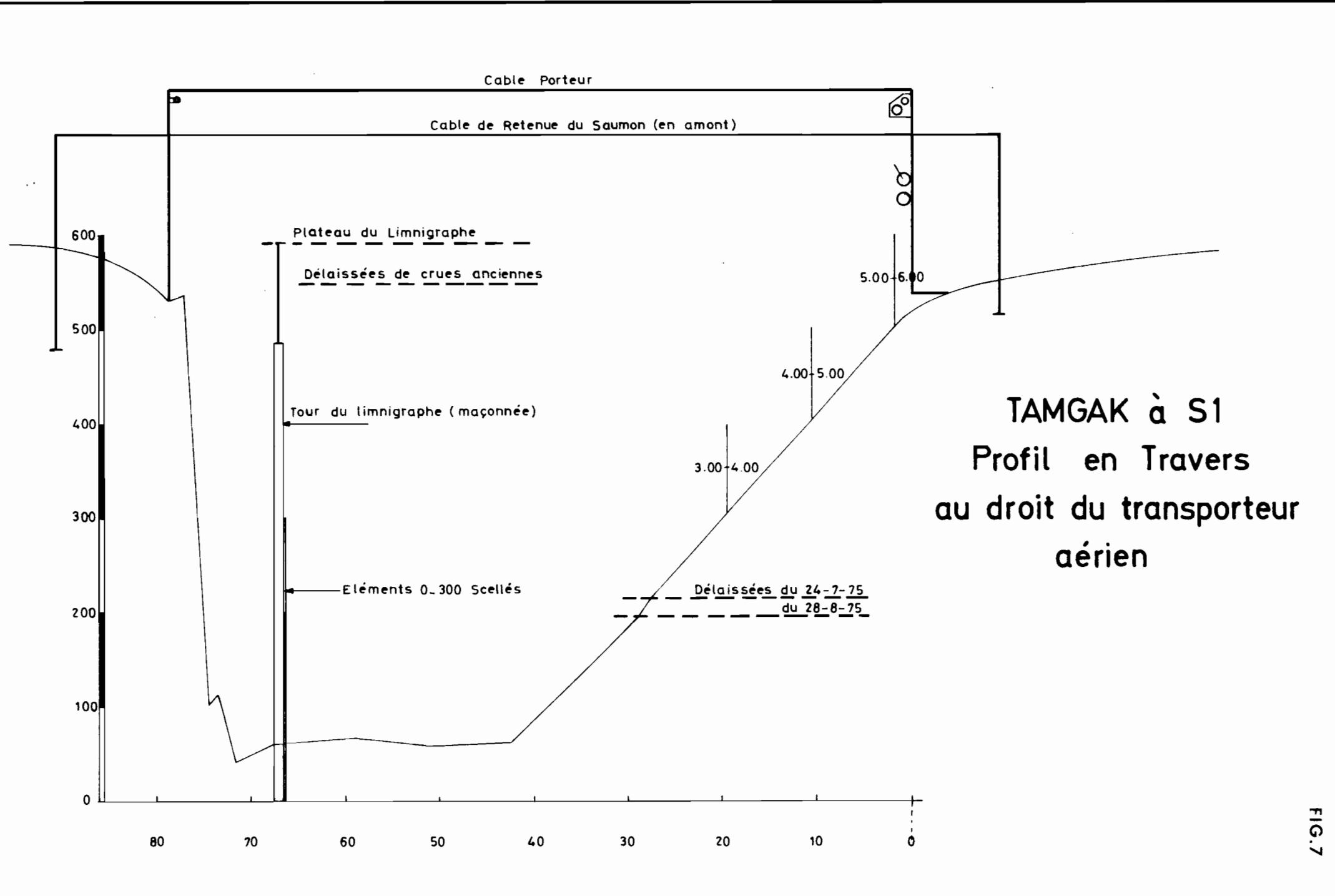
II.2.1.1. ABOUEDOUB (S1) (cf figure N°7)

Les coordonnées de cette station à l'exutoire du bassin du TAMGAK sont les suivantes:

- Latitude : 19° 02' 05" N
- Longitude: 8° 30' 45" E

L'existence d'un seuil rocheux naturel de 90 m de large qui barre transversalement le lit du kori à la sortie du massif du TAMGAK a décidé de l'implantation de cette station pour obtenir à peu de frais un contrôle aval stable.

.../...



Le site de cette station est particulièrement bien choisi, car ce seuil naturel matérialise exactement la limite entre le massif du TAMGAK d'une part, où le lit du kori est constitué de blocs rocheux, et d'autre part la vallée alluviale où les eaux du kori se perdent dans les sables.

Enfin, des assises rocheuses particulièrement solides et un lit relativement encaissé se prêtaient bien à la mise en place d'un transporteur aérien et d'un limnigraph à flotteur.

Dans ces conditions, cette station a pu être équipée de :

- 6 éléments d'échelles limnimétriques de 1 m, disposés dans la section comme l'indique le profil en travers au droit des échelles donné dans la figure N°7. La cote du zéro de cette échelle est à 6,069m en dessous du niveau du repère de la borne ORSTOM implantée en rive gauche, au coin Nord-Ouest du campement.
- un limnigraph OTT X à rotation journalière, consolidé par une tour maçonnée d'une hauteur de 5 m. Le pied de la gaine de ce limnigraph baigne dans une mare stagnante. Nous pouvons ainsi caler le limnigraph à la cote à l'échelle entre deux crues.
- un transporteur aérien d'une portée de 90 m constitué :
 - d'un treuil double NEYRPIC de force 100kg (avec chariot de translation)
 - de deux pylônes (fers UPN de 140 et entretoises de fer plat de 5mm)
 - d'un câble porteur de diamètre 15mm
 - d'un câble tracteur de diamètre 3mm
 - d'un câble amont de diamètre 10mm
 - de deux massifs d'ancre pour le câble porteur.

pour l'exploration dans la section de mesure du champ des vitesses avec un poids de lestage OTT de 50 kg auquel a été adjointe une masse additionnelle de 30 kg.

- un groupe électrogène de 1,2 kva et 4 projecteurs pour l'éclairage de la section de mesure lors des jaugeages de nuit.

II.2.1.2. SELOUFIET (S2)

Cette station, située à l'exutoire du bassin de l'IBERKOUUM, a les coordonnées suivantes :

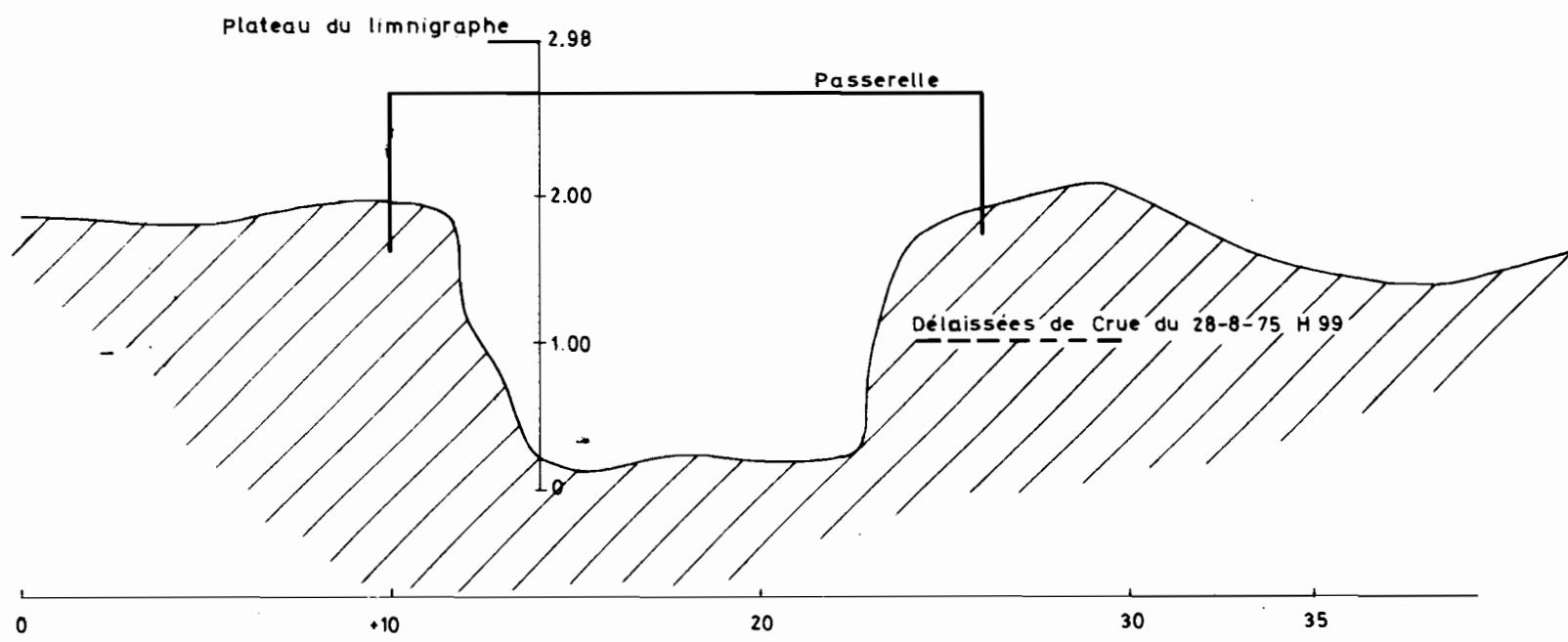
- Latitude : 19° 01' 30" N
- Longitude : 8° 28' 40" E

Le lit du kori, au droit de cette station, est enserré entre deux rangées d'arbres et de buissons d'épineux. Il est constitué de sable fin et sa largeur est de 10 m environ. Un blocage de pierre a été réalisé en amont pour enrayer les éventuels débordements de rive droite.

L'équipement est composé de :

- 3 éléments d'échelle de 1 m, fixés sur la gaine du limnigraph, dont le zéro est à 2,280m en dessous d'un repère (fer en U planté dans le sol) situé en rive droite.
- un limnigraph OTT X à rotation hebdomadaire situé en rive droite.
- une passerelle en tube mills 40-49 de 16m de long, en une seule portée, pour l'exploration du champ des vitesses avec une perche de diamètre 20 mm.

IBERKOUM à S 2
Profil en Travers au droit de la passerelle



II.2.1.3. IFEROUANE (S3)

Une station provisoire, constituée de deux éléments d'échelle avaient été placée en juin sur le kori IFEROUANE, en aval du village. Elle a été déplacée à 25 m en amont du seuil artificiel. Celui-ci construit en travers du kori légèrement en amont du village, par G K W est constitué de pierres cimentées et de gabions (voir figure N°9).

Il permet d'obtenir un contrôle aval très sérieux pour la station S3, et, d'autre part, de mesurer les vitesses à la perche dans des sections relativement calibrées.

Les coordonnées de cette nouvelle station sont les suivantes :

- Latitude : $19^{\circ} 03' 10''$ N
- Longitude : $8^{\circ} 26' 20''$ E

Le zéro des 2 éléments d'échelle de 1 m situés en rive gauche est calé au même niveau que le point bas du seuil G K W. Il est d'autre part à 0,804 m en dessous du niveau d'un repère placé sur la borne ORSTOM.

Un limnigraphie OTT XX à platine déroulante dont la vitesse d'avancement est de 2 mm/h permet d'enregistrer les variations du plan d'eau du kori en amont du seuil.

Un câble gradué de 450m a été placé en permanence en travers du kori pour le repérage des verticales de mesure lors des jaugeages.

II.2.2. Observations

II.2.2.1. Hauteurs d'eaux

Les crues écoulées aux 3 stations durant l'année 1975 ont été parfaitement enregistrées, à l'exception de celle du 8 juillet, date à laquelle les mouvements d'horlogerie n'avaient pas été mis en fonctionnement. Mais les maximums de cette crue ont été relevés : H = 74 cm à S1 et H = 43 cm à S2. Il n'y eut pas d'écoulement à S3 en rive gauche ce jour-là.

II.2.2.2. Mesures de débit

a) T A M G A K

23 mesures de débit ont été effectuées sur la station S1 par G. DELFIEU à l'aide du transporteur aérien (qui a donné toute satisfaction à ce sujet) et à gué avec une perche de 20 mm de diamètre.

Ces jaugeages permettent de traduire en débit toutes les hauteurs d'eau sans exception enregistrées à la station en 1975.

La courbe de tarage est donnée en deux parties sur les figures N°10 et 11, pour les hautes eaux et pour les basses eaux. Et le tableau 4 donne les caractéristiques des jaugeages effectués.

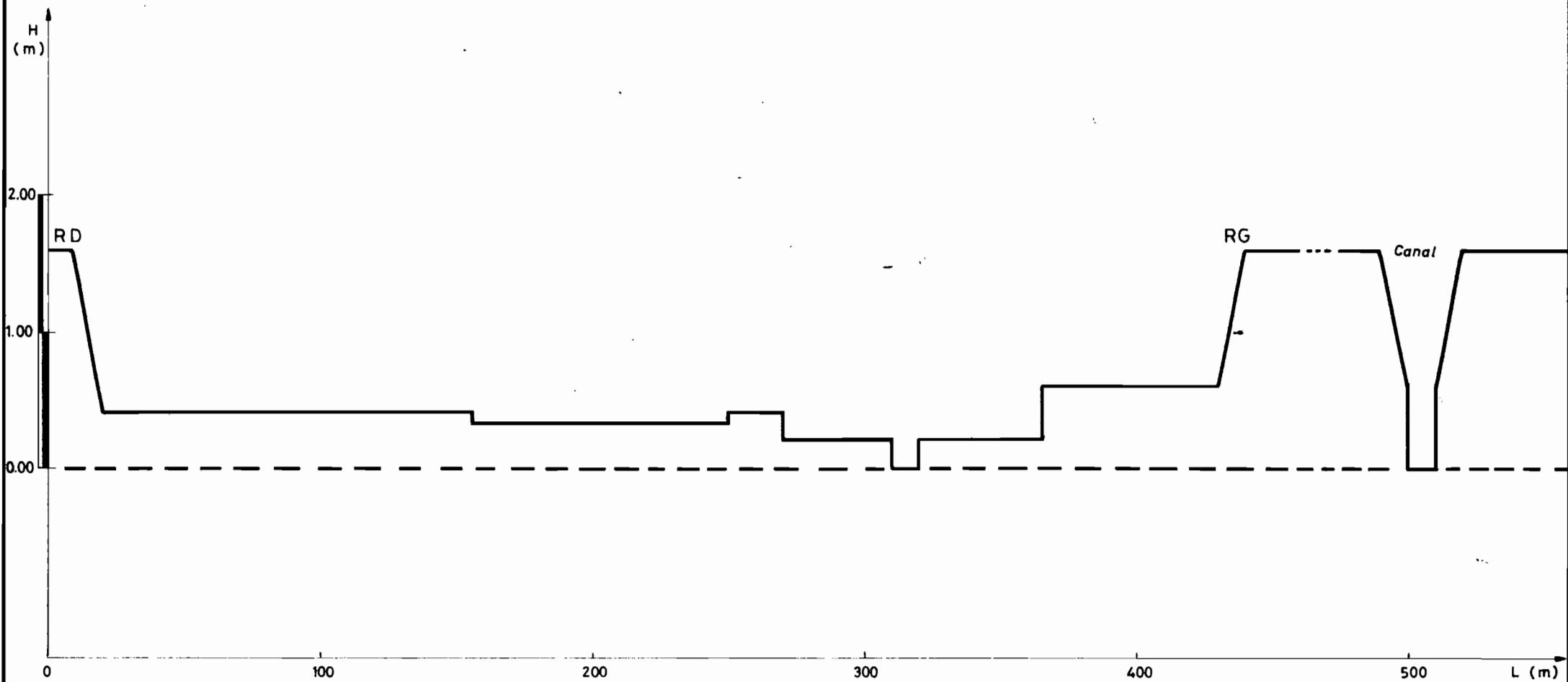
b) IBERKOUM (cf figure N°12)

Seules deux crues ont été observées à la station S2 le 8 juillet et le 29 août. Les deux mesures de débit effectuées l'ont été par M. Berndt CORDES du Bureau G.K.W.

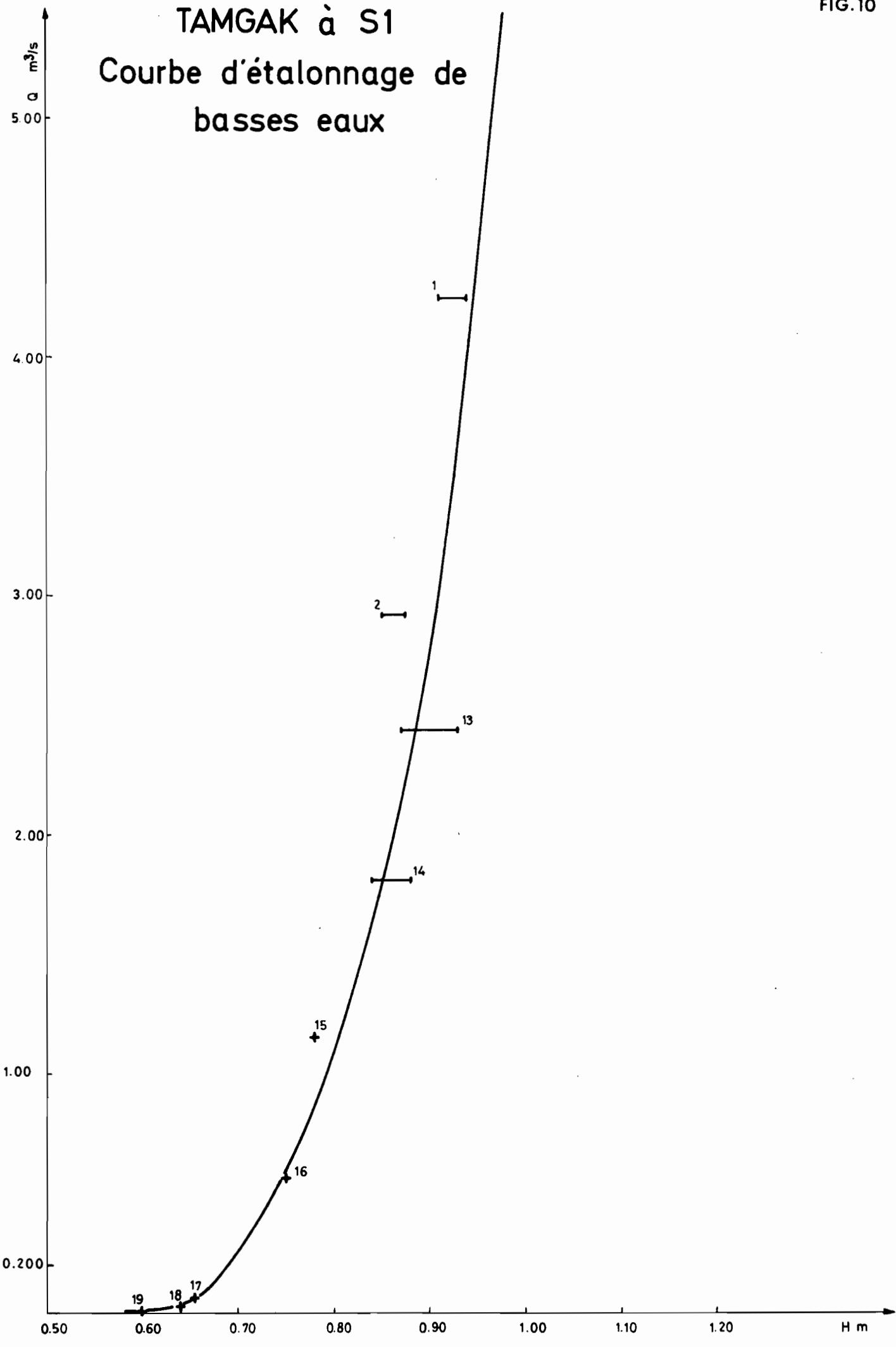
.../...

TAMGAK à S3

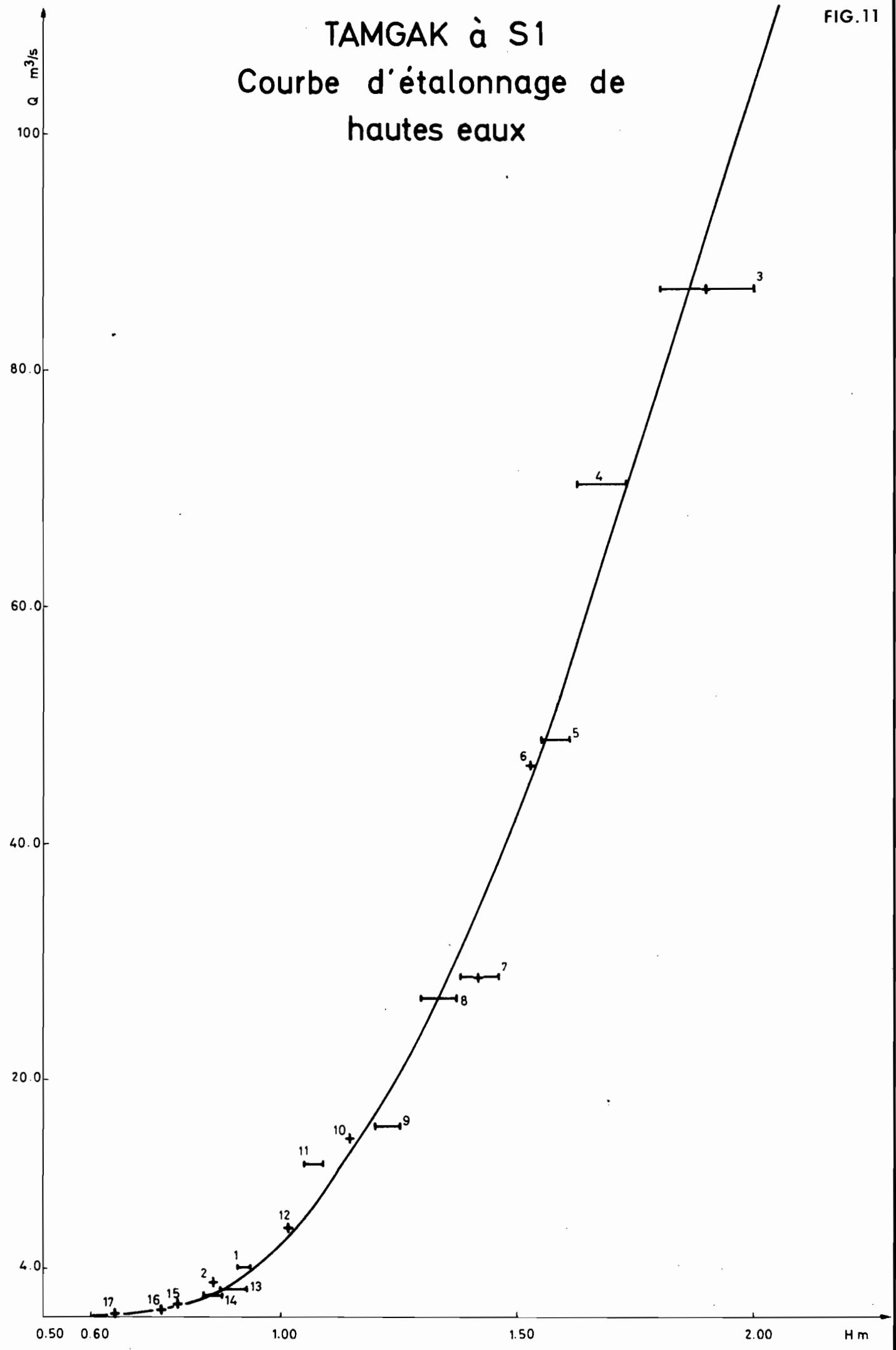
Profil en Travers



TAMGAK à S1
Courbe d'étalonnage de
basses eaux



TAMGAK à S1
Courbe d'étalonnage de
hautes eaux



IBERKOUUM à S 2
Courbe d'étalonnage

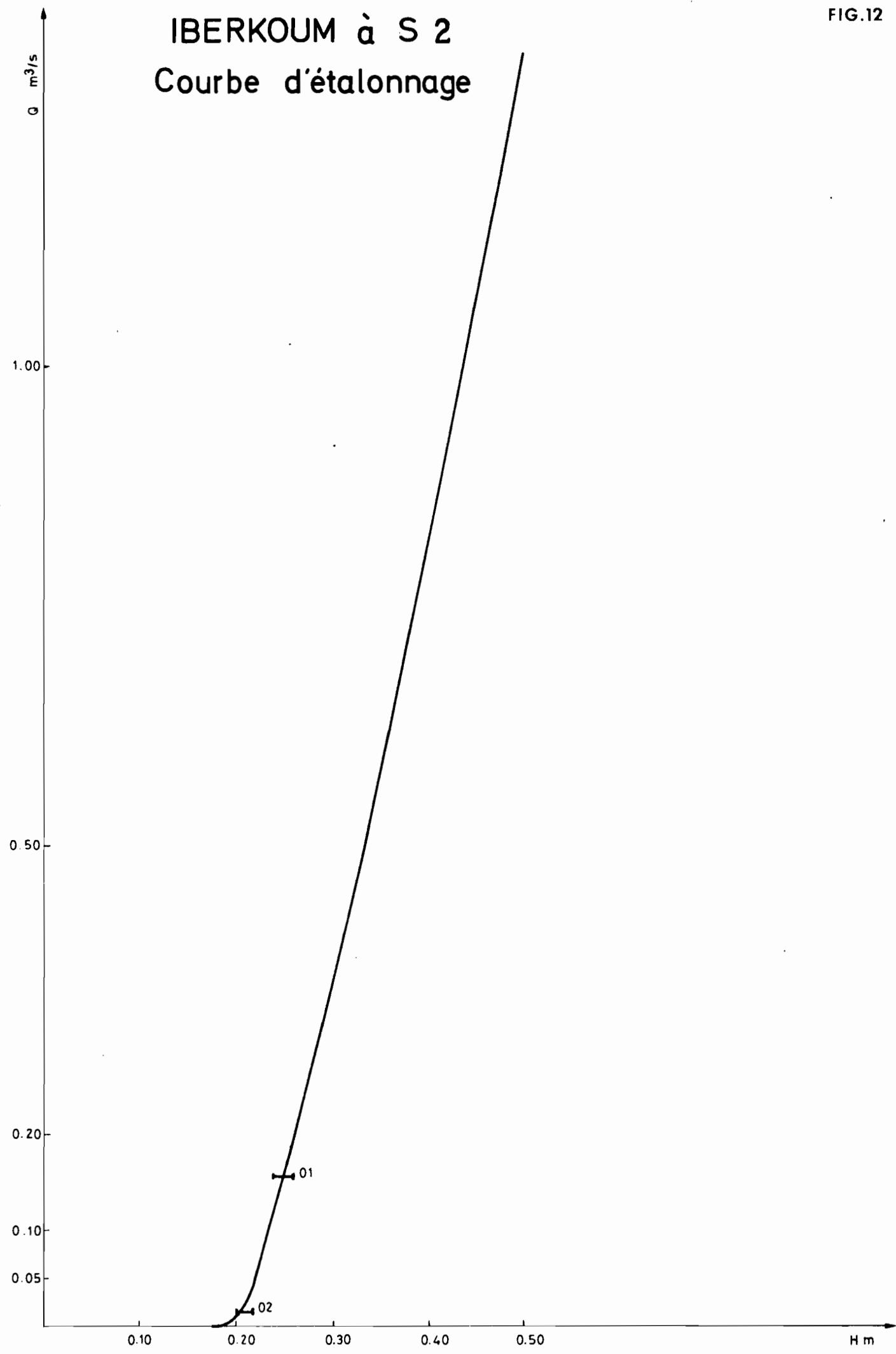


TABLEAU 4

T A M G A K à S1LISTE DES JAUGEAGES

N°	DATE	H cm	Q m ³ /s
1	26/7	94 - 91	4,24
2	26/7	87 - 85	2,92
3	28/8	200 - 180	87,0
4	"	173 - 163	70,5
5	"	161 - 155	48,0
6	"	153	46,7
7	"	146 - 139	28,8
8	"	137 - 130	27,0
9	"	125 - 120	16,3
10	"	115	15,2
11	"	109 - 105	13,0
12	29/8	103 - 101	7,62
13	"	93 - 87	2,44
14	"	84 - 88	1,81
15	"	78	1,15
16	"	75	0,57
17	29/8	65	0,060
18	"	64	0,027
19	"	62	0,019
20	"	62,4	0,016
21	"	62,2	0,013
22	29/8	60	0,011
23	29/8	60	0,011

Ces mesures sont insuffisantes pour l'obtention des débits transités à S2 durant ces deux crues, les maximums observés en 1975 étant de 43 cm et de 95 cm.

Nous avons tout de même estimé les relations hauteurs-débit à cette station pour obtenir approximativement l'hydrogramme de crue du 29 août. La formule utilisée est celle de MANNING-STRICKLER :

$$Q = K_s \times S \times R_H^{2/3} \times i^{\frac{1}{2}}$$

où K_s est le coefficient de rugosité

S la section mouillée

R_H le rayon hydraulique

i la pente hydraulique

$$\text{A S2 : } i = 26 \times 10^{-4}$$

Et nous admettons que $K_s = 35$, confirmé pour les débits effectivement mesurés.

Nous trouvons dans ces conditions $Q = 12,4 \text{ m}^3/\text{s}$ pour $H = 1,00 \text{ m}$

Il n'empêche qu'il sera absolument nécessaire de confirmer cette relation lors des prochaines campagnes. Les 2 jaugeages exécutés donnent les résultats suivants :

N°	DATE	H	Q
1	29/8/75	26 - 24	0,155
2	29/8/75	22 - 20	0,0162

c) IFEROUANE (cf figure N°13)

3 débits ont été mesurés en 1975 sur la station S³/ le premier par G. DELFIEU le 25/7/75, les deux autres par E. KOHLER du bureau G.K.W.

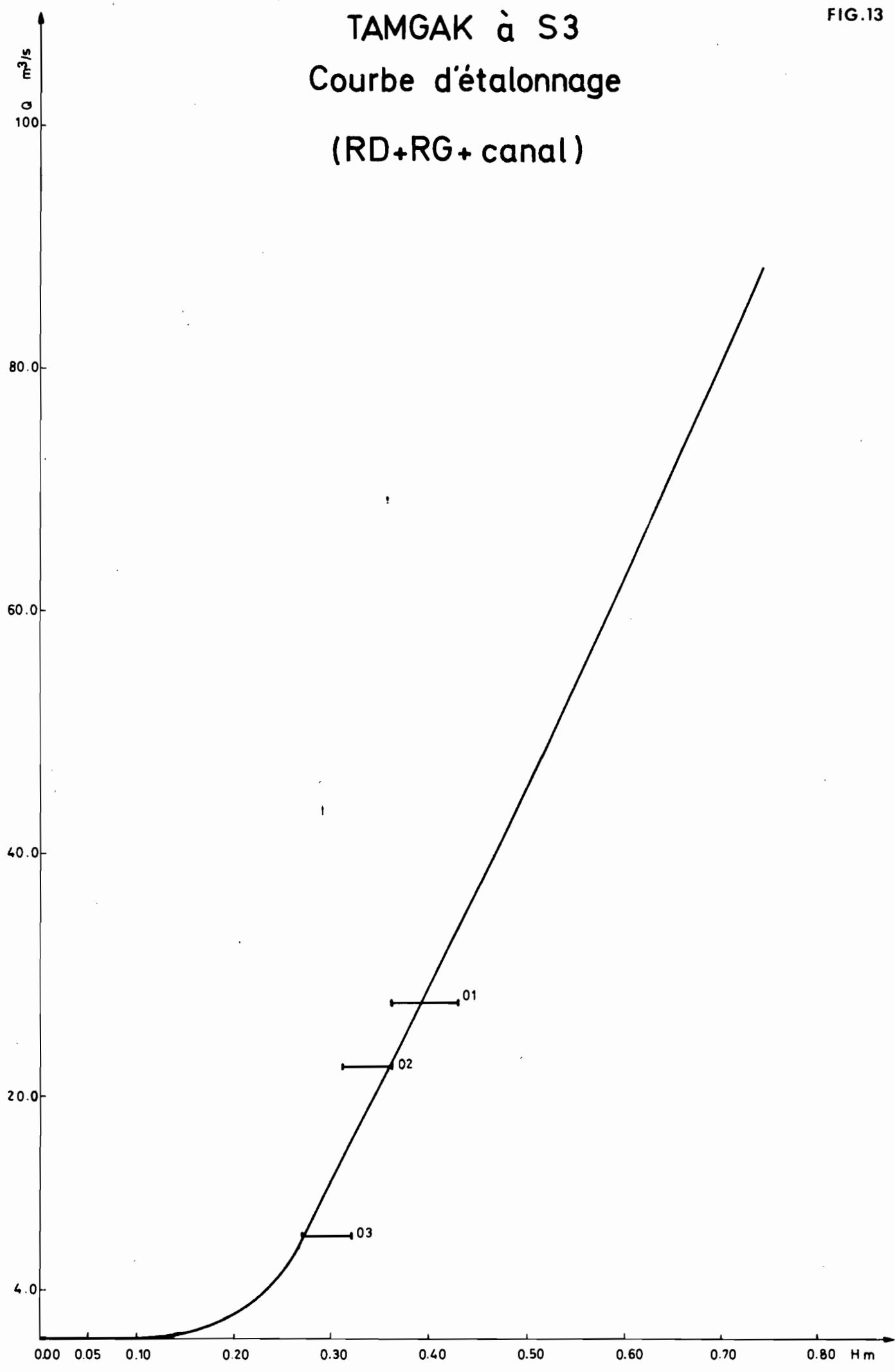
Chaque jaugeage nécessitait l'exploration des vitesses sur 3 sections, sur le bras gauche, sur le bras droit et enfin sur le canal de dérivation.

Les résultats obtenus sont reportés sur le tableau ci-dessous :

N°	DATE	H cm	Q m ³ /s	Section
1	25/7/75	43 - 40	22,7	BG
		40 - 38	2,20	BD
		37 - 36	2,80	canal
		43 - 36	27,7	total
2	28/8/75	36 - 34	18,1	BG
		34 - 33	1,35	BD
		33 - 31	3,16	canal
		36 - 31	22,26	total
3	29/8/75	32 - 30	6,60	BG
		30 - 28	0,46	BD
		28 - 27	1,49	canal
		32 - 27	8,55	total

.../...

TAMGAK à S3
Courbe d'étalonnage
(RD+RG+canal)



II.3. - Analyse des résultats

Les limnigrammes de crue enregistrés et les courbes d'étalonnage obtenues à partir des mesures de débits effectués nous permettent de tracer les hydrogrammes de crue aux trois stations, que nous avons sur les figures jointes.

II.3.1. Caractéristiques des crues

Les caractéristiques des 4 événements averse-crue ayant donné lieu effectivement à un écoulement aux stations de mesure sont reportées dans le tableau 5.

Les données fournies concernent :

- Q max : le débit maximum en m³/s
V_e : le volume écoulé, en milliers de m³
H_e : la lame éculée, en mm d'eau
t_m : le temps de montée de la crue, en heures
t_b : le temps [] de la crue, en heure (ou temps d'écoulement total)
α : le rapport du débit maximum au débit moyen écoulé

Nous remarquons que les volumes estimés pour les crues non observées du 8/7/75 sont bien négligeables, en comparaison des volumes mesurés des crues suivantes. Nous pouvons d'autre part constater que, à l'exception de la crue du 25/7, la valeur du rapport du débit maximum au débit moyen est en moyenne de 6.

II.3.2. Description des événements averse-crue

II.3.2.1. Crue N°1 du 8/7/75

- a) L'averse est particulièrement hétérogène : 30,5 mm au pluviomètre PE12, alors que dans les autres pluviomètres installés à cette date, les hauteurs relevées pour cette journée sont de 2,2 mm à PE5 et PE10, et de 0,4 mm à PE19.

Le ruissellement semble effectivement avoir été circonscrit aux alentours de S1. En effet la cote maximum atteinte à cette crue n'est que de 74 cm correspondant à un débit de 0,5 m³/s. Le volume ruisselé de cette crue a été estimé à 6 000 m³.

- b) Nous ne connaissons pas la pluviométrie tombée sur le bassin de l'IBERKOUUM à la date du 8/7. Celle-ci donne lieu à une crue dont le débit maximum est de 1 m³/s et le volume écoulé de 2 500 m³ environ.

Il n'y aurait eu écoulement que dans la partie inférieure du bassin de l'IBERKOUUM : les traces de pneus du mois de juin subsistaient dans les lits des koris après la crue du 8/7.

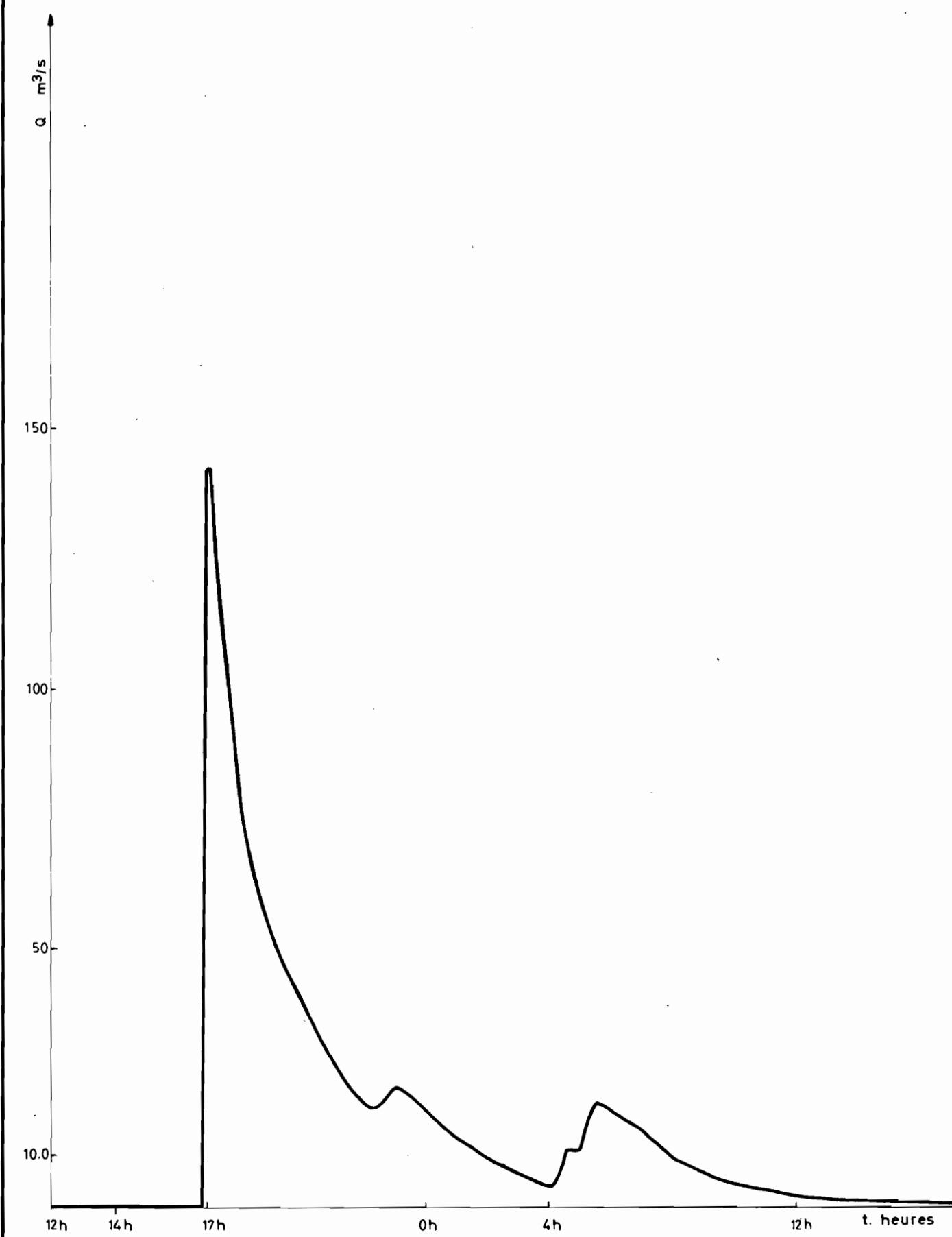
- c) La crue correspondante à S3 n'est pas observée, le limnigraphie n'ayant pas été encore installé à cette date.

II.3.2.2. Crue N°2 du 25/7/75 (cf figure N°14 et 15)

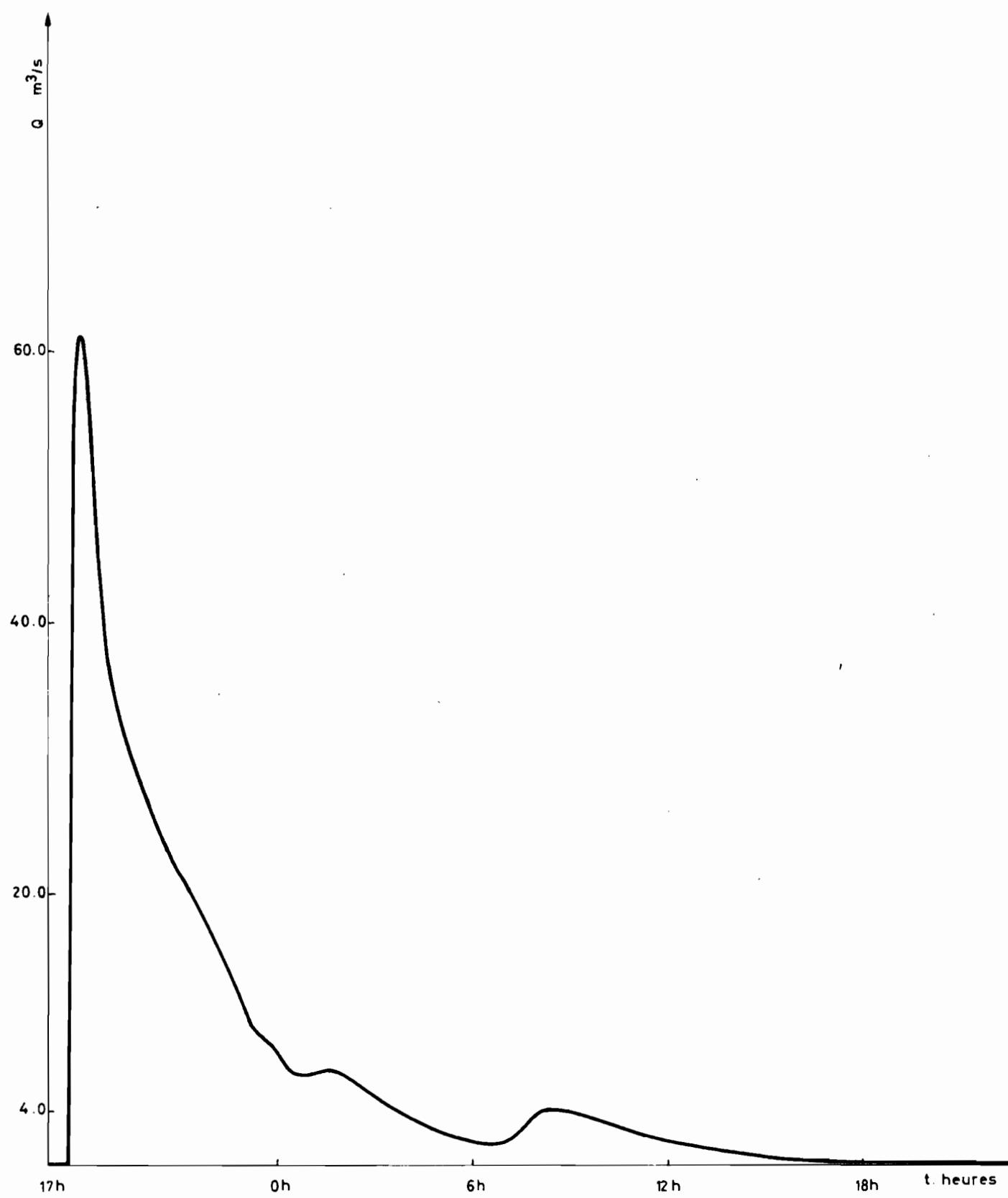
- a) La crue que nous observons dès 16 h 50 le 25/7 à S1 arrive à 17 h 40 à S2. Les volumes écoulés à ces stations sont les suivantes :

- 1 710 000 m³ à S1 pour un débit maximum de 142 m³/s
- 782 000 m³ à S3 pour un débit maximum de 61,2 m³/s

TAMGAK à S1
Crue du 25 et 26-7-75



TAMGAK à S3
Crue du 25 et 26-7-75



T A B L E A U 5

CARACTERISTIQUES DES CRUES

Station	N°	DATE	Qmax	Ve	He	tm	t_b	α
S1	1	8/7	0,5	(6)	(0,01)	(0h10)	(40 h)	(12)
	2	25/7	142	1710	2,8	0h10	41 h	12
	3	28/8	119	1120	1,8	0h20		6
	4	29/8	16,4	82	0,1	1h00	55 h	5
S3	1	8/7	-	-	-	-	-	-
	2	25/7	61,2	782	0,5	0h20	26h	8
	3	28/8	44,8	546	0,4	0h20	17h	5
	4	29/8	20,4	170	0,1	0h50	13h30	6
S2	1	8/7	1,00	(2,5)	(0,002)	(0h30)	(4 h)	(7)
	2	25/7	-	-	-	-	-	-
	3	28/8	-	-	-	-	-	-
	4	29/8	10,5	24,8	0,03	0h30	4h30	7

- b) Quant à l'IBERKOUUM, seul le haut du bassin semble avoir ruisselé. Mais l'écoulement correspondant s'est tari avant d'atteindre la station S2.
- c) Les formes des hydrogrammes à S1 et S3 sont semblables, avec un effet de "lissage" sur celui de S3. Les temps de montée sont comparables (10 et 20mm), mais les débits maximums, les volumes écoulés et les temps ~~d'écoulement~~ sont réduits de moitié entre S1 et S3.
- d) Les valeurs enregistrées aux pluviographes pour cette journée du 25/7 sont particulièrement faibles : 0,5 mm à PE5, 1,1 mm à PE12, 2,1 mm à PE19. Elles ne suffisent pas pour expliquer la génèse de cette crue.

II.3.3. Crue N°3 du 28/8/75 (cf figures N°s 16, 17, 18 et 19)

La crue du 28/8/75 observée à la station S1 provient uniquement du bassin du ZAKET, sur lequel est tombée une averse importante : 27,0 mm à P18. Il n'y a eu aucun écoulement correspondant dans les koris TAMGAK, TOUFECHE, IBERKOUUM, FAODET et AGHAITOUU. Le débit maximum est de 119 m³/s.

Nous retrouvons cette crue à S3, une heure plus tard, l'effet de lissage est encore plus marqué; le débit maximum (61,2 m³/s), le volume et les temps d'écoulement sont toujours réduit de moitié. Mais les temps de montée sont identiques et les formes des hydrogrammes comparables (les rapports du débit maximum au débit moyen sont voisins : 5,7 pour S1, 5,1 pour S3).

Aucune crue n'est observée à la station S2, et nous n'avons trouvé aucune trace de ruissellement sur le haut du bassin de l'IBERKOUUM pour cette journée du 28/8/75.

II.3.3.4. Crue N°4 du 29/8/75 (cf figures N°s20, 21, 22)

- a) Une nouvelle crue survient à la station d'ABOUBDOUB à 14 h 40 le 29/8/75, alors que la crue de la veille n'a pas tari. Mais cette crue est moins importante et moins brutale :

$$\begin{aligned} t_m &= 1 \text{ h} \\ Q_{\max} &= 16,4 \text{ m}^3/\text{s} \\ V_{e1} &= 81\,600 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Elle semble provenir d'une averse localisée sur le bas du sous-bassin du TAMGAK, ou peut-être du kori TOUFECHE.

- b) La crue à S2 est observée dès 14 h 15 et tarit à 18 h. Son débit maximum est de 10,5 m³/s pour un volume écoulé de 24 800 m³. La forme de son hydrogramme est particulièrement simple.
- c) Quant à la crue résultante observée à S3 à 14 h 50, elle se présente sous la forme d'un hydrogramme complexe, dont le premier débit de pointe (le plus important) est de 20,4 m³/s à 15 h 40 et le deuxième de 4,4 m³/s à 19 h 10.

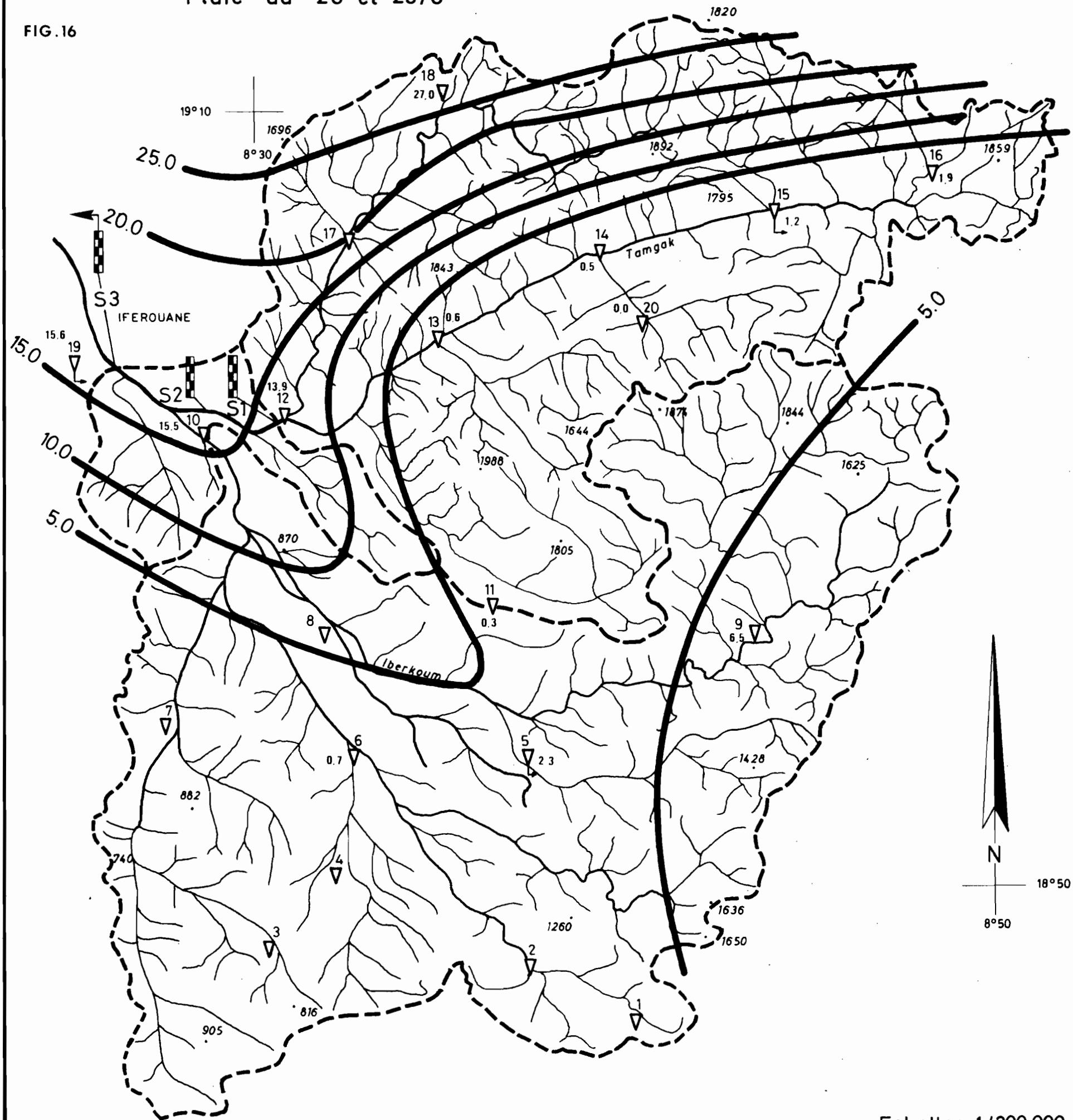
Nous remarquons que le volume écoulé à S3 ce jour-là (170 000 m³) est supérieur à la somme des volumes écoulés à S1 et S2 (106 000 m³) alors que les pertes en eau par infiltration dans les nappes d'inféro-flux sont non négligeables. Ceci pourrait être expliqué :

- par une mauvaise extrapolation de la courbe d'étalonnage de S2,

.../...

BASSINS VERSANTS D'IFEROUANE
Pluie du 28 et 29/8

FIG. 16



Echelle: 1/200.000

TAMGAK à S1
Crue du 28 au 30-8-75

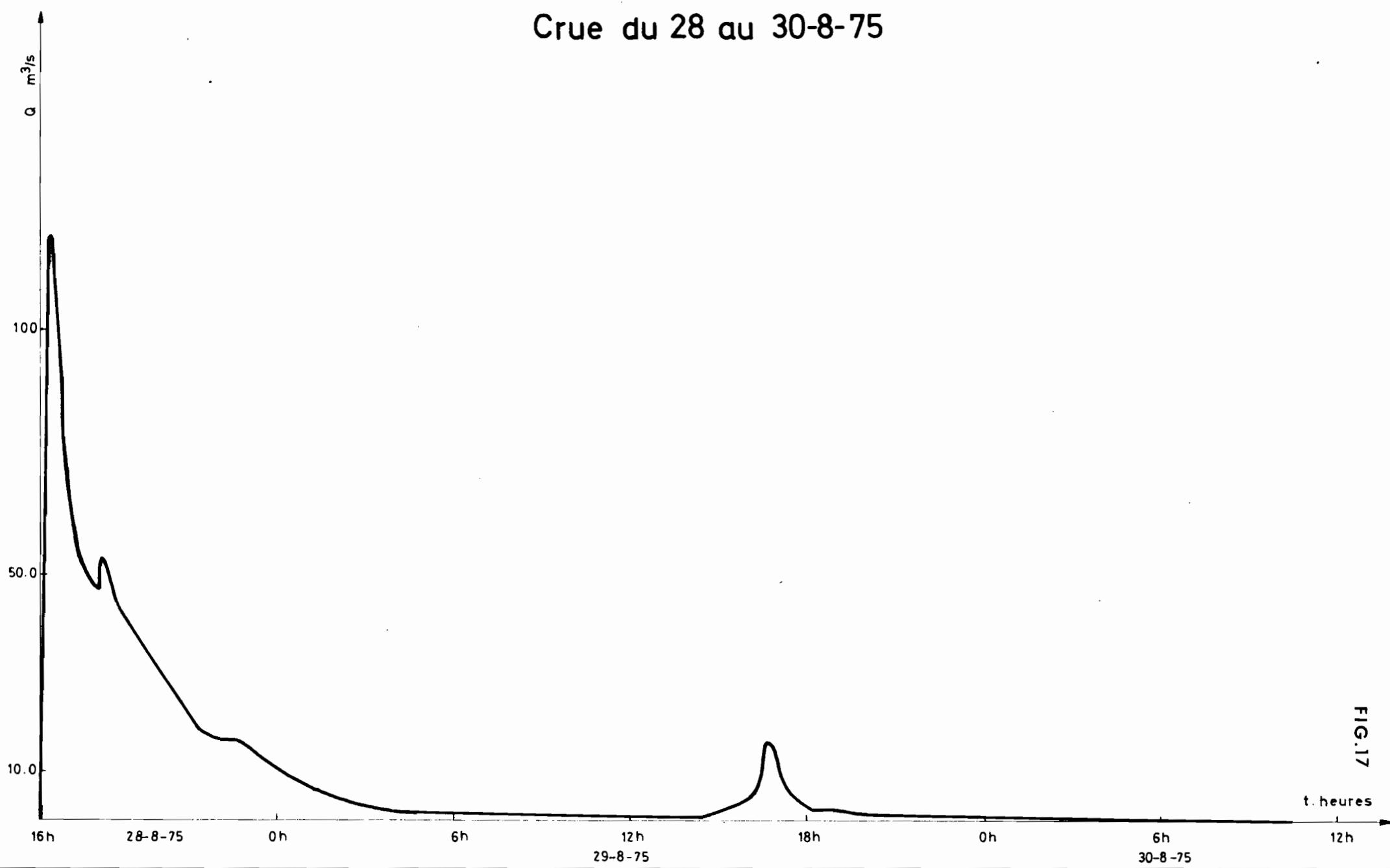
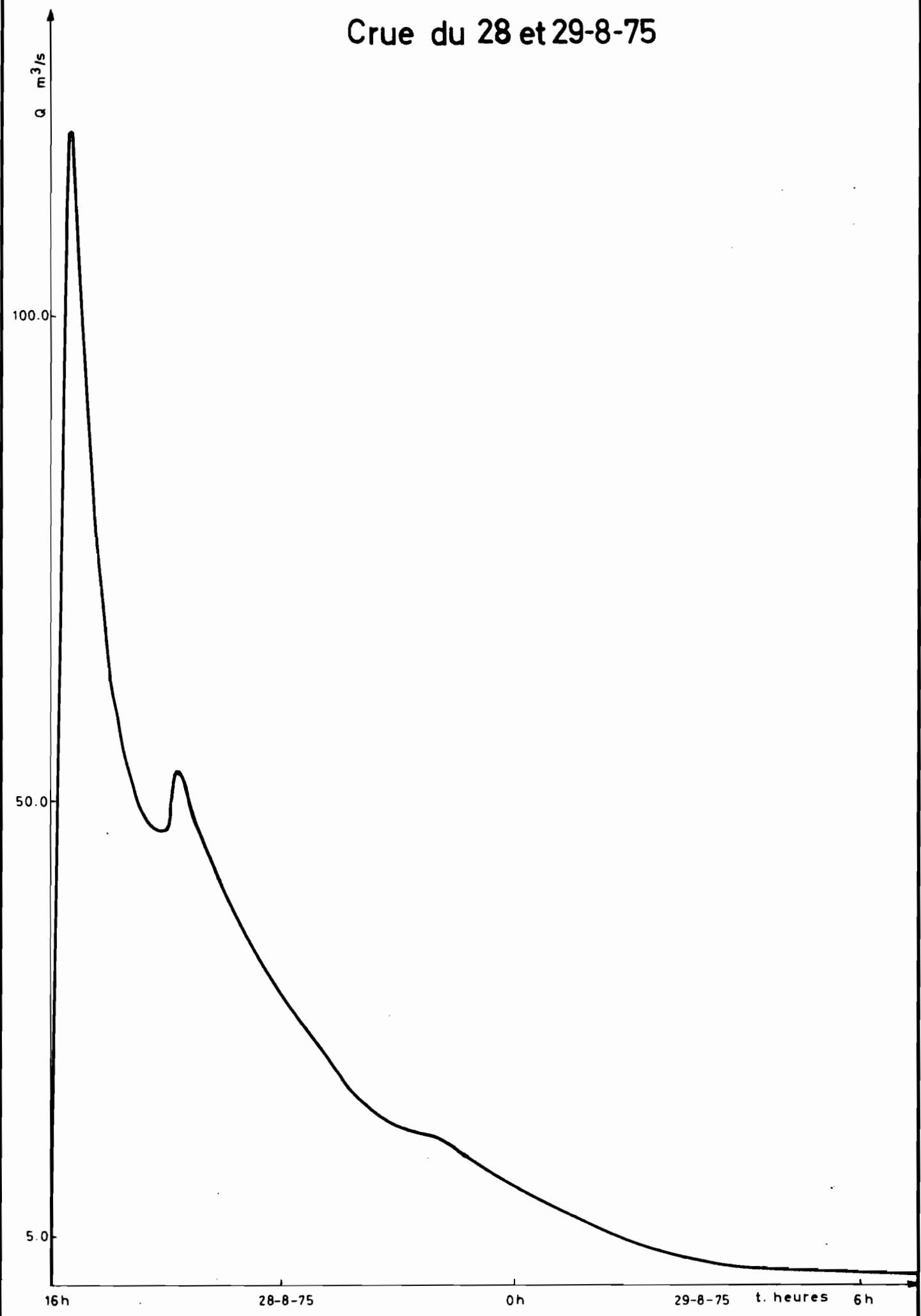
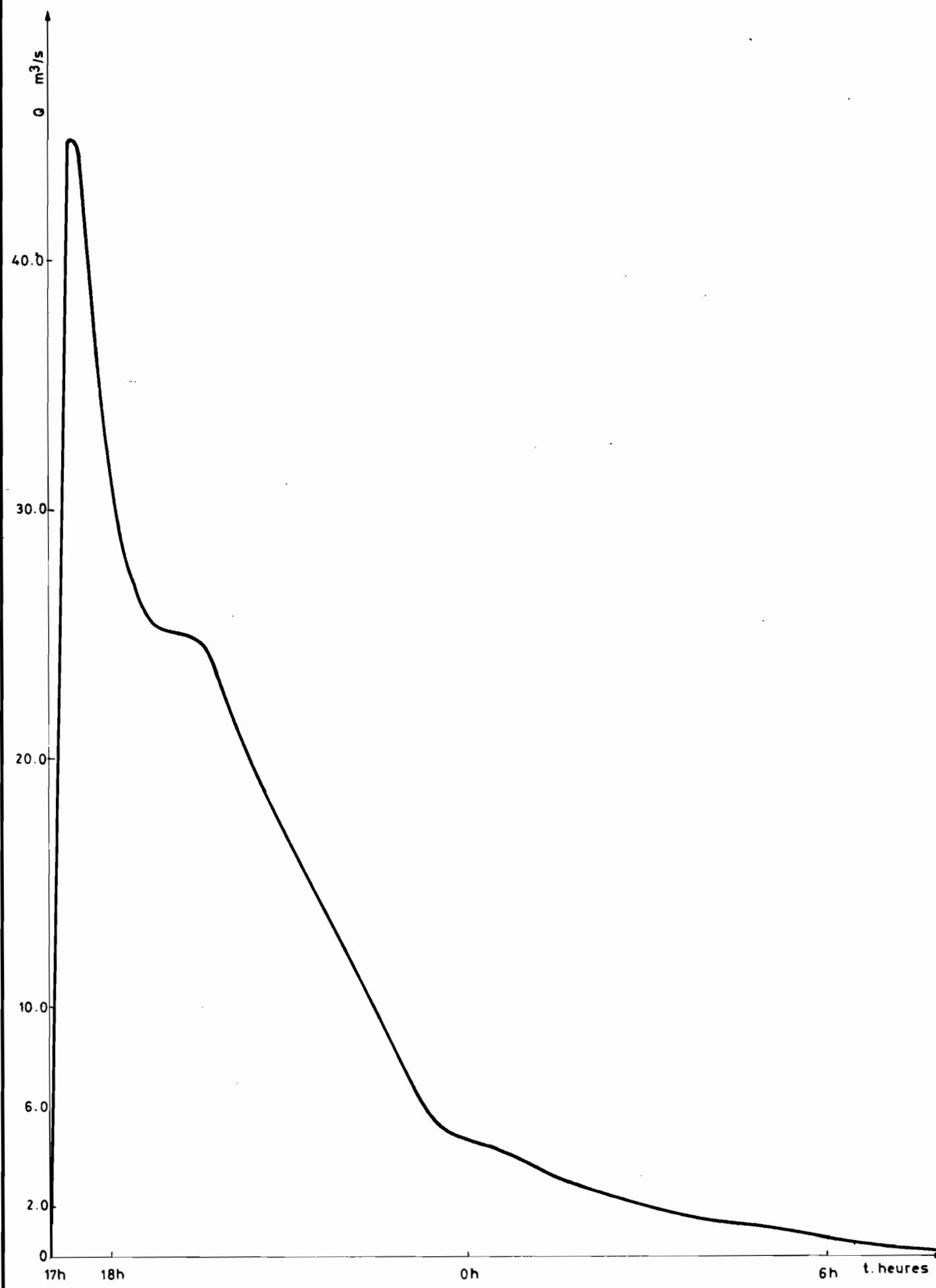


FIG. 17

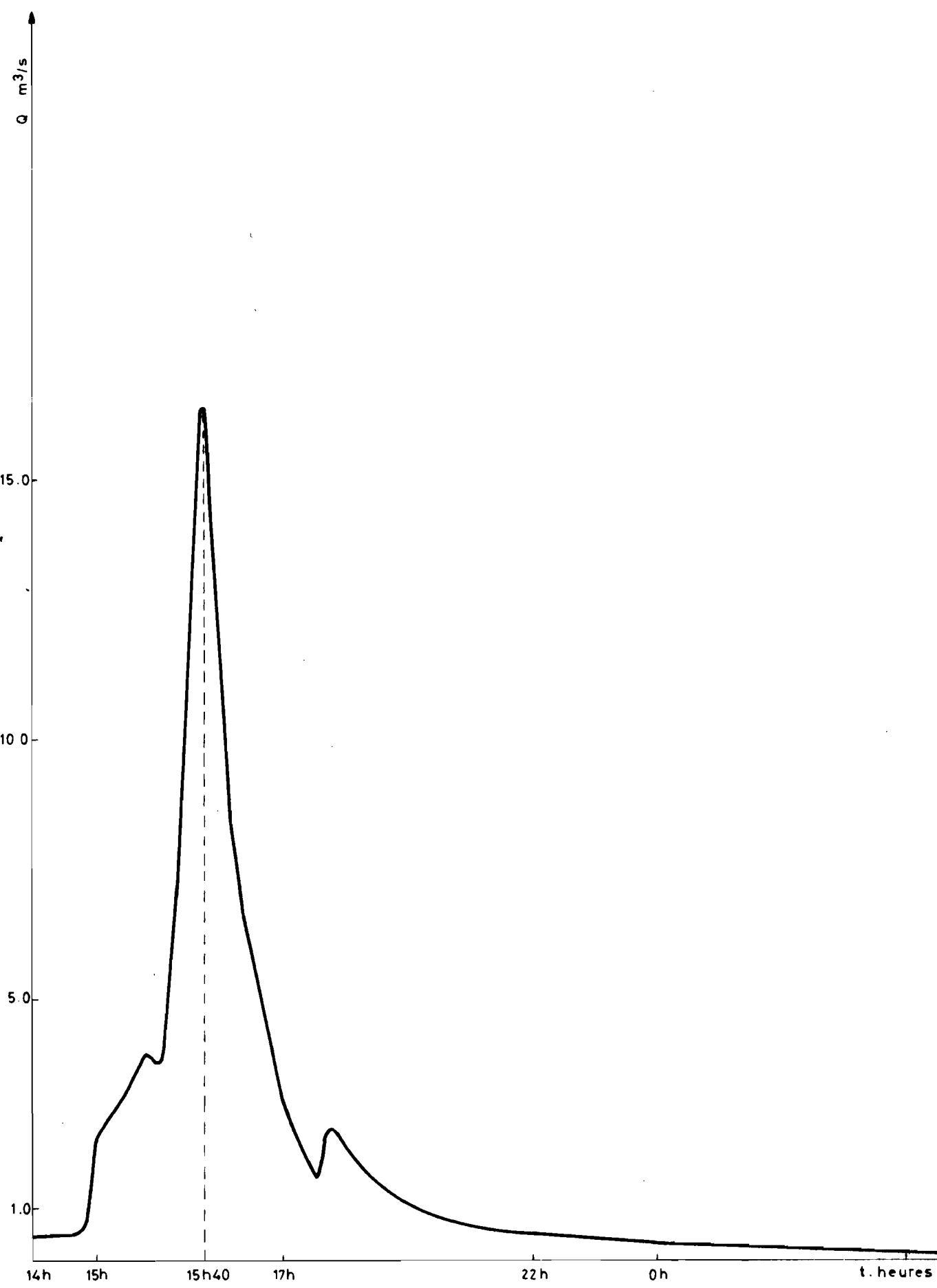
TAMGAK à S1
Crue du 28 et 29-8-75



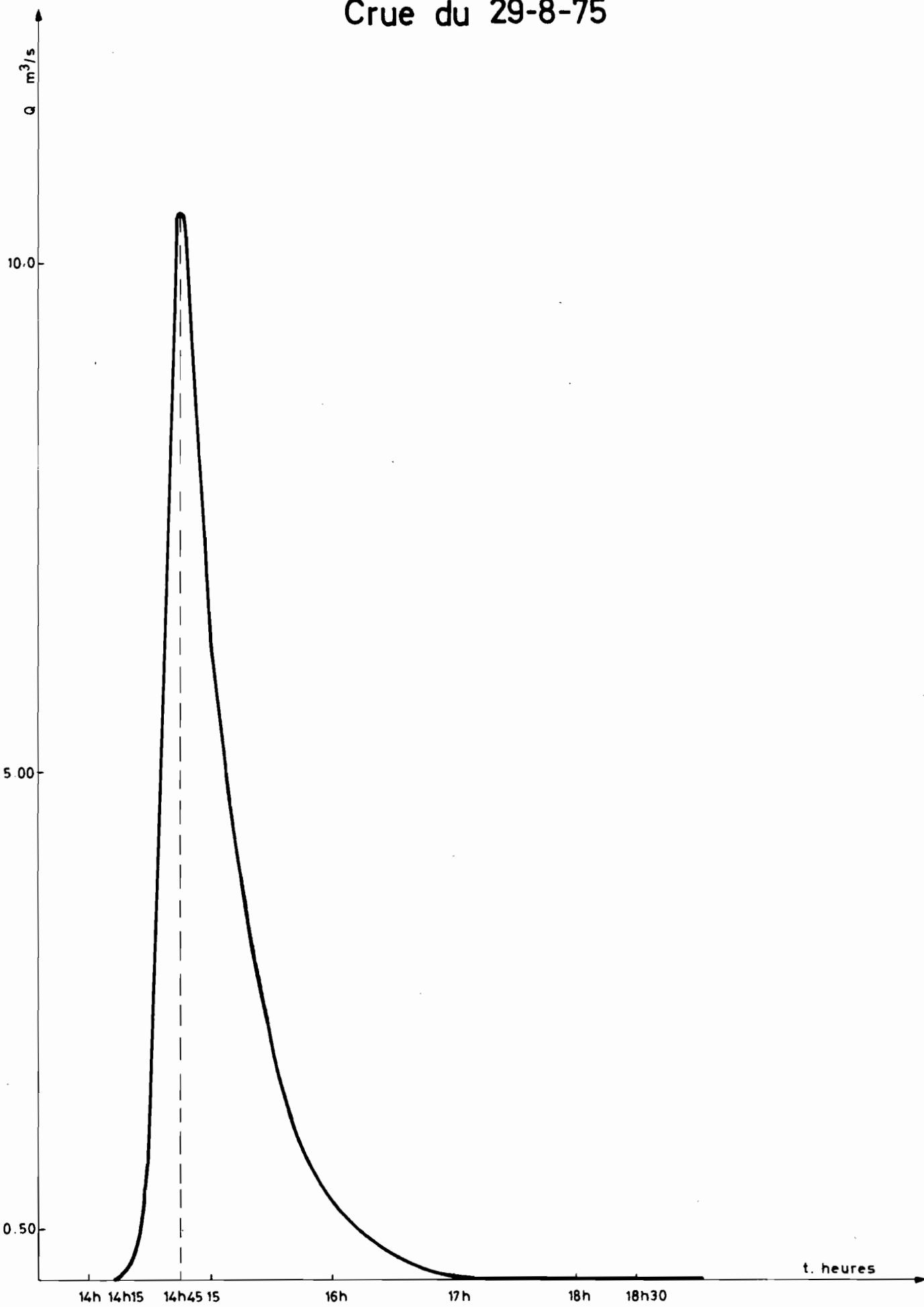
TAMGAK à S3
Crue des 28 et 29-8-75



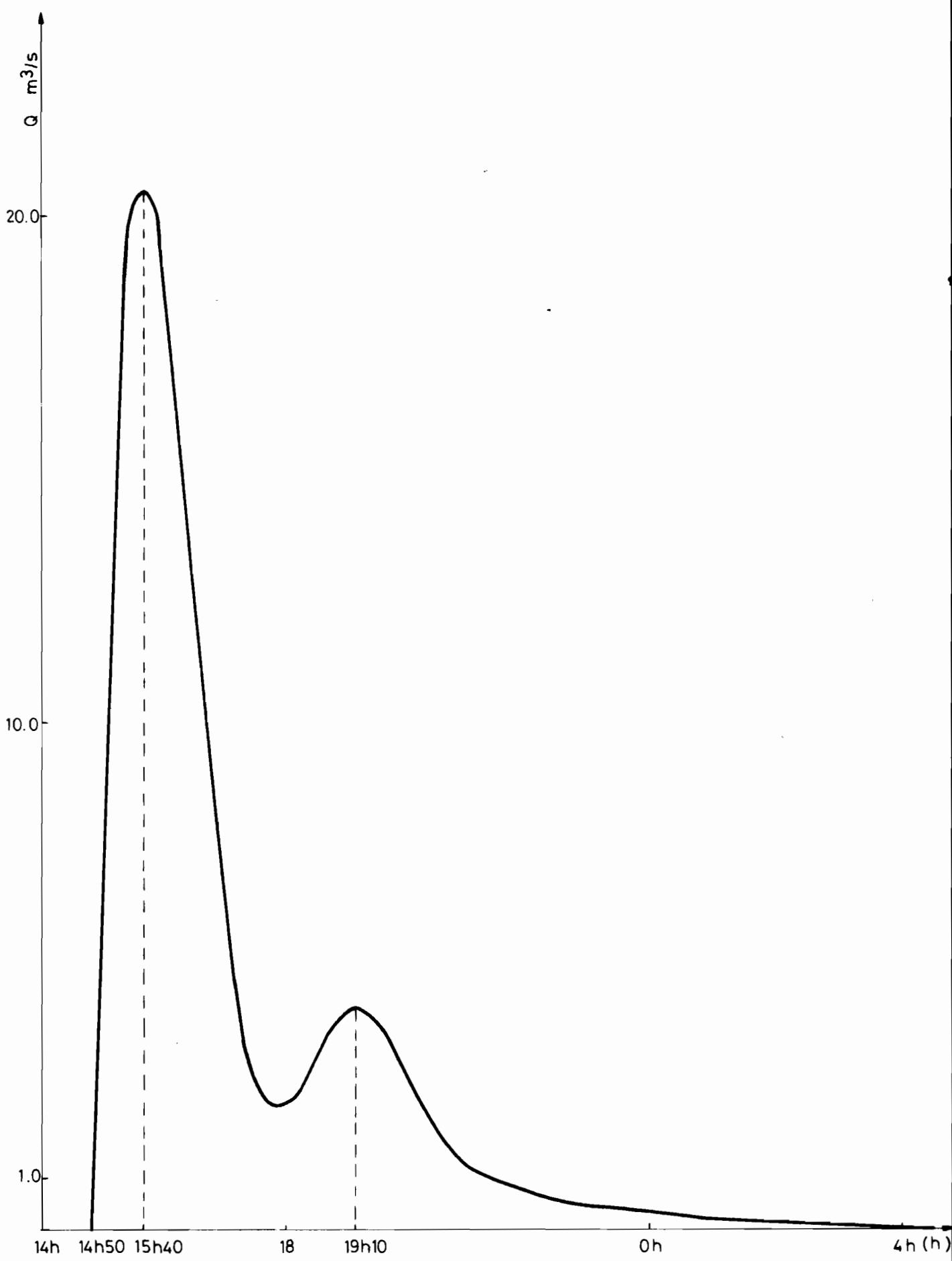
TAMGAK à S1
Crue des 29 et 30-8-75



IBERKOUUM à S2
SELOUFIET
Crue du 29-8-75



TAMGAK à S3
Crue du 30-8-75



- mais plutôt par le fait que l'averse sur le bas du bassin d'IFEROUANE (le sous-bassin de 80 km² compris entre, d'une part S1 et S2, d'autre part S3, dont les koris TARENKAT et TCHILALLAOUENE font partie) où la pluie du 29/8 est loin d'être négligeable (15,5 mm à PE10, 13,0 mm à PE12 et 15,6 mm à P19) a donné lieu à un écoulement localisé important.

d) Nous connaissons à peu près la pluie tombée sur le ZAKKET les 28 et 29/8, elle serait de l'ordre de : $\frac{15,5 + 27,0}{2} = 21,2 \text{ mm}$

Si l'on rapporte le volume écoulé de 1 200 000 m³ à la superficie du ZAKKET, on obtient une lame ruisseauée de 6,7 mm. Le coefficient de ruissellement serait donc de :

$$K_e = \frac{6,7}{21,2} = 32\%$$

II.3.3. BILAN ANNUEL

Les volumes et lames écoulés aux stations observées en 1975 sur les bassins d'IFEROUANE sont les suivants :

- à S1 : $V_1 = 2 920 000 \text{ m}^3$ $H_{e1} = 4,7 \text{ mm}$
- à S2 : $V_2 = 27 300 \text{ m}^3$ $H_{e2} = (0,032 \text{ mm})$
- à S3 : $V_3 = 1 500 000$ $H_{e3} = 1,0 \text{ mm}$

Les seuls pluviomètres où ont été relevées toutes les pluies de l'année 1975 se trouvent sur le bassin de l'IBERKOUN. Aucune pluie annuelle n'est connue sur le bassin du TAMGAK, la plupart des pluviomètres sur ce bassin ayant été mis en place après le 25/7/75. Nous avons donc sur l'IBERKOUN :

18,7 mm à P3
12,3 mm à P4
14,0 mm à PE5
45,1 mm à PE12
21,6 mm à P19

Nous en déduisons une pluviométrie moyenne de 22 mm, comparable à la pluviométrie ponctuelle totalisée à P19, c'est-à-dire à IFEROUANE. En généralisant cette pluie moyenne à l'ensemble des bassins, les coefficients de ruissellement annuels seraient de l'ordre de :

- $K_{e1} = 23\%$ sur le bassin du TAMGAK (valeur vraisemblablement surestimée)
 $K_{e2} = 0,15\%$ sur le bassin de l'IBERKOUN
 $K_{e3} = 4,5\%$ sur le bassin d'IFEROUANE

Nous pouvons d'autre part remarquer que le volume écoulé à IFEROUANE (1 500 000 m³) est inférieur de moitié à la somme des volumes écoulés à ABOUEDOUB et SELOUFIET (2 950 000 m³).

Les pertes en eau par évaporation entre S1 et S3 lors d'une crue correspondent à l'évaporation d'une nappe d'eau libre de 10 000 x 200 m² de superficie (environ). L'évaporation journalière maximale dans l'AIR étant évaluée à 10 mm et le temps de l'écoulement étant en moyenne de 24 h, nous estimons à 20 000 m³ le volume d'eau évaporé entre S1 et S3 lors d'une crue. Ces pertes sont négligeables, en comparaison des volumes écoulés à S3.

Donc durant l'année 1975, 1 500 000 m³ environ se seraient infiltrée entre S1 et S3 dans le lit du kori pour approvisionner la nappe d'inféro-flux.

Les observations de 1959 et 1960 ont dû être effectuées près de la station S3, mais nous n'avons pas trouvé traces des anciennes échelles.

Nous pouvons tout de même comparer les résultats de 1975 avec ceux des années 1959 et 1960. Quelques remarques s'imposent : seules des hauteurs d'eau avaient été lues durant ces deux années. Aucune mesure de vitesse, en particulier, n'avait été réalisée.

Enfin, malgré une pluviométrie annuelle en 1974 comparable à celle de 1975 au poste d'IFEROUANE, 12 crues ont été observées cette année là dans le kori IFEROUANE au droit du village, contre 4 crues en 1975.

III. - CONCLUSION

Les moyens mis en oeuvre en 1975 pour la détermination des volumes écoulés sur les koris TAMGAK, IBERKOUUM et IFEROUANE se sont avérés dans l'ensemble suffisants, les résultats obtenus le prouvent. Mais il reste à préciser un certain nombre d'incertitudes, au niveau de la pluviométrie et de l'étalonnage de la station S2 par exemple.

En effet, la priorité a été donnée dès le mois d'avril 1975 à l'installation des stations hydrométriques, en particulier celle d'ABOUEDOUB où se présentaient les plus grandes difficultés :

- accès difficile, sinon impossible en période de crue, ce qui a nécessité la fixation pendant trois mois de l'équipe ORSTOM sur la station,
- construction et installation d'un transporteur aérien, dans des conditions difficiles, pour la mesure de fortes vitesses,
- construction d'une tour maçonnée de 6 mètres.

Ce n'est donc qu'après la fin des travaux sur les stations hydrométriques que le réseau pluviométrique a été mis en place, alors que la saison des pluies était déjà bien avancée.

Nous n'avons pas, dans ces conditions, de renseignements précis sur la pluviométrie.

Un effort plus particulier sur ce point sera donné lors des prochaines campagnes. Mais il subsistera, de toute façon, une certaine incertitude dans ce domaine, malgré l'attention que nous pourrions porter sur ce point. En effet l'hétérogénéité spatiale des averses ne permettra pas d'obtenir effectivement une pluviométrie moyenne représentative.

Il sera nécessaire, d'autre part, de fixer une personne à demeure sur la station de SELOUFIET pour confirmer la courbe d'étalonnage estimée cette année.

Enfin nous proposons :

- qu'une nouvelle station soit implantée sur le kori TARENKAT pour mieux apprécier le ruissellement sur le bassin inférieur de S3,
- que des échelles de crue à maximum soient mises en place sur certains sous-bassins principaux comme ceux des koris ZAKKET, TOUFECHE, FAODET et AGHAITOUM, afin de mieux déceler l'origine des crues observées aux exutoires des 3 grands bassins.

Nous pourrions, dans ces conditions, mieux préciser les coefficients de ruissellement sur ces bassins, et en déduire éventuellement les caractéristiques des crues engendrées par des averses de fréquence rare.