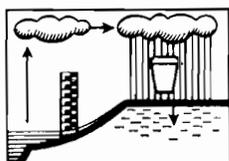


REPUBLIQUE DU NIGER  
MINISTERE  
DU DEVELOPPEMENT RURAL  
SERVICE DU GENIE RURAL

P. LE GOULVEN  
G. DELFIEU

# LE TELOUA A AZEL

Campagnes 1975 et 1976



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

MISSION DE L'ORSTOM AU NIGER



L'OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER, avec l'accord du Service Génie Rural, et grâce aux crédits fournis par la Délégation Générale pour la Recherche Scientifique et Technique, a installé la station d'AZEL pour mesurer les variations interannuelles des apports du kori TELOUA sur une longue période car ces variations sont très importantes dans cette région. Les données recueillies permettront d'obtenir une référence pour toutes les études hydrologiques qui seront à entreprendre dans l'AIR et notamment les projets de protection de la ville d'AGADEV et d'alimentation en eau de la cuvette alluvionnaire d'AGADEV que traverse le kori TELOUA.

## SOMMAIRE

I Caractéristiques du bassin versant du TELOUA à AZEL	p.1
I.1. Situation	p.1
I.2. Caractères physiques	p.2
I.3. Sol et végétation	p.4
I.4. Précipitations	p.6
II Campagne 1975	p.9
II.1. Organisation de la campagne	p.9
II.2. Pluviométrie	p.10
II.3. Hydrométrie	p.11
III Campagne 1976	p.20
III.1. Organisation de la campagne	p.20
III.2. Pluviométrie	p.20
III.3. Hydrométrie	p.21
Conclusion	p.27

## Chapitre I

### Caractéristiques du bassin versant du TELOUA à AZEL

#### I.1. Situation

##### I.1.1. Le réseau hydrographique de l'AIR (fig 1)

La plupart des nombreux koris qui drainent le versant occidental du massif de l'AIR sont orientés sensiblement EST-OUEST.

Tous ces koris se dégradent à la sortie du massif et ils se regroupent en principe en 3 grands collecteurs qui sont du Nord au Sud : L'ANOU ZAGARENE, le SEKIRET, l'IRHAZER WAN AGADEZ. Ceux-ci confluent entre eux à 200 Kms environ à l'Ouest de l'AIR pour former ce qui a été autrefois un grand fleuve : l'AZAOUAK.

##### I.1.2. Le kori TELOUA (fig 2 et 3)

Le Tsloua, qui est un des plus importants koris de l'AIR par son volume ruisselé, prend naissance dans les monts TODRA par 2 affluents supérieurs : le BEDEI et l'ACHAOUA, arrose AGADEZ, et subit une dégradation importante avant de rejoindre l'IRHAZER WAN AGADEZ.

Le BEDEI, qui draine la partie NORD-OUEST du bassin supérieur, passe à sa sortie des monts TODRA au sud du village d'AOUDERAS. Il descend ensuite vers TCHEFIRA en suivant une direction sud-sud-ouest. Le BEDEI reçoit alors sur sa gauche le kori ACHAOUA qui draine le Nord-Est et le centre du bassin supérieur.

A l'embranchement des routes d'AOUDERAS et de TABELOT, le BEDEI reçoit son dernier gros affluent : le kori OUAJOURD, qui provient de la partie Est et Sud du bassin supérieur.

Après cette confluence la "rivière" prend le nom de kori TELOUA et se comporte comme un torrent aux vitesses élevées qui coule dans un lit marqué par des berges bien nettes. A environ 8 kms au nord d'AGADEZ, le TELOUA quitte le massif cristallin pour se jeter dans le vaste cône de déjection que constitue la cuvette d'AGADEZ.

Le kori se divise alors en plusieurs branches dans lesquelles les vitesses sont beaucoup plus faibles du fait de l'infiltration qui est assez importante.

Le lit du kori redevient unique à la fin de la cuvette, aux alentours des puits de KOURBOUBOU, et il prend à ce moment là l'aspect d'une dépression plus ou moins argileuse qui rejoint le TOROUF à 60 kms à l'ouest d'AGADEZ pour former l'IRHAZER WAN AGADEZ.

#### I.2. Caractère physique du bassin.

Le bassin se compose d'une partie supérieure de forme régulière drainée par 3 koris d'égale importance, et d'une partie inférieure constituée par une bande de terrain étroite (maximum 10 kms) au milieu de laquelle se trouve le TELOUA.

Les pentes des koris AGHAOUA et BEDEI (fig 4) sont fortes (10 %) lorsque ces derniers descendent des monts TODRA. Une fois dans la plaine, les pentes des 2 koris et celle du kori OUAJOURD sont à peu près égales (4 ‰) jusqu'à leur confluence. Ensuite la pente du kori TELOUA devient plus forte (7,5 ‰) jusqu'à DABAGA puis se radoucit (3 ‰) sur le bief DABAGA - AZEL.

I.2.1. Morphométrie.

Les caractéristiques du bassin ont été calculées d'après les cartes de l'I.G.N. au 1/200 000.

Les résultats sont rassemblés dans le tableau suivant :

Superficie	1360 km <sup>2</sup>
Altitude de la station	526 m
Altitude maximale	1853 m
Périmètre stylisé	235 kms
Coefficient de compacité	1,80
Longueur du rectangle équivalent	104,5 kms
Largeur du rectangle équivalent	13 kms
Indice de pente de Roche (Ip)	0,073
Indice de pente global (IG)	3,3 m/km
Dénivelée spécifique	345 m.

Le classement ORSTOM des bassins versants suivant leur relief a été défini pour des bassins d'environ 25 km<sup>2</sup>. La surface du bassin du TELOUA est trop importante, pour que l'on puisse effectuer un classement correct, même en modifiant les indices de pente par des coefficients correcteurs.

Néanmoins, la plupart des bassins versants situés dans la partie supérieure (affluents du BEDEI et de l'ACHAOUA) et même dans la partie inférieure (kori ASSA) sont de classes R4 et R4 à tendance R5.

I.2.2. Hypsométrie (fig 5)

Altitudes	Surfaces (%)
supérieures à 1 853 m	0
" à 1 400 m	0,2
" à 1 200 m	0,7
" à 960 m	2,7
" à 880 m	10,6
" à 840 m	26,8
" à 800 m	48,4
" à 760 m	61,2
" à 720 m	71,7
" à 680 m	79,2
" à 640 m	87,5
" à 600 m	93,7
" à 560 m	97,6
" à 540 m	99,5
" à 526 m	100

La figure 5 et le tableau précédent nous montrent que, si le point culminant du bassin est assez élevé (1853 m), la presque totalité du bassin (95 %) est située entre 550 m et 950 m.

I.3. Sol et végétation

I.3.1. Géologie (d'après carte et notice de R. BLACK) (fig 6)

La presque totalité du bassin est occupée par une formation de gneiss leptynitique de TAFOURFOUZETE. Cette formation est largement représentée dans l'AIR, et elle est composée

essentiellement de leptynites à nombreuses intercalations d'amphibolite, de quartzite, de marbre blanc et de cipolin à minéraux.

Les basaltes affleurent dans le nord du bassin et proviennent d'anciens volcans dont la majorité est groupée autour des monts TODRA. Les cônes volcaniques sont généralement de forme régulière avec une pente d'environ 30° et sont égueulés. Leurs diamètres dépassent rarement le kilomètre et leurs hauteurs 200 à 300 m.

Le bassin inférieur est composé principalement du gneiss leptynitique déjà cité et de granites calco-alcalins syn-tectoniques type DABAGA qui constituent la famille la plus répandue dans l'AIR.

Les 2 types de granite qui composent la presque totalité de cette famille sont le granite porphyroïde à Biotite et le granite à 2 micas. Le premier affleure sous forme de grosses boules éparses sur le sol et en chaos plus ou moins étendus tandis que le second est de teinte rosâtre à grain moyen.

Enfin dans le sud du bassin apparaissent les grès du TELOUA qui entourent les dépôts alluvionnaires du kori.

### I.3.2. Végétation.

La Végétation est assez rare dans le bassin supérieur et elle est constituée essentiellement d'épineux.

Le long des koris on trouve quelques massifs de palmiers Doums mais il faut attendre DABAGA pour voir la végétation s'intensifier. De ce village jusqu'à la station d'AZEL les palmiers Doums sont beaucoup plus nombreux et les rives du kori sont occupées par des jardins où les Touaregs produisent beaucoup de cultures maraichères (tomates, oignons, salades, melons).

#### I.4. Précipitations

Le régime des précipitations est commandé par le front intertropical (FIT) qui est la zone de contact entre les masses d'air humide, venues du Sud-Ouest, et les masses d'air sec Saharien.

La saison des pluies est située entre les mois de Juin et de Septembre.

La station météorologique de longue durée la plus proche (10 kms) est celle de l'aéroport d'AGADEZ qui est en fonctionnement depuis 1921. Les observations sont incomplètes durant les années 1921 et 1942.

##### I.4.1. Pluviométrie annuelle.

Sur une période d'observation de 53 ans, la pluviométrie annuelle est de 157,2 mm pour un nombre moyen de 24 jours de pluie par an.

Un ajustement statistique a été effectué sur une loi Gausso - logarithmique (fig 7) et les paramètres du changement de variable, qui ont été calculés par la méthode des moments, sont les suivants :

$x$  = pluviométrie annuelle

$$y = \frac{1}{A} \text{Log} \left( \frac{x - x_0}{s} \right) \quad \text{avec}$$

$$A = 0,1344$$

$$x_0 = -269,7 \text{ mm}$$

$$s = 423,1 \text{ mm}$$

Le calcul donne pour diverses périodes de retour, les résultats suivants :

Période de retour	1 an	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
année sèche (mm)	153,4	108	86	69	51	40
année humide (mm)	153,4	204	233	258	288	309

#### 1.4.2. Pluviométrie mensuelle

Les valeurs moyennes des pluies mensuelles calculées sur cette période de 53 ans sont les suivantes :

Janvier : 0,1 mm	Juillet : 46,6 mm
Février : 0,0 mm	Août : 78,3 mm
Mars : 0,1 mm	Septembre : 14,6 mm
Avril : 1,9 mm	Octobre : 0,3 mm
Mai : 5,5 mm	Novembre : 0,0 mm
Juin : 9,9 mm	Décembre : 0,0 mm

Les mois de Juillet et d'Août sont les plus arrosés et la hauteur de pluie recueillie pendant le mois d'Août représente 50% de la pluie moyenne annuelle (157,2 mm).

### I.4.3. Pluviométrie journalière.

L'étude des pluies journalières a été effectuée sur 51 ans car durant les années 1941 et 1944 les observations n'étaient que mensuelles.

La distribution des pluies journalières a été ajustée sur une loi de PEARSON III dont les paramètres sont les suivants :

$$\frac{1}{A} = 10,41 \quad \text{Gamma} = 0,8$$

Le calcul des pluies journalières de périodes de retour fixées donne les résultats suivants :

Période de retour	(mm) calculée	Nombre de dépassements	P (mm) observée
annuelle	26,7		
2 ans	33,7	28	34,8
5 ans	43,1	9	42,2
10 ans	50,2	5	56,5
20 ans	57,4	4	
50 ans	67,0	0	
100 ans	74,2	0	

## Chapitre II

- Campagne 1975 -

### II.1. Organisation de la campagne.

L'emplacement de la station d'AZEL a été repéré par M. ROCHE lors de sa campagne dans l'AIR en 1964.

Les mesures de nivellement préliminaires ainsi que la prévision des travaux d'aménagement ont été faites lors de 2 missions effectuées en 1974 par M. M. HOEPPFNER et G. DELFIEU et en 1975 par M.M. ROCHE, HOEPPFNER et LE GOULVEN.

Le 19 Avril 1975 une mission composée de P. LE GOULVEN et de A. BERNARD a commencé les travaux de déblaiement du kori pour permettre l'installation de gabions enterrés qui stabiliseront le lit. L'acheminement des cailloux jusqu'au site de la station se fait uniquement avec des manoeuvres.

Le 18 Mai, P. LE GOULVEN commence la construction des gabions de 3 m<sup>3</sup> qui seront enterrés à 2 mètres sous le sable et la formation des équipes de gabionnage.

G. DELFIEU, arrivé le 26 Mai, continue la construction des gabions et l'installation du limnigraphe pendant que P. LE GOULVEN construit les pylônes supportant le treuil téléphérique.

Du 17 au 22 Juillet P. LE GOULVEN effectue les premières mesures de débits à la station et à partir du 28 Juillet il commence les travaux de consolidation de la digue en gabions qui a été endommagée par la crue du 26 Juillet, et la construction de 2 cases en banco pour les manoeuvres.

Du 10 Août au 14 Octobre P. LE GOULVEN reste en permanence sur la station d'AZEL. Il termine la construction du treuil téléphérique, la construction des cases des manoeuvres et effectue les jaugeages lors des écoulements. La construction d'une case principale débute au mois de septembre.

La fin de la campagne sera surtout employée au déblaiement du sable dans le kori afin d'examiner les dégats subis par la digue lors de cette campagne.

## II.2. Pluviométrie.

La hauteur de pluie enregistrée à la station météorologique d'AGADEZ au cours de la saison 1975 (cf tableau 1) est de 130,9 mm ce qui fait apparaître un déficit de 17 % par rapport à la moyenne interannuelle.

Pour cette première campagne, la station d'AZEL a été équipée d'un pluviographe CERF à augets basculeurs à partir du 22 Août. Avant cette date quelques observations avaient pu être effectuées à l'aide d'un pluviomètre. Il n'est donc pas possible d'avoir la pluie annuelle de 1975 à AZEL. Néanmoins nous avons pu recueillir quelques données particulièrement intéressantes, comme cette pluie du 28 Août (cf fig 8), pour laquelle nous avons eu à AZEL une hauteur de 49,5 mm alors que le pluviomètre d'AGADEZ ne recueillait que 12,7 mm. Cette averse se présente sous la forme de 2 corps de forte intensité (90 mm/h) situés à 1 h environ d'intervalle.

D'autres exemples comme la pluie du 17 Juillet (17,7 mm à AZEL et 0,0 mm à AGADEZ) nous montrent qu'il ne faudra pas trop compter sur la station d'AGADEZ pour pouvoir estimer les pluies journalières à AZEL. Les pluies viennent généralement du Nord-Est (BAGZANNES) et à leur arrivée sur AGADEZ glissent soit vers l'Ouest (AZEL, TCHIROZERINE) soit vers la ville elle-même et la piste de ZINDER.

Il n'y a eu qu'une seule averse (25 Juillet) cette année qui a été bien répartie sur AGADEZ et ses environs immédiats (32,2 mm à AZEL et 32,3 mm à AGADEZ).

### II.3. Hydrométrie.

#### II.3.1. Equipement (fig 9, 10, ).

A l'emplacement de la section de jaugeage, les berges sont matérialisées par 2 massifs granitiques sur lesquels les pylônes du transporteur aérien ont été installés.

Le profil naturel du kori a été modifié par la mise en place de 2 couches de gabions (3m x 1m x 1 m et 2m x 1m x 1m) enterrés à 2 mètres de profondeur dans le lit mineur, et qui prennent appui sur le massif de rive gauche, ainsi que sur des rochers affleurant au milieu de la section de mesure.

Dans le lit majeur, une seule couche de gabions (2m x 1m x 1m) a été installée.

La rive droite est matérialisée par une digue en enrochements de 2 m de haut et de 15 m de large à la base. Cette digue est renforcée, à son point de départ, par des gabions et du ciment. Les détails de l'installation sont représentés sur les figures 9, 10,

La crue du 25 Juillet a emporté 9 gabions de 2 m<sup>3</sup> de la couche supérieure du lit mineur (zone hachurée du profil en travers). Comme l'eau est affleurante (40 cm de profondeur) pendant la saison des pluies, il n'a pas été possible de réparer les dégats.

La station est équipée de :

- un limnigraphe OTT X à rotation journalière monté sur une gaine de quatre mètres et encastré dans un mur en pierres cimentées, situé en rive gauche.

- 4 éléments d'échelle scellés sur le mur supportant le limnigraphe.
- un transporteur aérien d'une portée de 100 mètres constitué de :
  - un treuil double NEYRPIC de force 100 Kgs
  - deux pylones en UPN de 140 et entrecroisés de fer plat de 5 mm.
  - un câble porteur de 15 mm de diamètre
  - un câble tracteur de 3 mm de diamètre
  - deux massifs d'ancrage pour le câble porteur
  - un saumon de 50 Kgs permettant la mesure des vitesses dans la section.
  - un groupe de projecteurs fonctionnant sur batterie 12 volts.

Le limnigraphe, les échelles et le treuil téléphérique sont installés rive gauche et on accède à la station par un chemin de 50 mètres creusé dans les rochers.

Il existe une borne I.G.N. sur la piste AGADEZ-ARLIT au droit de la bifurcation qui mène à la station.

Cette borne de nivellement a le matricule n° 2 dans le réseau de 2<sup>ème</sup> ordre du Niger.

L'altitude du repère est 540,488 m.

Un nivellement effectué à partir de ce repère situe le zéro de l'échelle à la cote 525,886 m.

## II.3.2. Observations

### II.3.2.1. Hauteurs d'eau.

Les 9 écoulements de la saison des pluies 1975 ont été complètement enregistrés. L'ensablement du limnigraphe en décrue n'est pas trop important et il devrait disparaître complètement lorsque les rochers qui se trouvent à l'aval du limnigraphe auront été enlevés à la masse.

En basses et moyennes eaux, ces rochers ralentissent l'écoulement au droit de la gaine du limnigraphe, favorisant ainsi les dépôts solides.

La hauteur d'eau maximale observée cette saison est de 2,33 m lors de la crue du 25 Juillet.

### II.3.2.2. Mesures de débits (fig 12 et 13)

Quarante cinq mesures de débits ont été effectuées cette année, à l'aide du transporteur aérien pendant les hautes eaux, et par un moulinet monté sur une perche de 20 mm pour les basses-eaux (Voir tableau n° 2).

La section de jaugeage de basses-eaux est située à environ 30 mètres en aval des gabions car pour les faibles hauteurs, l'écoulement n'est pas perpendiculaire à la section gabionnée.

En effet, la station est située à la sortie d'un virage et lorsque la crue est peu importante, l'écoulement coupe le virage.

A partir d'une hauteur d'environ 0,45 m à l'échelle, l'écoulement devient perpendiculaire et les jaugeages à la perche peuvent s'effectuer sur les gabions jusqu'à une hauteur de 0,60 m.

Au-delà, l'utilisation du transporteur aérien devient nécessaire car les vitesses sont alors assez fortes.

Les jaugeages de hautes-eaux ont posé quelques problèmes car les fortes crues ont lieu toujours la nuit et l'éclairage installé ne permet pas d'apercevoir les corps flottants (arbres entiers parfois) qui viennent buter sur le saumon. Il s'en suit quelques dommages sur le cable électroporteur (mises à la masse du conducteur) ainsi que sur les bornes coudées qui connectent le cable électroporteur au moulinet et à la semelle du saumon (contact de fond arraché).

Il sera donc nécessaire d'installer un groupe électrogène et plusieurs projecteurs puissants.

Néanmoins 2 jaugeages de hautes-eaux ont été réalisés (n°16 et n° 17) avec des variations de cotes peu importantes (3cm et 17 cm).

Le tracé des courbes de tarage reste quand même délicat à cause du manque de mesures entre 1,00 et 1,50 m à l'échelle et de la rupture des 9 gabions du lit mineur lors de la crue du 25 Juillet.

C'est pourquoi nous avons fait une étude sur les jaugeages de moyennes et hautes eaux qui ont été effectués lors des campagnes 1975, 1976, 1977 et 1978.

Il en ressort que le coefficient de MANNING STRICKLER est stable en hautes eaux. Il est égal à 37 pour les mesures faites en 1975 et oscille autour de 35 pour les jaugeages effectués les autres années. On en déduit les 3 courbes d'étalonnage qui sont représentées sur les figures 12 et 13.

- La courbe n° 1 correspond aux écoulements antérieurs à la rupture des gabions du lit mineur. D'après le lecteur, qui était seul à la station à cette époque, les gabions auraient été emportés lors de la crue du 25 Juillet, un peu avant que l'eau n'atteigne sa hauteur maximale de 2,23 m. On considère donc que le barème déduit de cette

courbe est applicable jusqu'à une hauteur de 1,50 m et que les gabions ont été détruits entre 1,50 m et 2,23 m.

- La courbe n° II est utilisée depuis le maximum de la crue du 25 Juillet jusqu'à la crue du 1er Septembre. En basses eaux, le sable comble le vide laissé par les gabions détruits, et à cet endroit, le lit a repris sa forme naturelle avec un point bas à 0m à l'échelle.

- Lors de la décrue le lit mineur s'est ensablé et à partir de 0,90 m la transformation des hauteurs en débits se fait à l'aide de la courbe n° III.

### II.3.3. Description des événements averse-crue.

Il y a eu cette année 9 périodes d'écoulement continu.

#### II.3.3.1. Crue du 13 Juillet 1975 (fig 14)

L'averse, qui est légère, (1,0 mm à AGADEZ) est tombée à 10 Kms environ de la station. L'écoulement est de ce fait très minime ( $Q$  max. 2,77 m<sup>3</sup>/s).

Il débute à 19h20 pour se terminer à 22h30. Le débit de pointe se situe à 19h32 soit un temps de montée de 12 mn. Le volume écoulé est de 7.700 m<sup>3</sup>.

#### II.3.3.2. Crue du 17 et du 18 Juillet 1975 (fig 15)

L'averse est irrégulière (17,7 mm à AZEL et 0,0 mm à AGADEZ) et glisse vers l'OUEST.

Elle est tombée uniquement sur le bassin inférieur car la durée de l'écoulement n'est pas très importante (12h environ). La crue débute à 15h10 et monte rapidement (25 mn) pour atteindre son point maximal (50,1 m<sup>3</sup>/s).

Les autres pointes de crues correspondent aux apports des affluents du kori TELOUA situés entre DABAGA et AZEL. L'écoulement est assez important puisque le volume écoulé est de 342.000 m<sup>3</sup>.

II.3.3.3. Crue du 18 Juillet 1975 (fig 16)

La pluie est tombée faiblement sur AGADEZ et l'écoulement est très faible puisque le débit maximum n'est que de 1,21 m<sup>3</sup>/s et le volume écoulé est de 5.100 m<sup>3</sup>.

II.3.3.4. Crue des 19 et 20 Juillet 1975 (fig 17)

La pluie est tombée uniquement sur le bassin supérieur dans l'après-midi du 18 Juillet. La crue arrive à la station vers 4h10. Si la montée des eaux est assez rapide au départ, le débit maximum (15,0 m<sup>3</sup>/s) n'est atteint qu'à 6 heures. La décrue est régulière et l'écoulement se termine le 20 Juillet à 10 heures. Même si les hauteurs enregistrées ne sont pas très élevées, le volume écoulé est lui important (768 000 m<sup>3</sup>/s).

II.3.3.5. Crue du 23 Juillet au 30 Juillet 1975 (fig 18).

L'écoulement est continu pendant environ 7 jours. Il débute le 23 Juillet à 21h55 par un léger ruissellement provenant d'un affluent situé à 100 mètres en amont de la station. Trois averse ont lieu lors de cet écoulement. La première le 23 Juillet glisse vers AGADEZ (11,9 mm à AGADEZ, 0,0 mm à AZEL) et donne lieu au ruissellement préliminaire et à la première crue qui arrive à la station le 24 Juillet vers 4 heures. Une deuxième averse très faible (1,9 mm à AGADEZ) a lieu le 24 Juillet et uniquement sur la ville. La troisième averse se déverse sur l'ensemble du bassin (32,2 mm à AGADEZ et 32,3 mm à AZEL) et donne lieu à la crue la plus importante de la saison (391 m<sup>3</sup>/s) qui emporte 9 gabions de la couche supérieure du lit mineur.

L'écoulement décroît ensuite régulièrement pour se terminer le 30 Juillet à 4 heures. Le volume transité par l'écoulement est très important 12 683 000 m<sup>3</sup>.

II.3.3.6. Crue du 24 Août 1975 (fig 19)

L'écoulement est très faible (débit maximum de 0,94 m<sup>3</sup>/s) et la décrue est très irrégulière. Il n'y a pas eu de pluie à AZEL et si l'on regarde l'heure inhabituelle d'arrivée (8h30) on peut supposer qu'il s'agit d'un écoulement provenant d'une partie du bassin située aux environs de DABAGA qui est venu se terminer à la station d'AZEL.

II.3.3.7. Crue des 25 et 26 Août 1975 (fig 20)

Il n'y a pas eu d'averse à AZEL et AGADEZ, les nuages ayant glissé vers l'Ouest avant d'atteindre la station. La crue est arrivée vers 23h30 et l'écoulement est régulier, la décrue étant pratiquement aussi rapide que la montée des eaux. Le débit maximum est de 6,92 m<sup>3</sup>/s et le volume transité à la station de 266 000 m<sup>3</sup>/s

II.3.3.8. Crue des 27 et 28 Août 1975 (fig 21)

L'averse est assez faible (9,0 mm à AZEL et 7,5 à AGADEZ). L'écoulement débute à 19 heures et possède 2 pointes de crue. La première correspond au ruissellement des alentours immédiats de la station et son débit maxima est assez faible (3,58 m<sup>3</sup>/s). La deuxième correspond au ruissellement d'une partie du bassin inférieur. Son débit de pointe est plus important (15,8 m<sup>3</sup>/s). Le volume écoulé est de 145.000 m<sup>3</sup>.

II.3.3.9. Crue du 28 Août au 7 Septembre 1975 (fig 22)

L'écoulement est continu pendant 10 jours. L'averse du 28 Août est la plus importante de la saison (49,5 mm à AZEL) avec des intensités maxima de 90 mm/h (cf fig 8). Cette averse provoque le ruissellement immédiat du bassin inférieur ( $Q_{max} = 72,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ) et 6 heures environ après arrive la crue correspondant au ruissellement du bassin supérieur. La montée des eaux est très rapide (1,20 m en 5 mn) et le débit de pointe important (241  $\text{m}^3/\text{s}$ ). La décrue est très lente et alors qu'elle n'est pas encore terminée, une nouvelle crue arrive sans qu'une seule goutte de pluie ne soit tombée sur AZEL. Il en sera de même dans la nuit du 1 au 2 Septembre pendant laquelle une troisième crue très forte ( $Q_{max} = 285 \text{ m}^3/\text{s}$ ) se produira. La décrue est très longue et ne s'achève que le 7 Septembre à 6h00. Le volume transité durant cette période est de 14.524.000  $\text{m}^3$ .

II.4. Bilan annuel.

Il y a eu 9 périodes d'écoulements distincts cette année. Leurs caractéristiques sont rassemblées dans le tableau suivant et les débits moyens journaliers et mensuels ainsi que les débits maximums dans le tableau 3.

N°	Date	Temps d'écoulement	Débits max ( m <sup>3</sup> /s)	Volumes écoulés (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	Lames écoulées (mm)
1	13 - 07	4h 10 mn	2,77	7,7	0,006
2	17 - 07	12 h	50,1	342	0,250
3	18 - 07	2h 10	1,21	5,10	0,004
4	19 - 07	1 jour 7 h	15,0	768	0,56
5	23 - 07	7 jours 2 h	391	12683	9,33
6	24 - 08	9 h	0,94	19,6	0,014
7	25 - 08	19 h 10 mn	6,92	266	0,196
8	27 - 08	15 h 40 mn	15,8	145	0,107
9	28 - 08	8 jours 14 h	285	14524	10,7

Le bilan annuel de la station est donc le suivant :

Volume écoulé	:	28.750.000 m <sup>3</sup>
Lame écoulée	:	21,1 mm
Module annuel	:	0,912 m <sup>3</sup> /s
Crue maximale	:	{ - débit : 391 m <sup>3</sup> /s
		{ - hauteur : 2,33 m
		{ - date : 25 - 07 - 75 à 21 h

Il est à remarquer que le volume transité à la station par les 2 gros écoulements de la fin Juillet et de la fin Août représente 95 % du volume écoulé cette année.

### Chapitre III

#### Campagne 1976

##### III.1. Organisation de la campagne.

Une mission composée de M. ROCHE, M. HOEFTNER et P. LE GOULVEN est arrivée à AGADEZ début avril afin de constater les dégâts subis par la station au cours de la saison des pluies 1975 et de prévoir les travaux de réfection qu'il sera nécessaire d'effectuer.

Le 1er Mai P. LE GOULVEN et J.M. BOUCHEZ entreprennent le remplacement des 9 gabions manquant et le renforcement de la digue en général.

Du 9 Août au 13 Octobre P. LE GOULVEN reste en permanence à la station afin d'effectuer les mesures de débit, la finition de la maison principale et la construction d'un abri en banco protégeant le treuil téléphérique.

##### III.2. Pluviométrie (fig 23).

La pluviométrie a été déficitaire sur toute la région d'AGADEZ. Le pluviomètre de l'aéroport a enregistré une hauteur de pluie de 106,6 mm (tableau 4), soit un déficit de 32 % par rapport à la pluviométrie moyenne interannuelle calculée sur 53 ans (1922 - 1975).

Le pluviographe de la station d'AZEL a enregistré les pluies des mois de juin, juillet, Août et septembre. Seules manquent 3 averses tombées au mois de mars et d'octobre qui représentent une hauteur totale d'environ 2,0 mm, ce qui est négligeable.

La hauteur de pluie mesurée à AZEL (tableau 5) est beaucoup plus faible (78,1 mm) et le nombre de pluie est moins important (13 jours de pluie contre 29 à AGADEZ).

L'étude entreprise par l'ORSTOM sur la pluviométrie de 1976 dans l'AIR montre que seule la zone située au sud d'EL MEKI est déficitaire.

Six pluviomètres totalisateurs ont été placés sur le bassin comme le montre la figure 23. Les résultats obtenus à chaque pluviomètre sont très proches les uns des autres puisque la plus grande hauteur d'eau enregistrée est de 81,4 mm et la plus petite de 75,2 mm. Il n'est donc pas possible de tracer des isohyètes représentatives. La pluie moyenne annuelle calculée par la méthode de THYESSSEN ou par simple moyenne arithmétique donne la même hauteur de pluie de 77,8 mm.

### III.3. Hydrométrie.

#### III.3.1. Equipement (fig 24)

L'équipement hydrométrique de la station est le même qu'en 1975. Les gabions emportés ont été remplacés et la digue a été renforcée par une couche de ciment sur le dessus afin que les branches charriées par le kori ne s'accrochent aux gabions, et par des renforts en pierre cimentées placés tous les mètres permettant de mieux lier les gabions entre eux. Une couche de pierres de 2 mètres de profondeur et de 1 mètre de large a été placée devant la digue afin de la protéger.

Avec ces améliorations, la digue n'a subi aucune destruction cette année mais il faut reconnaître que les écoulements de 1976 n'ont pas été très importants. Il faudra quand même refaire la couche de ciment tous les ans car le sable transporté par les crues use le ciment. Les rochers qui se trouvaient en aval du limnigraphe ont été cassés et l'ensablement de la gaine est maintenant très réduit.

### III.3.2. Observations.

#### III.3.2.1. Hauteurs d'eau.

Les 6 écoulements de la saison des pluies de 1976 sont parfaitement enregistrés. L'ensablement du limnigraphe a pratiquement disparu. Mais pour certaines décrues, lorsque les hauteurs sont très faibles (0,20 m à 0,25 m) le lit mineur se déplace vers la rive droite car l'écoulement coupe le virage qui se trouve en amont. Il faut donc creuser des chenaux jusqu'au limnigraphe pour observer la fin de la décrue.

#### III.3.2.2. Mesures de débits (fig 25 et 26)

Durant cette saison 32 mesures de débits ont été effectuées, la plupart en basses eaux car la hauteur maximale enregistrée cette année n'est pas très importante (1,15m). Les jaugeages ont pu être effectués jusqu'à une hauteur de 0,80 m. (voir tableau 6).

Les jaugeages de basses eaux ont été réalisés à l'aide d'un micro-moulinet afin d'obtenir une meilleure précision pour les faibles débits. La courbe d'étalonnage est stable pour les moyennes et hautes eaux et seules les courbes de basses eaux ont une certaine dispersion du fait d'un décalage du lit mineur vers la rive droite lors de la décrue du dernier écoulement.

Au-dessus de 0,80 m à l'échelle, la courbe d'étalonnage a été tracée d'après l'étude faite sur les mesures de hautes et moyennes eaux effectuées pendant les campagnes 75, 76, 77 et 78.

Nous avons ainsi 2 courbes d'étalonnages jusqu'à une hauteur de 0,60 m (fig 25) à l'échelle puis une courbe d'étalonnage unique (fig 26) qui est décalée par rapport à la courbe de 1976 puisque les gabions détruits ont été remplacés et que le seuil gabionné a été rehaussé par une couche de ciment.

La courbe n° 2 de basses eaux correspond à la décrue du dernier écoulement (11 Septembre) au cours de laquelle le lit mineur s'est déplacé vers le milieu de la section de jaugeage.

### III.3.3. Description des événements averse-crue.

#### III.3.3.1. Crue des 21 et 22 Juillet 1976 (fig 27)

L'averse est importante à AZEL (24,0 mm) et glisse vers l'ouest car AGADEZ est très peu arrosée (5,0 mm).

La crue commence à 17h50 et la montée des eaux, d'abord rapide, se ralentit en arrivant au débit maximum (24,5 m<sup>3</sup>/s) à 18h25. Un deuxième débit de pointe a lieu vers 20h10. Le volume transité lors de cette crue est de 142 000 m<sup>3</sup>.

#### III.3.3.2. Crue des 6 et 7 Août 1976 (fig 28).

Il n'y a pas de pluie à AGADEZ ni à AZEL et l'écoulement doit provenir du ruissellement d'une partie du bassin située aux environs de DABAGA. La montée des eaux est très rapide (10 mn) mais le débit maximum est faible (2,98 m<sup>3</sup>/s) ainsi que le volume écoulé (35 300 m<sup>3</sup>).

III.3.3.3. Crue des 13 et 14 Août 1976 (fig 29)

L'écoulement a une forme assez inhabituelle. La crue commence à 8h45 alors qu'il n'a plu ni pendant la nuit ni la veille. Elle provient du ruissellement dû à une averse qui est tombée le 12 Août dans l'après-midi sur le bassin supérieur. La montée des eaux est très rapide puis se stabilise pour atteindre son maximum après 3h30 d'écoulement. La décrue est également très lente et n'est pas encore terminée lorsqu'une forte averse tombe uniquement sur le bassin inférieur (28,2mm à AGADEZ. et 20,0 mm à AZEL) ce qui explique le peu d'importance de la nouvelle crue qu'elle provoque. L'écoulement se termine le 14 Août vers 4 heures et le volume transité est de 380 000 m<sup>3</sup>.

III.3.3.4. Crue du 9 Septembre (fig 30)

L'averse est très faible (0,2 mm à AGADEZ et traces à AZEL) et l'écoulement qui en résulte est peu important tant au point de vue du débit maximum (2,98 m<sup>3</sup>/s) que du volume écoulé (11 000 m<sup>3</sup>).

L'hydrogramme possède 2 débits de pointes situés à 15 mn et 1 heure du début de l'écoulement et la décrue est régulière.

III.3.3.5. Crue des 10 et 11 Septembre (fig 31)

Crue des 11 et 12 Septembre (fig 32)

Ces 2 écoulements font partie d'une même plmie, le premier correspondant au ruissellement du bassin inférieur et le

deuxième à celui du bassin supérieur. L'averse est tombée le 10 Septembre assez fortement sur AGADEZ (19,1 mm) et beaucoup moins sur AZEL (8,9 mm). La crue qui débute à 20h30 est assez faible ( $Q_{max} = 9,46 \text{ m}^3/\text{s}$ ) et se termine à 1h45 après une légère remontée vers 24h. A 2 heures arrive l'écoulement du bassin supérieur.

Celui-ci a débuté à 20 h à la station de DAAGA qui se situe environ à 40 kms en amont, soit 6 heures pour faire le parcours. Le débit de pointe est beaucoup plus important ( $63,4 \text{ m}^3/\text{s}$ ) et après une décrue rapide, l'écoulement remonte et se stabilise pendant 3 heures.

La décrue est lente et l'écoulement se termine le 12 Septembre à 12h30. Le Volume écoulé est de loin le plus important de la saison ( $1\,362\,000 \text{ m}^3$ ).

#### III.4. Bilan annuel

Les caractéristiques des 6 écoulements survenus cette année sont rassemblées dans le tableau suivant et les débits moyens journaliers et mensuels ainsi que les débits maximums dans le tableau 7.

N°	Date	Temps d'écoulement	débits max ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Volumes écoulés ( $10^3 \text{ m}^3$ )	Lames écoulées (mm)
1	21.7	8 h 20 mn	24,5	142	0,104
2	06-08	9 h 10 mn	2,98	35,3	0,026
3	13-08	19 h 15 mn	10,5	380	0,28
4	09-09	2 h	2,98	11	0,008
5	10-09	5 h	9,46	34,4	0,025
6	11-09	1 jour 11 h	63,4	1362	1,00

Le bilan annuel de la station est donc le suivant :

Volume écoulé	:	1 965 000 m <sup>3</sup>
Lame écoulée	:	1,4 mm
Module annuel	:	0,062 m <sup>3</sup> /s
Crue maximale	:	- Débit : : 63,4 m <sup>3</sup> /s - Hauteur : 1,15 m - Date : 11.09. à 2h20.
Pluie moyenne	:	77,8 mm
Coefficient de ruissellement	:	2 %

Le dernier écoulement provenant uniquement du bassin supérieur représente 70 % du volume annuel écoulé cette saison.

## CONCLUSION

Les deux campagnes de 1975 et 1976 effectuées sur le TELOUA justifient à elles seules l'intérêt d'une station de longue durée à AZEL.

En effet, le volume transité à la station au cours de la saison des pluies 1975 est environ 15 fois plus important que le volume transité en 1976.

Il sera donc nécessaire d'avoir une longue période d'observations sur le kori TELOUA pour obtenir des résultats intéressants sur les variations interannuelles des écoulements dans cette région.

La station d'AZEL a d'autre part permis de tester diverses techniques concernant la stabilisation des lits de koris par gabionnage. Si quelques gabions (9 au total) ont été emportés lors de la campagne 1975, les renforts en ciment mis en place en 1976 permettent de mieux lier les 2 couches de gabions entre elles et l'ensemble devrait maintenant pouvoir supporter les gros écoulements.

## TRAVAUX ANTERIEURS

- Etudes d'écoulement dans le massif de l'AIR  
par R. LEFÈVRE (ORSTOM)  
campagne 1959
  
- Etudes d'écoulement dans le massif de l'AIR  
par R. LEFÈVRE (ORSTOM)  
campagne 1960
  
- Etudes des nappes d'inféro-flux des rivières de la  
bordure OUEST de L'AIR  
par Marcel ROCHE (ORSTOM)
  
- Projet d'une étude des ressources en eau de la cuvette  
d'AGADEZ  
par M. HOEPEFFNER et G. DELFIEU (ORSTOM).

## LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1 Pluviométrie journalière à la station météorologique d'AGADEZ en 1975
- Tableau 2 Liste des jaugeages du kori TELOUA à AZEL en 1975
- Tableau 3 Débits journaliers et mensuels du kori TELOUA à AZEL en 1975
- Tableau 4 Pluviométrie journalière à la station météorologique d'AGADEZ en 1976
- Tableau 5 Pluviométrie journalière en 1976 à la station ORSTOM d'AZEL
- Tableau 6 Liste des jaugeages du kori TELOUA à AZEL en 1976
- Tableau 7 Débits journaliers et mensuels du kori TELOUA à AZEL en 1976

Tableau n° 1  
STATION METEOROLOGIQUE D'AGADEZ  
Pluviométrie Journalière

ANNEE 1975

JOURS	J	F	M	A	M	J <sup>n</sup>	J <sup>t</sup>	A	S	O	N	D
1									1,0			
2												
3												
4									2,2			
5												
6			0,1				Tr.	Tr.				
7									Tr.			
8							5,1					
9							Tr.					
10												
11						0,2		0,1				
12							2,0	Tr.				
13							Tr.					
14												
15												
16												
17							13,7					
18												
19					Tr.		0,1	4,0	2,0			
20					0,3		3,1					
21					Tr.	3,3						
22							1,9	0,2				
23							11,2	1,5				
24							1,1					
25					19,3		32,3	0,4				
26	Tr.											
27			Tr.		0,1			7,5				
28					Tr.			12,7				
29												
30							1,6	3,9				
31												
TOTAL			0,1		19,7	3,5	72,1	30,3	5,2			

Total annuel : 130,9 mm en 27 jours

TABLEAU 2  
LE TELOUA A AZEL

LISTE DES JAUGEAGES

CAMPAGNE 1975

N°	DATE	H (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	N°	DATE	H (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)
1	17.7.75	0,57 - 0,70	15,6	24	30.8.75	0,39	5,74
2	17.7.75	0,56 - 0,50	10,0	25	30.8.75	0,34	4,14
3	17.7.75	0,50 - 0,44	7,18	26	30.8.75	0,34	3,69
4	17.7.75	0,46 - 0,43	6,45	27	31.8.75	0,84 - 0,87	41,5
5	17.7.75	0,42 - 0,40	5,72	28	31.8.75	0,80 - 0,82	35,1
6	17.7.75	0,38 - 0,37	4,51	29	31.8.75	0,77 - 0,74	29,8
7	17.7.75	0,36 - 0,33	3,38	30	31.8.75	0,70	20,7
8	19.7.75	0,65	15,1				
9	19.7.75	0,65	14,7	31	1.9.75	0,50	8,80
10	19.7.75	0,60 - 0,61	11,8	32	2.9.75	0,88 - 0,84	41,5
11	19.7.75	0,57 - 0,55	9,82	33	2.9.75	0,83 - 0,84	29,8
12	19.7.75	0,54	9,90	34	2.9.75	0,75 - 0,74	26,5
13	19.7.75	0,48 - 0,46	6,50	35	2.9.75	0,62	16,8
14	27.8.75	0,49 - 0,42	8,52	36	3.9.75	0,35	3,23
15	28.8.75	0,03	0,036	37	3.9.75	0,35	3,54
16	28.8.75	1,86 - 1,83	237	38	4.9.75	0,30	1,01
17	29.8.75	1,83 - 1,66	196	39	4.9.75	0,30	1,02
18	29.8.75	0,88 - 0,85	43,4	40	4.9.75	0,28	0,800
19	29.8.75	0,85 - 0,82	37,0	41	4.9.75	0,28	0,780
20	29.8.75	0,77	31,9	42	5.9.75	0,24	0,201
21	29.8.75	0,68	25,6	43	5.9.75	0,24	0,199
22	30.8.75	0,45 - 0,44	7,70	44	5.9.75	0,21	0,090
23	30.8.75	0,40 - 0,39	5,80	45	5.9.75	0,21	0,089

TABLEAU 3  
LE KORI TELOUA A AZEL

Débits journaliers et Mensuels  
Campagne 1975

JOURS	JUILLET		AOUT		SEPTEMBRE	
	Q. moy. (m <sup>3</sup> /s)	Q. max.	Q. moy. (m <sup>3</sup> /s)	Q. max.	Q. moy. (m <sup>3</sup> /s)	Q. max.
1					24,6	285
2					22,6	
3					4,08	
4					1,42	
5					0,457	
6					0,023	
7					0,005	
8						
9						
10						
11						
12						
13	0,089	2,77				
14						
15						
16						
17	3,87	50,1				
18	0,147	1,21				
19	8,30	15,0				
20	0,593					
21						
22						
23	0,208	4,93				
24	49,2	115	0,226	0,94		
25	54,0	391	0,051			
26	31,6		3,03	6,92		
27	9,68	19,3	1,40	15,8		
28	1,54		12,9	241		
29	0,521		52,0			
30	0,021		7,37			
31			42,8	220		
Moy. Mensuelle	5,15		3,86		1,77	

Tableau 4

STATION METEOROLOGIQUE D'AGADECZ

Pluviométrie journalière

ANNEE 1976

JOURS	J	F	M	A	M	J <sup>n</sup>	J <sup>t</sup>	A	S	O	N	D
1								0,1				
2								0,9				
3												
4						Tr.		4,7				
5							0,6	0,8				
6									Tr.			
7												
8												
9									0,2			
10							Tr.	7,2	19,1			
11							7,1					
12							0,6					
13						Tr.	1,0	28,2			Tr.	
14							2,6					
15						4,2						
16							1,6					
17						3,2	Tr.					
18							2,0					
19						0,5					0,1	
20						1,3					0,3	
21							5,0					
22												
23							4,1					
24									0,9			
25		1,4				7,1						
26												
27						0,5						
28												
29						1,0						
30												
31							0,3					
TOTAUX		1,4				17,8	24,9	41,9	20,2	0,4		

Total annuel : 106,6 mm en 29 jours.

Tableau 5  
 STATION ORSTOM D'AZEL  
 Pluviométrie journalière  
 Année 1976 ( de juin à septembre )

JOURS	J	F	M	A	M	J <sup>n</sup>	J <sup>t</sup>	A	S	O	N	D
1												
2								4,5				
3												
4								1,5				
5												
6												
7												
8												
9									Tr.			
10								6,5	8,9			
11							2,0					
12												
13								20,0				
14												
15						1,0						
16							1,7					
17						3,0						
18												
19												
20												
21							24,0					
22												
23												
24												
25						1,5						
26												
27						1,5						
28												
29												
30												
31							2,0					
TOTAUX						7,0	29,7	32,5	8,9			

Total des 4 mois : 78,1 mm en 13 jours

Tableau 6  
LE KORI TELOUA A AZEL

LISTE DES JAUGEAGES

CAMPAGNE 1976

N°	Date	H (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	N°	Date	H (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)
46	13.8.76	0,55 - 0,57	8,76	67	12.9.76	0,27 - 0,26	1,33
47	13.8.76	0,52 - 0,49	5,50	68	12.9.76	0,26	1,14
48	9.9.76	0,30 - 0,26	0,756	69	12.9.76	0,26 - 0,25	1,10
49	9.9.76	0,25 - 0,22	0,281	70	12.9.76	0,24	0,760
50	10.9.76	0,58 - 0,46	7,60	71	12.9.76	0,24	0,760
51	10.9.76	0,37 - 0,32	2,04	72	12.9.76	0,22 - 0,21	0,316
52	10.9.76	0,32 - 0,28	1,17	73	12.9.76	0,21	0,236
53	10.9.76	0,26 - 0,25	0,403	74	12.9.76	0,21 - 0,20	0,196
54	10.9.76	0,25 - 0,24	0,284	75	12.9.76	0,19	0,061
55	11.9.76	0,24 - 0,22	0,122	76	12.9.76	0,19	0,58
56	11.9.76	0,22 - 0,19	0,190	77	12.9.76	0,195	0,040
57	11.9.76	0,19 - 0,18	0,055				
58	11.9.76	0,18	0,039				
59	11.9.76	0,175	0,028				
60	11.9.76	0,80 - 0,75	24,3				
61	11.9.76	0,67 - 0,64	13,3				
62	11.9.76	0,62 - 0,58	9,01				
63	11.9.76	0,56 - 0,54	7,93				
64	12.9.76	0,30 - 0,29	2,03				
65	12.9.76	0,29	1,87				
66	12.9.76	0,27	1,50				

TABLEAU 7  
LE KORI TELOUA A AZEL  
Débits Journaliers et Mensuels  
CAMPAGNE 1976

JOURS	JUILLET		AOÛT		SEPTEMBRE	
	Q. moy. (m <sup>3</sup> /s)	Q. max	Q. moy. (m <sup>3</sup> /s)	Q. max.	Q. moy. (m <sup>3</sup> /s)	Q. max.
1						
2						
3						
4						
5						
6			0,038	2,98		
7			0,370			
8						
9					0,127	2,98
10					0,380	9,46
11					15,0	63,4
12					0,774	
13			4,36	10,5		
14			0,035			
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21	1,57	24,5				
22	0,069					
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
Moyenne Mensuelle	0,053		0,155		0,543	

. . . .

LISTE DES FIGURES

- 1 - Réseau hydrographique de l'AIR
- 2 - Le bassin versant du TELOUA - Situation, et équipement 1976
- 3 - Equipement
- 4 - Profil en long
- 5 - Hypsométrie
- 6 - Géologie
- 7 - Ajustement statistique des pluies annuelles à la station météo d'AGADEZ
- 8 - Hyétogramme de l'averse du 28 août 1975 à AZEL ( PE 1 )
- 9 - Aménagement du lit du TELOUA à la station d'AZEL-VILLAGE en 1975
- 10 - Profil en travers du TELOUA à la station d'AZEL-VILLAGE
- 12 - Courbe d'étalonnage du TELOUA à AZEL-VILLAGE en 1975 ( basses eaux )
- 13 - Courbe d'étalonnage du TELOUA à AZEL-VILLAGE en 1975 ( hautes eaux )
- 14 - Hydrogramme de crue du TELOUA à AZEL-VILLAGE le 13/7/1975
- 15 - " " " " " " " le 17/7/1975
- 16 - " " " " " " " le 18/7/1975
- 17 - " " " " " " " du 19 au 20/7/1975
- 18 - " " " " " " " du 24 au 30/7/1975
- 19 - " " " " " " " le 24/8/1975
- 20 - " " " " " " " le 26/8/1975
- 21 - " " " " " " " le 27/8/1975
- 22 - " " " " " " " du 28/8 au 7/9/1975
- 23 - Isohyètes de l'AIR en 1976
- 24 - Aménagement du lit du TELOUA à la station d'AZEL-VILLAGE en 1976
- 25 - Courbe d'étalonnage du TELOUA à AZEL-VILLAGE en 1976 ( basses eaux )
- 26 - Courbe d'étalonnage du TELOUA à AZEL-VILLAGE en 1976 ( hautes eaux )
- 27 - Hydrogrammes de crue du TELOUA à AZEL-VILLAGE du 21 au 22/7/1976
- 28 - " " " " " " " du 6 au 7/8/1976
- 29 - " " " " " " " du 13 au 14/8/1976
- 30 - " " " " " " " le 9/9/1976
- 31 - " " " " " " " du 10 au 11/9/1976
- 32 - " " " " " " " du 11 au 12/9/1976

9° E

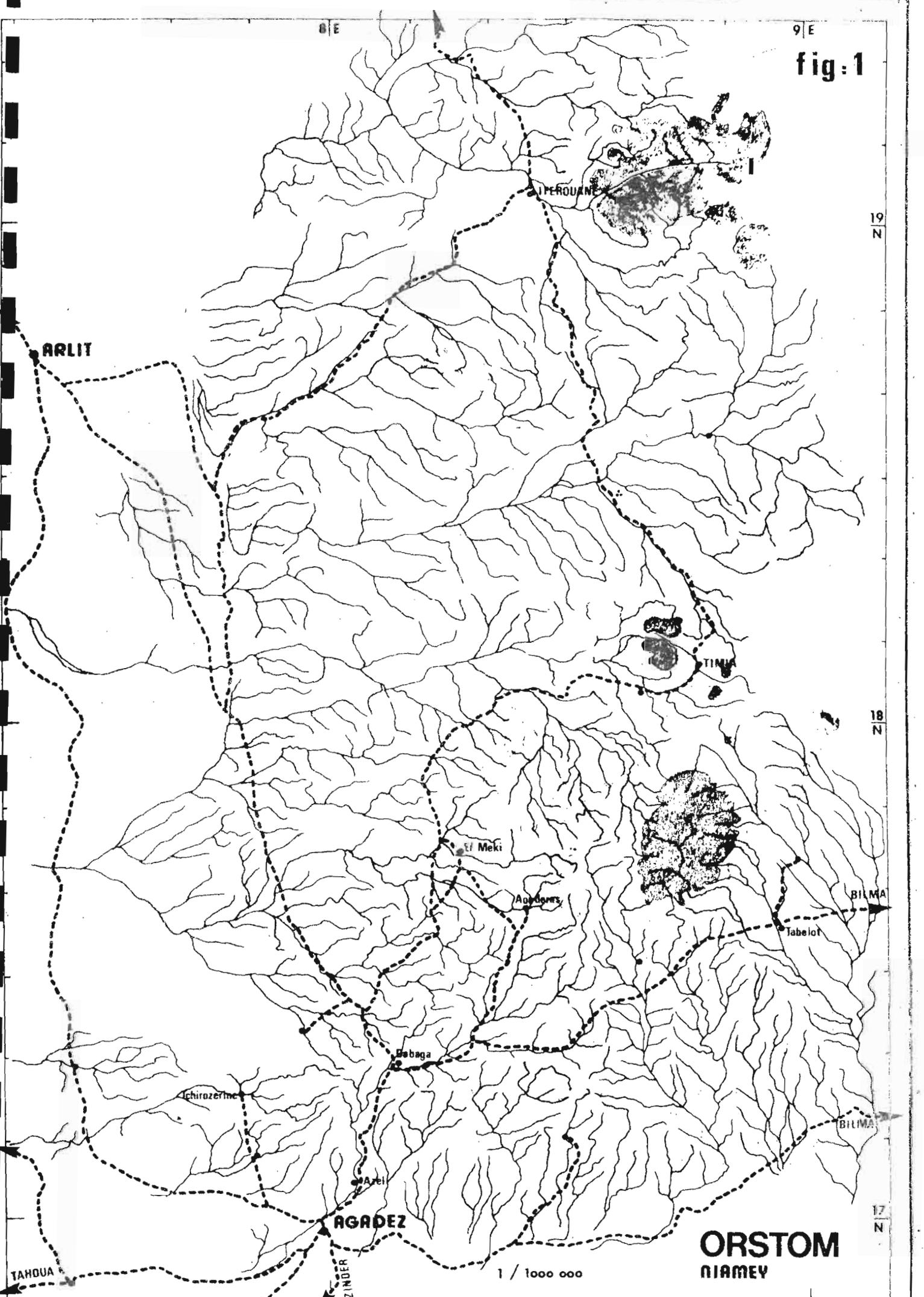
fig: 1

19° N

18° N

17° N

0° E



1 / 1000 000

ORSTOM  
NIAMEY

TAHOUA

ZINDER

AGADECZ

Tabelot

BILMA

BILMA

Agadez

El Meki

Babaga

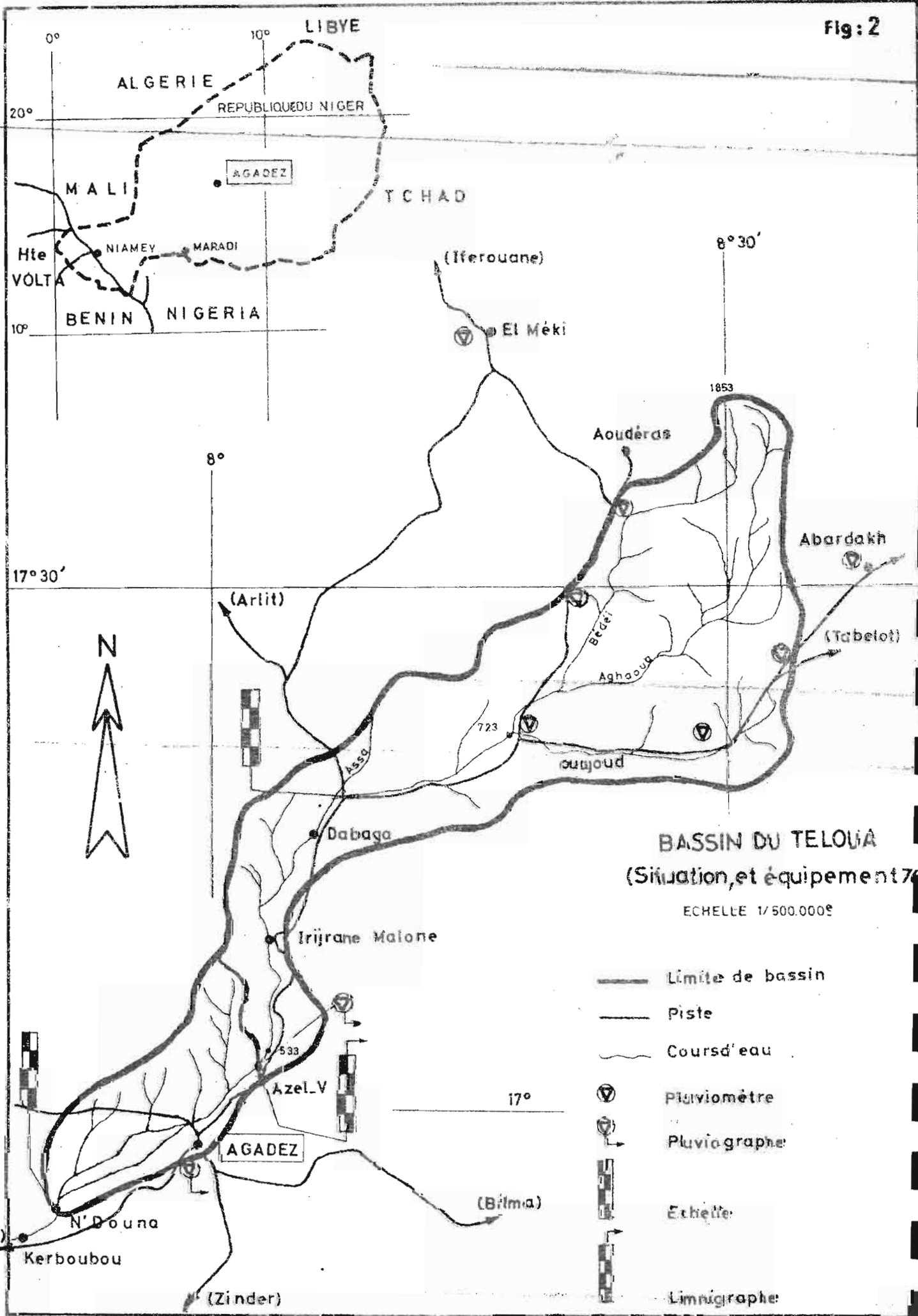
Azel

Ichirozermec

TIMIA

TPEROUANE

ARLIT



**BASSIN DU TELOUA**  
 (Situation, et équipement 74)

ECHELLE 1/500.000<sup>e</sup>

- Limite de bassin
- Piste
- Cours d'eau
- ⊖ Pluviomètre
- ⊖ Pluviographe
- ▬ Echelle
- ▬ Limnigraphe

BASSIN VERSANT DU TELOUA  
 à AZEL  
 Equipement hydro-pluviométrique  
 Campagne 1976

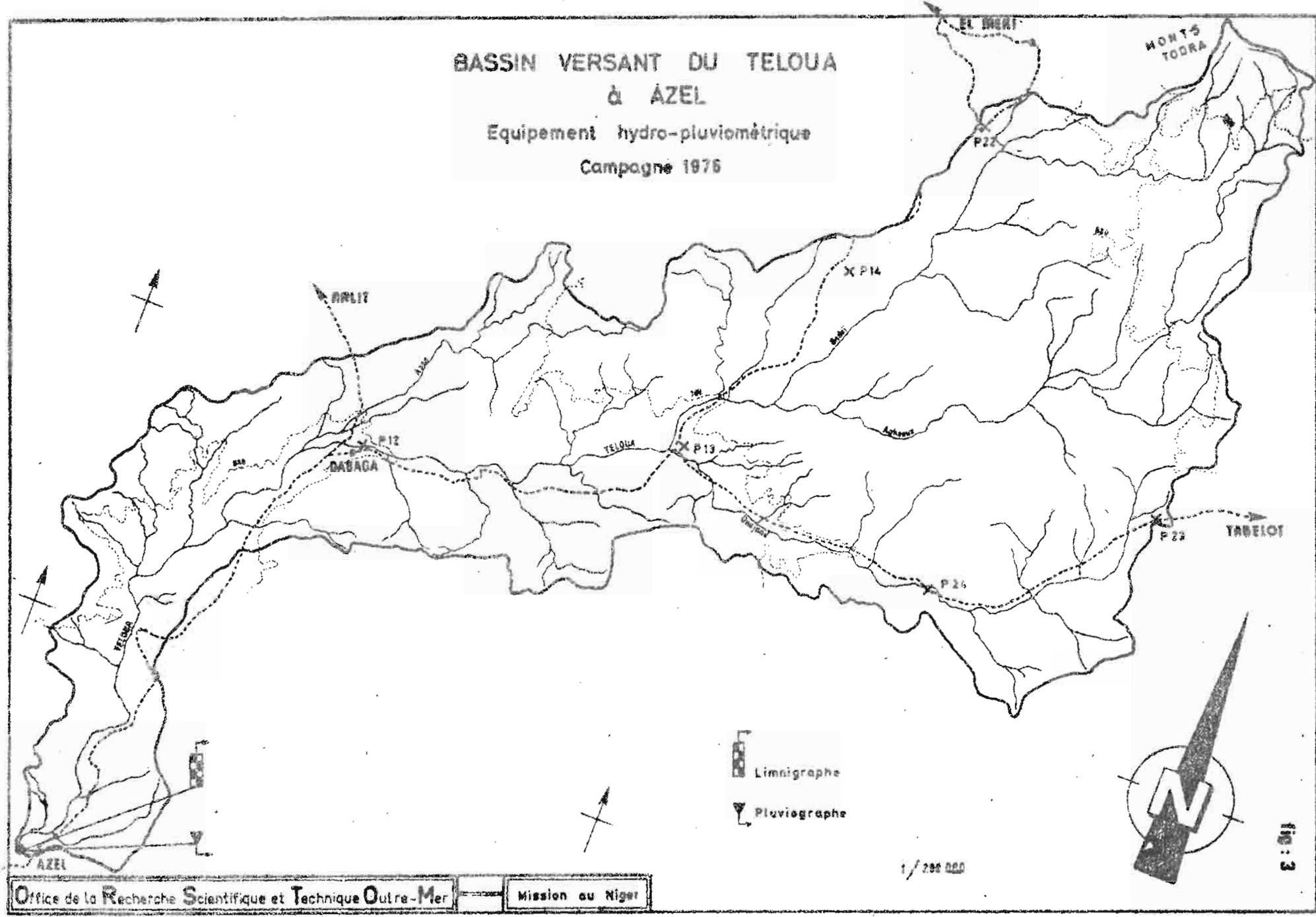
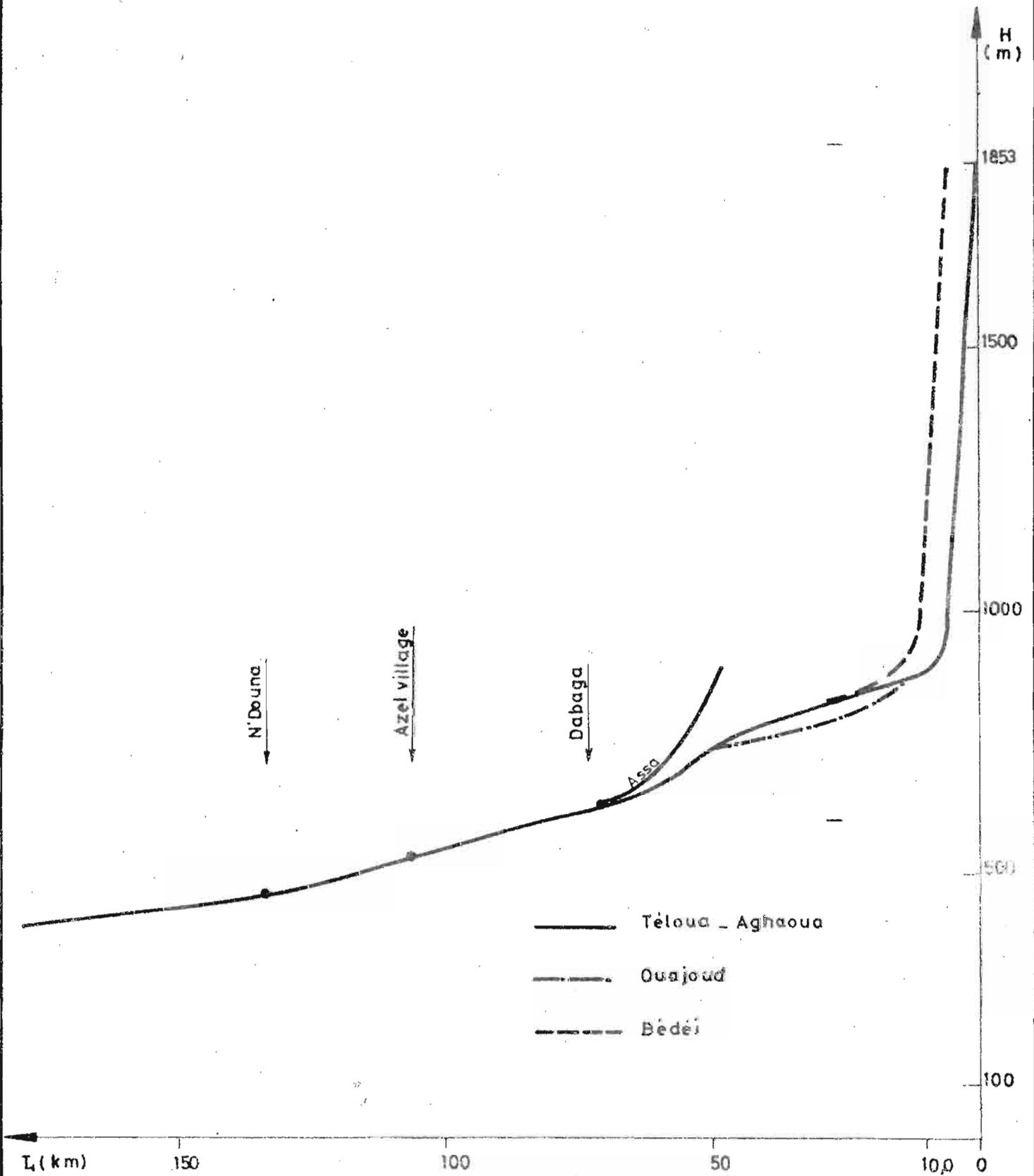


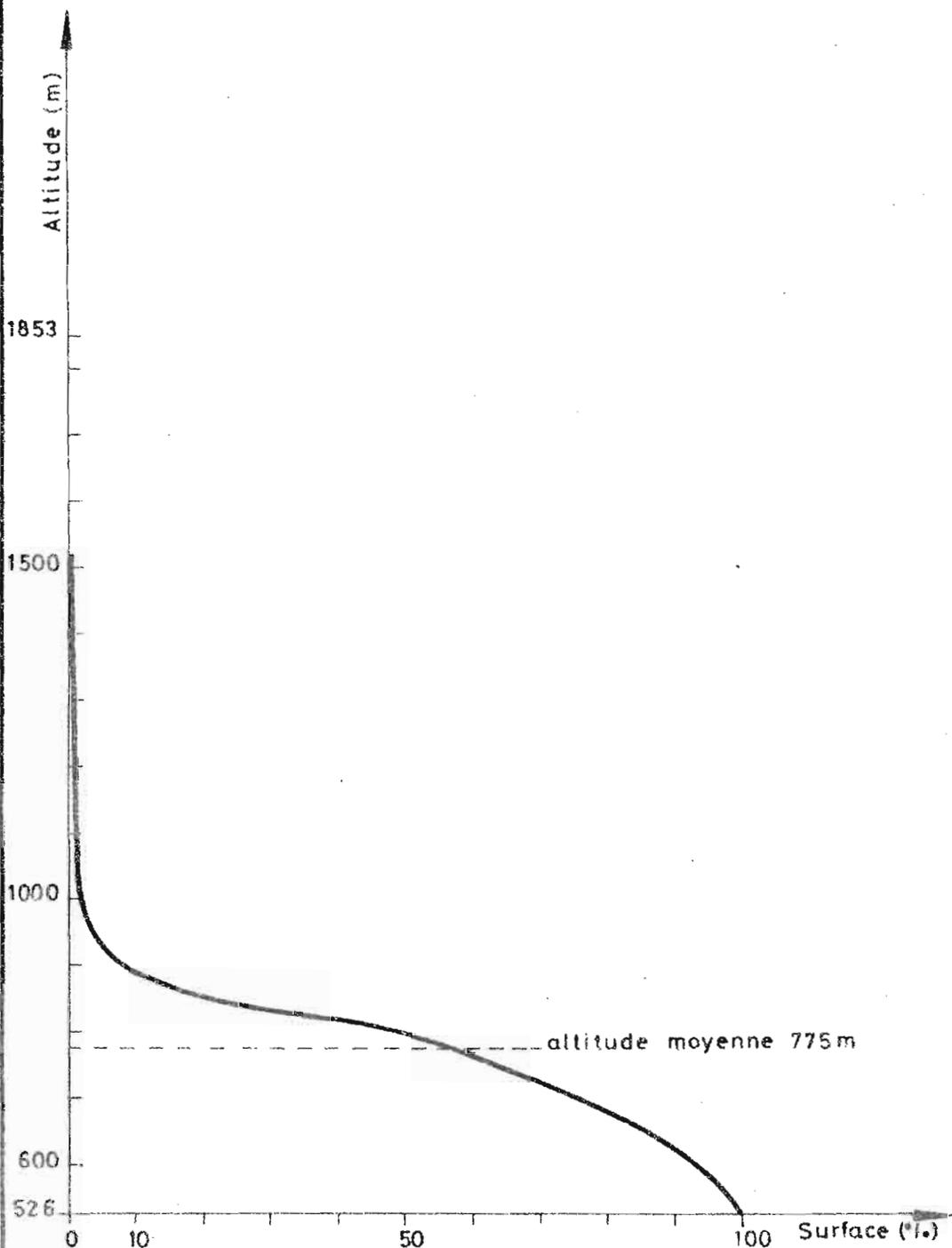
Fig: 4

# BASSIN DU TELOUA

## Profil en long



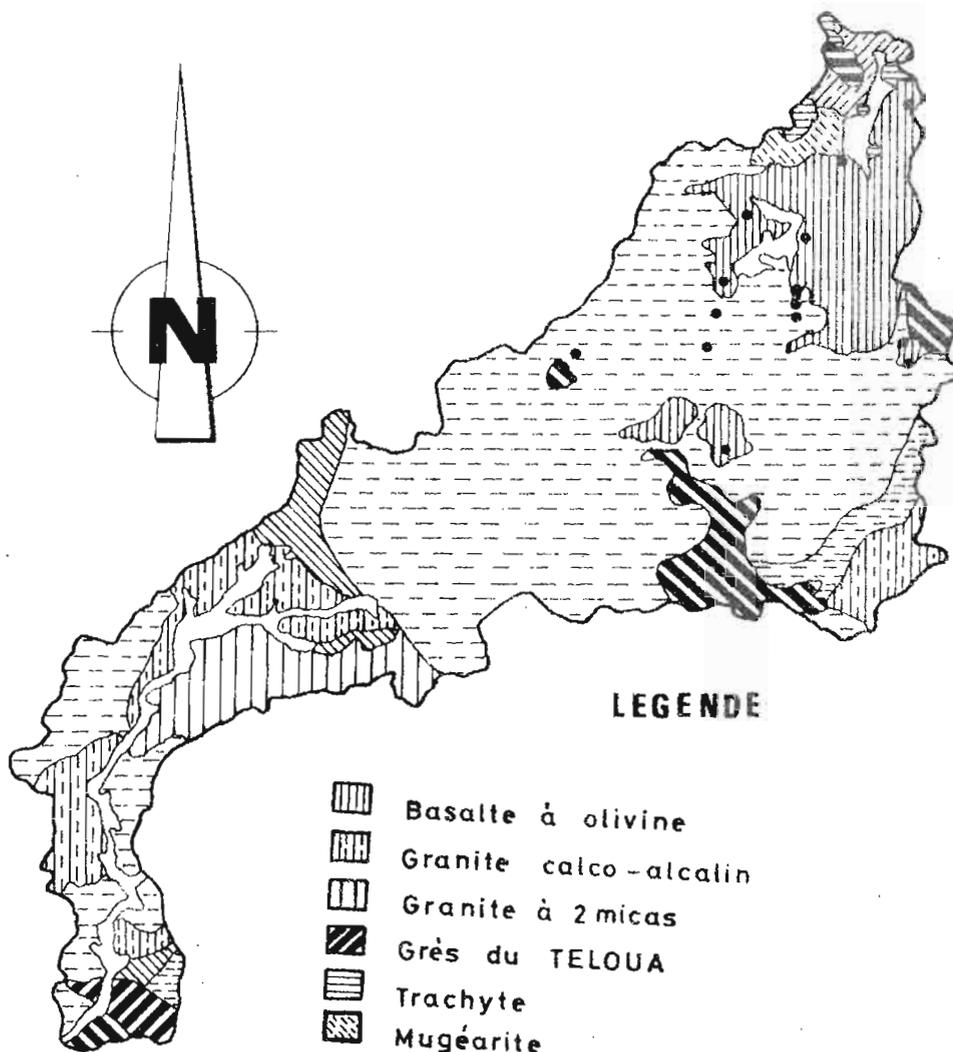
# LE BASSIN VERSANT DU TELOUA à AZEL Hypsométrie



# BASSIN VERSANT DU TELOUA

## à AZEL

### Géologie



#### LEGENDE

-  Basalte à olivine
-  Granite calco-alcalin
-  Granite à 2 micas
-  Grès du TELOUA
-  Trachyte
-  Mugéarite
-  Micaschiste d'EDOUKEL
-  Gneiss leptynitique de TAFOURFOUZET
-  Gneiss d'AZAN GUERENE
-  Granite pegmatoïde à biotite
-  Tuf trachytique
-  Phonolite
-  Alluvions
-  Volcan

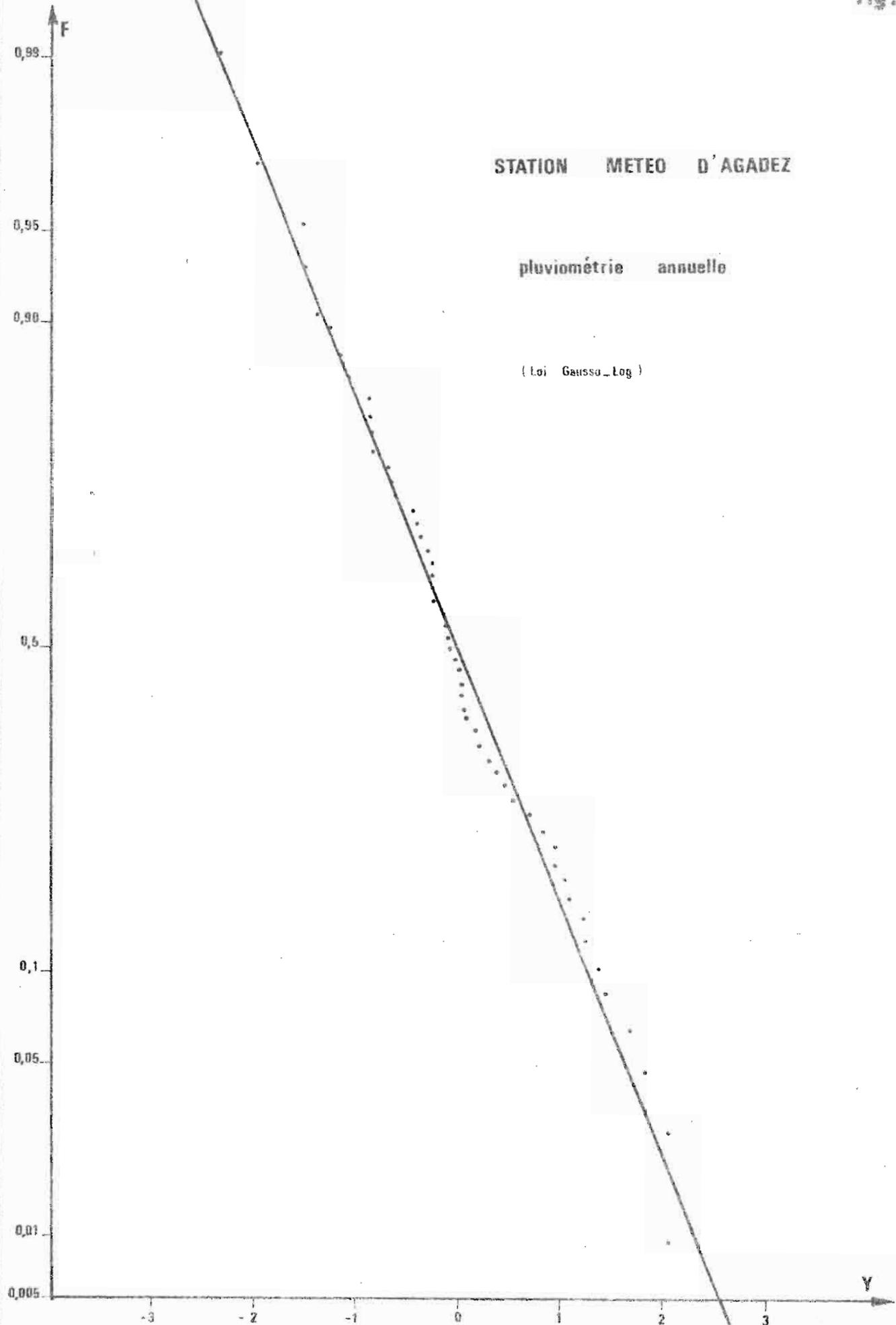
Echelle: 1/500.000

Fig: 7

STATION METEO D'AGADEZ

pluviométrie annuelle

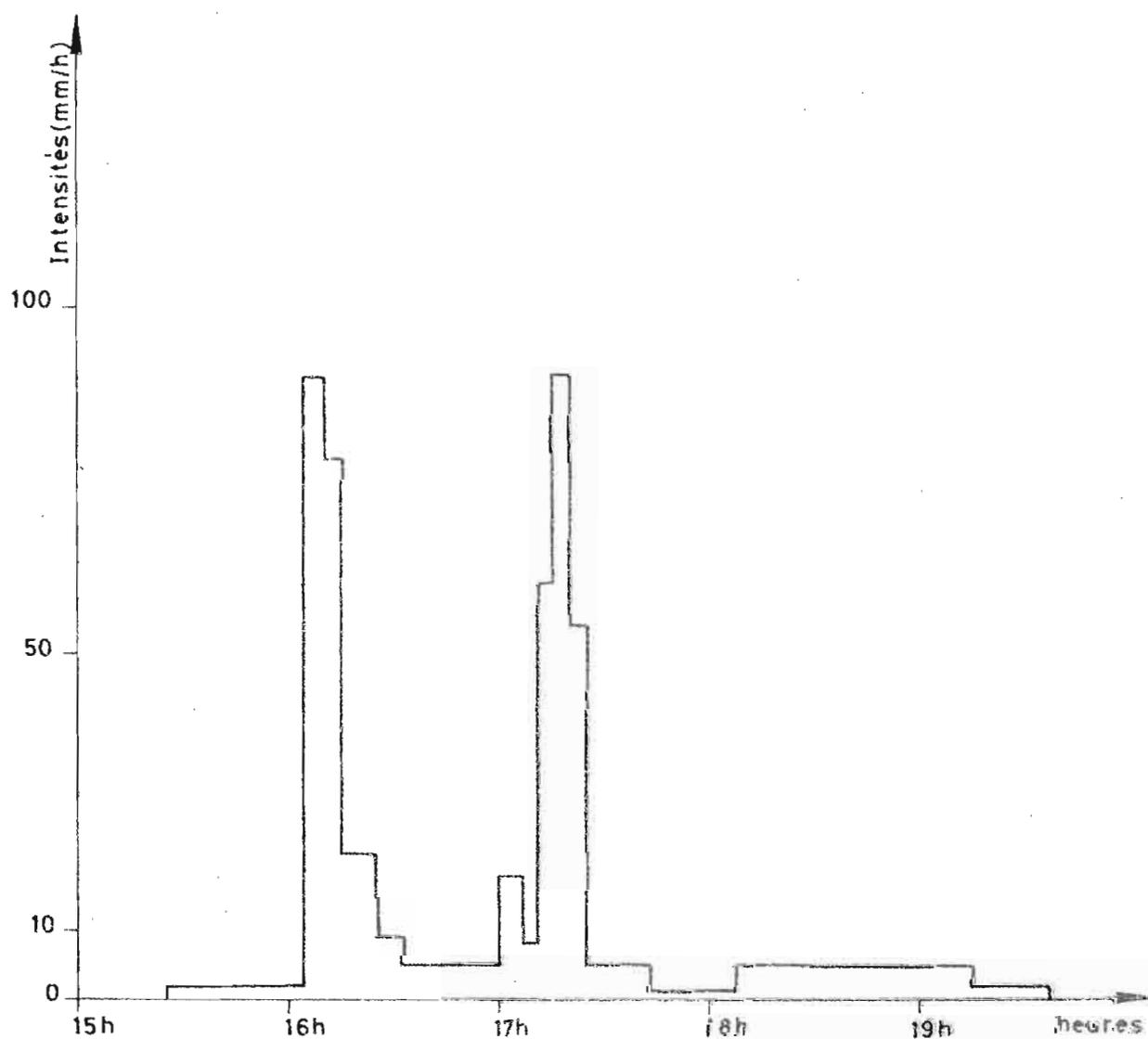
( Loi Gausso-Log )



## STATION D'AZEL

Pluie du 28 Août 1975

H = 49,5 mm



# LE TELOUA A AZEL (1975)

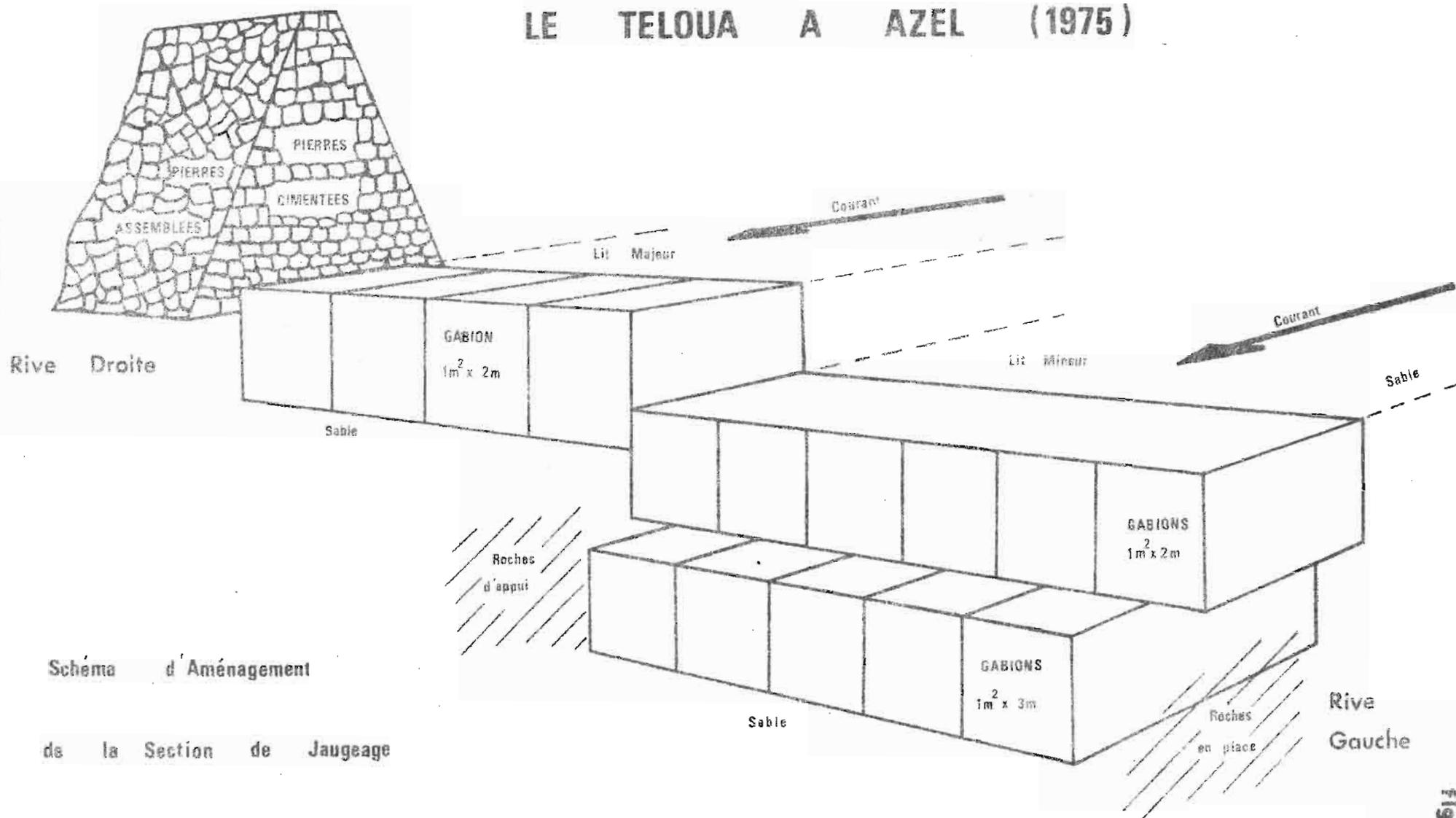


Schéma d'Aménagement

de la Section de Jaugeage

# LE KORI TELOUA à AZEL

## Profil en Travers

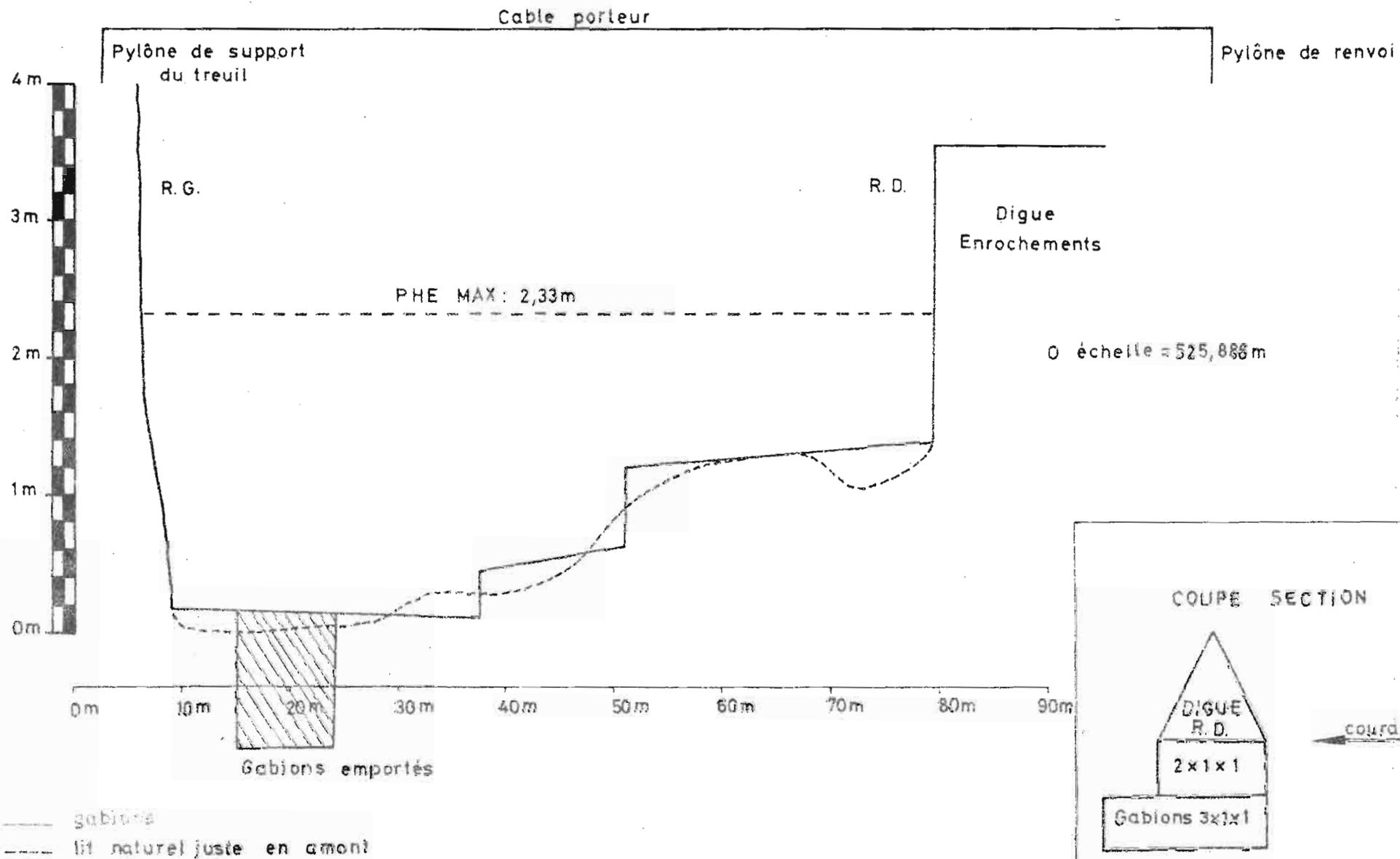
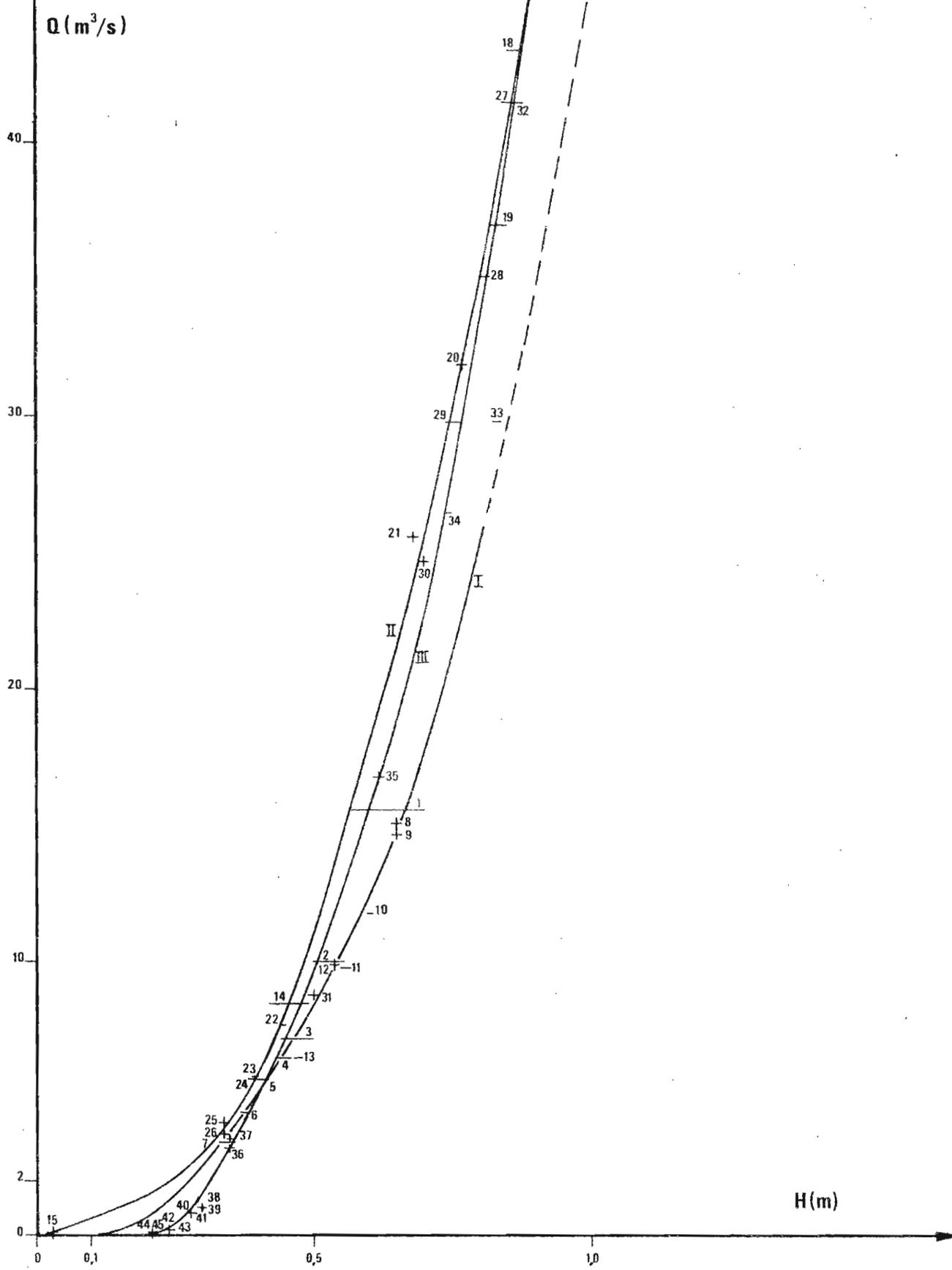


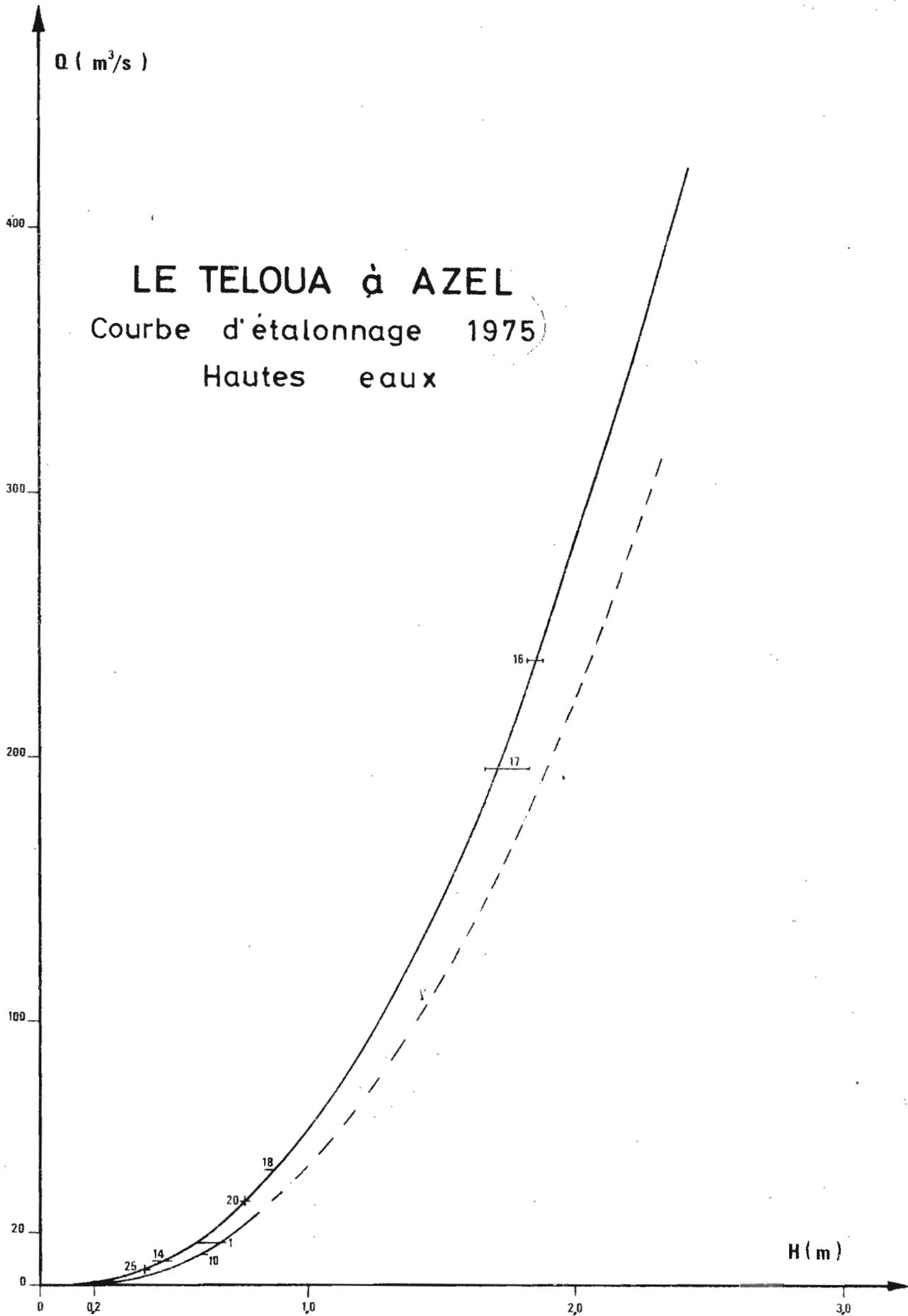
Fig: 10

# LE TELOUA à AZEL

Courbe d'étalonnage 1975

Basses eaux

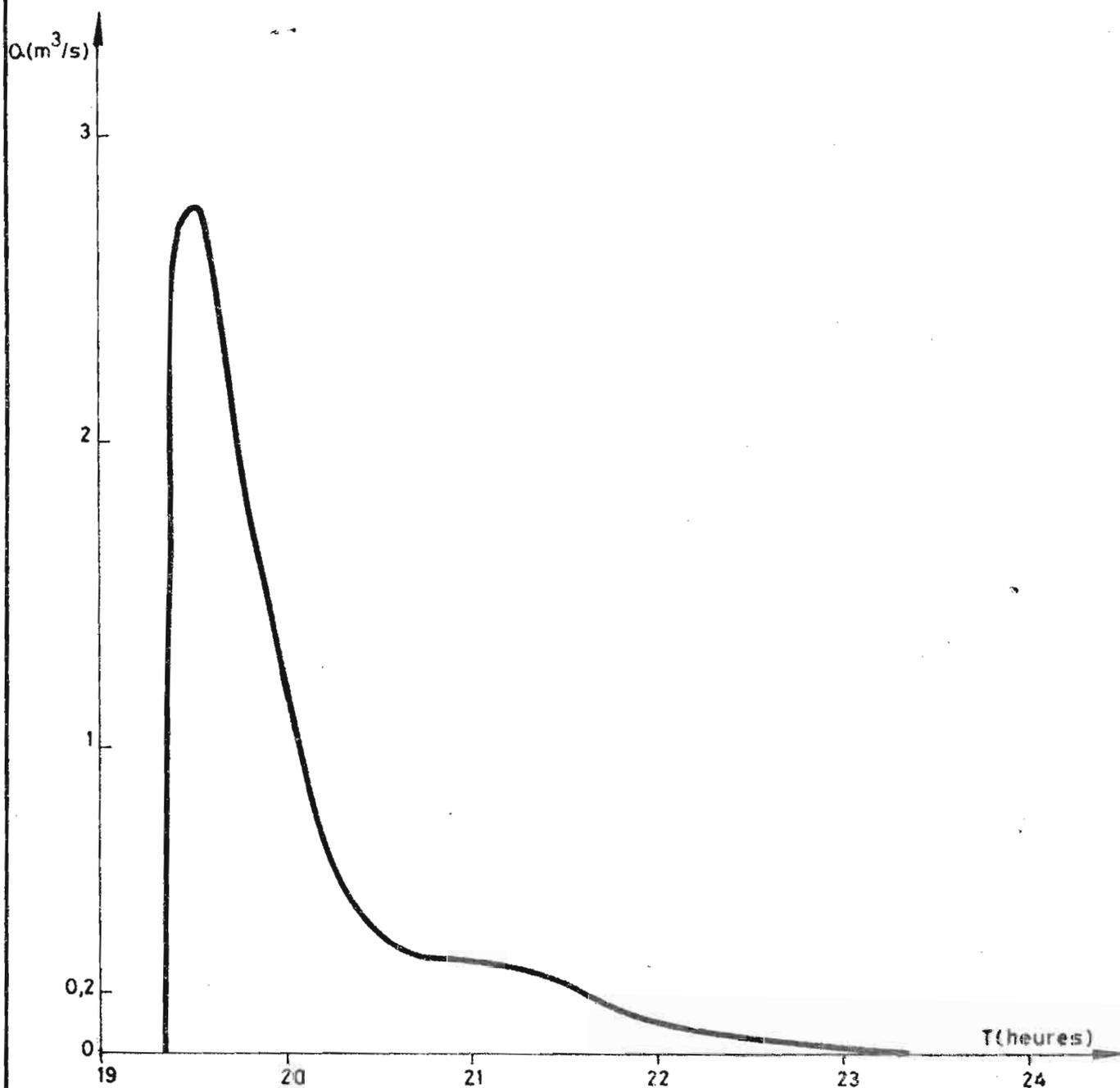




**LE TELOUA à AZEL**  
 Courbe d'étalonnage 1975  
 Hautes eaux

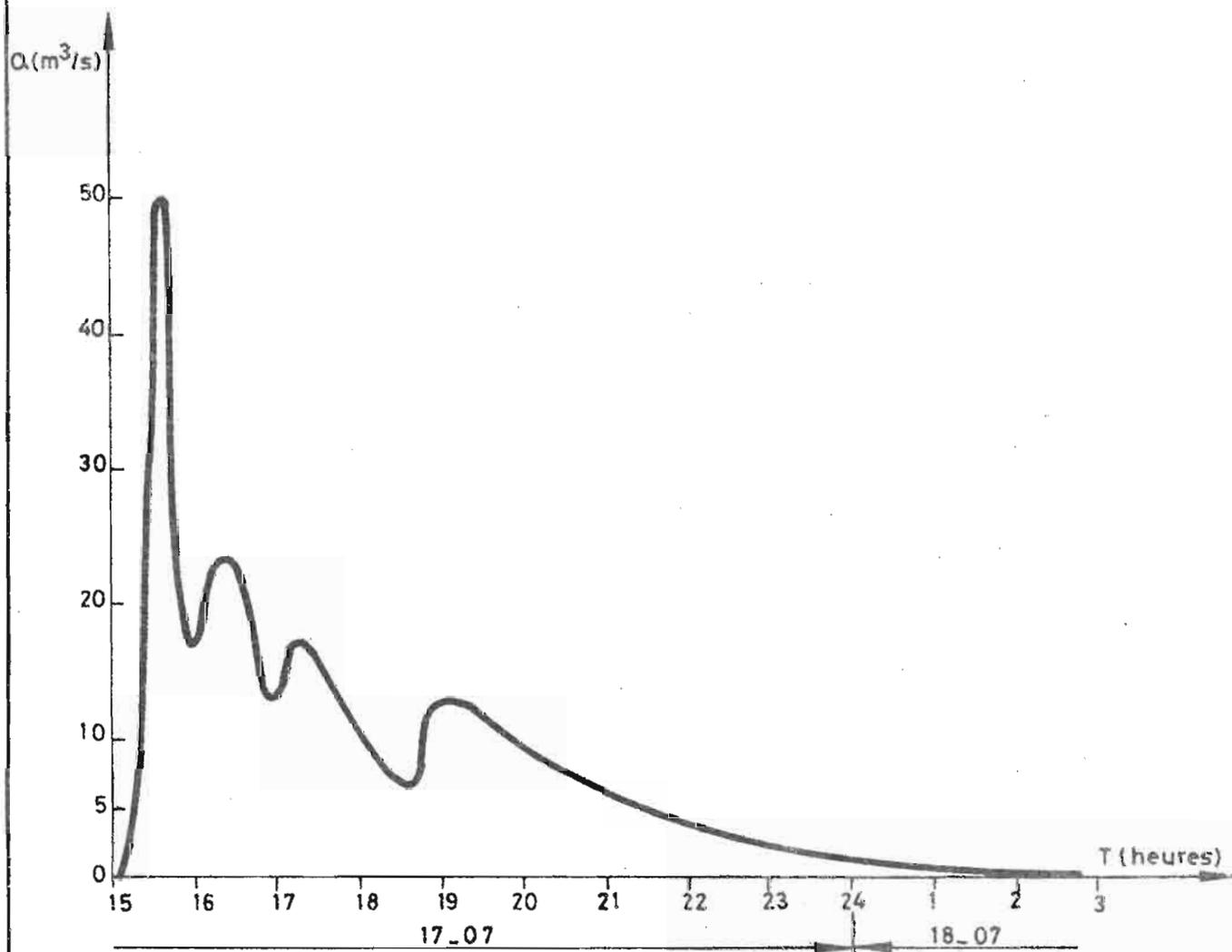
# LE TELOUA A AZEL

## Crue du 13 Juillet 1975



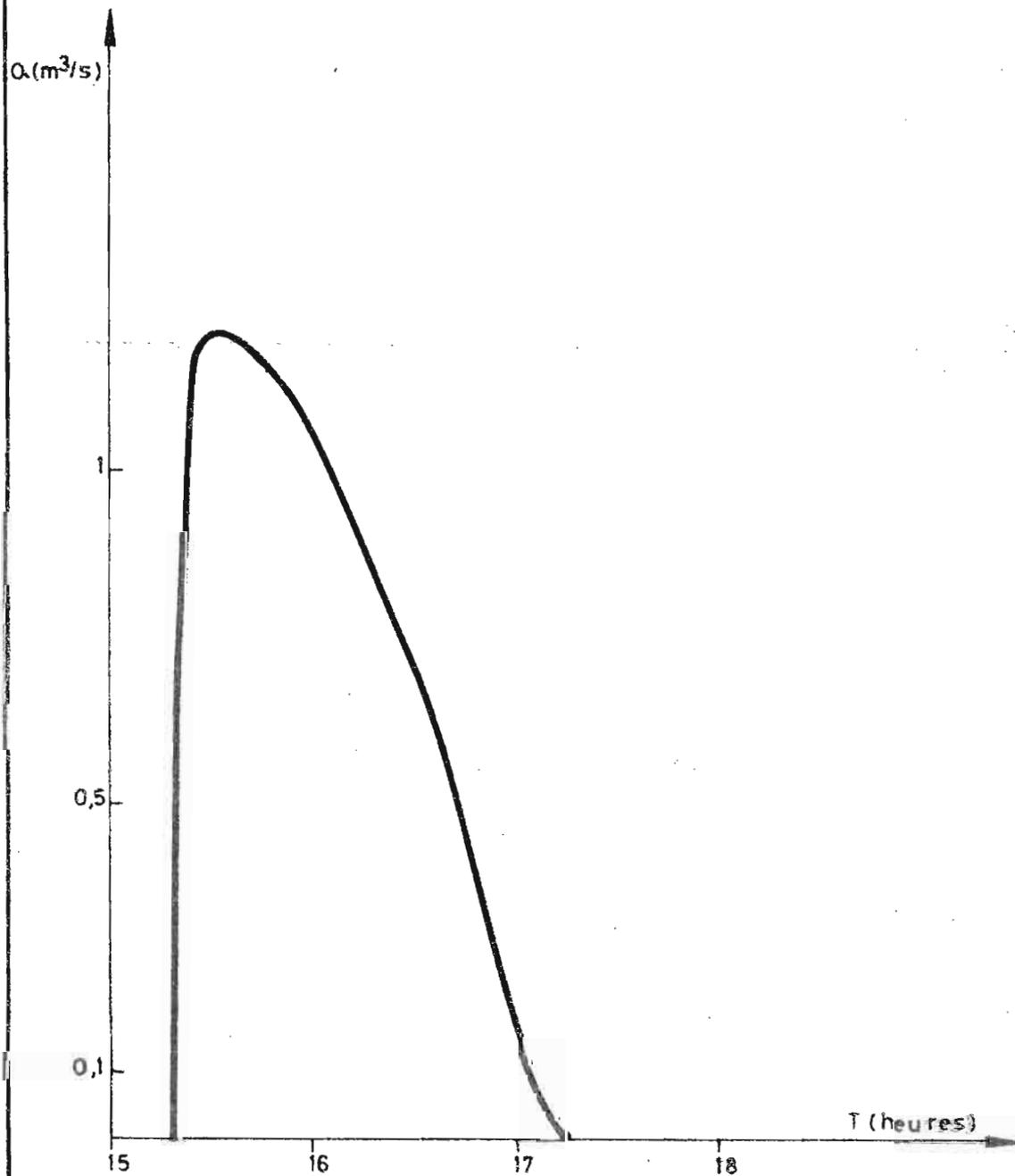
# LE TELOUA A AZEL

## Crue des 17 et 18 Juillet 1975



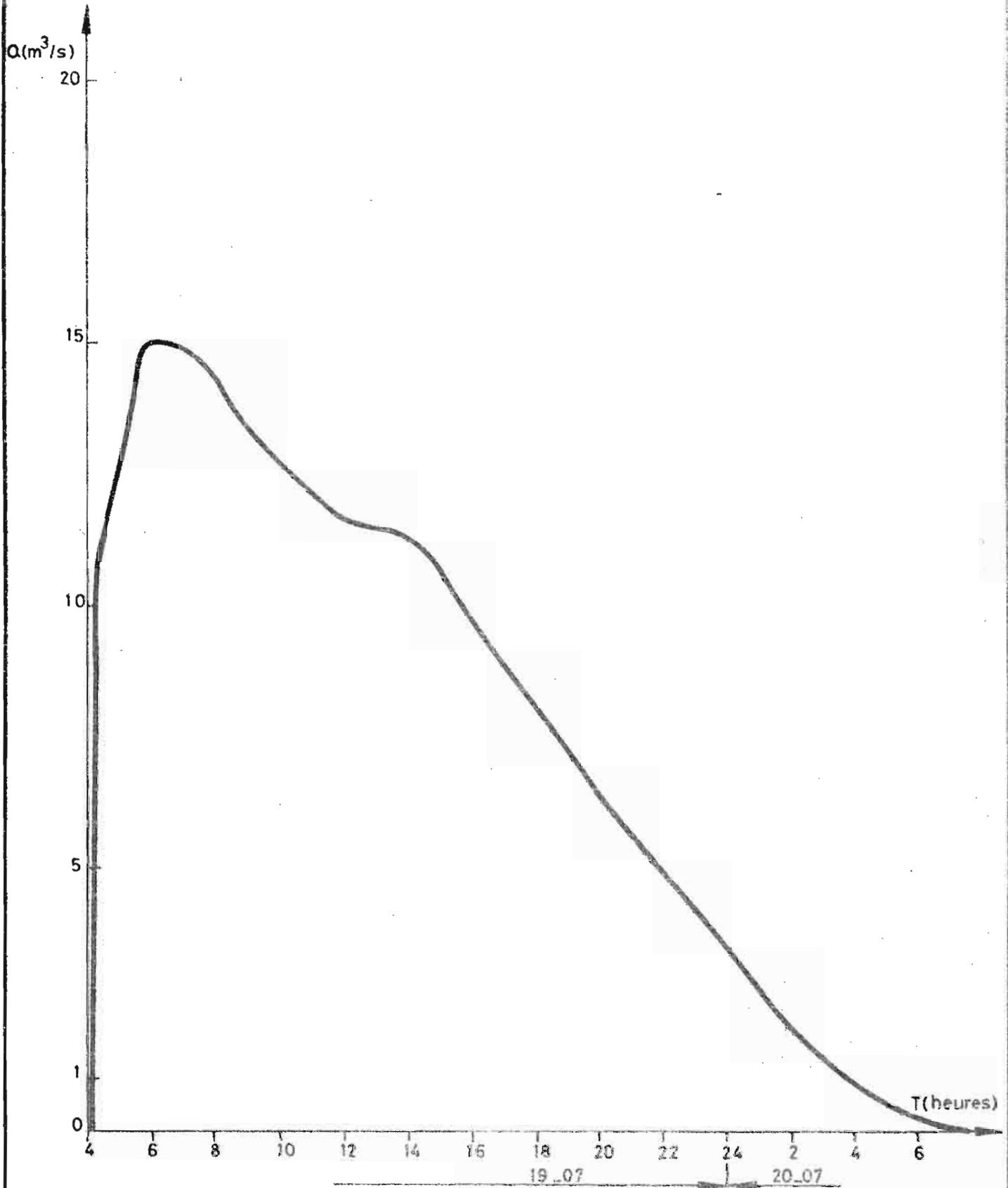
# LE TELOUA A AZEL

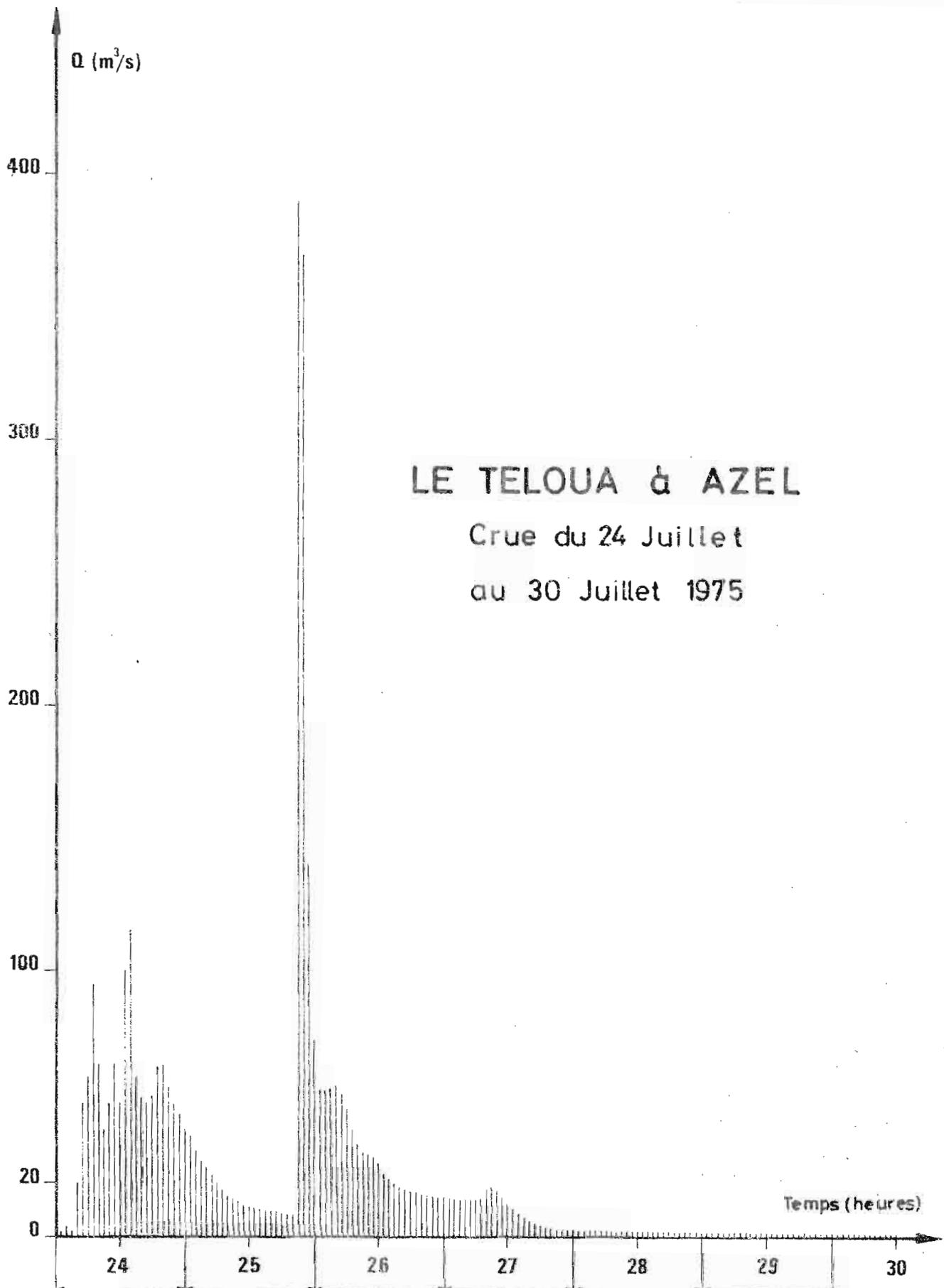
## Crue du 18 Juillet 1975



# LE TELOUA A AZEL

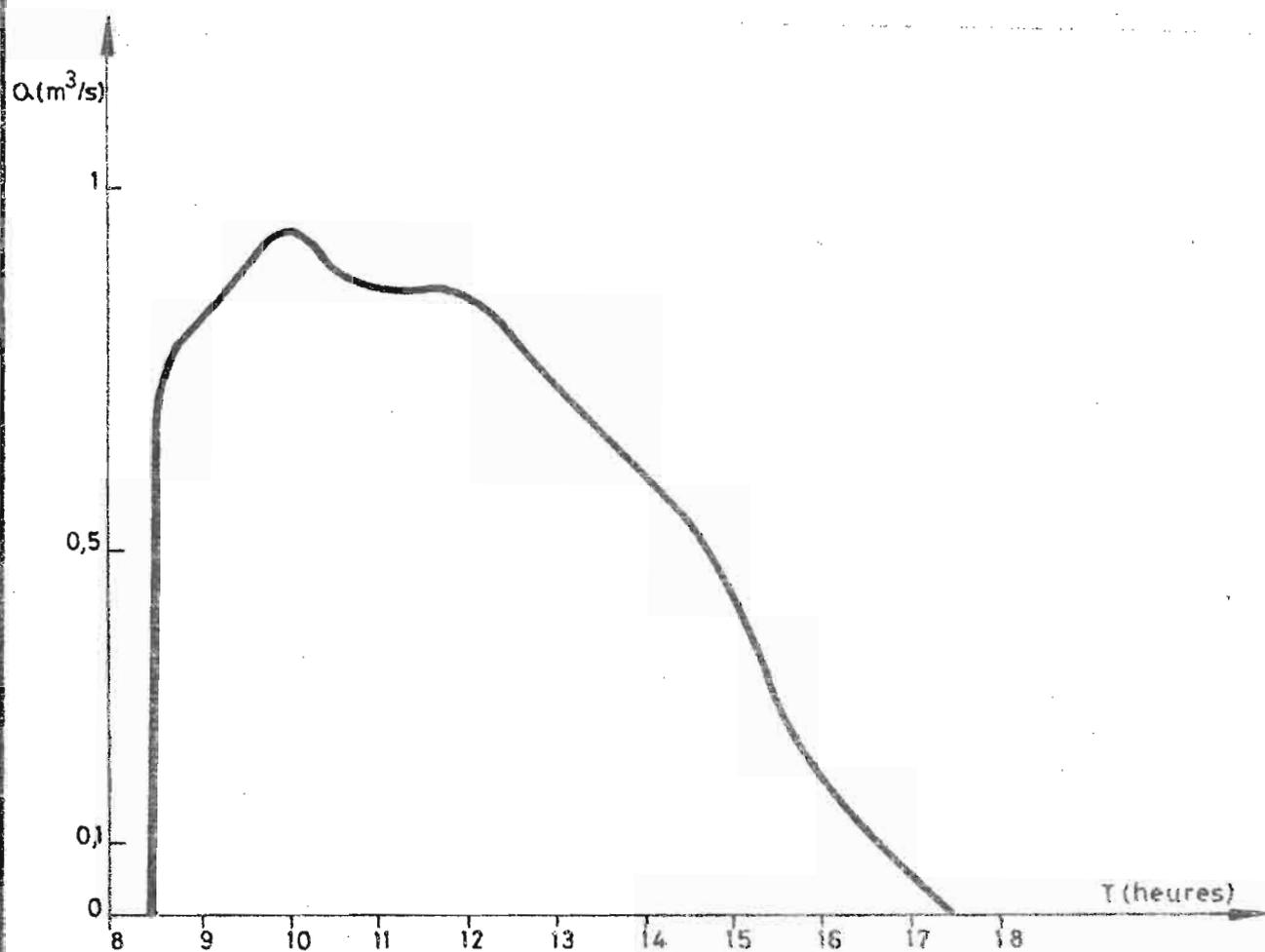
## Crue des 19 et 20 Juillet 1975





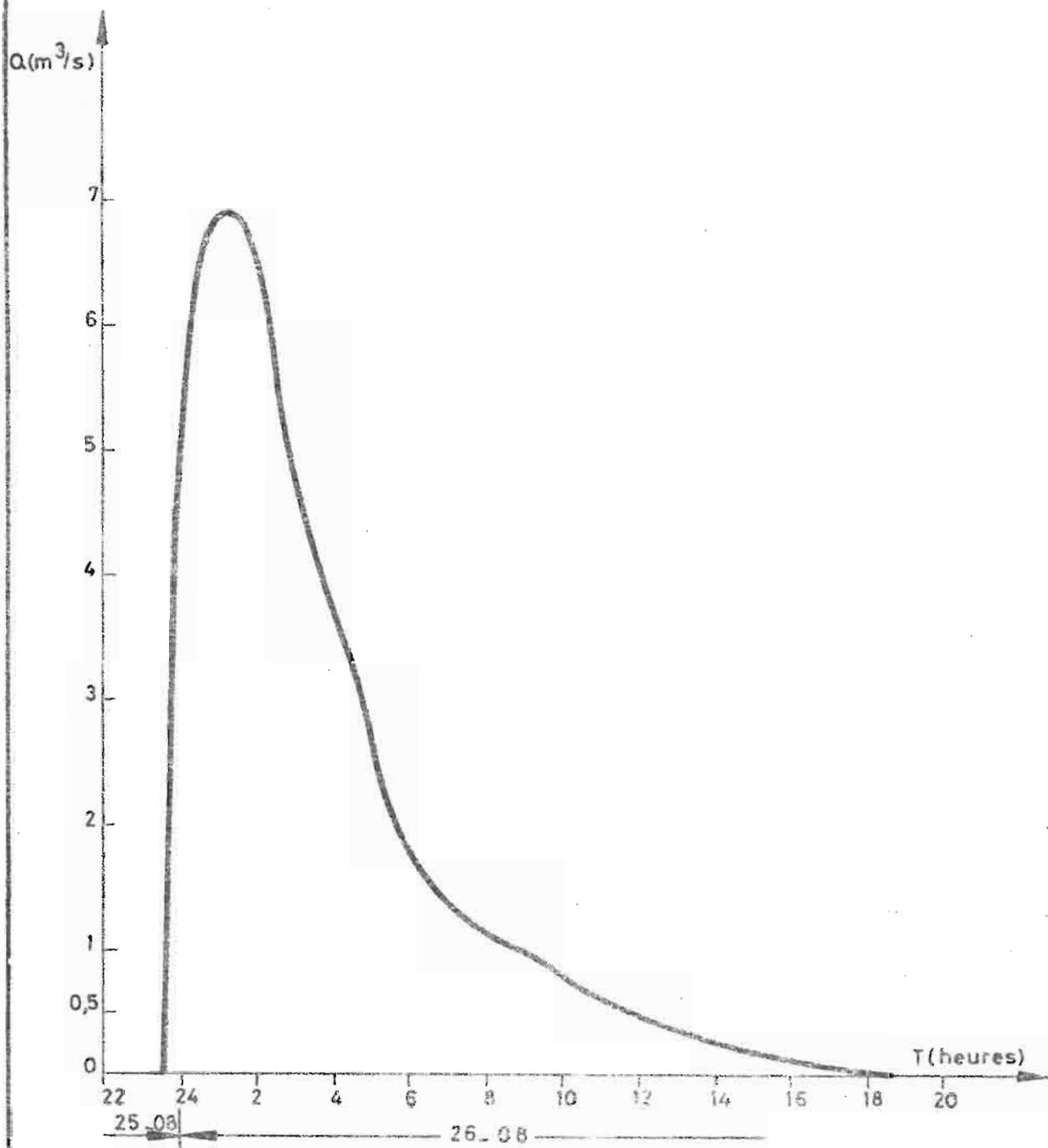
# LE TELOUA A AZEL

## Crue du 24 Août 1975



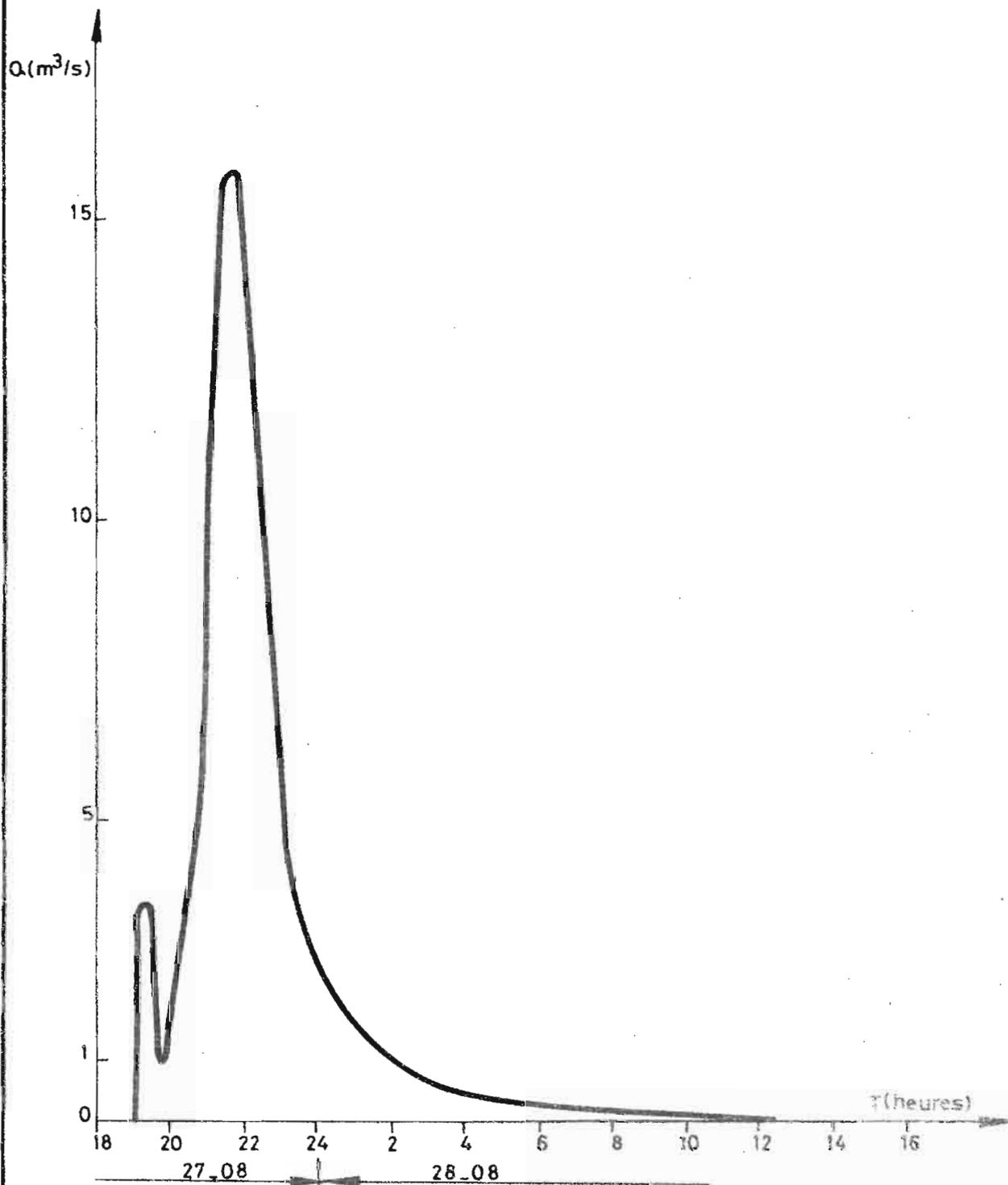
# LE TELOUA A AZEL

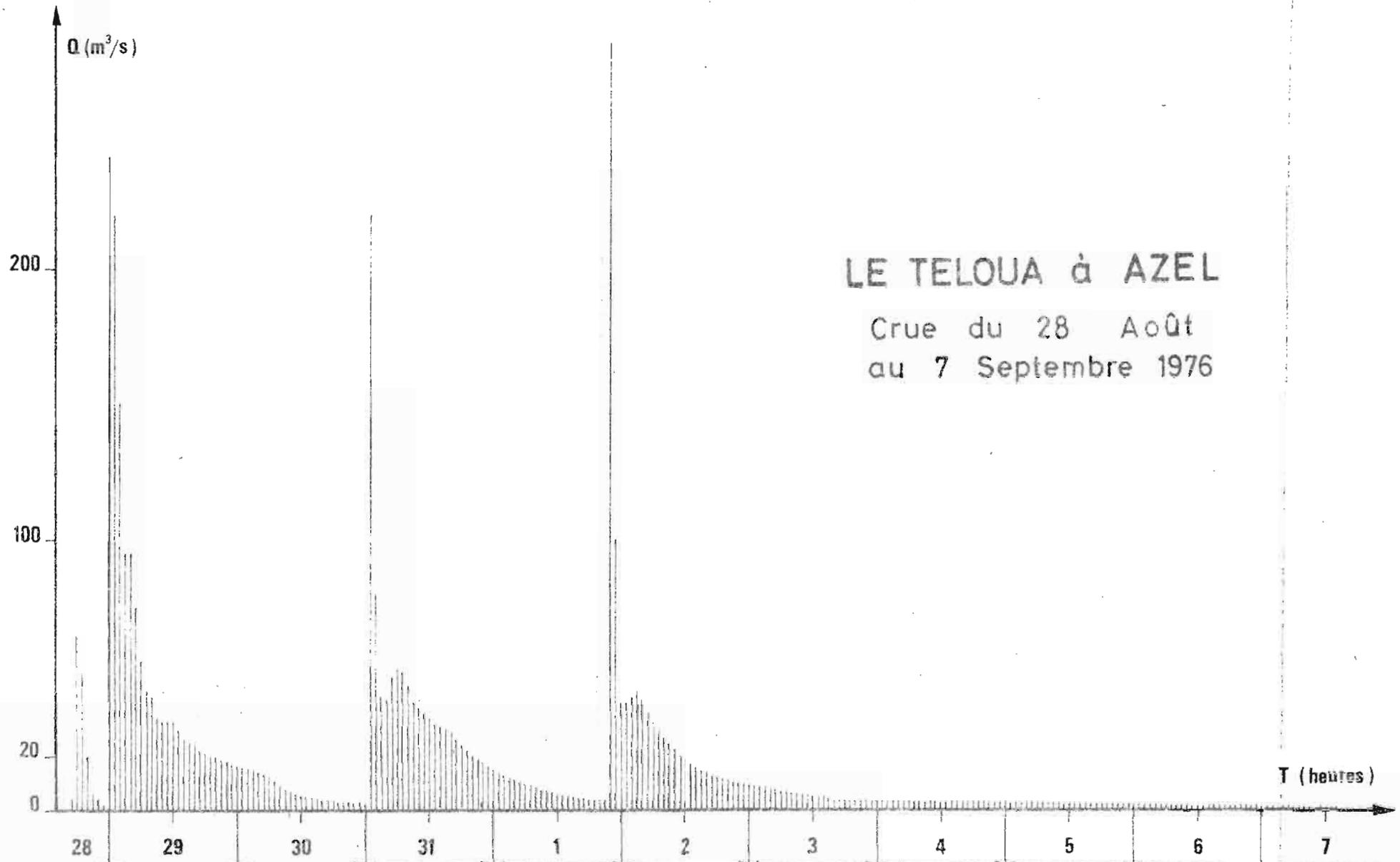
## Crue des 25 et 26 Août 1975



# LE TELOUA A AZEL

## Crue des 27 et 28 Août 1975



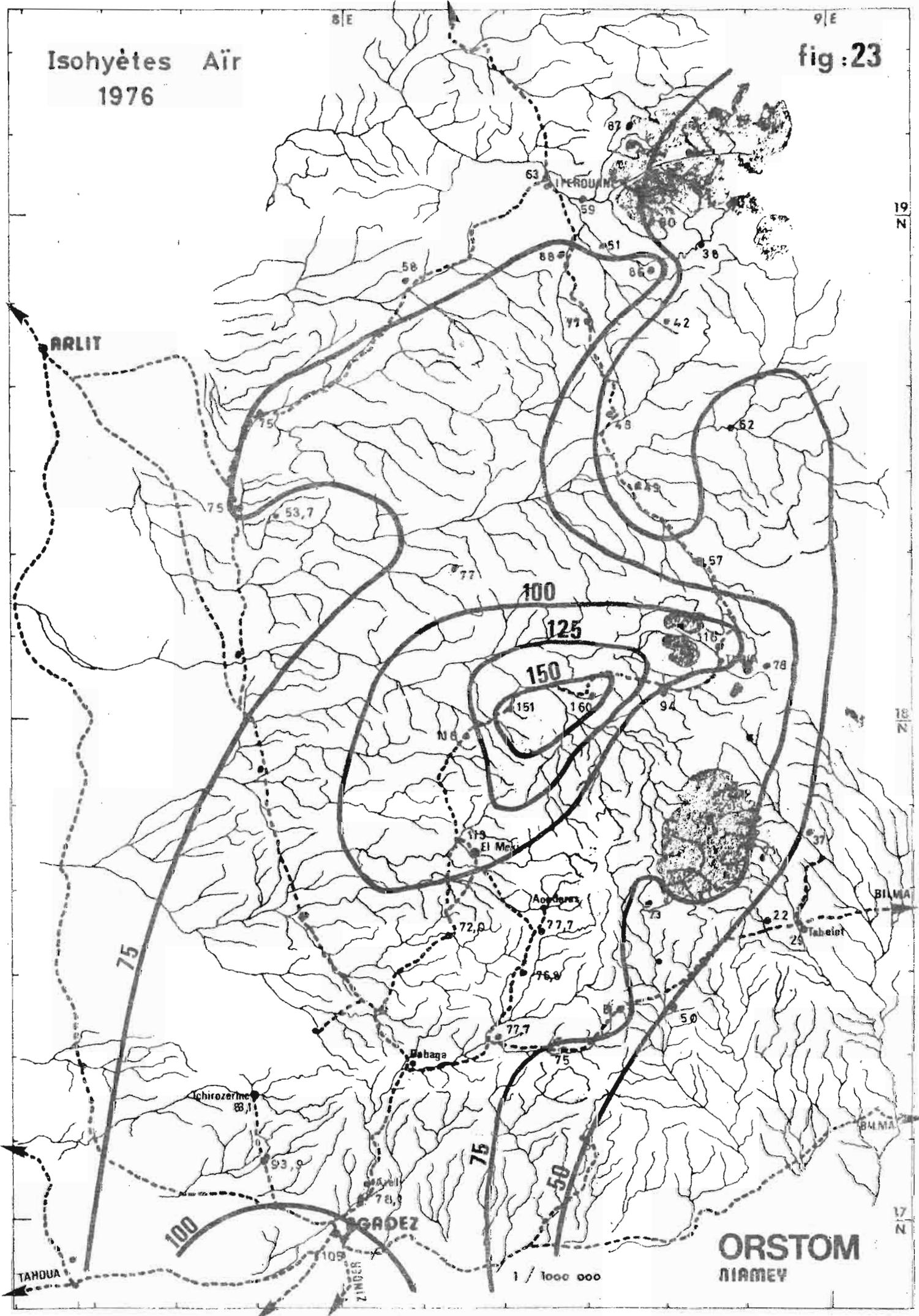


LE TELOUA à AZEL

Crue du 28 Août  
au 7 Septembre 1976

Isohyètes Aïr  
1976

fig:23



19° N

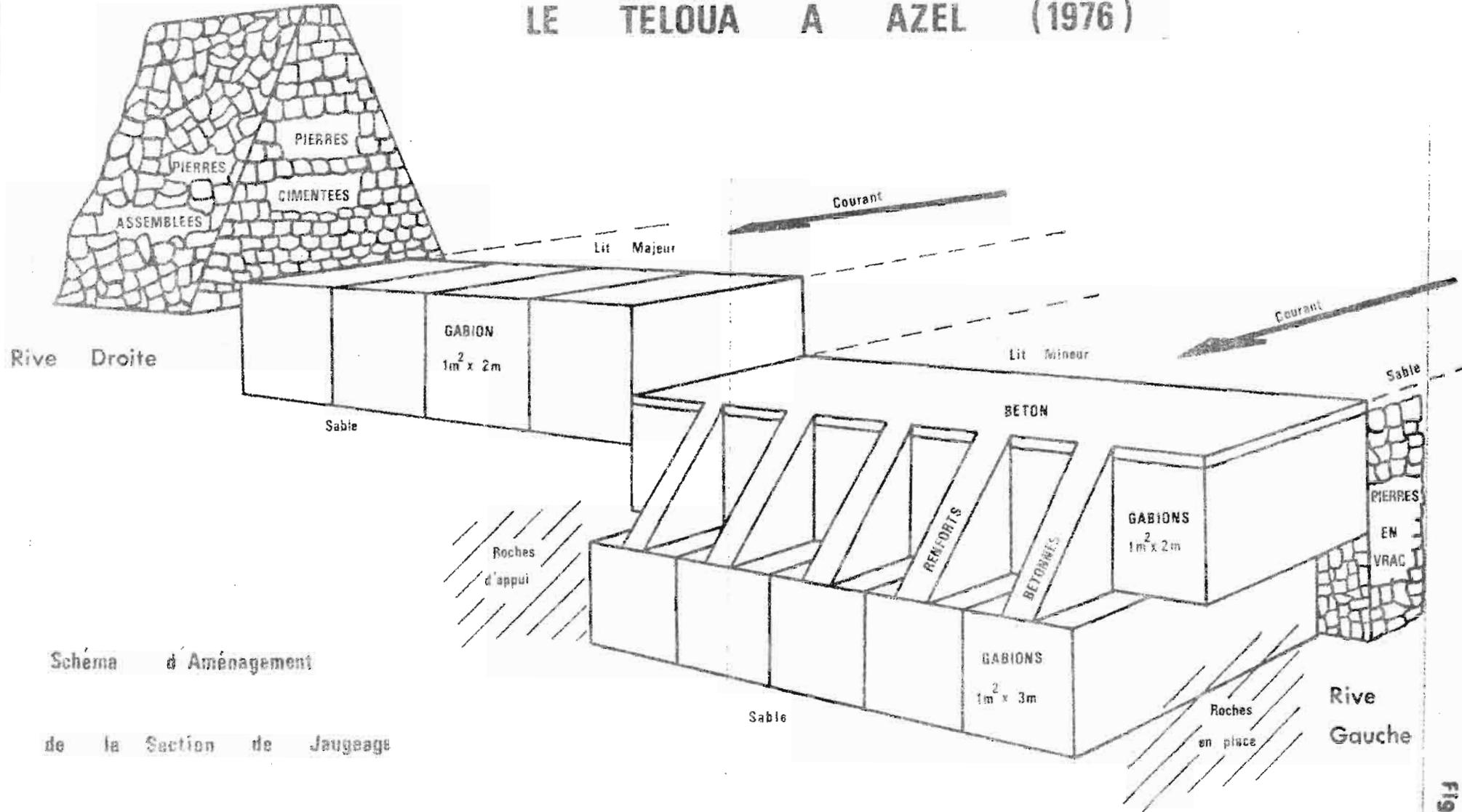
18° N

17° N

1 / 1000 000

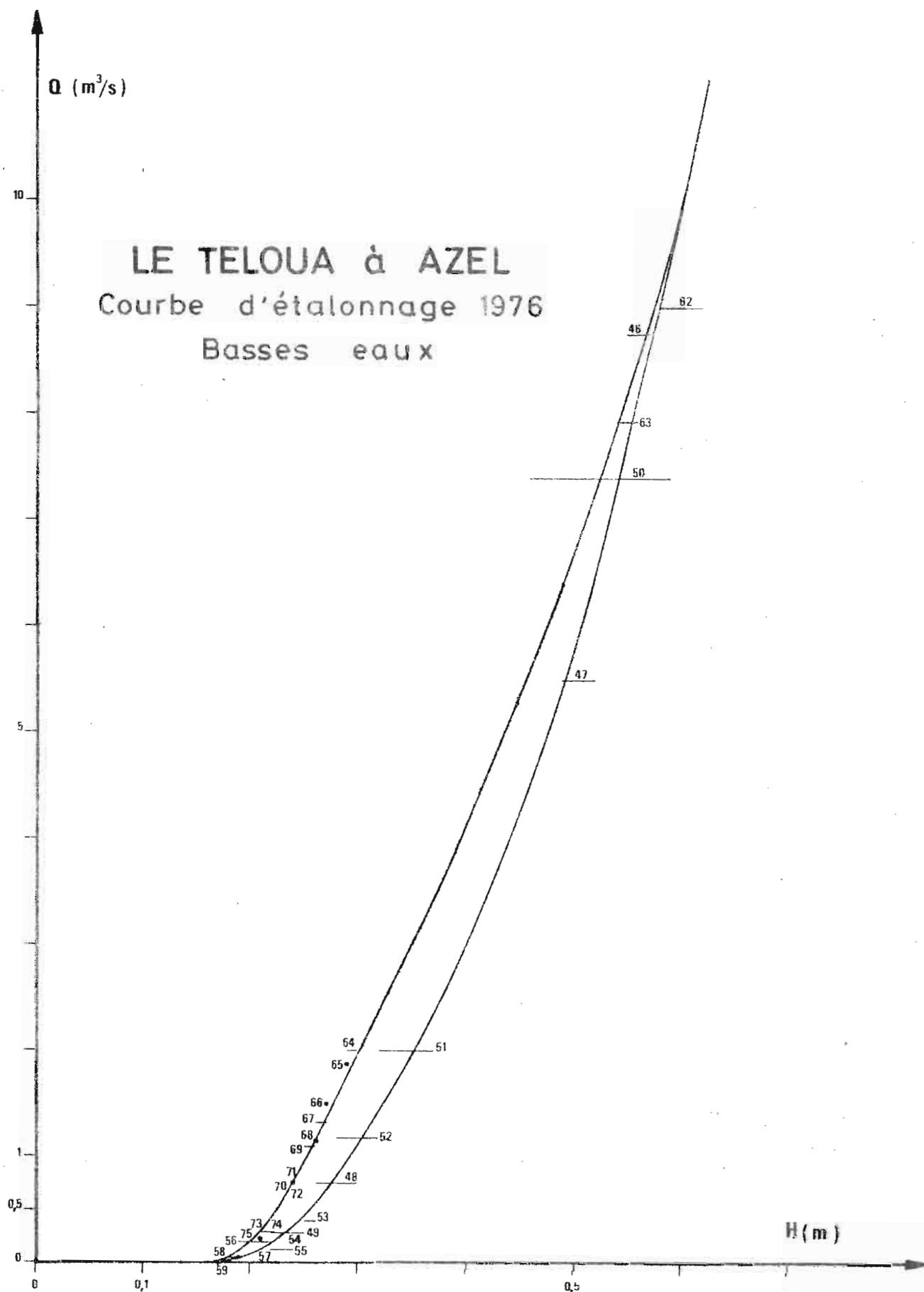
ORSTOM  
NIAMEY

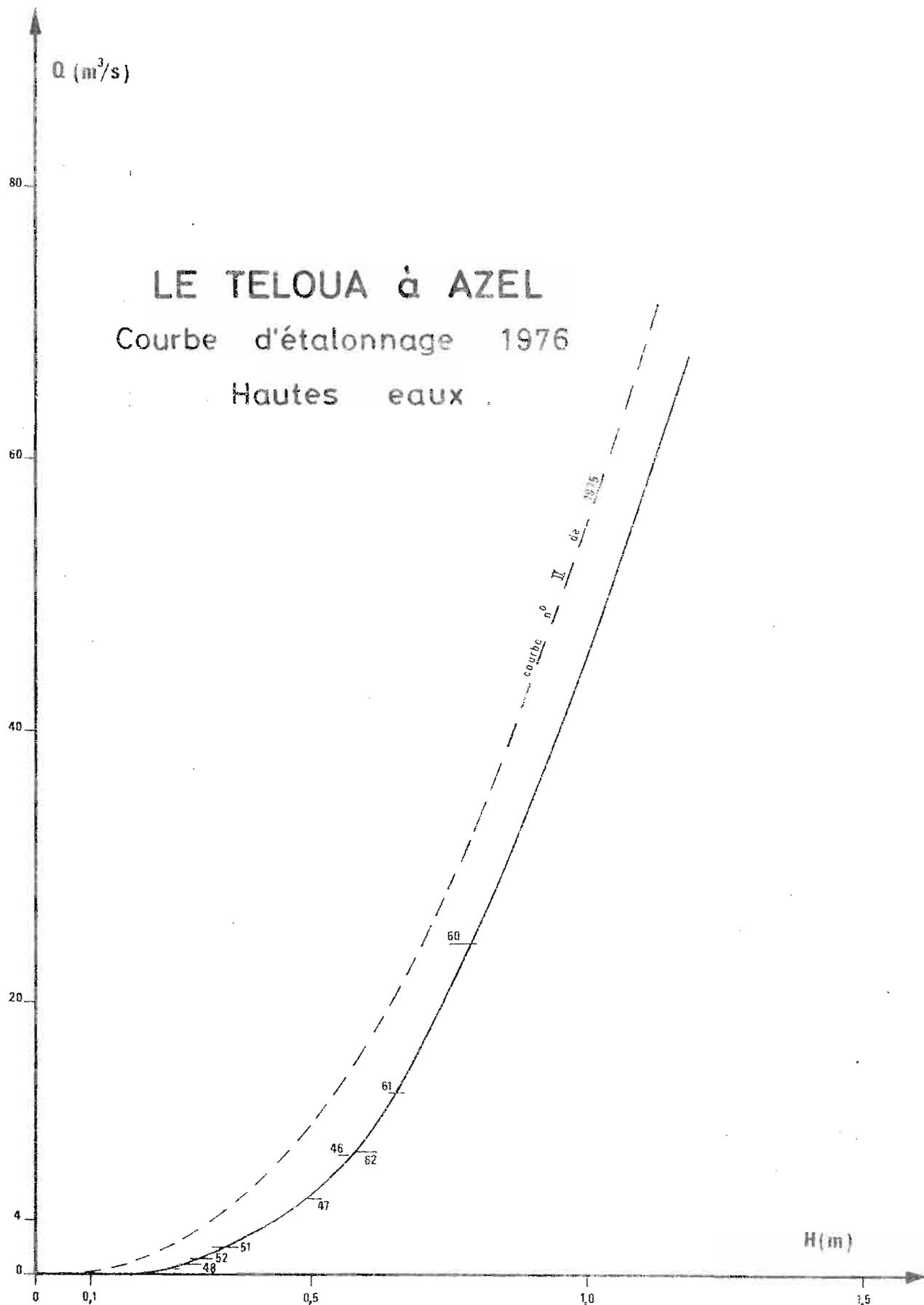
# LE TELOUA A AZEL (1976)



Schema d'Aménagement

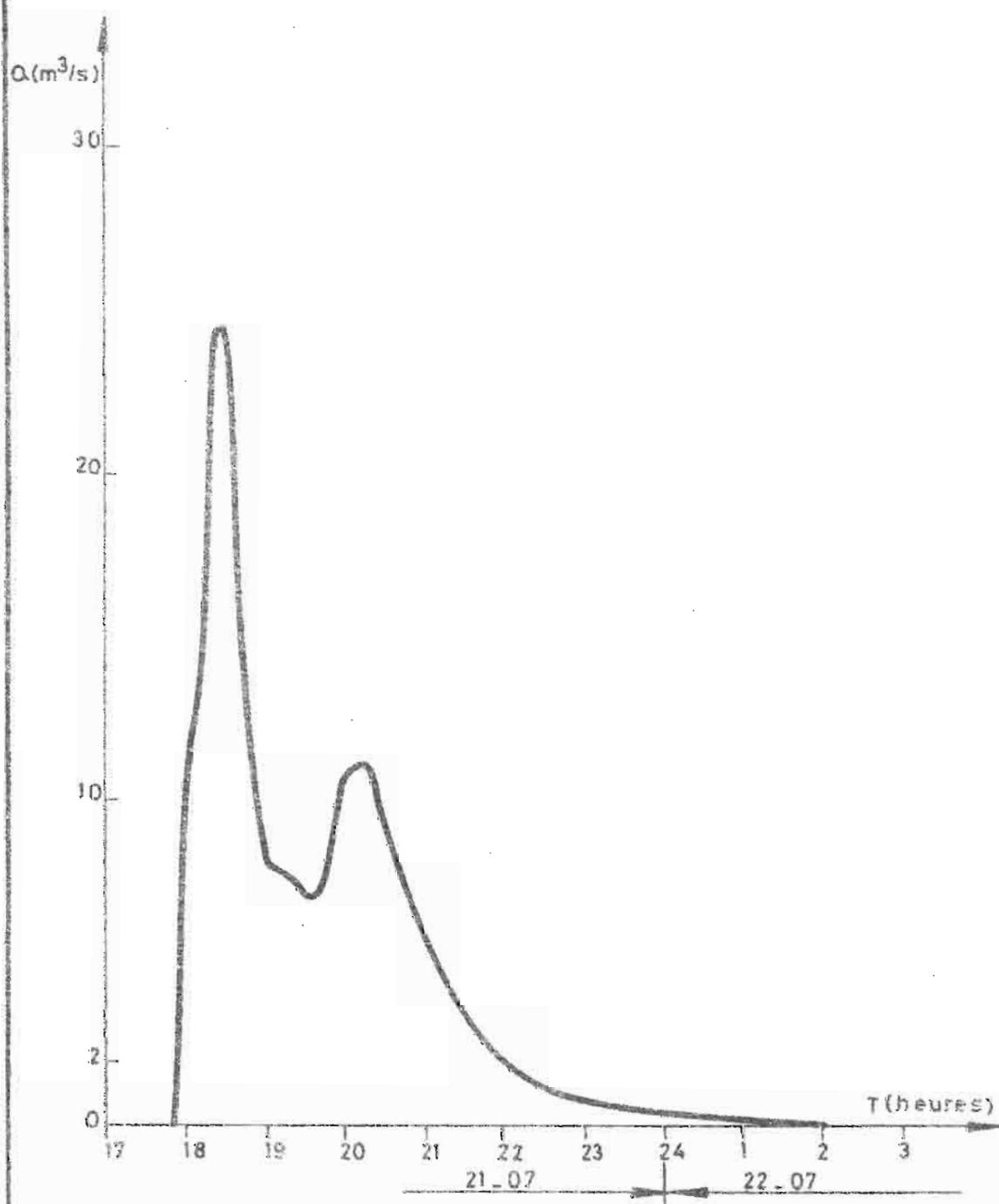
de la Section de Jaugeage





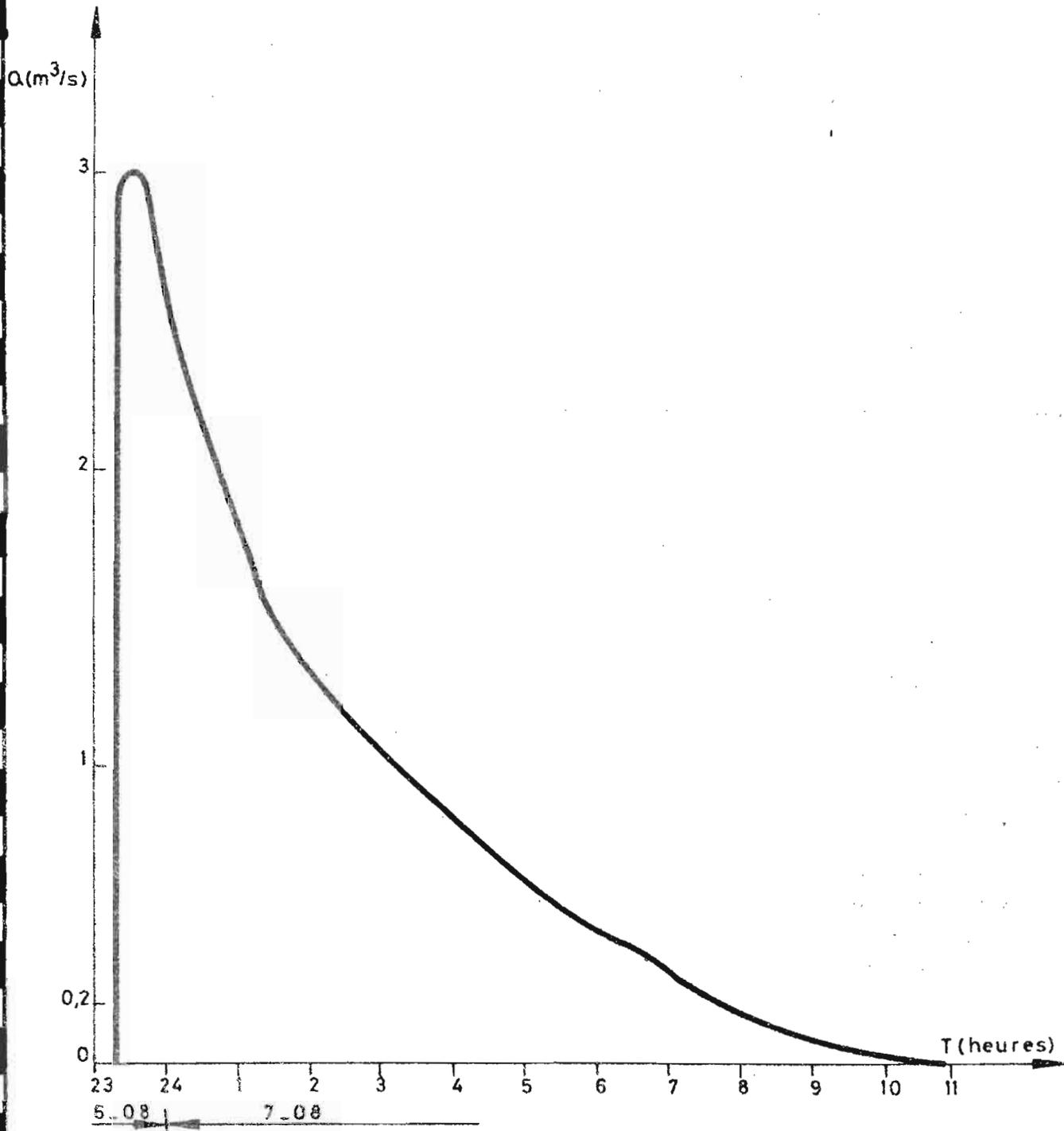
# LE TELOUA A AZEL

## Crue des 21 et 22 Juillet 1976



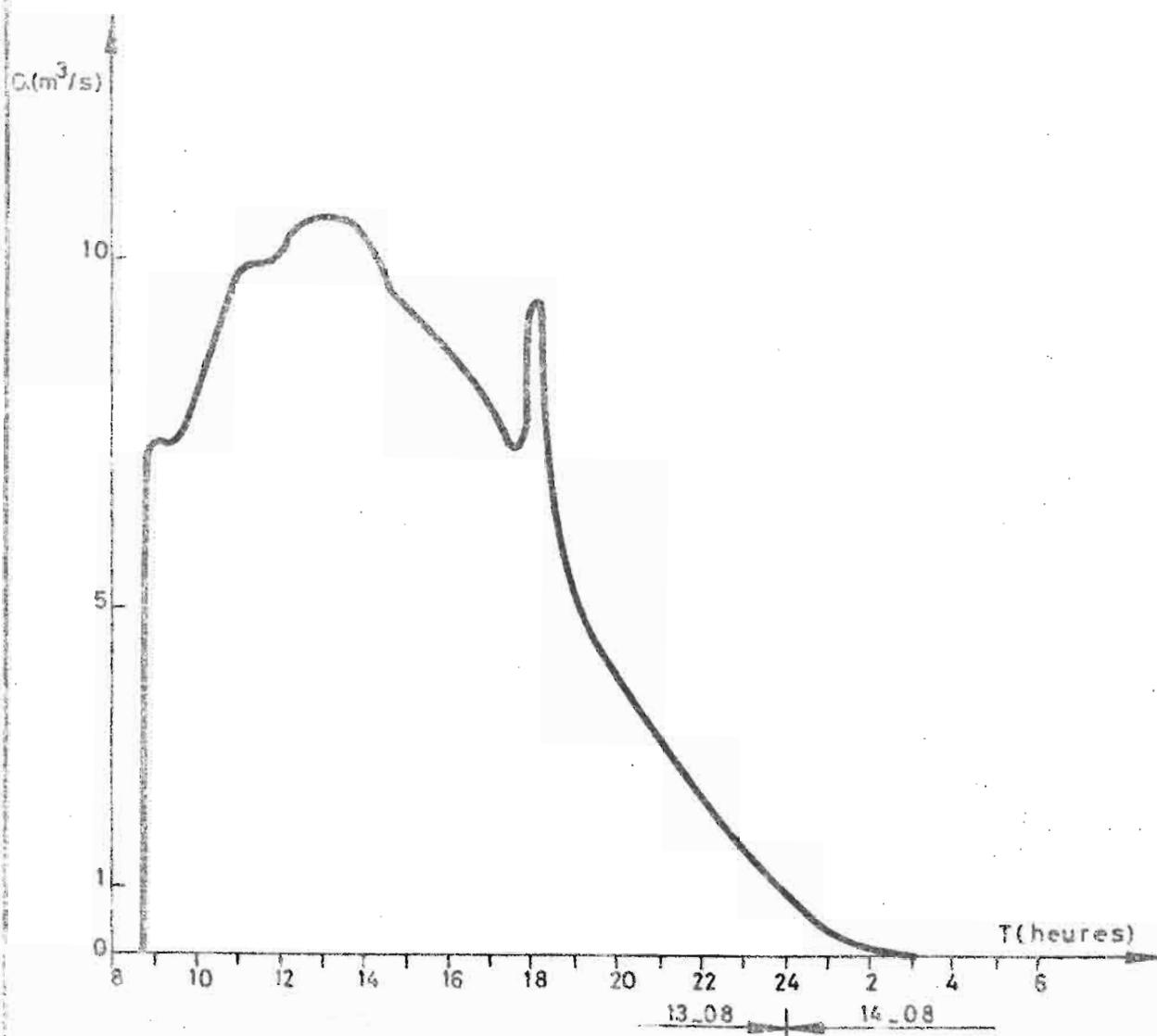
# LE TELOUA A AZEL

## Crue des 6 et 7 Août 1976

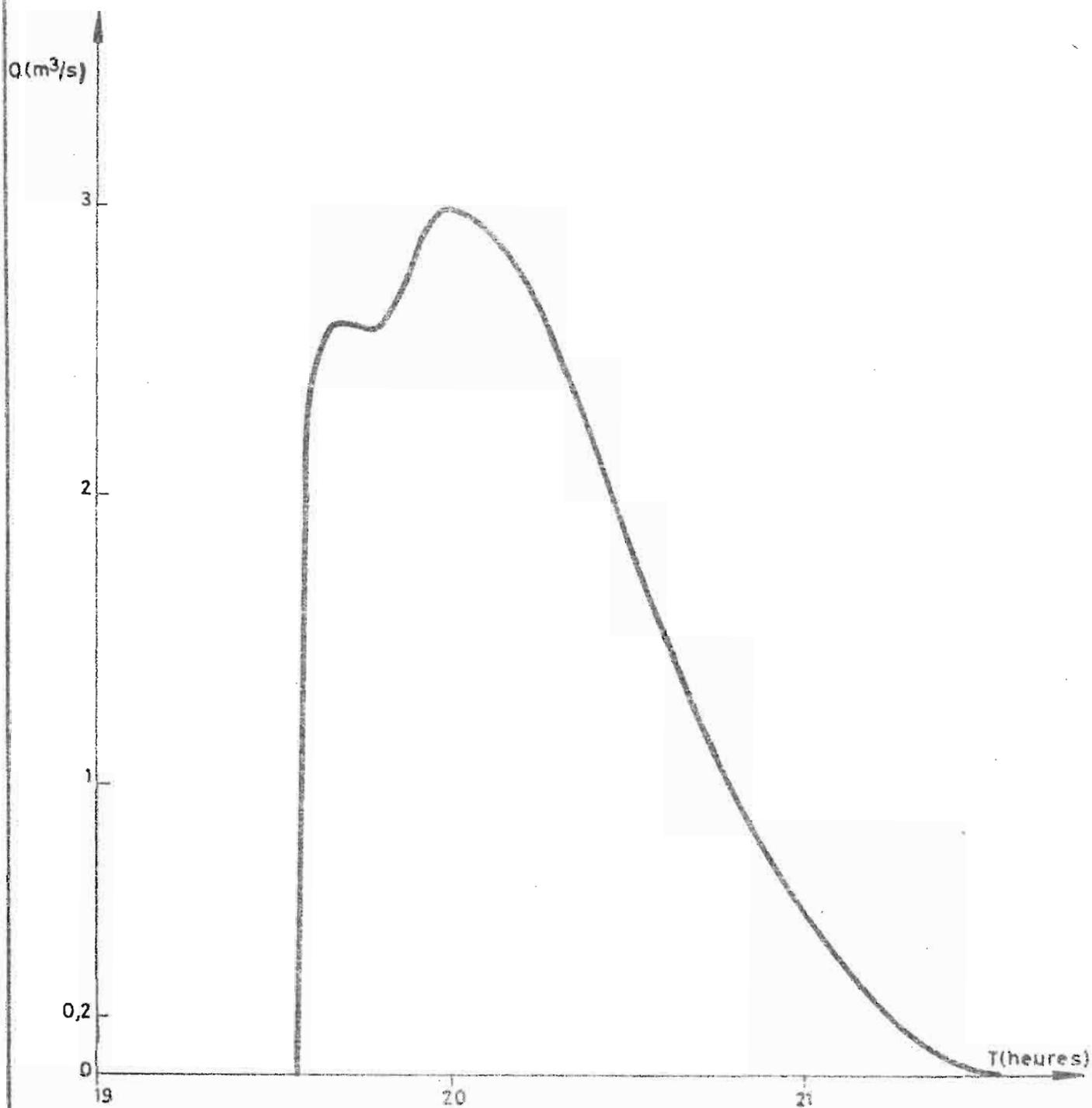


# LE TELOUA A AZEL

## Crue des 13 et 14 Août 1976

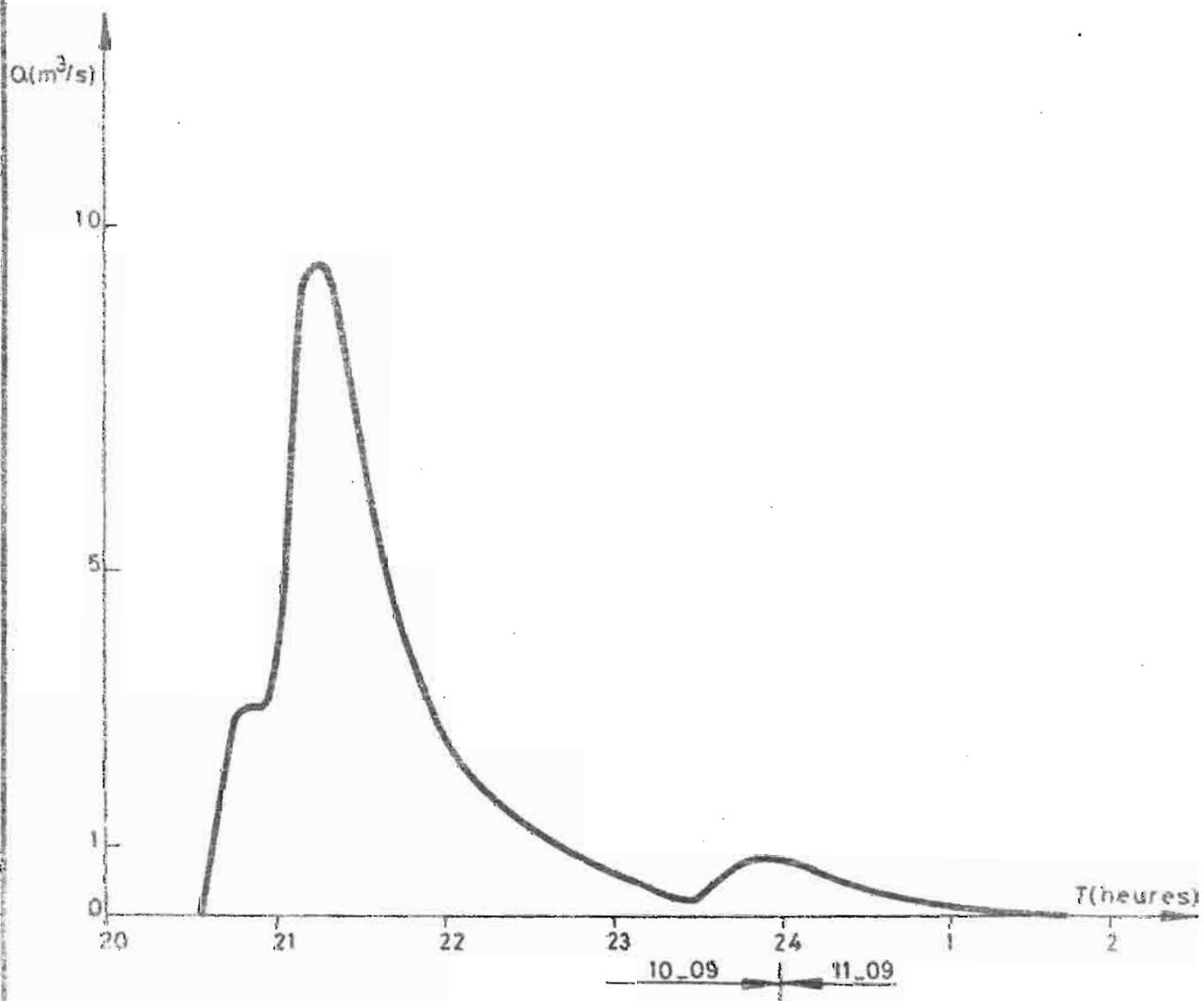


LE TELOUA A AZEL  
Crue du 9 Septembre 1976



# LE TELOUA A AZEL

## Crue des 10 et 11 Septembre 1976



# LE TELOUA A AZEL

## Crue des 11 et 12 Septembre 1976

