

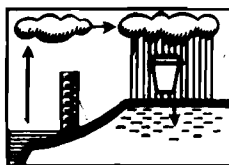
REPUBLIQUE DU NIGER
MINISTERE
DES MINES ET DE L'HYDRAULIQUE
DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE

M. HOEPPFNER
P. LE GOULVEN
J. M. DELFIEU

LA CUVETTE D'AGADEZ

Etude Hydrologique

Campagne 1977



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

MISSION DE L'ORSTOM AU NIGER



MISSION AU NIGER

REPUBLIQUE DU NIGER

ETUDE HYDROLOGIQUE

DE LA

CUVETTE D'AGADEZ

CAMPAGNE PRELIMINAIRE

par

M. HOEPPFNER

P. LE GOULVEN

J.M. DELFIEU

HYDROLOGUES de l'ORSTOM

Avril 1980

S O M M A I R E

	<u>Page</u>
1. PRESENTATION	1
2. PROGRAMMES DES OPERATIONS	2
3. ETUDE DU MILIEU	3
4. CLIMATOLOGIE	11
5. EQUIPEMENT	17
6. OBSERVATIONS ET MESURES	22
7. BILAN	29
8. CONCLUSION	35

Annexes

- liste bibliographique
- 26 figures
- 15 tableaux

CHAPITRE 1

PRESENTATION

Le Ministère Nigérien des Mines et de l'Hydraulique a demandé à l'ORSTOM d'entreprendre une étude hydrologique de la cuvette d'AGADEZ, selon les propositions qu'avait avancées Mr. ROCHE, Chef du Service Hydrologique de l'ORSTOM, dans son rapport intitulé "Etude des nappes d'infiltration des rivières de la bordure Ouest de l'Aïr" daté de 1965 (3).

Il s'agit d'étudier l'alimentation en eau de la cuvette, surface d'accumulation alluviale du kori TELOUA, en comptabilisant :

- les écoulements du TELOUA et de ses affluents,
- la pluie et l'évapotranspiration de cette cuvette,
- les variations du volume d'eau stocké dans son sol.

L'installation des stations de mesures du TELOUA sur les seuils rocheux :

- d'AZEL, en amont,
- de N'DOUNA, en aval,

a permis de réduire au minimum l'influence des écoulements souterrains de ce kori dans le bilan en eau de la cuvette.

Le présent rapport fournit les résultats obtenus à l'issue de la campagne préliminaire de mesures effectuée lors de la saison des pluies de l'année 1977.

Ces résultats concernent :

- les écoulements de surface du kori TELOUA à AZEL et à N'DOUNA,
- la pluviométrie sur le bassin du TELOUA,
- les variations des niveaux de la nappe alluviale, à l'aide des piézomètres mis en place par l'Administration.

CHAPITRE 2

PROGRAMME DES OPERATIONS

P. LE GOULVEN et J.M. DELFIEU de l'ORSTOM installent les premiers appareils dès les mois d'avril et mai 1977.

J.M. DELFIEU prend en charge la responsabilité des opérations sur l'ensemble de la cuvette le 19 juillet. M. HOEPFFNER, Chef de la Mission ORSTOM au Niger, y effectue des missions au début du mois de juillet, à la mi-août et au début d'octobre. Les données obtenues ont été analysées par P. LE GOULVEN, J.M. DELFIEU et M. HOEPFFNER.

Ce dernier a rédigé le rapport de campagne.

CHAPITRE 3

ETUDE DU MILIEU

3.1 Situation et description du milieu physique.

3.1.1 Situation

La cuvette d'AGADEZ est située dans le bassin versant du kori TELOUA, qu'encadrent les longitudes Est 7° et 9°, et les latitudes Nord 16° et 18° (figure 1).

3.1.2 Documents utilisés.

Les documents utilisés pour décrire le milieu étudié sont les suivants :

Cartes au 1/200.000e de l'I.G.N. :

- NE 32 II d'AGADEZ,
- NE 32 III de TAGUEDOUFAT,
- NE 32 VIII de TEGUIDA IN TAGAIT,
- NE 32 IX d'EL MEKI.

Cartes au 1/500.000e et au 1/1.000.000e d'AGADEZ de l'I.G.N.

Photographies aériennes de l'I.G.N. :

- d'octobre 1955 au 1/50.000e (région d'AGADEZ, TEGUIDA IN TAGAIT et EL MEKI),
- d'octobre 1957 au 1/50.000e (TAGUEDOUFAT),
- de février 1958 au 1/68.500e (AGADEZ et TEGUIDA IN TAGAIT),
- de 1965 au 1/92.500e (TAGUEDOUFAT et EL MEKI),
- du 20/2/1965 (A.O. 661/100) au 1/10.000e, couvrant le TELOUA d'ALARCES à TOUDOU,
- du 14/3/1967 (A.O. 788/100) au 1/10.000e qui concernent l'agglomération d'AGADEZ,
- du 4/6/1970 (A.O. 869/75) au 1/7.500e, pour le TELOUA entre AZEL et TOUDOU,
- du 4/12/1972 (NIG. 1750) au 1/5.000e,
- du 4/12/1972 (NIG. 18.100) au 1/10.000e pour la zone de la cuvette située sur la rive gauche du TELOUA, entre AZEL et N'DOUNA,

.../...

- du 12/12/1975 (NIG. 51.100) au 1/10.000e pour le TELOUA entre AZEL et TOUDOU.

Carte au 1/500.000e et notice explicative du BRGM (4).

Les 4 cartes au 1/200.000e d'EL MEKI, de TEGUIDA IN TAGAIT, d'AGADEZ et de TAGUEDOUFAT couvrent l'ensemble du bassin versant du kori TELOUA et ont été utilisées pour obtenir les caractéristiques physiques de ce bassin.

R. LEFEVRE et M. ROCHE ne disposaient pas de ces cartes. Les données de leurs rapports (1), (2), et (3) sont tirées des interprétations des photographies aériennes de 1955, 1957 et 1958.

Pour la description de la cuvette et des bassins adjacents, les photographies aériennes au 1/10.000e du 14/12/1972 et du 12/12/1975 ont été exploitées. Mais les deux-tiers seulement de la cuvette sont couverts par ces photos : la zone Nord-Est n'est couverte que par les photographies au 1/50.000e de 1955 et 1958.

Nous en avons tiré la carte au 1/127.500e de la figure 7, qui représente la portion du bassin du TELOUA située entre AZEL et N'DOUNA.

La figure 1 est obtenue à partir de la carte I.G.N. au 1/500.000e d'AGADEZ.

Quant à la figure 3, elle est tirée de la carte géologique de l'AÏR au 500.000e de R. BLACK.

3.1.3 Description physique.

Le kori TELOUA est un des cours d'eau les plus importants de l'AÏR, par l'abondance des écoulements et les possibilités de stockage naturel de ses apports en eau, indispensables pour permettre le développement des activités humaines, dans une région soumise à des variations pluviométriques interannuelles extrêmement fortes, caractéristiques du climat subdésertique d'AGADEZ.

Ses deux affluents principaux, l'EBEI et l'AGHAOUA, descendent tous deux du MONT TODGHA qui culmine à une altitude de 1.853 m.

A leur confluence, les superficies de leurs bassins respectifs (236 et 282 km²), et les longueurs de leurs thalwegs (39 et 45 km) sont voisins.

Le kori TELOUA reçoit ensuite sur sa rive gauche le kori OUAJOUR de direction Est-Ouest dont la superficie du bassin est de 246 km² et la longueur de 38 km.

La pente de cet affluent est plus faible que celle des deux affluents précédents.

Puis le TELOUA dévale des pentes importantes (pente moyenne de 0,5 %) entre TASGHA (kilomètre 53) et IN TEKOUFFAOUENE (kilomètre 62), pour s'apaiser avant d'atteindre DABAGA, où la superficie de son bassin est alors de 1.024 km², et sa longueur de 74 km.

Il reçoit ensuite le kori ASSA sur sa rive droite. La superficie du bassin de ce kori est de 105 km². Le TELOUA ne reçoit plus, ensuite, d'affluents dont la superficie du bassin dépasse 100 km².

La pente du TELOUA, entre DABAGA et AGADEZ, est assez régulière : 3 o/oo en moyenne le long de ces 50 kilomètres, bien que ce kori traverse des régions variées.

Entre temps, il aura passé :

- le seuil rocheux d'INDOUDOU au kilomètre 93, en amont duquel R. LEFEBVRE a implanté en 1959 la station de RAZELMAMOULNI, appelée IGHIJRANE MALONE par M. ROCHE en 1964, et IGHEZRANE MALONE ("petites vallées blanches" en tamachek), par les habitants du village en 1977. La superficie du bassin du TELOUA à cette hauteur est de 1.260 km².

- le défilé rocheux de TCHIDEYNAOUENE au kilomètre 109, où a été mise en place la station d'AZEL-VILLAGE en 1975, et qui contrôle les écoulements d'un bassin de 1.360 km² de superficie.

L'ancienne station d'AZEL-ECOLE observée en 1959, 1960 et 1964, se trouve à 4 km en amont de cette nouvelle station, et contrôle un bassin de 1.350 km².

Avant de passer devant le village d'ALARCES, le kori TELOUA reçoit sur sa rive droite quelques affluents, dont le kori AZAMELLA (61 km²) et le kori AGASSAGHAS.

Il quitte alors les massifs granitiques de l'AÏR pour atteindre les grès du TELOUA, recouverts en partie par les alluvions de son cône de déjection.

Une digue a été construite en 1976 sur la rive gauche, en amont de la Pépinière, pour enrayer les débordements de crue, qui dévastaient le quartier administratif d'AGADEZ.

Ces débordements rejoignaient le lit du kori d'ALARCES, (ou kori ARAZER MOUDERAN), qui draine un bassin de 52 km², d'après le rapport (6) du B.C.E.O.M.

Ce kori, au niveau du franchissement de la rue principale

.../...

d'AGADEZ, est à une altitude de 495 m, alors que le lit du TELOUA, au ravier de la piste SONICHAR, est à une altitude de 499 m.

Ceci explique la tendance du TELOUA à quitter son lit actuel, malgré les nombreux travaux d'endiguement de son cours en rive gauche, et à rejoindre le kori d'ALARCES. Cette dénivellée de 4 m., sur une distance de 2 km, ne peut que s'accroître avec l'augmentation du volume d'alluvions déposées annuellement par le kori TELOUA sur son cône de déjection.

A quelques kilomètres en aval d'ALARCES, le lit du TELOUA se divise en plusieurs bras.

Les deux branches principales de ce petit delta intérieur se séparent nettement au kilomètre 123.

Si le bras droit a un lit marqué, c'est qu'il y transitait jusqu'à une date assez récente (1974 semble-t-il), la majeure partie des eaux du TELOUA. R. LEFEVRE, dans son rapport (2), estimait qu'en 1960, les $3/4$ du débit du TELOUA devaient couler dans le bras droit (ou bras Nord).

C'est en aval de la traversée du TELOUA par la piste de TCHIROZERINE que le bras droit reçoit, sur sa rive droite, des affluents dont les débits ne sont pas négligeables. Mais ces apports ne suffisent pas pour approvisionner en eau les vastes zones, anciennement boisées que traverse le bras Nord.

La récente période de sécheresse a dû certainement accélérer ce déclin végétatif. Mais la perte d'approvisionnement de ce bras Nord, au profit du bras Sud, a aussi joué. Les bras Sud draine les débordements de rive gauche du TELOUA, ainsi que les eaux de ruissellement de l'agglomération d'AGADEZ, où l'urbanisation croissante augmente sensiblement l'imperméabilité des grès.

Les deux bras se rejoignent à 15 km au Sud-Ouest d'AGADEZ, au lieu dit N'DOUNA, après avoir parcouru :

- 18 km pour le bras Nord,
- 14 km pour le bras Sud.

Le TELOUA franchit ensuite plusieurs seuils rocheux, dont le dernier précède un bief rectiligne de près d'un kilomètre. La station amont de N'DOUNA a été implantée sur ce seuil de grès, comme nous le verrons plus loin. La superficie du bassin versant du kori TELOUA en amont

de cette station est de 1.635 km². Le sous-bassin limité au Nord par TCHIDEYNAOUENE et au Sud par N'DOUNA couvre une superficie de 275 km², composé de :

- 95 km² de vallée alluviale,
- 180 km² de bassins adjacents, dont :
 - 80 km² de sols développés sur granit,
 - 100 km² de sols développés sur grès.

La figure n°2 représente le profil en long du TELOUA.

Ces alluvions forment un cône de déjection sur lequel s'étaient les eaux du TELOUA. L'eau infiltrée dans ces alluvions permet :

- d'irriguer les jardins maraîchers, avec des puits creusés artisanalement jusqu'à 10 ou 15 m de profondeur,
- d'alimenter en eau l'agglomération d'AGADEZ par des forages qui atteignent le socle granitique, à 35 m de profondeur.

A ces zones alluviales, qui constituent la cuvette proprement dite, sont associés les bassins adjacents, qui couvrent une superficie totale de 180 km². Le plus important de ces bassins versants est celui du kori AZAMELLA dont la superficie de 61 km² est entièrement développée sur granit.

La tendance du TELOUA à quitter son lit et à suivre la déclivité de direction Nord-Sud est particulièrement manifeste sur le bras Sud du TELOUA, en aval d'AGADEZ.

En effet, certaines crues importantes franchissent aisément les cordons dunaires de faible amplitude qui constituent les berges de la rive gauche et, par érosion régressive, provoquent leur rupture. Ce phénomène est amplifié par la construction récente de quelques digues qui barrent la progression "normale" des écoulements.

Après avoir passé le bief de N'DOUNA, le kori TELOUA atteint la cuvette boisée de KERBOUBOU, qui couvre plus de 10 km².

Aucun lit marqué ne sort de cette cuvette. Il semble que les eaux du TELOUA ne rejoignent l'IGHAZER WAN AGADEZ, dont il est un affluent théorique, qu'en de très rares occasions.

3.2 Morphométrie.

Les caractéristiques morphométriques du bassin versant du TELOUA en amont d'AZEL ont été obtenues à partir des cartes au 1/200.000e. Elles sont données dans le tableau 1.

On remarquera que :

- les coefficients de compacité, comme les rapports des longueurs aux largeurs des rectangles équivalents sont élevés. Effectivement, comme on peut le voir sur la figure 1, le bassin relativement compact jusqu'à DABAGA s'étire ensuite vers le Sud-Ouest avec une largeur maximale de 10 km.

- aucun affluent de superficie supérieure à 100 km² ne conflue avec lui après TASAM-SALAM, en aval de son confluent avec le kori ASSA.

- sa pente globale est de 3,5 m/km, proche de la valeur atteinte entre DABAGA et AZEL (3 m/km).

3.3 Hypsométrie.

On voit sur le tableau 1 et sur la figure 2 bis que l'altitude moyenne est de 775 m, et que 97 % de sa superficie se trouvent à une altitude inférieure à 960 m.

3.4 Géologie (figure 3)

La majeure partie du bassin supérieur du TELOUA est occupée par une formation de gneiss, celle de TAFOURFOUZETE.

Les basaltes affleurent dans le Nord du bassin. Ils proviennent d'anciens volcans entourant le mont TODGHA.

Les cônes sont composés de cendres et de bombes volcaniques, la lave étant disposée à la base.

Les granits apparaissent sur le bassin de l'OUAJOUD, ainsi que sur le parcours inférieur du TELOUA, où ils sont associés à des gneiss. Une intrusion de grès apparaît en amont d'AZEL. Ces grès du TELOUA sont prédominants en aval d'ALARCES, où se fait le contact en surface avec le granit. Il semble d'ailleurs que de nombreuses failles importantes, nettement visibles sur les photographies aériennes, soient situées à ce niveau, avec une direction perpendiculaire à celle du TELOUA. Son lit composé de dépôts alluvionnaires de plus en plus fins, s'élargit d'amont en aval pour atteindre une largeur de 5 km, avant de se rétrécir brusquement à quelques centaines de mètres, au niveau du seuil de grès de N'DOUNA.

Le socle granitique, affleurant la surface au niveau d'AZEL, s'enfonce régulièrement d'amont en aval pour atteindre 30 à 40 m au droit d'AGADEZ. Les sondages effectués par la C.G.G. et le B.R.G.M. en aval d'AGADEZ ont montré que ce socle se trouvait à 65 m sur la piste d'INGALL, à 22 km au Sud-Ouest d'AGADEZ, et à 200 m à 15 km au Sud d'AGADEZ sur la piste de TANOUT.

.../...

Nous verrons plus loin les résultats des sondages effectués par l'OFFEDS sur la cuvette en 1977.

3.5 Sols et végétation.

Les sols et la végétation qui se sont développés sur le bassin du TELOUA sont ceux que l'on retrouve dans la plupart des vallées de l'AÏR et que la SOGETHA a décrits dans son rapport (5).

La zone montagneuse, caractérisée par un ruissellement intense, est couverte de sols minéraux bruts soumis à une forte érosion. Seule une maigre végétation peut se développer dans les anfractuosités. Il s'agit de quelques plantes herbacées, (ARISTIDA, PANICUM, PENNISETUM), et, plus rarement, de quelques touffes d'épineux (ACACIA).

Les eaux de ruissellement s'accumulent ensuite dans les zones de piémont, incisées par des vallées au fond desquelles se développent des matériaux terreux de texture sableuse à sablo-limoneuse qui permettent le jardinage, en particulier entre DABAGA et AZEL. La rétention possible des eaux dans la zone de piémont permet le développement des plantes suivantes : LEPTADENIA, CALOTROPIS PROCERA, ZIZIPHUS, ACACIA,...

Le long des koris rocailleux, on peut trouver des ACACIAS, des ZIZIPHUS, des MAERUA et des BALANITES.

Ensuite, nous trouvons à partir d'AZEL une série de terrasses anciennes fossilisées où les lits des koris sont peu marqués.

Les matériaux superficiels de nature graveleuse constituent un "reg" sans végétation. Les ravines sont comblées de matériaux sableux qui permettent le développement de quelques arbres. On observe aussi des placages éoliens constituant des voiles peu épais portant une maigre végétation.

Les accumulations sableuses retiennent l'eau pendant quelques temps et permettent le développement :

- d'une végétation annuelle herbacée à très court cycle végétatif (ARISTIDA)
- des vivaces très résistantes (CYMBOPOGON, SCHOENANTHUS, CORNULACA,...)

En aval de ces terrasses se trouvent les glacis de dénudation caractérisés par une surface d'accumulation alluviale légèrement inclinée, qui présente deux formes de modelés :

- les surfaces d'écoulement des eaux sur lesquelles la végétation est la plus développée : formation arbustive très dense (ACACIAS, CALOTROPIS, ZIZIPHUS, SALVADORA,...) de type galerie et tapis herbacé vivace avec graminées et légumineuses (PULICARIA) qui subsiste longtemps pendant la saison sèche grâce à la persistance d'une humidité en profondeur,

- sur les zones d'épandage, recouvertes par une végétation annuelle spécifique, bien représentée par SCHOUWIA SCHIMPERI, recherchée pour le pâturage des chameaux, et par ARISTIDA MUTABILIS, qui constitue la paille des saisons sèches,

- les zones de ruissellement, caractérisées par un aspect glacé dû à la présence en surface d'une croûte d'évaporation qui facilite le ruissellement. Aucune végétation ne s'y développe.

Sur le cône de déjection, on rencontre, d'amont en aval :

- des sables particuliers, souvent graveleux, avec parfois des galets reposant sur des grès altérés, aux extrémités Nord-Ouest et Sud-Est de la cuvette,

- des alternances de sables et de limons en plaquettes sur un fond argilo-sableux à argilo-limoneux,

- une dominance de limon argileux à argilo-limoneux, à intercalations de sables peu importantes (12).

En général, la végétation, sous ces climats, et avec des apports en eau non négligeables, mais très limités dans le temps, est caractérisée :

- soit par sa fugacité : les plantes annuelles apparaissent dès les premières pluies et accomplissent très rapidement leur cycle végétatif avant que le sol ne se dessèche,

- soit par son adaptation aux longues périodes d'aridité; les plantes vivaces entrent en dormance par dessiccation de leurs organes aériens pendant les longues périodes de sécheresse.

Mais elles ont besoin toutes deux de ressources en eau, si maigres soient-elles. Celles-ci étant très largement dispersées, la végétation est aussi très irrégulièrement répartie. Les plantes rencontrées sont celles des pays secs, avec un système racinaire très développé et un système aérien très limité.

Mais en règle générale, l'action de la végétation se réduit pratiquement à la fixation des voiles sableux et des berges des koris et n'oppose pas de résistance notable aux écoulements, sauf en période de crue exceptionnelle, lorsque les eaux de débordement inondent les jardins qui bordent le lit.

CHAPITRE 4

CLIMATOLOGIE

4.1 Régime climatique.

Le régime climatique de l'AÏR est subordonné au mouvement du Front Inter Tropical (F.I.T.), zone de contact entre les masses d'air humide venues du Golfe de Guinée, au Sud-Ouest, et les masses d'air sec saharien du Nord-Est.

Ce F.I.T. suit, avec un retard d'un mois environ, le mouvement apparent du soleil entre les 2 tropiques. Des pluies importantes relevées dans l'AÏR ont lieu d'avril à octobre, mais les hauteurs mensuelles les plus fortes sont obtenues en général en juillet et surtout en août.

Quelques pluies, très faibles, ont été relevées certaines années de novembre à mars. Elles sont dues vraisemblablement à des incursions du Front Polaire.

4.2 Station d'AGADEZ.

Cette station a été mise en place en août 1921. Elle est située sur la bordure Sud-Ouest du massif de l'AÏR, fait partie du bassin versant du TELOUA et se trouve en limite Sud-Est de la cuvette. C'est la seule station climatologique de longue durée de l'AÏR avec celle d'IFEROUANE.

Quelques stations nouvelles ont été installées dans la région depuis quelques années, à ARLIT (SOMAÏR), TIN TELLOUST (OXFAM) et TIN TEBESKINE (EIRENE). Mais leurs durées d'observation sont inférieures à 10 ans.

Mise en place en août 1921 dans l'enceinte du Cercle en tant que station pluviométrique simple, elle a été transportée en avril 1926 dans la concession de la Radio Fédérale, au Nord-Ouest de la ville, près de l'ancien aérodrome. Au pluviomètre primitif a été adjoint alors un abri météorologique. Ses coordonnées étaient :

- 16° 59' N

- 7° 50' E

-498,37 m

.../...

Pendant une courte période, d'octobre 1942, date à laquelle elle acquit définitivement son statut de station synoptique, à février 1943, elle était de nouveau replacée en ville, à l'emplacement de l'ancien Cercle.

La station a été implantée dans son site actuel en janvier 1966, près du nouvel aérodrome, avec les coordonnées suivantes :

- 16°59' N
- 7°59' E
- 502,018 m

On remarque quelques lacunes dans les relevés de cette station en 1931, 1932, 1933, 1938 et 1942. Les moyennes des données météorologiques mensuelles ont été calculées sur les périodes 1951-1960 et 1961-1970.

On ne remarque pas de variations significatives de ces données entre les moyennes des 2 périodes :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
T(°C)moy.													
1951-1960	20,1	22,7	27,1	30,7	33,0	33,0	31,3	29,8	30,7	29,2	24,4	20,7	27,7
1961-1970	20,2	22,7	27,0	30,6	33,1	33,4	31,4	29,8	30,7	29,4	24,4	21,0	27,0
H (%)moy.													
1951-1960	26	20	19	17	23	29	46	57	42	26	27	27	30
1961-1970	24	20	19	17	22	29	43	57	41	25	25	25	29

T et H étant les moyennes interannuelles des moyennes obtenues à partir de 8 observations quotidiennes.

Le tableau 2 donne les valeurs mensuelles, pour la période 1961-1970, de :

la température de l'air, en ° C

- T_{xx} : maximum absolu,
- T_x : moyenne interannuelle des maximums absolus mensuels,
- $\overline{T_x}$: moyenne interannuelle des moyennes mensuelles des maximums journaliers,
- $T_{moy.}$: moyenne interannuelle des moyennes mensuelles obtenues à partir de 8 relevés par jour,

.../...

- $\overline{T_N}$: moyenne interannuelle des moyennes mensuelles des minimums journaliers,
- T_N : moyenne interannuelle des minimums absolus mensuels,
- T_{NN} : minimum absolu.
- l'évaporation sur bac classe A, E_B^A , en mm, de 1969 à 1977 (le bac n'a été installé qu'en octobre 1968),
- l'évaporation sur tube Piche, E_p , en mm,
- la durée de l'insolation I, en heures,
- l'humidité de l'air, en % :
 - H_x : maximum absolu,
 - $\overline{H_x}$: moyenne interannuelle des maximums absolus mensuels
 - $H_{\text{moy.}}$: moyenne interannuelle des moyennes journalières obtenues avec 8 observations quotidiennes,
 - $\overline{H_N}$: moyenne interannuelle des minimums absolus mensuels,
 - H_N : minimum absolu.

Les variations mensuelles de ces valeurs sont portées sur la figure 4.

Au vu de cette figure, nous pouvons distinguer 3 types de saisons :

- la saison froide, de novembre à mars, pendant laquelle :
 - les humidités et les températures sont les plus faibles,
 - la pluviométrie est très faible, et nulle 9 années sur 10,
 - les vitesses du vent, de direction NE-SO, sont maximales,
- la saison chaude, d'avril à juin.

Au cours de cette période tombent les premières pluies d'origine méridionale. Les températures et les évaporations sont maximales. Par contre, la force du vent diminue.

- la saison des pluies, de juillet à septembre, pendant laquelle tombent 90 % de la pluie annuelle. De ce fait, les humidités sont fortes, et les évaporations relativement plus faibles.

Les valeurs obtenues au cours du mois d'octobre sont celles de la saison chaude : fortes évaporations et faibles humidités, avec une pluviométrie interannuelle très faible, de l'ordre du millimètre. Pendant toute l'année, la durée d'insolation est pratiquement constante, de l'ordre de 9 à 10 heures par jour.

.../...

4.3 Homogénéisation des pluies annuelles d'AGADEZ.

Nous avons vu que la situation de la station d'AGADEZ avait évolué de 1921 à 1977. Pour vérifier l'homogénéité de la série des hauteurs de pluie annuelles à cette station, nous avons utilisé la méthode des pluies cumulées, en utilisant les données des stations pour lesquelles nous avons une longue période d'observation commune.

Le réseau pluviométrique de l'AÏR n'est pas assez dense, ni assez ancien ou durable pour comparer valablement les pluies cumulées d'AGADEZ avec celles d'une station assez proche pour être soumise au même régime pluviométrique.

Dans ces conditions, nous admettons que les pluies cumulées d'IFEROUANE et de BILMA peuvent être comparées à celles d'AGADEZ. Nous avons en effet :

- 34 années communes entre IFEROUANE et AGADEZ (1940 et 1941, 1943 à 1970 et 1974 à 1977),
- 52 années communes entre BILMA et AGADEZ (1923 à 1925, 1927, 1929 à 1941, 1943 à 1977).

Les courbes obtenues sont représentées sur la figure 5.

Nous remarquons que, pour le couple AGADEZ-IFEROUANE :

- deux discontinuités apparaissent très nettement en 1954 et 1961,
- les pentes des segments 1940-1954 et 1961-1977 sont sensiblement égales,
- la pente du segment 1954-1961 est inférieure de moitié à celle des deux segments précédents.

Avec le couple AGADEZ-IFEROUANE, nous retrouvons :

- les mêmes cassures, en 1954 et 1961,
- la même proportion entre la pente du segment 1954-1961 et celle des segments 1943-1954 et 1961-1977.

Par contre, la courbe de pluies cumulées entre IFEROUANE et BILMA est une droite, pour la période 1949-1977.

Il semble donc que les pluviométries relevées entre 1954 et 1961 à la station d'AGADEZ sont deux fois plus importantes que celles qui y sont effectivement tombées au cours de cette période.

Nous n'avons pu trouver de raisons à cette hétérogénéité.

Mais, dans son rapport (1), R. LEFEVRE note que les hauteurs relevées en 1959 à la station pluviométrique de l'ORSTOM étaient bien inférieures à celles de la station météorologique alors que ces deux stations étaient distantes de moins de 500 m.

En particulier pour l'averse du 23 juillet 1959, les hauteurs étaient respectivement de 11,7 et de 33,2.

Par contre, les courbes de double masse entre les postes d'AGADEV d'une part, TANOUT et INGALL d'autre part, sont relativement satisfaisantes : aucune discontinuité n'apparaît, en particulier vers 1954-1961. Ces postes sont situés respectivement à 240 km vers le Sud et à 110 km vers le Sud-Ouest d'AGADEV.

Et les pluviométries interannuelles à ces deux postes :

- 284,1 mm à TANOUT en 34 ans (1939 à 1964, 1969, 1971 à 1977),
- 174,5 mm à INGALL en 17 ans (1954, 1956 à 1961, 1964 à 1971, 1973, 1977),

sont plus proches de celles d'AGADEV, et moins soumises à de fortes variations interannuelles.

Dans ces conditions, on peut tout de même prendre en compte les hauteurs relevées à AGADEV entre 1954 et 1961, à l'exception de la hauteur relevée en 1959, qui sera remplacée par celle qu'a obtenue l'ORSTOM à la station voisine (164,2 mm pour la période commune d'observation, du 23 juillet à la fin de la saison des pluies, ou 172,3 mm pour l'année complète).

4.4 Pluviométrie annuelle.

La loi de GAUSS correspondant à ces hauteurs admet l'équation suivante pour la droite d'HENRY :

$$u = \frac{P - 153,5}{57,6}$$

Et leur ajustement statistique à une loi de GALTON donne la relation suivante : $y = \frac{1}{0,159} \log \frac{P + 206}{355}$ par la méthode des moments.

Les hauteurs annuelles, pour certaines fréquences au dépassement, sont les suivantes :

F	0,01	0,02	0,05	0,10	0,50	0,90	0,95	0,98	0,99
P (mm)	307	286	255	229	149	83	67	49	39

De fait en 56 ans d'observations :

- la hauteur de 286 mm n'a été dépassé que 2 fois, en 1958 et 1953,
- aucune hauteur n'est inférieure à 49 mm, sinon celle de 1970 (39,7 mm),
- la hauteur de 149,7 mm obtenue en 1965 a une fréquence expérimentale de 0,500.

Nous pouvons remarquer, d'autre part, que la pluviométrie moyenne calculée sur les dix dernières années, entre 1968 et 1977, n'est que de 97,3 mm alors qu'elle est de 135,5 mm entre 1922 et 1977.

En effet, au cours de la dernière décennie, seule la hauteur obtenue en 1968 (165,1 mm) est supérieure à 150 mm. Et, depuis 1963, les hauteurs moyennes interannuelles décroissent régulièrement de 170,9 mm à 155,5 mm.

De plus la valeur de fréquence décennale sèche (83 mm) n'a pas été dépassée 4 fois en 10 ans :

- en 1970 (39,7 mm hauteur de fréquence centenaire),
- en 1977 (70,7 mm),
- en 1972 (73,9 mm),
- en 1969 (81,6 mm).

C'est dire que les hauteurs obtenues à AGADEZ depuis une dizaine d'années sont exceptionnellement faibles. Aucune décennie n'a connu de moyenne aussi faible depuis 1921.

4.5 Pluviométrie journalière.

Les pluies journalières relevées à la station météorologique d'AGADEZ entre 1922 et 1941, en 1943 et entre 1945 et 1975 ont été ajustées à une loi de PEARSON III.

Nous n'avons pas modifié les hauteurs journalières relevées entre 1954 et 1961.

Nous obtenons les résultats suivants pour des fréquences au dépassement F :

F	0,50	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01
P (mm)	27	43	50	57	67	74

La hauteur journalière maximale a été relevée le 11/8/1954 :
65,6 mm.

Les valeurs suivantes sont obtenues :

- le 31/7/1940 (62,0 mm),
- le 19/8/1961 (57,7 mm),
- le 30/7/1967 (49,8 mm).

Aucune hauteur exceptionnelle n'a été relevée depuis 1968 :
la hauteur la plus importante a été observée le 20/8/1971 : 33,7 mm
seulement.

CHAPITRE 5

EQUIPEMENTS

5.1 Pluviométrie.

5.1.1 Cuvette d'AGADEZ.

Le matériel commandé pour la saison des pluies n'a pu être livré à temps. Nous n'avons donc pu obtenir toutes les hauteurs de pluie annuelles que nous aurions souhaité avoir sur la cuvette en 1977.

La totalité des pluviographes et des pluviomètres, dont l'installation avait été prévue pour mai 1977, a été installée en août 1977, suivant le dispositif indiqué sur les figures 1 et 7.

Nous avons les pluviométries totales d'AZEL, au pluviographe P E 1 d'AGADEZ, à celui de la Météorologie Nationale et de N'DOUNA.

Les dates et lieux d'installation des autres appareils sont les suivants :

- P E 4 le 30/7/1977 à N'DOUNA, sur la rive droite du TELOUA,
- P E 3 le 22/8/1977 à ALOUET, entre les piézomètres N7 et N8, sur la rive droite du bras Sud,
- P E 2 le 24/8/1977 à ALARCES, sur la rive gauche du TELOUA, entre AZEL et AGADEZ,
- P 7 le 30/8/1977 au départ de la piste chamelière de KERBOUBOU, près d'AGADEZ,
- P 8 et P 9 et P 10 le 26/8/1977 sur la bordure Sud de la cuvette,
- le 7/9/1977 :
 - P 5 et P 6 entre ALARCES et AGADEZ,
 - P 11, P 12 et P 13 sur la rive droite du bras Nord (P 11 et P 12 sur la piste de TCHOROZERINE).

Les coordonnées de ces postes obtenues sur les cartes au 1/200.000e de l'I.G.N., sont données sur le tableau 4.

Ainsi, au cours de cette saison des pluies :

- 4 pluviographes de marque PRECIS-MECANIQUE, à augets basculeurs, de 400 cm² dont un à rotation journalière (AZEL) et 3 à rotation hebdomadaire,

.../...

- 9 pluviomètres "Association" de 400 cm² de surface, ont été installés sur la cuvette.

5.1.2 Haut-bassin du TELOUA.

Dès le mois de mai 1977 un certain nombre de récipients ont été mis en place sur le haut-bassin du TELOUA, en amont d'AZEL, pour obtenir des informations sur la genèse des crues observées à AZEL.

6 totalisateurs ont été installés à partir du 11 mai :

- P 12 à DABAGA,
- P 13 près de TASGHA, au croisement de la piste de TABELOT avec celle d'AOUDERAS, en amont du confluent du kori OUAJOURD avec le kori BEDEÏ,
- P 24 à INTEDEÏNI, sur le bassin du kori OUAJOURD, le long de la piste de TABELOT,
- P 23, en limite Est des bassins du TELOUA et de l'OUAJOURD, près du mont TCHIGUERFANE, à EDIKEL,
- P 14, à TAOUSSAT-M'BEDEÏ, sur la piste d'AOUDERAS,
- P 22, à EFFERI N'KASSAKA au croisement de la route d'ELMEKI avec celle d'AOUDERAS.

Les coordonnées de ces totalisateurs sont données dans le tableau 4, et leur position indiquée sur la figure 1.

5.2 Hydrométrie.

Deux stations hydrométriques ont été suivies particulièrement au cours de cette année. Il s'agit des stations d'AZEL et de N'DOUNA, qui contrôlent les entrées et les sorties du kori TELOUA dans la cuvette.

5.2.1 AZEL (au lieu-dit TCHIDEYNAOUENE)

La station hydrométrique du TELOUA à AZEL avait été implantée en mai et juin 1975 par P. LE GOULVEN et G. DELFIEU grâce à un financement de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique Française (D.G.R.S.T.), avec l'accord du Directeur du Service du Génie Rural du Niger.

Les résultats recueillis sur cette station par l'ORSTOM en 1975 et 1976 sont donnés dans le rapport (13).

Le profil en travers de la figure 8 illustre assez bien l'intérêt que présente le site de cette station, que M. ROCHE avait préconisé dans son rapport (3) dès 1965.

En effet :

- la largeur du lit majeur y est inférieure à 100 m, alors qu'en amont comme en aval de ce site, les largeurs dépassent 150 m,
- les berges granitiques sont abruptes et particulièrement stables,
- de nombreuses roches en place permettent d'asseoir solidement les gabions implantés dans le lit pour le stabiliser.

En effet, deux couches de 20 gabions de 2 et 3 m³ ont été disposées dans le lit mineur comme le précise la figure 8. D'autre part, une couche de 10 gabions a été mise en place en rive droite, dans le lit majeur, et prolongée par une digue en enrochements de 30 m³.

Cet ensemble de gabions est maintenu en place en amont et en aval par des blocs d'enrochement cimentés, liés aux roches en place.

Enfin, ces gabions sont recouverts d'une légère couche de ciment, afin que les branches et les troncs d'arbres que transporte le TELOUA ne les éventrent pas. Cet équipement permet de maintenir le lit du kori à un niveau constant et d'obtenir un contrôle aval stable de la station.

La gaine du limnigraphe à flotteur a été encastrée dans un mur de pierres cimentées, à quelques mètres en amont de ce seuil. Ce mur est adossé à la paroi verticale de granit de 3 m de haut qui constitue la rive gauche du TELOUA en cet endroit.

Le limnigraphe de marque OTT, type X, est équipé d'un cylindre horizontal dont la rotation est journalière. La réduction des hauteurs est de 1/10e.

Une échelle, composée de 4 éléments gradués de 0 à 400 cm, est scellée dans le mur.

L'altitude du zéro de cette échelle est de 525,886 m, obtenue à partir de la borne I.G.N. n° 2, dont l'altitude du repère est de 540,488 m.

Un transporteur aérien a été mis en place dans cette section pour mesurer les vitesses du courant lors des crues du TELOUA. En effet, celles-ci sont trop importantes pour pouvoir être mesurées à partir d'une embarcation.

Le transporteur, d'une portée de 100 m, est composé de :

- un treuil double NEYRPIC de force 100 kg,
- deux pylônes en U P N de 140, entretoisés de fer plat de 5 mm,
- un câble porteur de 15 mm,
- un câble tracteur de 3 mm,

.../...

- deux massifs d'ancrage,
- un poids de lestage de 100 kg,
- un ensemble de projecteurs alimentés par un groupe électrogène pour contrôler la position du moulinet lors des jaugeages de nuit.

5.2.2 N'DOUNA.

Cette station est située à 37 km en aval de celle d'AZEL et à 17 km en aval d'AGADEZ. Elle contrôle les écoulements de surface du TELOUA après la jonction de ses deux bras principaux.

Une piste chamelière permet d'y accéder. On peut aussi y parvenir par la piste d'INGALL. Mais l'accès à la station est difficile en période de pluies ou de crues importantes.

Deux éléments d'échelle gradués de 400 à 600 cm ont été mis en place à 300 m en aval du seuil rocheux de N'DOUNA, sur la rive gauche. La cote 400 cm est à 2,486 m en-dessous du repère provisoire mis en place près des échelles. La figure 9 représente la section du TELOUA au droit de cette échelle.

Si la surface du lit est sableuse, par contre, à un mètre de profondeur, on trouve un grès altéré assez compact pour réduire considérablement les vitesses d'inféro-flux.

Les berges sont franches, et la galerie forestière qui s'est développée le long de ce bief rectiligne les a bien stabilisées. Les jaugeages du TELOUA à N'DOUNA sont réalisés dans cette section.

Quatre repères, situés de part et d'autre de cette échelle, matérialisent deux alignements utilisés pour les jaugeages aux flotteurs.

Un limnigraphe de type X à rotation journalière a été implanté sur le seuil rocheux, en rive droite, à 300 m en amont de la station précédente, avec une réduction de 1/10e, le 7/8/1977 après avoir été du 25/5 au 2/8/1977 près des échelles aval.

Cette station amont est équipée d'une échelle graduée de 300 à 400 cm. Le zéro de cette échelle amont se trouve à 29 cm au-dessus de la cote 400 cm de l'échelle précédente, dénommée "échelle aval".

Le seuil rocheux, bien apparent en rive droite, est recouvert en son milieu par un placage sableux au cours de la saison sèche. Si la berge de rive droite, constituée de grès sain, est particulièrement stable, par contre celle de rive gauche est très mobile. En effet, elle se présente sous la forme d'une dune imposante que les crues entaillent plus ou moins selon leur importance.

.../...

5.3 Piézométrie.

L'OFEDDES a entrepris en mai et juin 1977 une campagne de sondages sur la cuvette, à la demande de la Direction de l'Hydraulique. A. BOCOUM, responsable des forages, a rédigé le rapport (9) de fin de travaux, qui donne les précisions suivantes sur les 21 sondages exécutés avec une sondeuse type MOBIL-DRILL:

- 7 ont été effectués dans les environs d'AGADEZ, à F 46, G 17, G 83, B 2, C 3, B 6 et C 7, aux emplacements préconisés par J.L. ASTIER dans son rapport 8,
- 14 l'ont été en aval d'AGADEZ (N 1 à N 14).

Les profondeurs des grès et des granits rencontrés sont données dans le tableau 5.

13 sondages furent équipés d'un tube P.V.C. et d'une crépine de diamètre 2" : B 2, C 3, N 2 à N 8, N 11 et N 13.

L'ORSTOM a fait déterminer par le Service du Génie Rural les altitudes des têtes de ces piézomètres, qui sont données dans le tableau 5.

Leur situation dans la cuvette est fournie par la figure 7.

CHAPITRE 6

OBSERVATIONS ET MESURES

6.1 Pluviométrie.

6.1.1 Cuvette.

Les hauteurs pluviométriques journalières relevées aux stations de DABAGA, AZEL, AGADEZ et N'DOUNA ont été reportées sur le tableau 6. Elles ont été observées par les lecteurs affectés à ces postes, après chaque averse.

Aucune de ces averses n'a été exceptionnelle, puisque la hauteur ponctuelle journalière la plus élevée est de 21,9 mm, relevée le 18 juillet à AZEL. Elle est inférieure à la valeur de fréquence annuelle (27 mm) obtenue avec l'ajustement des pluies journalières d'AGADEZ à une loi de PEARSON III (Chapitre 4.22-2).

La répartition mensuelle à ces 4 postes est semblable à DABAGA et AGADEZ où le total du mois d'août est le plus élevé. Par contre, c'est le mois de juillet qui est le plus arrosé à AZEL et N'DOUNA.

Quant aux totaux annuels, ils sont particulièrement faibles : celui d'AGADEZ (70,6 mm) est inférieur à la hauteur de fréquence décennale sèche (83 mm). Seules les hauteurs des années 1970 (39,7 mm), et 1948 (54,8 mm) ont été plus faibles, à cette station, sur une période de 56 ans.

Et les pluviométries des années 1972 et 1973 (73,9 et 76,3mm) en sont bien proches.

Les hauteurs annuelles à ces 4 stations décroissent d'amont en aval, de DABAGA (104 mm) à N'DOUNA (61,5 mm), en passant par AZEL (76,2 mm) et AGADEZ (66,9 mm), entre le 1er juillet et le 1er octobre.

6.1.2 Haut-Bassin.

Seuls les totalisateurs P 12, P 22 et P 24 ont pu recueillir la totalité des pluies tombées cette année-là sur le haut bassin du TELOUA. En effet, P 13, P 23 et P 14 ont disparu ou ont été renversés en cours de saison.

Les hauteurs totales obtenues sont de :

- 104 mm à P 12,
- 232 mm à P 22,
- 145 mm à P 24.

Ces 3 appareils n'auraient pu permettre d'obtenir à eux seuls la pluviométrie moyenne tombée sur le haut du bassin au cours de l'année 1977. De plus, la grande diversité des hauteurs relevées aux différents postes nécessitait une confirmation.

De fait, les pluviomètres mis en place par l'ORSTOM ou installés avec l'aide de l'ORSTOM sur l'ensemble de l'Aïr ont permis d'obtenir cette confirmation (tableau 7).

Ils ont permis de tracer les isohyètes annuelles de l'année 1977 sur l'ensemble de l'Aïr et, plus particulièrement, sur le bassin versant du TELOUA. Ces isohyètes sont représentées sur la figure 10.

Elles ont pu être obtenues grâce à l'intérêt qu'ont pu manifester :

- le R.P. ANTOINE, de la Mission Catholique de TCHIROZERINE,
- EIRENE à TIN TEBESKINE,
- l'OXFAM à TIN TELLOUST,
- le C.W.S. et l'U.S.A.I.D. sur les bassins de TABELLOT,
- la G.K.W. et la G.T.Z. sur les bassins d'IFFEROUANE et de TIMIA,
- "Routes du Monde" sur le ZILALET,
- la S.M.D.N. à EL MEKI,
- la COMINAK à ARLIT,

aux observations pluviométriques de la région.

On remarque sur la figure 10 que la hauteur exceptionnelle de 232 mm obtenue à P 22 est bien confirmée par les relevés effectués :

- à EL MEKI : 215 mm,
- à TCHIROZERINE : 201 mm,
- sur le TALAK : 200 mm.

Ces postes entourent une zone dans laquelle, vraisemblablement, les hauteurs de l'année ont dû être au moins supérieures à 200 mm.

Mais les deux appareils que l'ORSTOM avait mis en place le long de la piste d'ARLIT ont disparu au cours de la saison des pluies. On remarque, d'autre part, que le gradient pluviométrique observé sur la cuvette se prolonge sur le haut-bassin.

L'augmentation de la pluviométrie entre AGADEZ et le haut bassin est très impressionnante : la hauteur obtenue à P 22 est trois fois plus forte, alors que ce poste n'est situé qu'à 80 km d'AGADEZ.

6.2 Météorologie.

Les observations effectuées par le personnel de la Météorologie Nationale sur la station d'AGADEZ ont permis d'obtenir les valeurs mensuelles :

- de la température de l'air, en °C

T_X : maximum absolu,

$\overline{T_X}$: moyenne des maximums journaliers,

$T_{moy.}$: moyenne des 8 observations quotidiennes,

$\overline{T_N}$: moyenne des minimums journaliers,

T_N : minimum absolu,

- des évaporations sur bac classe A (ERA) et sur tube PICHE (EP),
en mm.,

- de la durée d'insolation I en heures,

- de l'humidité relative de l'air, en % :

H_X : maximum absolu,

H_N : minimum absolu,

- de la température du sol, en °C :

T_X sol : maximum absolu,

T_N sol : minimum absolu,

Ces valeurs sont portées sur le tableau 8. La représentation graphique de leurs variations mensuelles est donnée par la figure 11.

En comparant ces valeurs avec les moyennes interannuelles obtenues à cette station entre 1961, et 1970, on remarque :

- que les températures de l'air obtenues en 1977 sont à peu près celles de la période 1961-1970. Seule la température maximale d'août est exceptionnellement élevée et les températures de juillet anormalement basses.

- que l'évaporation sur bac est supérieure à la moyenne obtenue en 9 ans, de 1969 à 1977 (5.261 mm). Mais les valeurs annuelles des années 1970, 1971, 1972 et 1973 sont encore plus élevées.

On peut noter que, au cours de ces années, les pluviométries ont été très faibles, comme en 1977.

Par contre, l'évaporation sur tube PICHE de l'année 1977 est plus faible que la valeur moyenne calculée sur la période 1961-1970 :

- que la durée totale d'insolation est proche de la valeur moyenne,
- que les humidités maximales et minimales de l'année diffèrent beaucoup des valeurs interannuelles. (Ont-elles été mesurées ou calculées dans les mêmes conditions ?)
- que les vitesses du vent n'ont pu être obtenues pour 1977.

6.3 Hydrométrie.

6.3.1 Hauteurs d'eau.

Les hauteurs d'eau ont été lues à l'échelle d'AZEL toutes les 5 minutes pendant les crues, et le limnigraphe de cette station a permis d'obtenir les variations de niveau du plan d'eau de façon très satisfaisante.

Nous avons ainsi pu déterminer 13 périodes d'écoulement du TELOUA à AZEL en 1977, qui ont eu lieu au total pendant 1002 heures.

Ces périodes sont données dans le tableau 9.

La cote maximale observée cette année à AZEL a été 2,46 m le 20 août de 20 h 40 à 20 h 50. Il a été relevé aussi 2,44 m le 3 août à 20 h 45.

La cote de fin d'écoulement (0,15 m) a été la même pendant toute la saison. Les rochers situés les années précédentes aux alentours du limnigraphe, dans le lit mineur, provoquaient un ensablement important dans la gaine. Leur dégagement a permis de le réduire considérablement.

Le limnigraphe de N'DOUNA n'a pas bien fonctionné, et le seul lecteur qui ait accepté de s'installer à cette station pendant les 3 mois de saison des pluies n'a pas fait de lectures de nuit. De plus, l'accès très difficile de la station au cours de cette saison des pluies n'a pas permis de contrôler correctement cette station.

Nous avons tout de même un certain nombre de relevés qui nous donnent les 6 périodes d'écoulement du tableau 9.

Nous constatons que le TELOUA a coulé à N'DOUNA pendant 607 heures. Il y a donc eu à cette station une période d'écoulement inférieure de moitié à celle qui a été observée à AZEL, située 30 km en amont.

En effet, les écoulements observés à AZEL :

- le 13 juillet,
- du 19 au 20 juillet,
- du 24 au 26 juillet,
- le 30 juillet,
- du 14 au 19 août,
- du 19 au 20 août,

n'ont pu arriver à N'DOUNA.

Or, les cotes obtenues à AZEL pendant ces périodes n'ont pas dépassé un mètre à l'échelle : seules les crues importantes à AZEL sont observées à la station avale.

Enfin, les averses qui sont tombées entre AZEL et N'DOUNA, ont été trop faibles sur les bassins adjacents pour provoquer, à elles seules, des crues que l'on aurait observées à N'DOUNA sans être passées par AZEL.

6.3.2 Mesures des débits.

88 jaugeages au moulinet ont été effectués à la station d'AZEL en 1977, entre 0,15 m et 2,46 m, qui ont été les cotes extrêmes de l'écoulement cette année-là.

Le tableau 10 donne la liste de ces jaugeages qui ont été reportés sur les figures 12 et 13 pour tracer la courbe d'étalonnage de la station.

On peut constater que, au cours de cette saison des pluies, les mesures de débit effectuées permettent d'obtenir une courbe d'étalonnage unique à la station : le seuil artificiel mis en place en travers du TELOUA a donc très bien joué son rôle. Ceci est confirmé par la constance remarquable de la cote de fin d'écoulement (0,15 m).

Le fait, d'autre part, d'avoir effectué un très grand nombre de jaugeages permet de traduire en débits toutes les hauteurs d'eau sans exception.

Cette courbe n'est pas celle que P. LE GOULVEN avait obtenue en 1975 à cette station : les jaugeages de hautes eaux qu'il avait effectués ont eu lieu après le 24 juillet 1975, date à laquelle neuf gabions du seuil de contrôle aval avaient été emportés.

Ces gabions avaient été remis en place et consolidés pour la saison des pluies suivante, mais, en 1976, les cotes avaient été trop faibles pour effectuer des mesures de débits équivalents. La courbe des sections mouillées obtenue à partir des jaugeages réalisés au téléphérique en 1975 donne, pour une même cote à l'échelle, des valeurs bien supérieures à celles de la courbe obtenue en 1977.

Nous avons considéré qu'il sera toujours nécessaire de vérifier et préciser l'étalonnage de cette station par d'autres jaugeages de hautes eaux. En effet, il est possible de tracer avec les seuls jaugeages de 1977 d'autres courbes d'étalonnages. Et les modules obtenus avec ces différents tarages peuvent différer de près de 10 % entre eux, pour une année comme 1977. Nous voyons ici comme le bon étalonnage d'une station peut être essentiel pour la détermination d'un bilan entre deux sections de mesure.

D'autre part, vingt jaugeages ont été exécutés à la station aval de N'DOUNA et rapportés à cette échelle. Leur liste est donnée dans le tableau 11, et la courbe d'étalonnage correspondante est représentée sur la figure 14.

Si l'on n'a pu effectuer de jaugeages jusqu'à la cote maximale obtenue le 4 août (4,88 m) à cause des difficultés d'accès évoquées plus haut, on a pu tout de même extrapoler sans difficulté à partir de la cote maximale jaugée (4,44 m), le coefficient de MANNING-STRICKLER étant remarquablement constant.

D'autre part, on a vérifié que l'étalonnage obtenu est bien univoque, et qu'il n'est donc pas nécessaire de réaliser de gros travaux d'aménagement du lit ou des berges. Et les vitesses de l'écoulement à N'DOUNA sont trop faibles pour justifier l'utilisation d'un transporteur aérien à cette station : tous les jaugeages de cette année ont été effectués à gué sans difficultés particulières.

6.4 Piézométrie.

Les niveaux dans les piézomètres ont été relevés à partir du 19 juillet 1977, date à laquelle nous avons pu effectuer la première tournée avec le Directeur Départemental des Mines et de l'Hydraulique. Les relevés ont été ensuite réalisés, tous les 15 jours en moyenne, à partir du mois d'août.

Certains piézomètres n'ont pu être visités quand les conditions d'accès ne le permettaient pas. Le tableau 12 donne les niveaux de l'eau par rapport aux têtes des piézomètres, situées en moyenne à 0,60 m de la surface du sol. La figure 15 représente leurs variations.

a) Les piézomètres B 2 et C 3 suivent approximativement les mêmes variations. Ainsi, les montées des niveaux, entre le 19 juillet et le 17 septembre 1977, ont été de 7,50 m à B 2 et de 9 m à C 3. Et leur décroissance qui a lieu du 17 septembre 1977 au 22 juillet 1978, est respectivement de 3,50 m et de 4,20 m. Quant à la dénivellée minimale, par rapport à la tête du piézomètre, elle est obtenue à ces deux postes à la mi-septembre (6,20 m et 5,10 m).

b) Les niveaux dans les piézomètres N 2 et N 6 n'ont pratiquement pas varié :

- le premier jusqu'en avril 1978,
- le deuxième jusqu'en fin novembre 1977.

Mais ils n'ont jamais été secs.

c) Il y a eu de l'eau dans le piézomètre N 8 entre le 30 août et le 13 octobre 1977. Pendant cette période, la variation du niveau a été de 1,20 m. Mais, avant le mois d'août comme après le mois d'octobre, N 8 a été sec.

d) Le niveau de N 5, situé sur le bras Nord, est monté de 2 mètres entre le 19 juillet et le 17 septembre, pour descendre de 1,50 m jusqu'au 20 juillet 1978.

Donc, en un an, entre le début de la saison des pluies de l'année 1977 et celui de la saison des pluies suivante, les niveaux ont remonté :

- de 4,00 m et de 4,80 m à B 2 et C 3,
- de 0,18 m à N 2,
- de 0,49 m à N 5.

On peut déjà en déduire que, par rapport à la saison des pluies de l'année 1976, celle de 1977 a permis de mieux approvisionner la nappe.

CHAPITRE 7

BILAN

7.1 Pluviométrie.

7.1.1 Annuelle.

Les pluviométries ponctuelles relevées sur le bassin versant du TELOUA en 1977 permettent de calculer les hauteurs moyennes annuelles suivantes, avec la méthode des polygones de THIESSEN :

	en amont d'AZEL	en amont de N'DOUNA	entre AZEL et N'DOUNA
P moy. (mm)	158	143	69

La pluviométrie moyenne entre AZEL et N'DOUNA est très proche de celle d'AGADEZ. Par contre, pour le bassin total du TELOUA en amont d'AZEL comme de N'DOUNA, les pluviométries diffèrent beaucoup.

7.1.2 Interannuelle.

Nous avons repris les observations recueillies sur le bassin du TELOUA pendant les campagnes de mesures que l'ORSTOM a effectuées en 1959, 1960, 1976 et 1977. Nous avons comparé les résultats de ces mesures avec les pluviométrics annuelles relevées à AGADEZ et EL MEKI durant les mêmes années.

	P moy. (mm) en amont d'AZEL	P moy. (mm) entre AZEL et N'DOUNA	P _A (mm) à AGADEZ	P _{EM} (mm) à EL MEKI	$\frac{P_A + P_{EM}}{2}$ (mm)
1959	171	(164)	164	175	170
1960	107	(147)	147	147	147
1964	98	(112)	112	(130)	(121)
1976	78	107	107	113	110
1977	158	69	71	215	143
Moyenne sur 5 ans	122		120	156	112
Moyenne de 1976 et 1977	118	88	89	164	138

Nous en déduisons que, pour une année donnée, la pluviométrie ponctuelle d'AGADEZ n'est pas très représentative de la pluviométrie moyenne du bassin versant du TFOUA en amont d'AZEL.

En effet, pour l'année 1977, celle-ci est deux fois plus forte (158 mm contre 71 mm). Et, en 1960, elle est nettement plus faible (107 mm contre 147 mm).

Par contre, les moyennes interannuelles sur les cinq années disponibles sont très proches (122 mm et 120 mm).

D'autre part, le classement des hauteurs moyennes annuelles du TFOUA est celui de $\frac{P_A + P_{EM}}{2}$; en sachant que :

2

- P_A est la pluie ponctuelle relevée à AGADEZ, en mm.
- P_{EM} la pluie de la même année obtenue à EL MEKI, en mm.
- les stations d'AGADEZ et d'EL MEKI sont situées de part et d'autre du bassin du TFOUA.

Nous n'avons pas encore assez de données pluviométriques sur ce bassin pour étudier correctement son coefficient d'abattement. Mais nous pouvons tout de même considérer que, à partir des observations faites plus haut, la pluie moyenne de 158 mm obtenue en 1977 en amont d'AZEL ne serait pas exceptionnelle sur une période pluridécennale. Elle ne le serait que sur ces dernières années, dont on a montré le caractère très déficitaire.

Par contre, la hauteur de 232 mm obtenue à P 22 est bien exceptionnelle comme le montrent les données obtenues au même emplacement par MM. LEFEBVRE et ROCHE. Or ce poste se trouve au sommet du bassin du kori EBEI, dans une zone d'ablation où les sols sont très peu développés, et où la roche prédomine. C'est donc sur un terrain particulièrement imperméable qu'est tombé le maximum de la pluviométrie.

7.2 Hydrométrie.

7.2.1 En 1977.

Les hauteurs lues ou enregistrées aux deux stations hydrométriques ont été traduites en débits avec les étalonnages obtenus en 1977. Les variations de ces débits instantanés ont été représentées graphiquement en fonction du temps.

.../...

Les crues d'AZEL pour lesquelles nous avons les débits de pointes les plus importants sont reproduits sur les figures 16 à 19 bis.

Il s'agit des écoulements obtenus :

- du 17 au 19 juillet,
- du 3 au 4 août,
- du 7 au 10 août,
- du 20 au 25 août.

Tous les hydrogrammes obtenus à N'DOUNA sont représentés sur les figures 20 et 21.

Le planimétrage de ces hydrogrammes a permis de déterminer les débits moyens journaliers écoulés aux deux stations.

Les tableaux 13 et 14 regroupent ces valeurs. Et les figures 22 et 23 représentent leurs variations.

Nous avons regroupé ci-dessous les caractéristiques principales de l'écoulement annuel du TELOUA en 1977 :

	S (km ²)	P moy. (mm)	Q max. (m ³ /s)	Ve (10 ⁶ m ³)	He (mm)	Ke (%)
AZEL	1360	158	355	34,4	25,3	16
N'DOUNA	1635	143	(13,8)	3,47	2,1	1

où :

- P moy. est la pluie moyenne annuelle calculée sur la surface S.
- Q max. le débit maximal annuel,
- $He = \frac{Ve}{S}$, la hauteur annuelle de la lame écoulée,
- $Ke = \frac{He}{P \text{ moy}}$, le coefficient d'écoulement annuel.

En admettant pour les bassins adjacents un coefficient de ruissellement de 10 %, nous obtenons, à leurs exutoires, un volume total de 1.200.000 m³, si la pluie moyenne sur cette superficie totale de 180 km² est bien de 69 mm.

Il serait donc entré 34.400.000 m³ + 1.200.000 m³, soit près de 36 millions de m³ d'eau dans la cuvette sous forme d'écoulement de surface.

.../...

De ces 36 millions, nous ne retrouvons que 3 millions de m^3 à N'DOUNA, soit 8 % du volume rentrant.

Il se serait donc "perdu" 33 millions en m^3 entre les deux stations, en infiltration et en évaporation, si l'on considère en première approximation que le volume d'eau tombé directement sous forme de pluie sur la cuvette a été rapidement repris par évapotranspiration du sol et de la végétation.

Mais les sites et le nombre des piézomètres implantés en 1977 ne permettent pas de déterminer correctement la variation du volume d'eau stocké dans la zone saturée entre le 19 juillet et le 17 septembre 1977.

En effet, les variations très diverses des niveaux mesurés dans les piézomètres nous conduisent aux mêmes conclusions que MM. ASTIER et PIAS avaient avancées, lorsqu'ils parlaient de nappes diverses situées principalement dans des lits fossiles du TELOUA où les alluvions seraient particulièrement grossières.

Et les seuls piézomètres B 2 et C 3, situés à une dizaine de mètres l'un de l'autre, ne peuvent nous donner des idées très précises sur la délimitation exacte de la nappe principale.

D'autre part, les forages effectués en aval de la cuvette à N 3, N 4, N 7, N 8, N 11 et N 13 n'ont, semble-t-il, pas été effectués à des profondeurs suffisantes pour y suivre le niveau des nappes pendant toute l'année.

En effet, ce n'est que pendant 43 jours, au moment où la recharge des nappes par les écoulements du TELOUA a été maximale, que la présence d'eau a été décelée dans le piézomètre N 8.

Enfin, la totalité de ces 33 millions de m^3 ne s'infiltrer pas, car, dans la partie de la cuvette située en aval d'AGADEZ, et plus particulièrement dans la zone où se trouvent N 5, N 6, N 7, N 8 et N 11, de nombreuses mares ont subsisté bien après la fin de la saison des pluies : l'atmosphère récupère la majeure partie de ces eaux, car les sols y sont très argileux.

7.2.2 Sur la période totale de mesures.

Nous avons repris les données hydrométriques obtenues par R. LEFEVRE, M. ROCHE et P. LE GOULVEN lors des campagnes qu'ils ont exécutées sur le TELOUA en 1959, 1960, 1964, 1975 et 1976, et nous avons cherché à les comparer avec celles de l'année 1977. Le tableau 16 reproduit ces valeurs.

On peut considérer que les apports contrôlés par la station d'AZEL-école sont égaux à ceux qu'aurait contrôlé la future station d'AZEL-village, dans la mesure où les superficies de leurs bassins respectifs sont très voisines (1350 et 1360 km²).

Sur les cinq volumes annuels obtenus à AZEL, celui de l'année 1977 est le plus élevé. Il est même deux fois plus élevé que le volume moyen interannuel sur cette période de 5 ans (18 millions de m³).

Or, nous avons vu précédemment que les pluies moyennes annuelles obtenues sur le bassin versant du TELOUA au cours des 4 années de mesures précédentes (1960, 1964, 1975 et 1976) ont été particulièrement faibles, bien inférieures à la pluviométrie d'AGADEZ de fréquence annuelle (153,5 mm). Seules celles des années 1959 et 1977 ont été supérieures à cette valeur.

Et nous ne connaissons pas le volume d'eau écoulé à AZEL en 1959, et la pluie moyenne tombée sur le bassin en 1977 n'est que très légèrement supérieure à la normale, alors que celle de 1976 est particulièrement faible (période de retour estimée à 10 ans).

Nous avons donc, pour AZEL, un échantillon restreint qui paraît peu représentatif de la série des volumes annuels du TELOUA. Nous ne pouvons donc en déduire des informations précises sur la période de retour du volume obtenu à AZEL en 1977.

Quant à la station de N'DOUNA, elle est trop récente pour que nous puissions obtenir une idée de l'importance relative des trois millions de m³ qui y ont été mesurés cette année.

D'autre part, les difficultés que nous avons rencontrées pour contrôler correctement les données obtenues à cette station ne nous permettent pas d'attribuer une grande précision au résultat de cette première campagne.

Nous pouvons tout de même juger que l'écart de 33 millions de m³ entre le volume d'AZEL et celui de N'DOUNA pourrait être exceptionnel.

En effet :

- l'écoulement du TELOUA à AZEL en 1976 a été particulièrement faible, et celui de 1977 a donc été utilisé en priorité pour reconstituer le volume d'eau stocké dans les nappes.

- la durée totale de l'écoulement du TELOUA à AZEL a été particulièrement élevée en 1977. De plus, les débits de pointe semblent avoir été relativement faibles, pour de tels volumes d'eau. Cela ne peut que favoriser l'infiltration des eaux du TELOUA dans son lit, et diminuer par là-même ses apports à N'DOUNA.

Enfin la faiblesse insigne des pluies tombées en 1977 entre AZEL et N'DOUNA n'a pas permis aux apports des affluents adjacents de soutenir de façon significative les débits propres du TELOUA.

CHAPITRE 8

CONCLUSION

Cette campagne préliminaire a permis d'obtenir un certain nombre de données particulièrement intéressantes sur la cuvette d'AGADEZ.

Et le rapport de cette campagne donne l'occasion de décrire précisément les conditions physiques et climatiques du milieu étudié.

C'est ainsi que les caractéristiques principales des écoulements du kori TELOUA ont pu être déterminées aux sites d'AZEL et de N'DOUNA, et comparées :

- aux écoulements obtenus lors des campagnes de mesures que l'ORSTOM avait effectuées précédemment,
- aux pluviométries tombées sur le bassin versant du TELOUA et à la station météorologique d'AGADEZ,
- aux variations des niveaux d'eau relevés aux piézomètres mis en place par l'Administration.

Si les écoulements contrôlés cette année à AZEL sont importants, ils ne le sont que pour une période restreinte de 5 années (1960, 1964 et 1975 à 1977) au cours desquelles les pluviométries annuelles sur la région ont été nettement déficitaires.

De plus, celle de l'année 1976 ayant été particulièrement faible, les écoulements abondants du TELOUA l'année suivante ont surtout permis aux nappes d'inféro-flux de retrouver un niveau "normal", comme le montrent les dénivellées importantes relevées entre le début et la fin de cette saison des pluies.

Et la pluviométrie en 1977 sur la cuvette ayant été très déficitaire, les apports latéraux des bassins adjacents n'ont pu être que très limités.

Ceci explique sans doute la faiblesse relative de l'écoulement du TELOUA à N'DOUNA.

De plus, les étalonnages obtenus, ont fourni des indications intéressantes sur l'importance du laminage des crues entre les deux stations : les débits à N'DOUNA sont de quelques dizaines de m^3/s

.../...

alors qu'ils étaient de quelques centaines de m³ à AZEL, à 30 km en amont.

Enfin, cette première campagne nous a permis d'inventorier et d'expérimenter les possibilités d'accès à certains sites, lorsque la cuvette est inondée par les pluies et les crues, et de préparer ainsi les campagnes prochaines.

Celles-ci ont pour objectif :

- la continuation des observations et des mesures effectuées aux stations d'AZEL et de N'DOUNA,
- l'observation des niveaux piézométriques,
- le relevé plus précis des averses tombées sur la cuvette,
- l'installation de trois nouvelles stations climatologiques dont les relevés, avec ceux d'AGADEZ, devraient permettre de connaître l'évapotranspiration réelle de ce milieu,
- de déterminer les apports en eau des bassins adjacents :
 - . par la mesure des apports du kori AZAMELLA,
 - . par la détermination des relations entre les pluies et les débits d'un bassin versant représentatif de ces bassins adjacents pour l'estimation de leurs apports,
- de suivre les variations du volume d'eau stocké dans la zone aérée de la cuvette, en effectuant des mesures d'humidité du sol.

A N N E X E S

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

- 1 - LEFEVRE (R.) Etude d'écoulement dans le massif de l'AÏR.
Alimentation en eau de la zone des grès d'AGADEZ.
Campagne 1959
ORSTOM Paris, janvier 1960, 131 p. multigr., 18 tabl.
- 2 - LEFEVRE (R.) Etude d'écoulement dans le massif de l'AÏR.
Campagne 1960
ORSTOM Paris, mars 1961, 86 p. multigr., 51 fig., 12 tabl.,
5 fotogr.
- 3 - ROCHE (M.) Etude des nappes d'inféro-flux des rivières de
la bordure Ouest de l'AÏR.
Campagne 1964
ORSTOM Paris, mars 1965, 54 p. multigr., 22 fig., 14 tabl.
- 4 - BLACK (R.), JAUJOU (M.) et PELLATON (C.) - Notice explicative
sur la carte géologique de l'AÏR - B.R.G.M., 1967, 57 p.,
13 fig. Paris.
- 5 - Prospection hydro-agricole sur la bordure Ouest de l'AÏR.
Pièce A 1 - Sogetha Grenoble, juin 1971 - 147 p. multigr.
6 fig., 30 tabl.
- 6 - Protection d'AGADEZ contre les débordements du TELOUA.
BCEOM, juin 1971, 49 p., 8 fig., annexes.
- 7 - HOEPPFNER (M.) et DELFIEU (G.) Projet d'étude des ressour-
ces en eau de la cuvette d'AGADEZ.
ORSTOM Niamey, janvier 1975, 11p. multigr., 7 fig.
- 8 - ASTIER (J.L.) Ville d'AGADEZ - Résultats des sondages
électriques - Implantation des forages F.A.O., mars 1977,
7 p. multigr., 4 fig., 3 planches.

.../...

- 9 - BOUCOUM (A.) Sondages de reconnaissance et piézomètres dans la cuvette d'AGADEZ.
OFEDES, Niamey, 17 p. multigr., 20 fig.
- 10 - HOEPPFNER (M.) LE GOULVEN (P.) CALVEZ (R.) et DELFIEU (J.M.)
Etude hydrologique des bassins d'IFEROUANE et de TIMIA.
Campagne 1977
ORSTOM Niamey, juin 1978, 41 p. multigr., 56 fig., 12 tabl.
- 11 - HOEPPFNER (M.) Etude hydrologique des bassins de TABELOT.
Campagne 1977
ORSTOM Niamey, mars 1978, 26 p. multigr., 26 fig., 11 tabl.
- 12 - PIAS (J.) Rapport provisoire sur l'implantation d'emplacements de profils hydriques dans la cuvette d'AGADEZ.
ORSTOM Paris, 1978, 8 p. multigr.
- 13 - LE GOULVEN (P.) et DELFIEU (G.)
Le TELOUA à AZEL - campagnes 1975 et 1976.
ORSTOM Niamey, juin 1978, 23 p. multigr. 30 fig., 7 tabl.

LISTE DES FIGURES

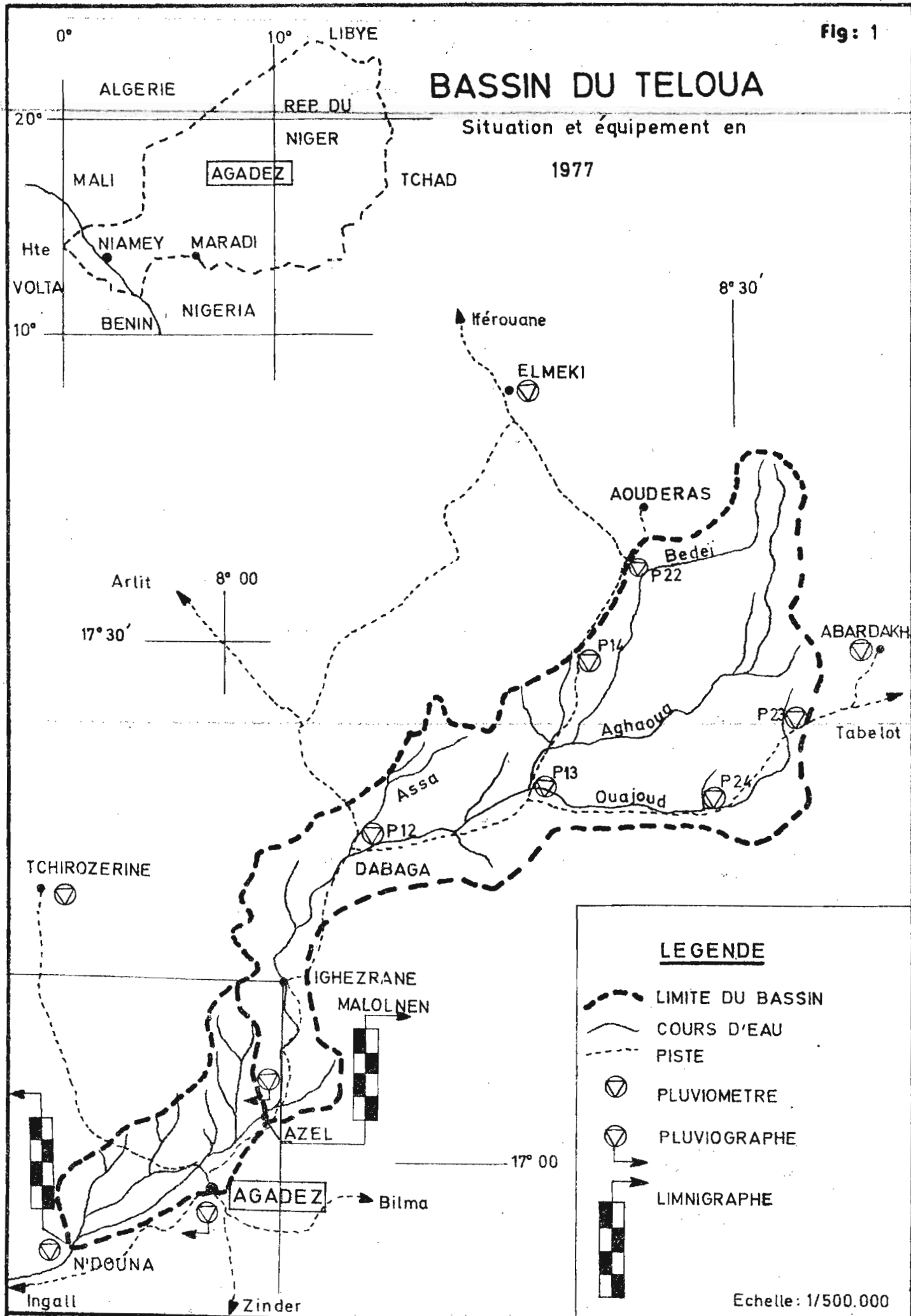
- 1 -- Situation et équipement du bassin du TELOUA en 1977.
- 2 -- Profil en long du TELOUA.
- 2 bis Hypsométrie du bassin du TELOUA
- 3 -- Géologie du bassin versant du TELOUA en amont de N°DOUNA.
- 4 -- Climatologie d'AGADEZ--Aérodrome (1961 - 1970)
- 5 -- Courbes de pluies cumulées à AGADEZ, IFEROUANE, BILMA, TANOUT et IN GALL
- 6 -- Ajustement statistique des pluies annuelles d'AGADEZ.
- 7 -- La cuvette d'AGADEZ en 1977.
- 8 -- Profil en travers du kori TELOUA à AZEL.
- 9 -- Profil en travers du kori TELOUA à N°DOUNA
- 10 -- Ischyètes annuelles de l'AIR en 1977
- 11 -- Climatologie d'AGADEZ--Aérodrome en 1977.
- 12 -- Etalonnage de basses eaux du kori TELOUA à AZEL.
- 13 -- Etalonnage de hautes eaux du kori TELOUA à AZEL.
- 14 -- Etalonnage du kori TELOUA à N°DOUNA
- 15 et 15 bis Niveaux piézométriques de la cuvette en 1977 - 1978.
- 16 -- Hydrogrammes de crues du 17 au 19 juillet 1977 à AZEL.
- 17 -- Hydrogrammes de crues du 3 au 5 août à AZEL, en 1977
- 17 bis Hydrogramme de crue du 3 août 1977
- 18 -- Hydrogrammes de crues du 7 au 10 août 1977 à AZEL.
- 19 -- Hydrogrammes de crues du 20 au 26 août 1977 à AZEL.
- 19 bis Hydrogramme de crue du 20 août 1977
- 20 et 21 -- Les hydrogrammes de crues du TELOUA à N°DOUNA en 1977.
- 22 -- Débits moyens journaliers du TELOUA à AZEL en 1977.
- 23 -- Débits moyens journaliers du TELOUA à N°DOUNA en 1977.

-:~:~:~:~:~:~:~:~:~-







BASSIN DU TELOUA

Situation et équipement en

1977



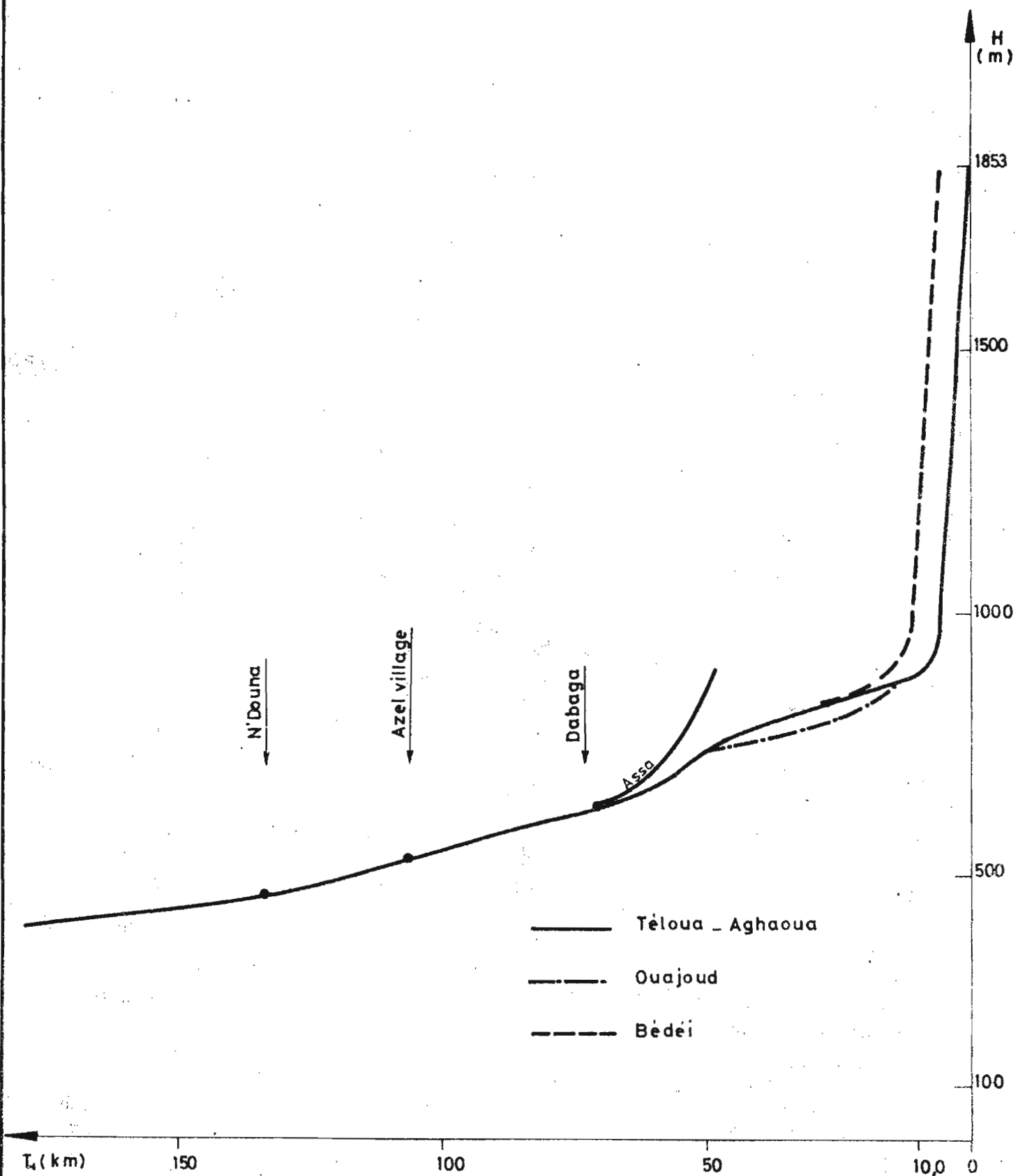
LEGENDE

-  LIMITE DU BASSIN
-  COURS D'EAU
-  PISTE
-  PLUVIOMETRE
-  PLUVIOGRAPHE
-  LIMNIGRAPHE

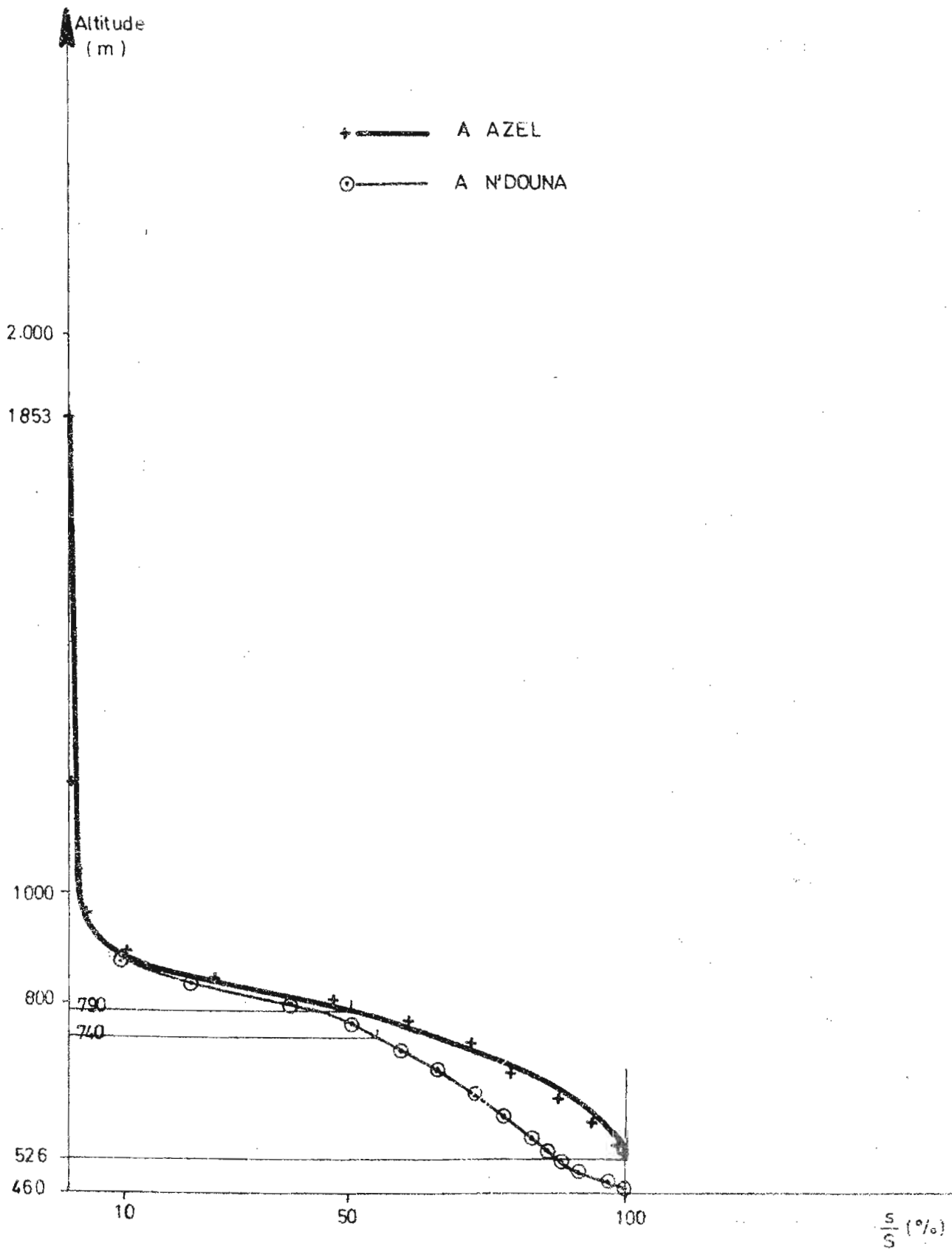
Echelle: 1/500.000

BASSIN DU TELOUA

Profil en long

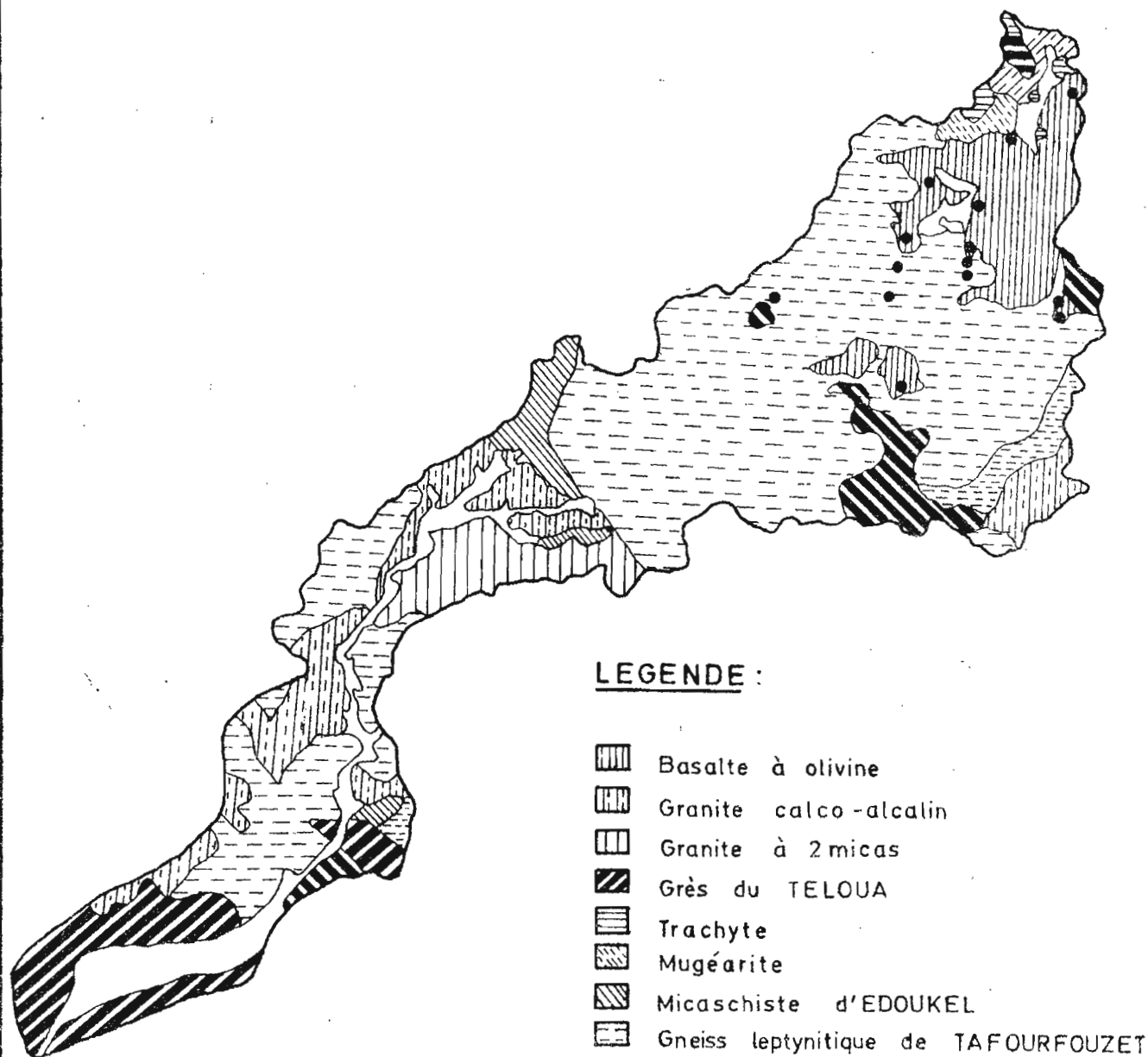


HYPSONOMETRIE DU BASSIN DE TELOUA



BASSIN VERSANT DU TELOUA A N'DOUNA

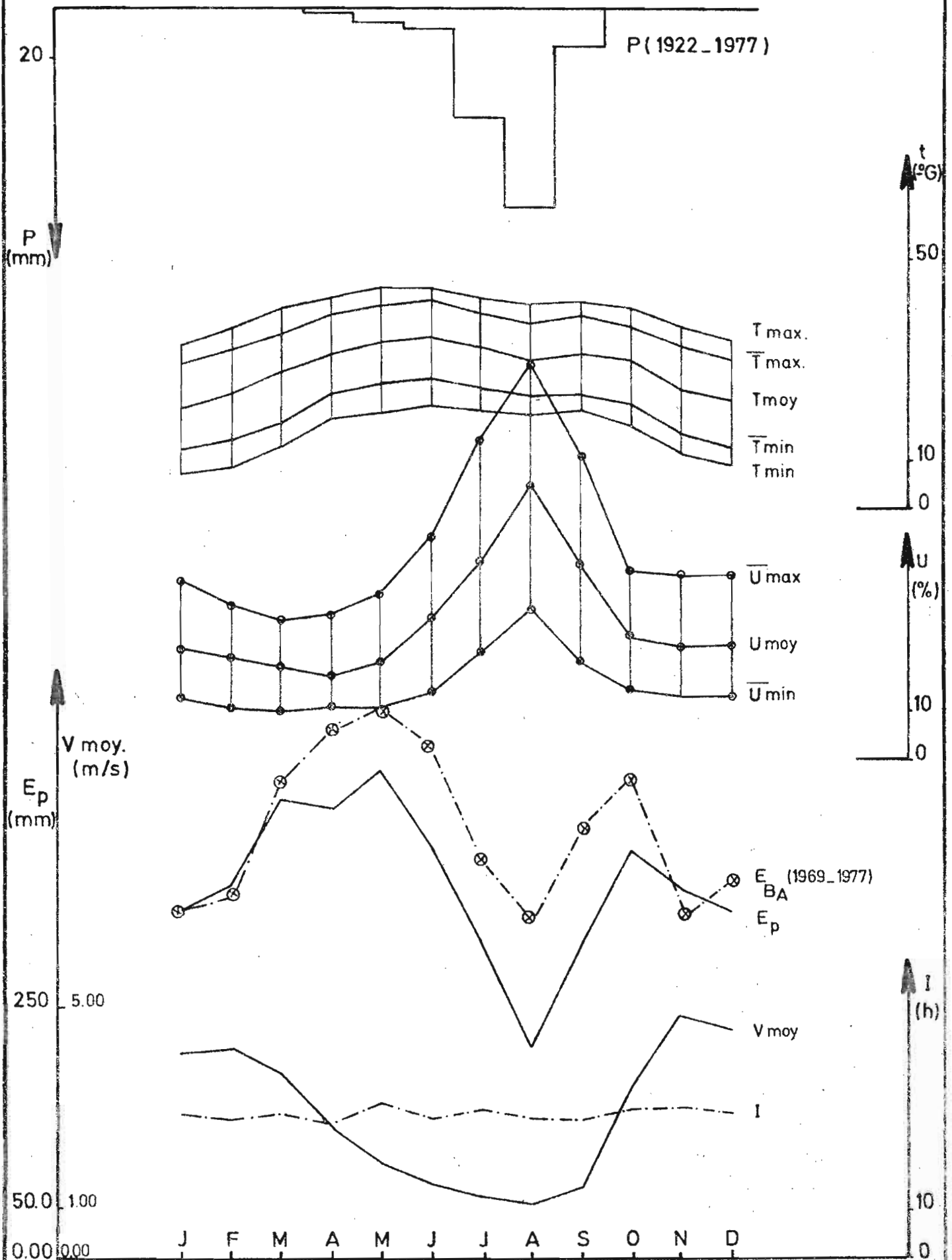
Géologie

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

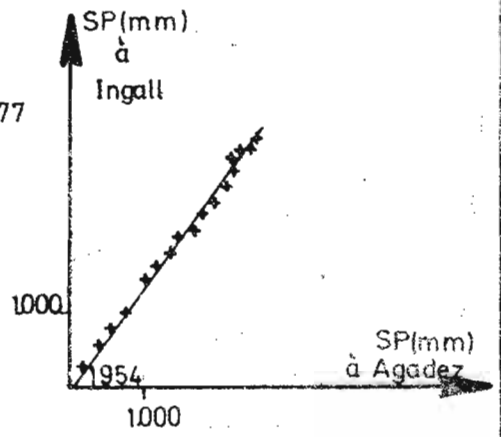
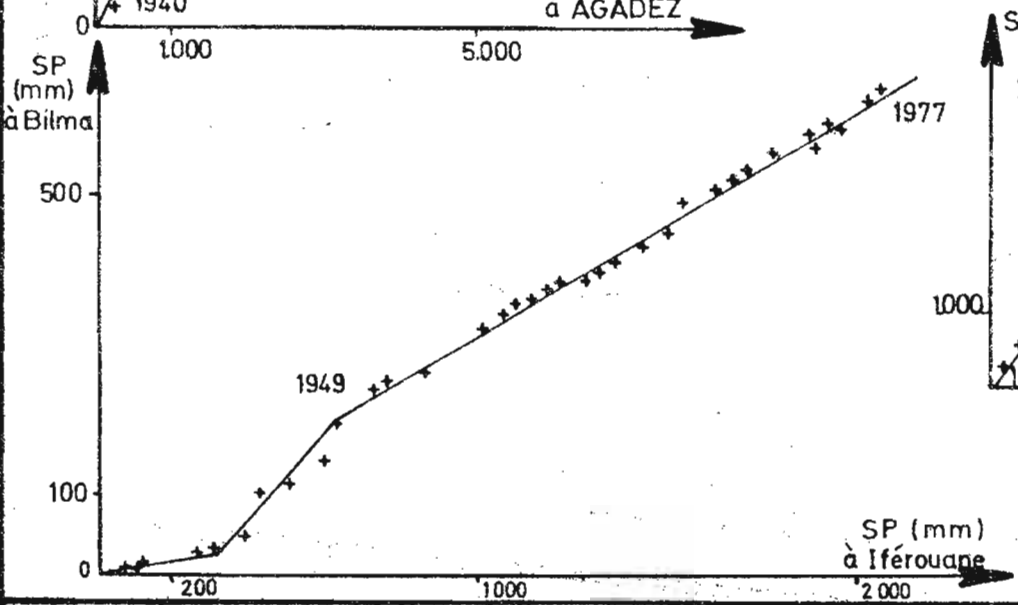
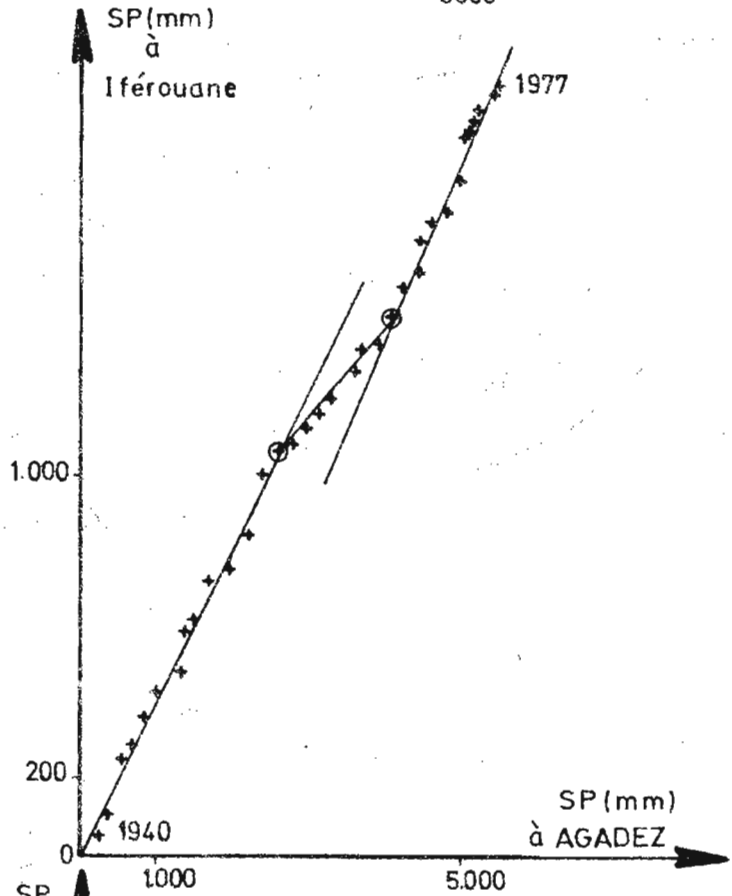
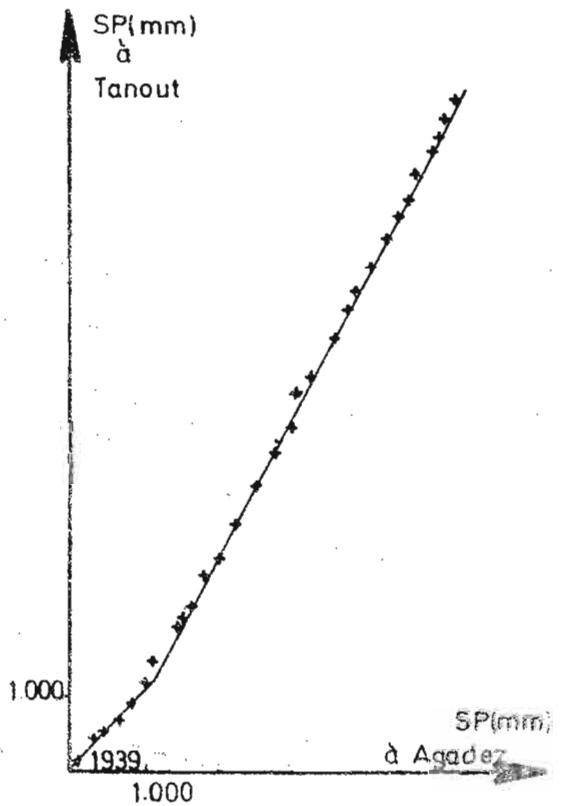
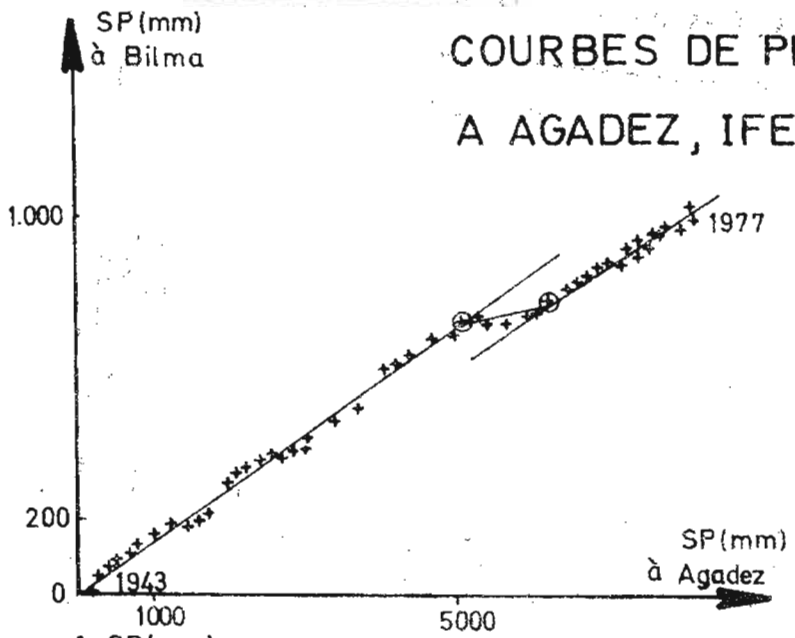
Echelle : 1 / 500.000

Climatologie d'Agadez-aérodrome(1961_70) Fig: 4



COURBES DE PLUIES CUMULEES
A AGADEZ, IFEROUANE, TANOUT ET
INGALL.

Fig: 5



PLUIES ANNUELLES A AGADEZ

Fig: 6

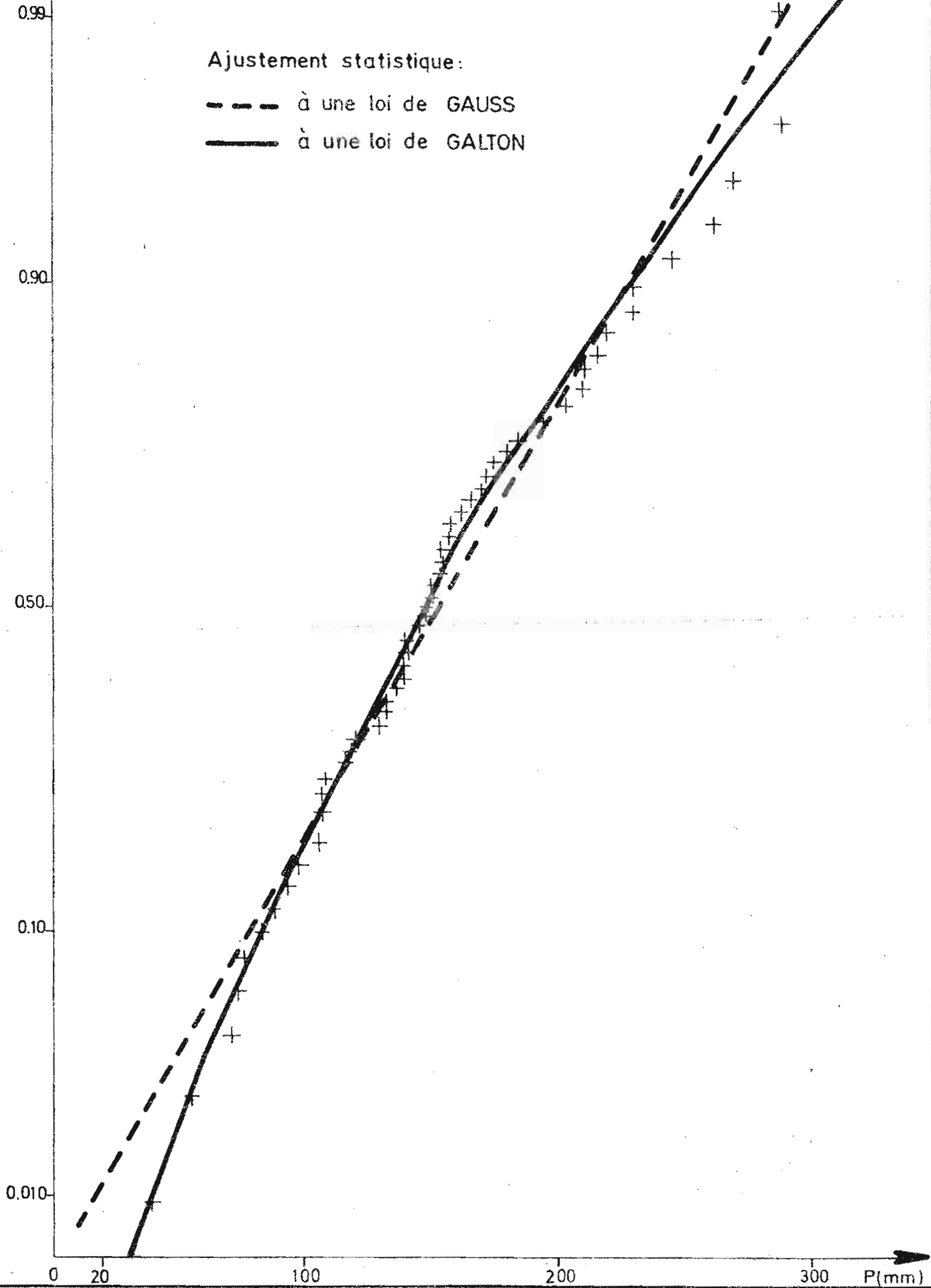
F

(non dépassement)

Ajustement statistique:

- - - à une loi de GAUSS







— à une loi de GALTON

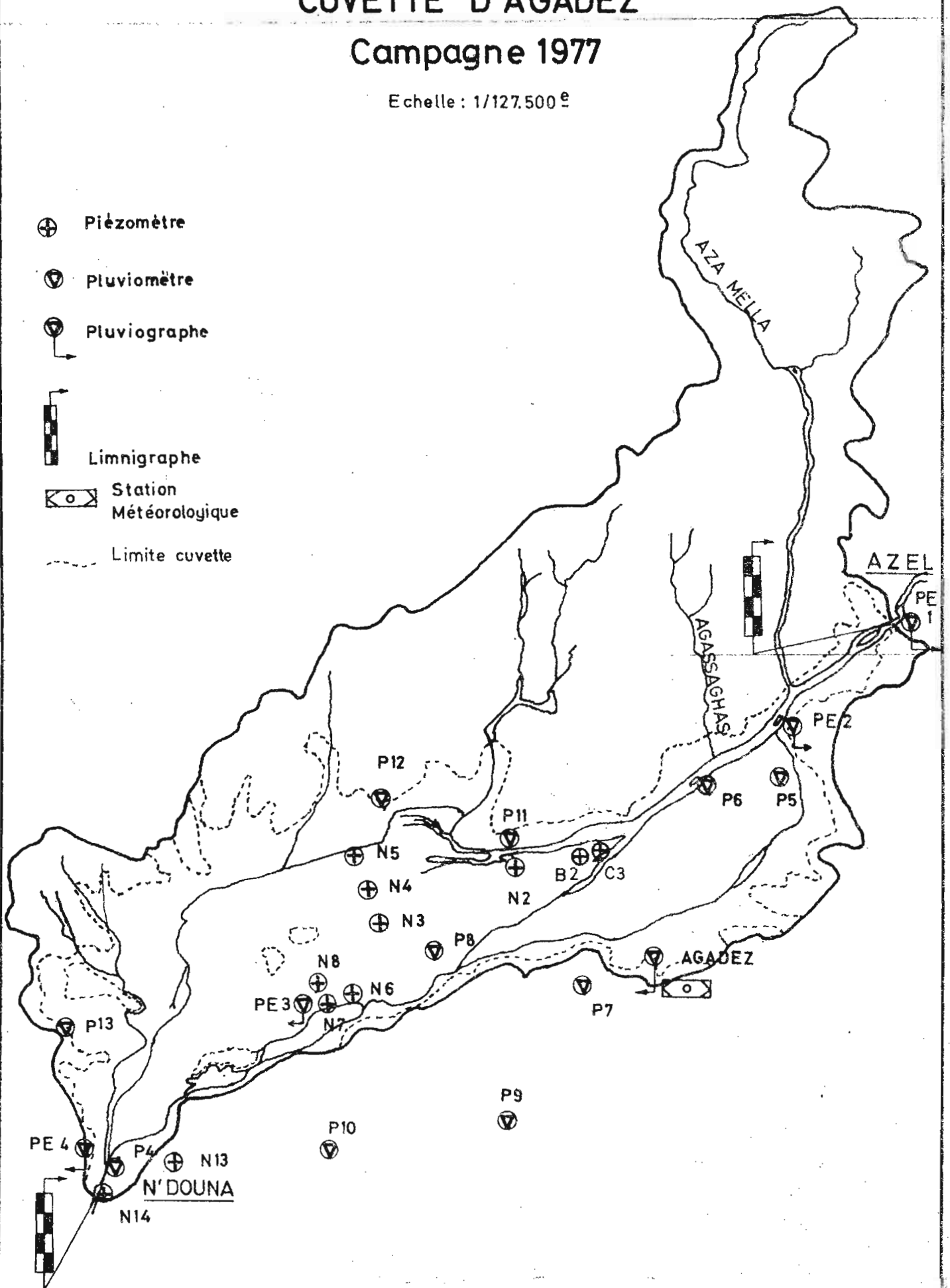


CUVETTE D'AGADEZ

Campagne 1977

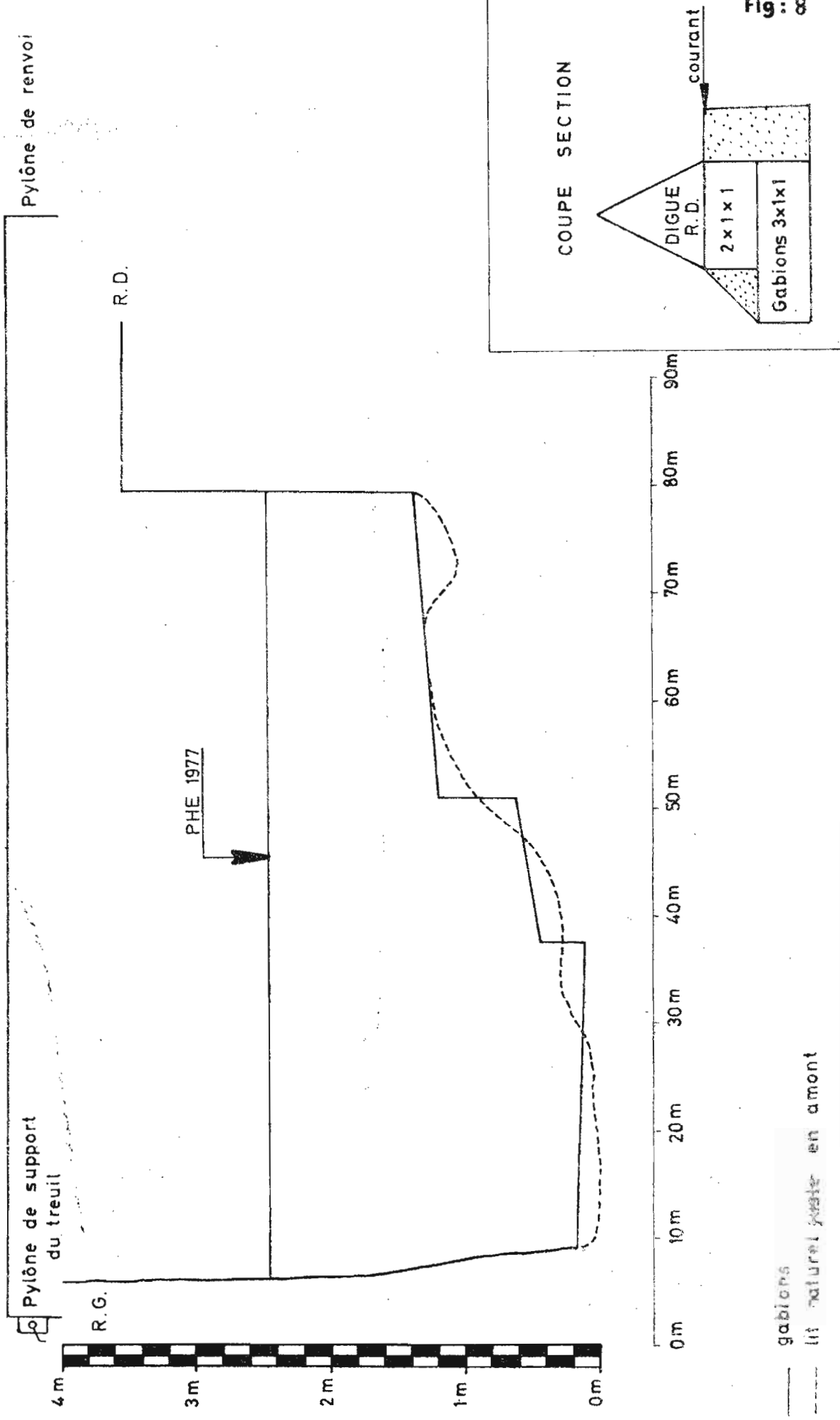
Echelle : 1/127.500^e

-  Piézomètre
-  Pluviomètre
-  Pluviographe
-  Limnigraphe
-  Station Météorologique
-  Limite cuvette



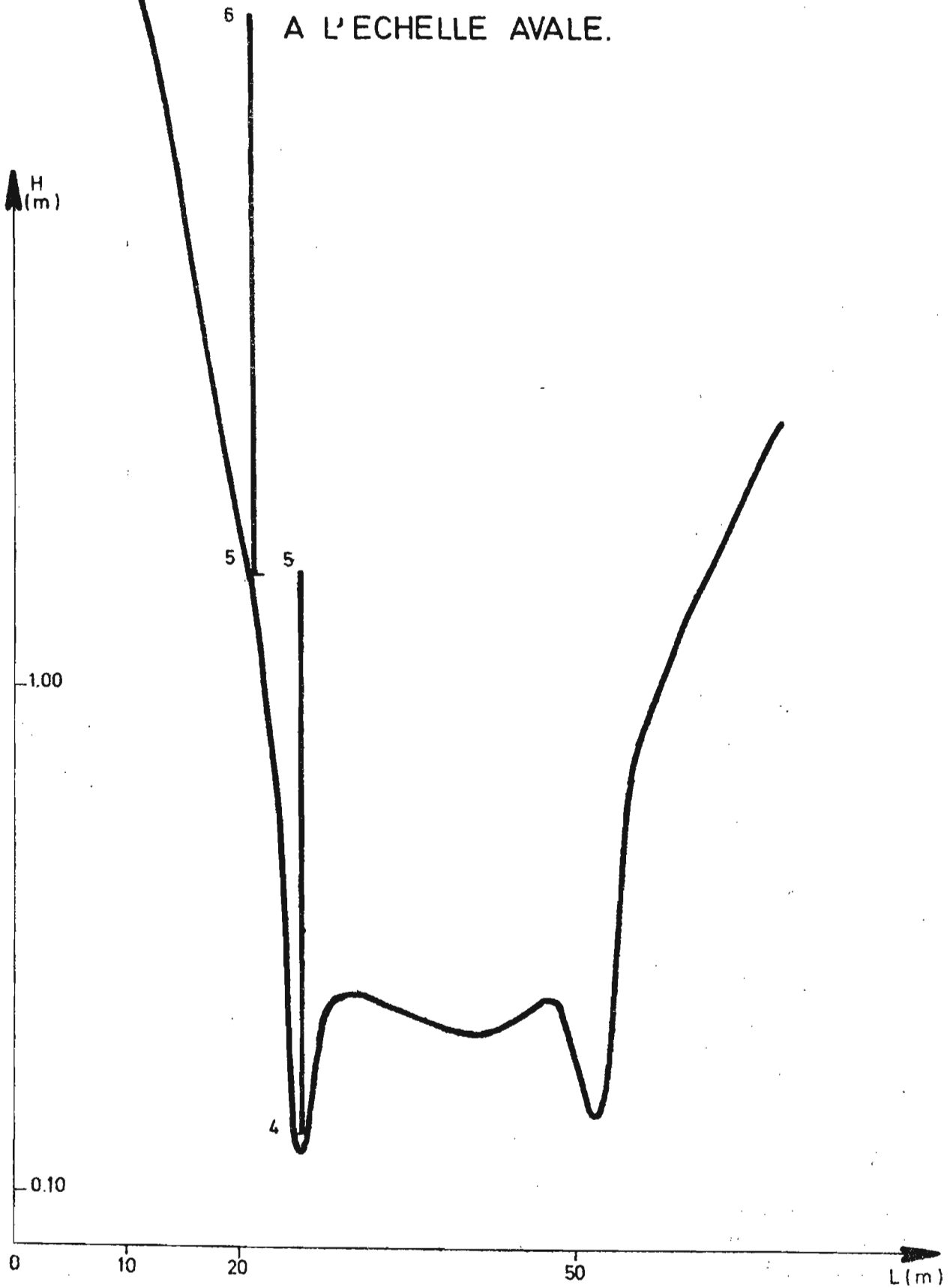
LE KORI TELOUA à AZEL

Profil en Travers



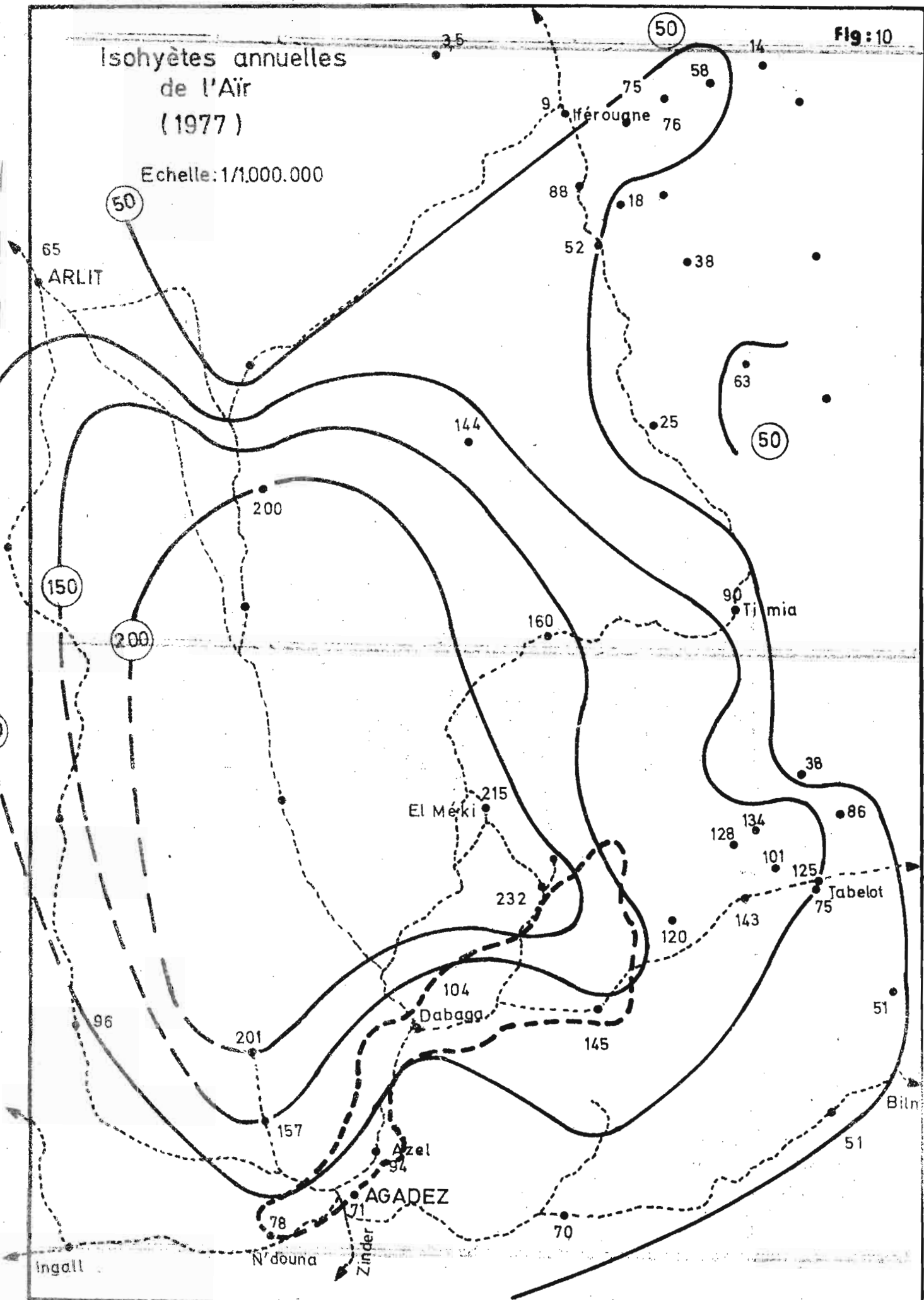
LE TELOUA A N'DOUNA
PROFIL EN TRAVERS
A L'ECHELLE AVALE.

Fig:9



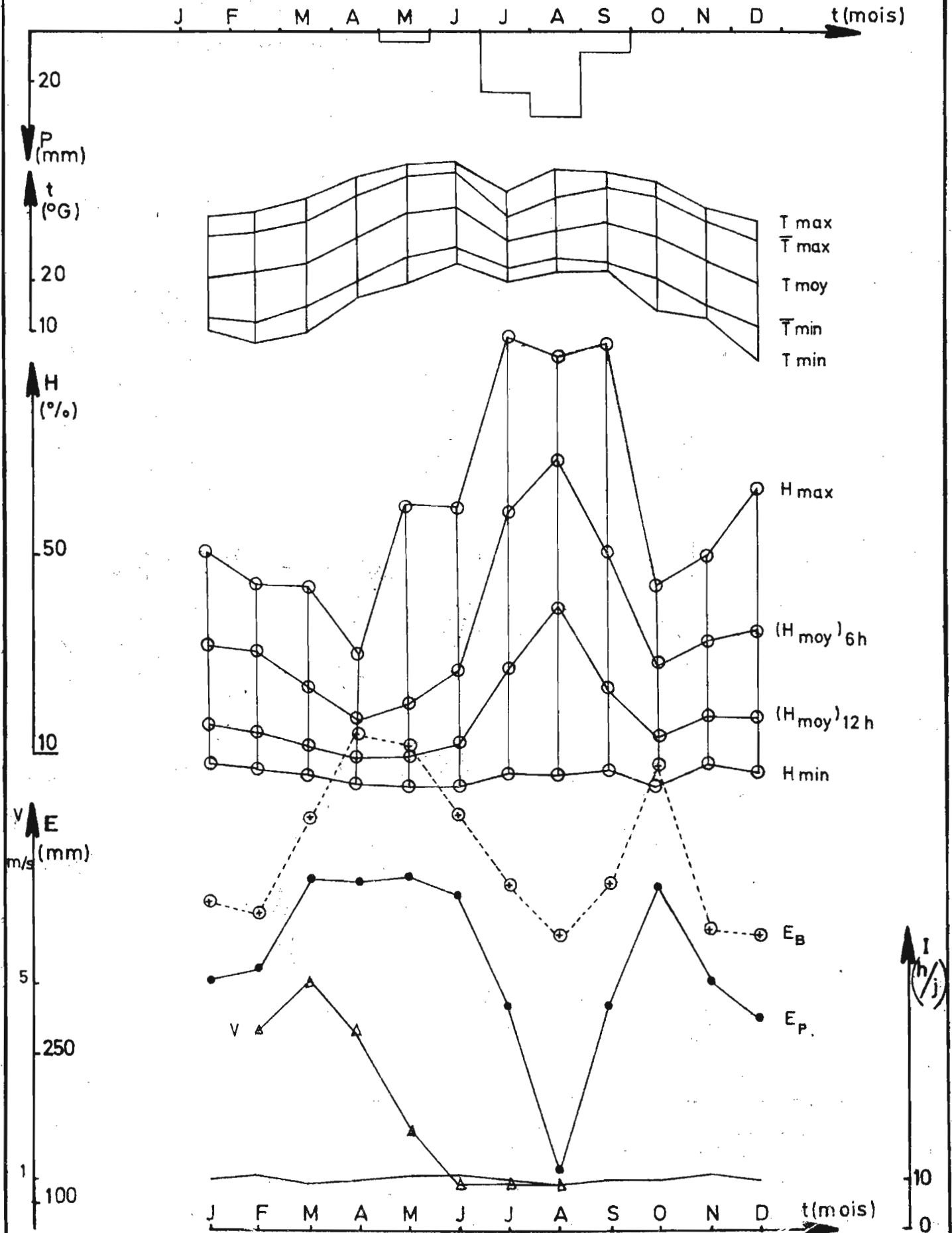
Isohyètes annuelles de l'Air (1977)

Echelle: 1/1.000.000



Climatologie d'Agadez-aérodrome en 1977.

Fig:11



LE KORI TELOUA A AZEL

étalonnage de basses eaux en 1977

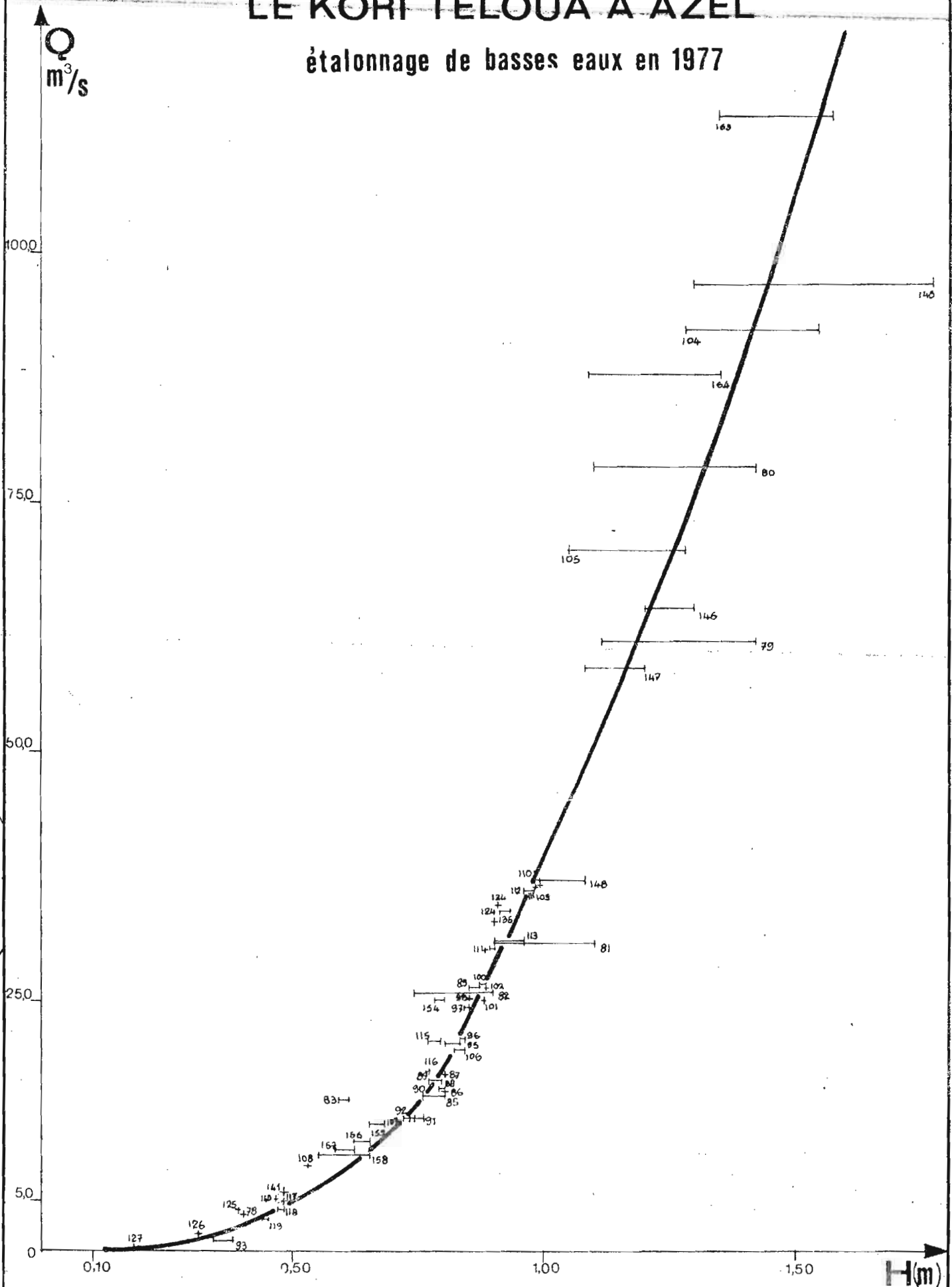
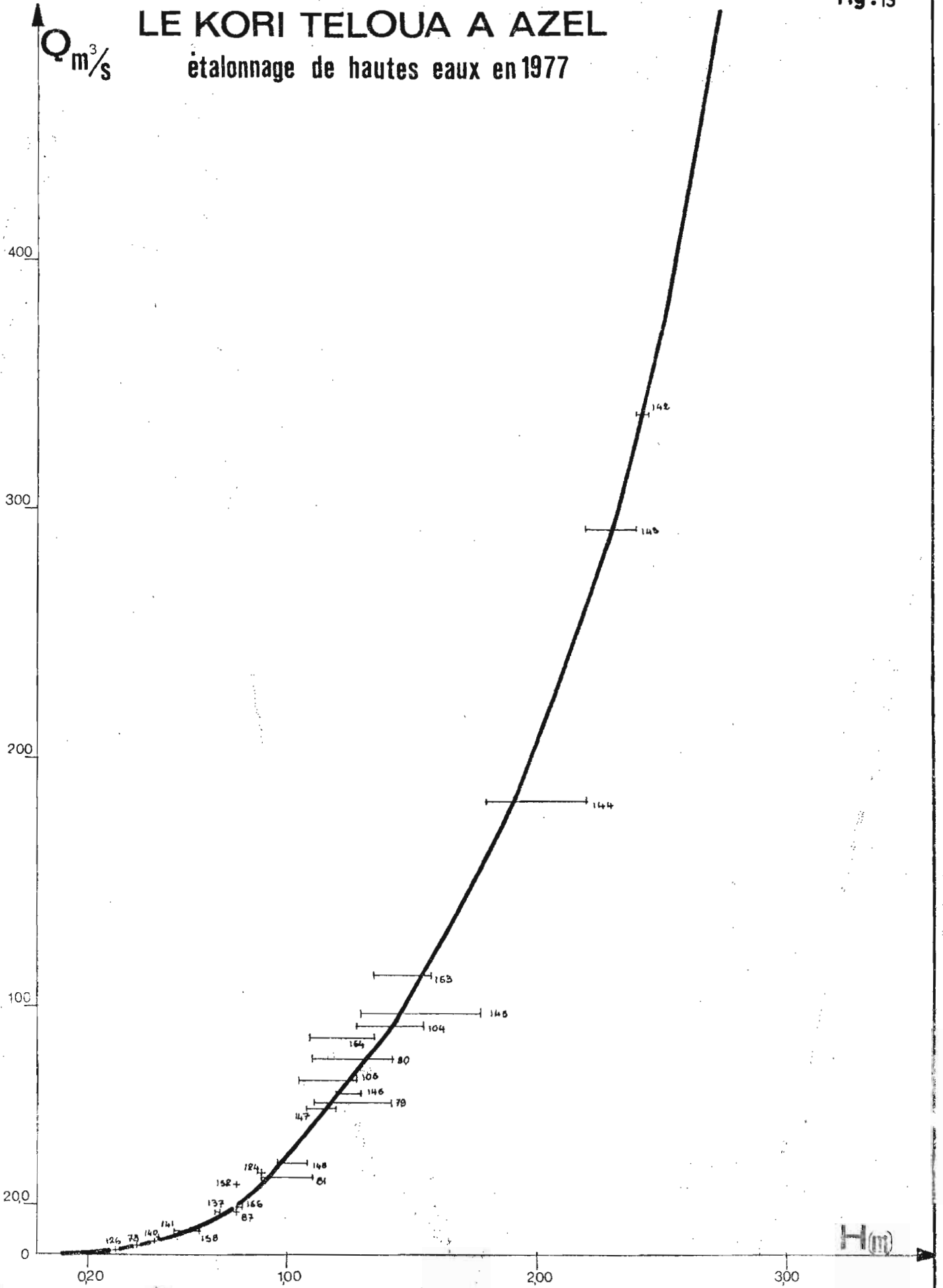


Fig :13

LE KORI TELOUA A AZEL

étalonnage de hautes eaux en 1977



LE KORI TELOUA à N'DOUNA

Courbe d'étalonnage

Campagne 1977

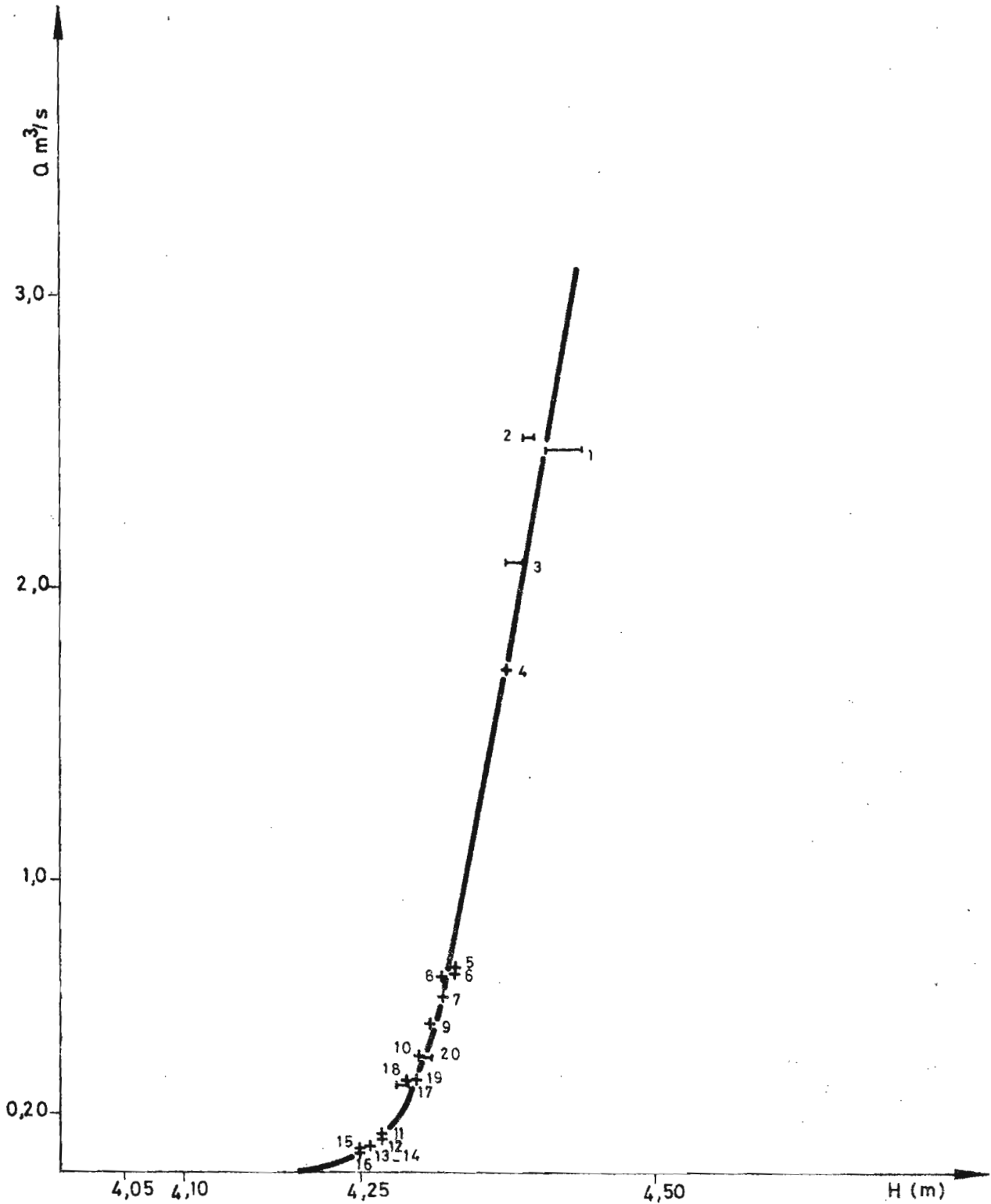
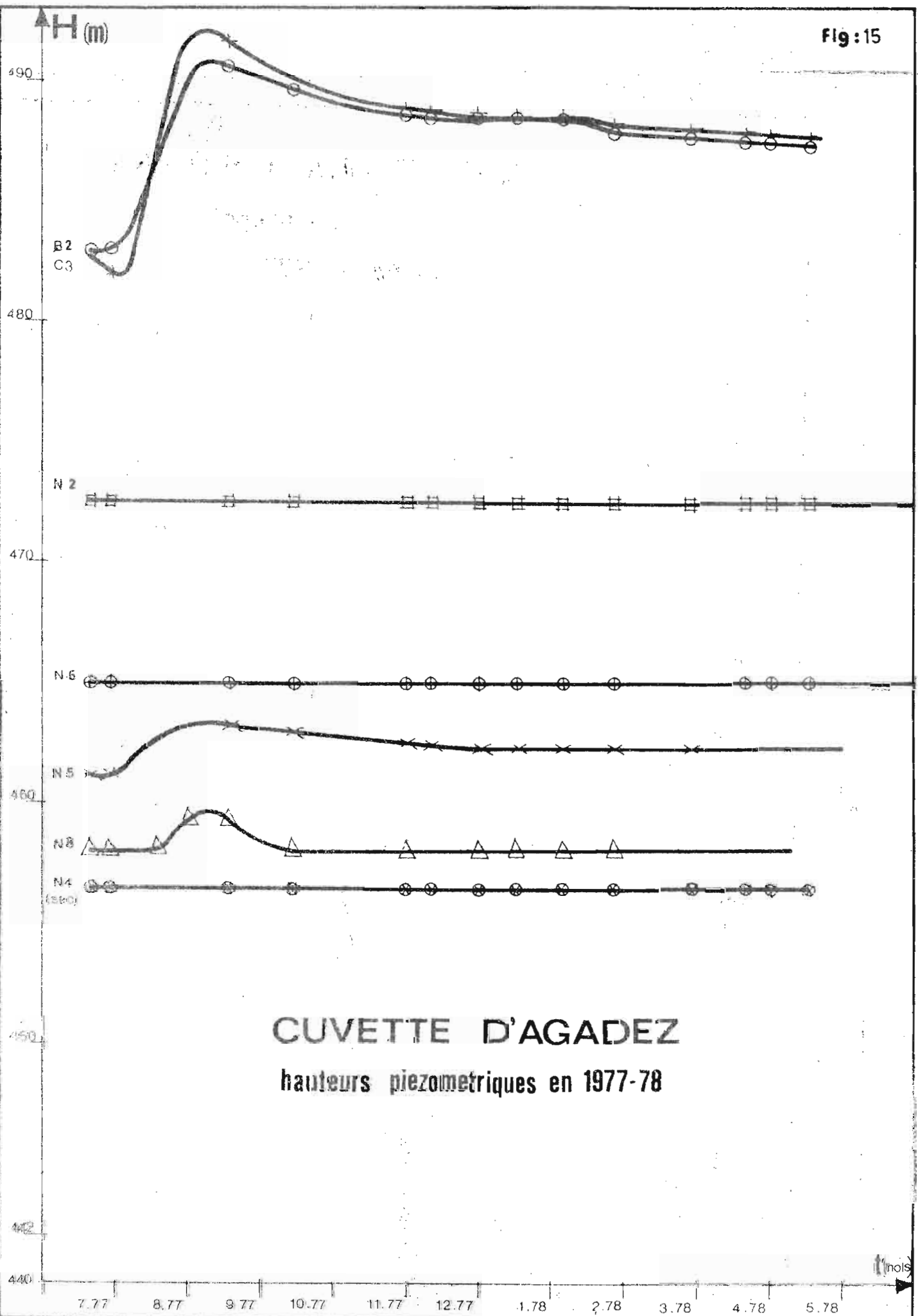
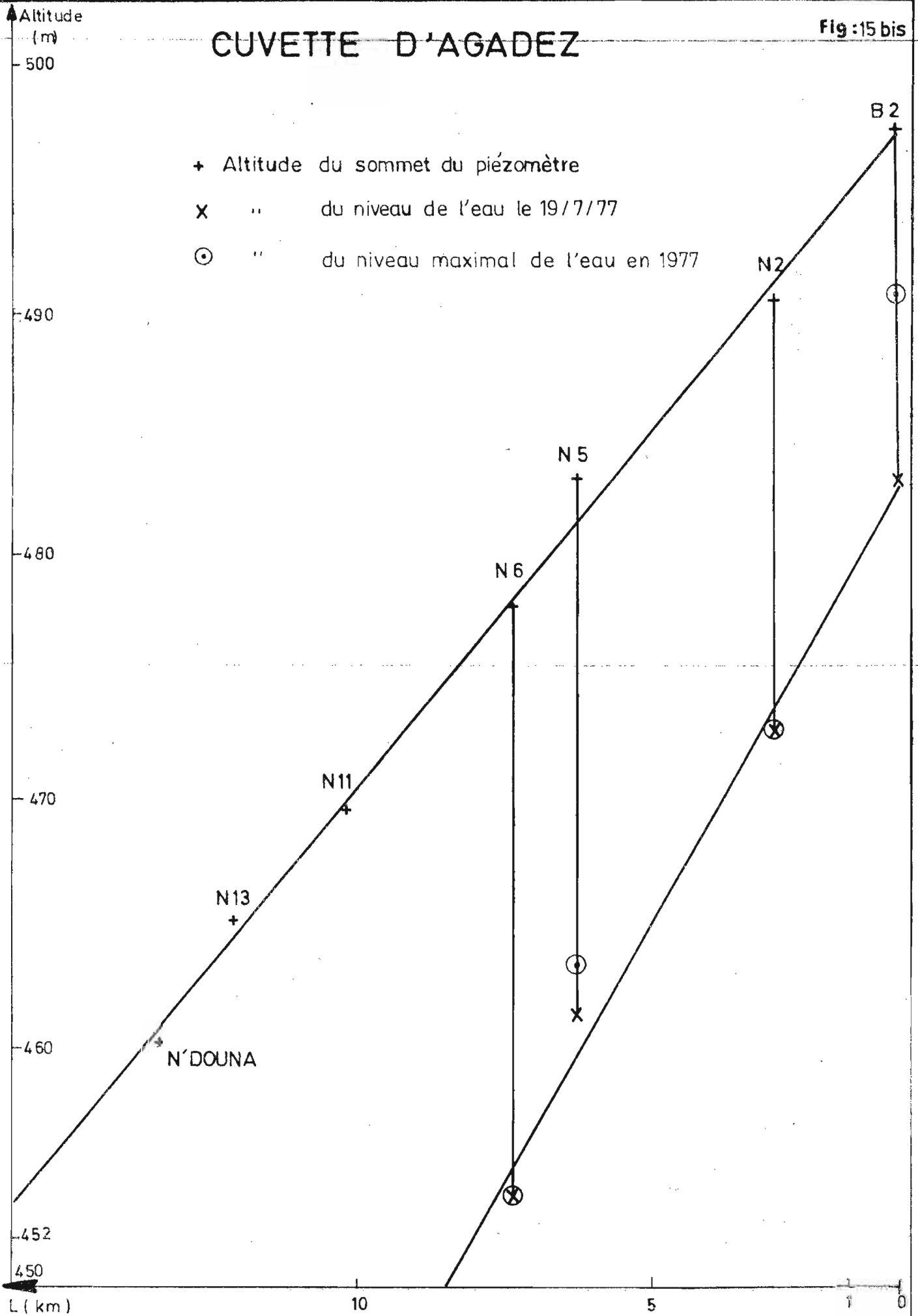


Fig:15



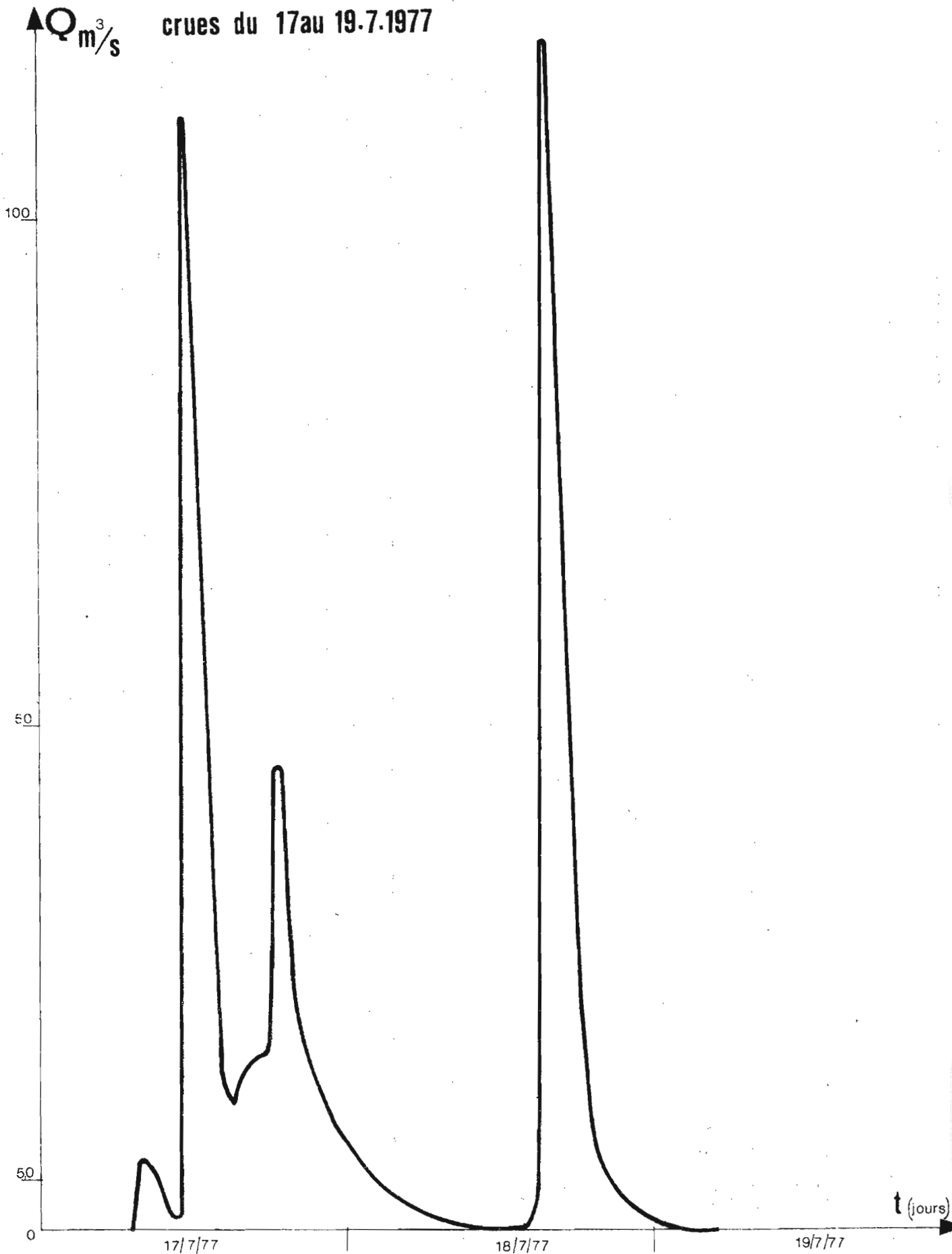
CUVETTE D'AGADEZ
hauteurs piezometriques en 1977-78

CUVETTE D'AGADEZ



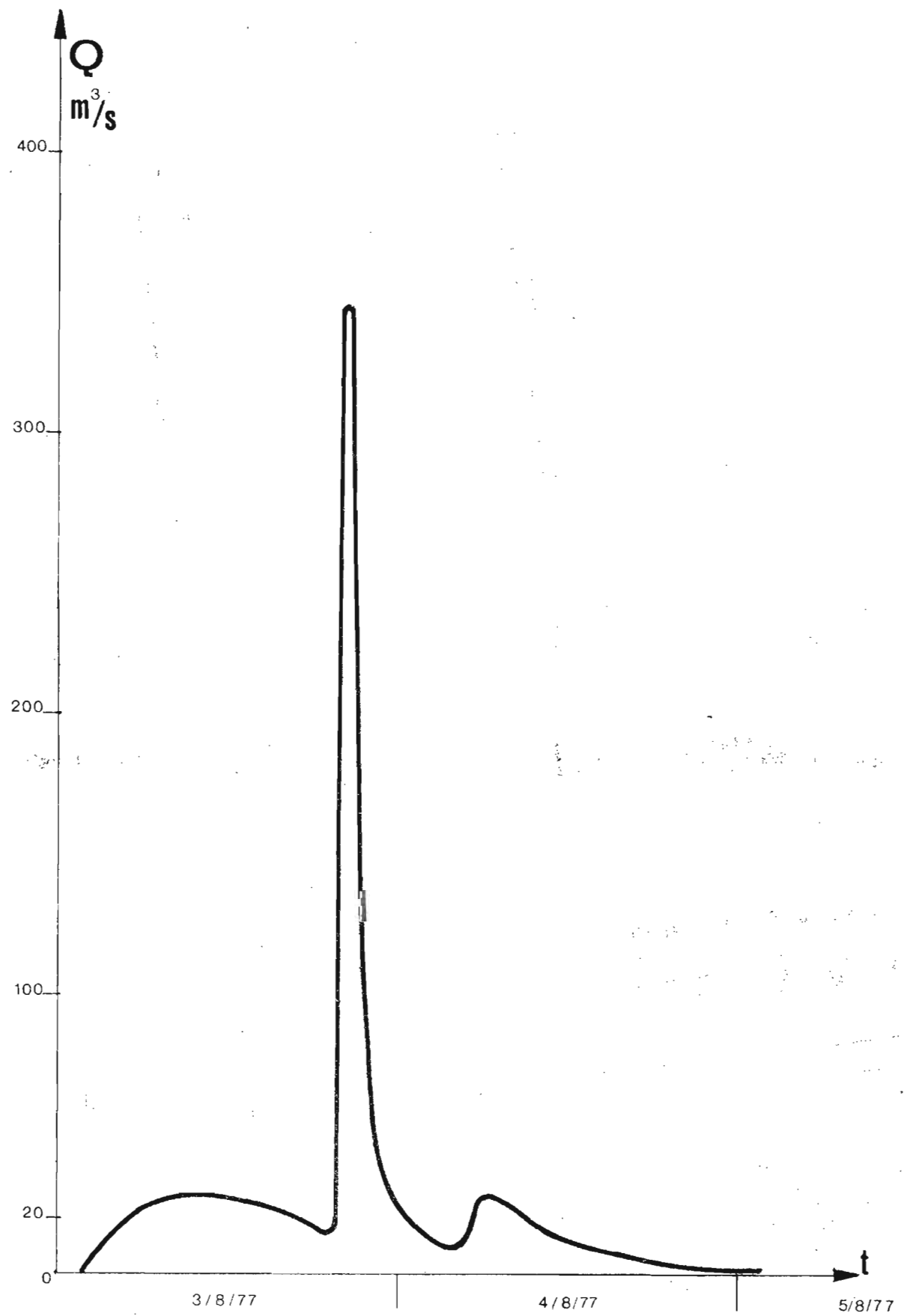
TELOUA A AZEL

crues du 17 au 19.7.1977



TELOUA A AZEL

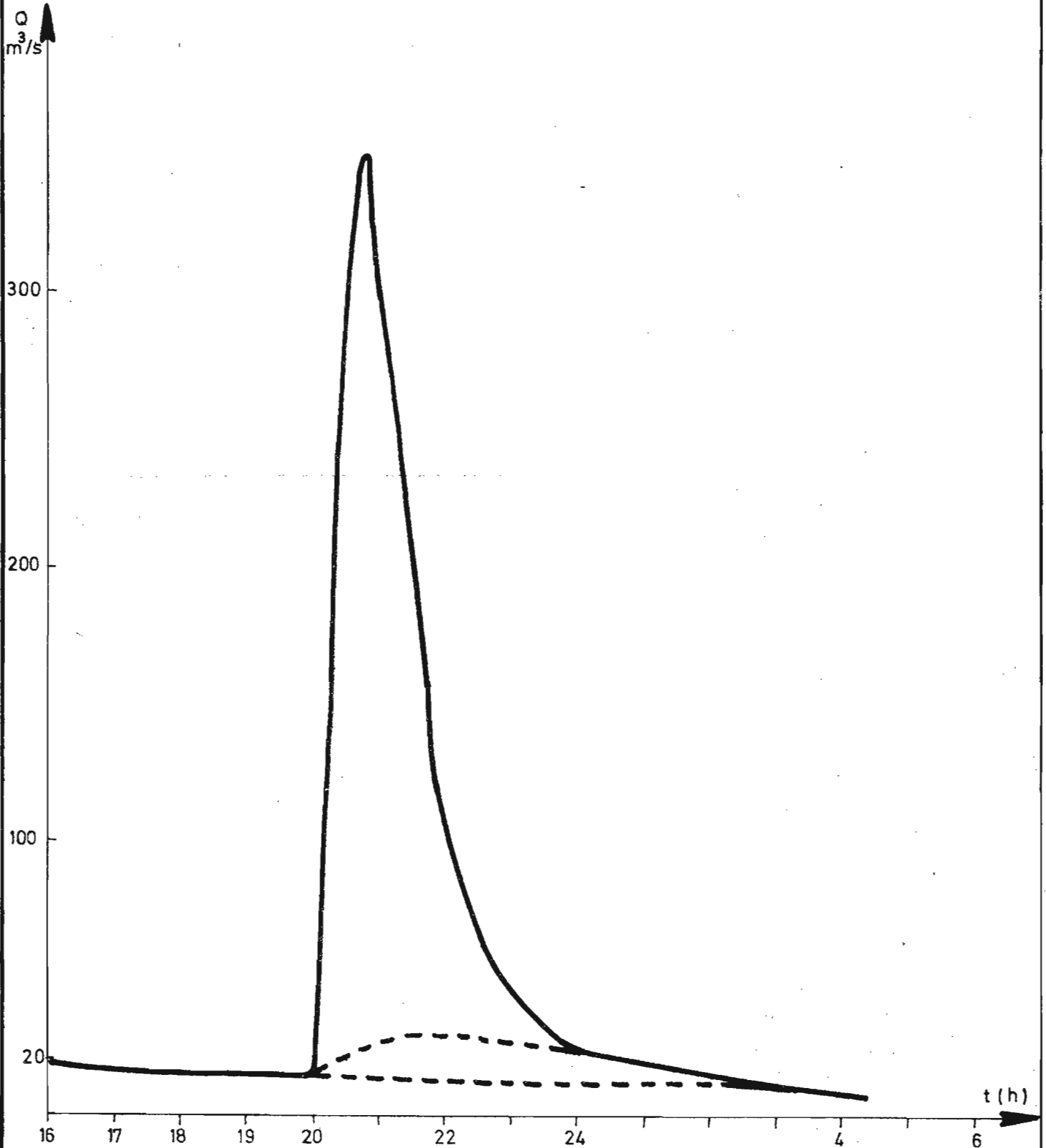
crues du 3 au 5.8.77



LE TELOUA A AZEL

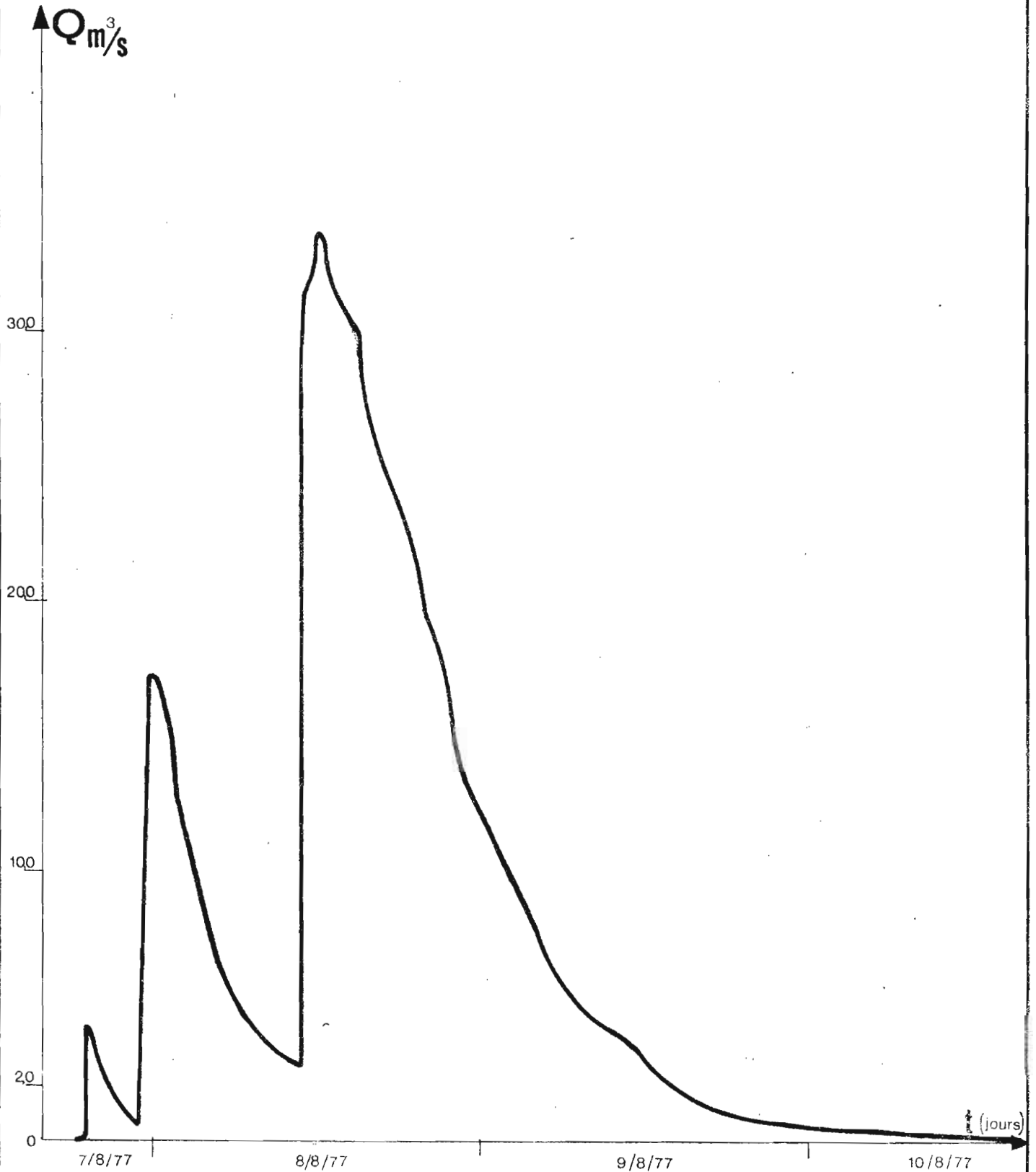
Fig:17 bis

Crue des 3 et 4 / 8 / 1977



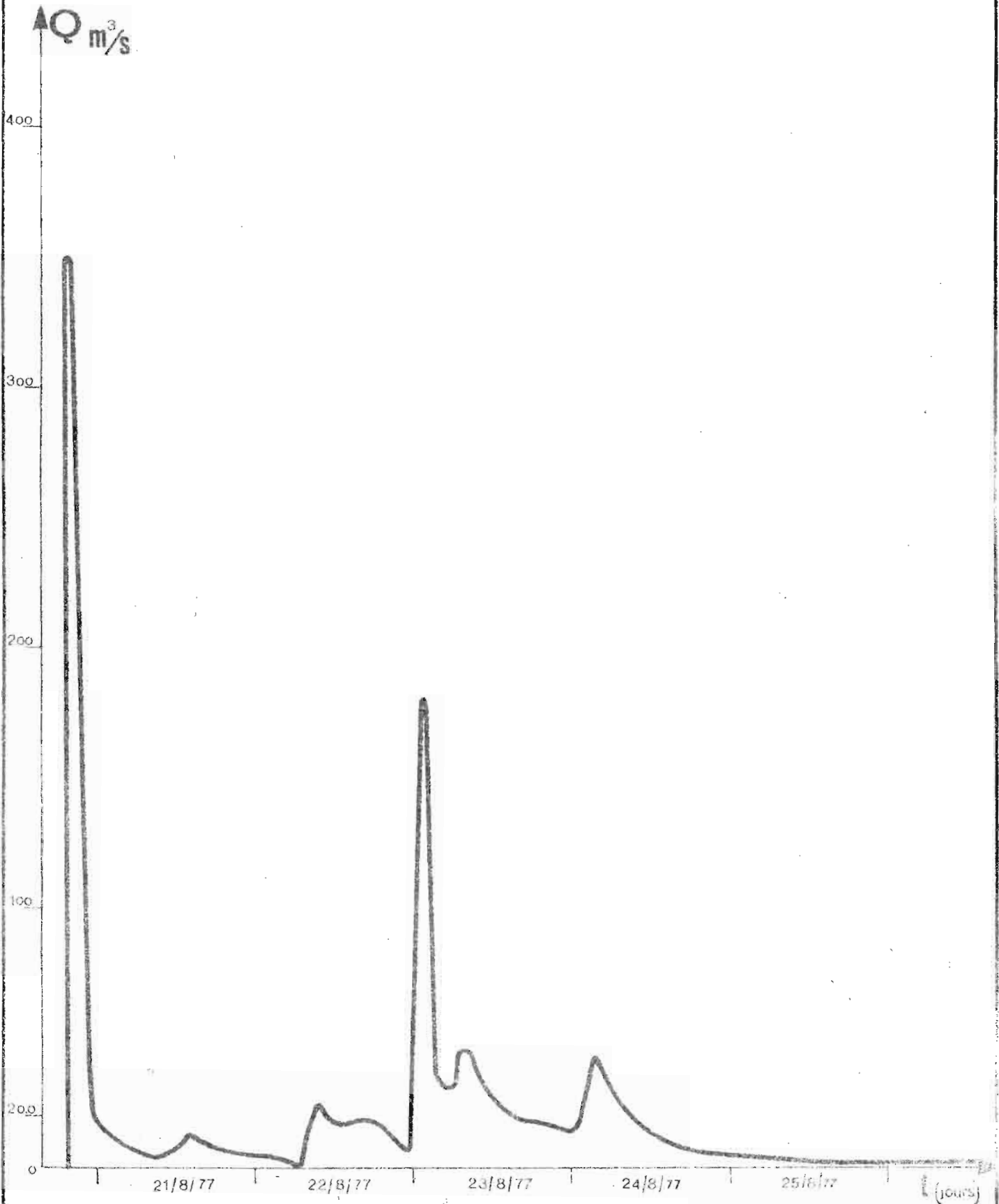
TELOUA A AZEL

crues du 7 au 10.8.1977



TELOUA A AZEL

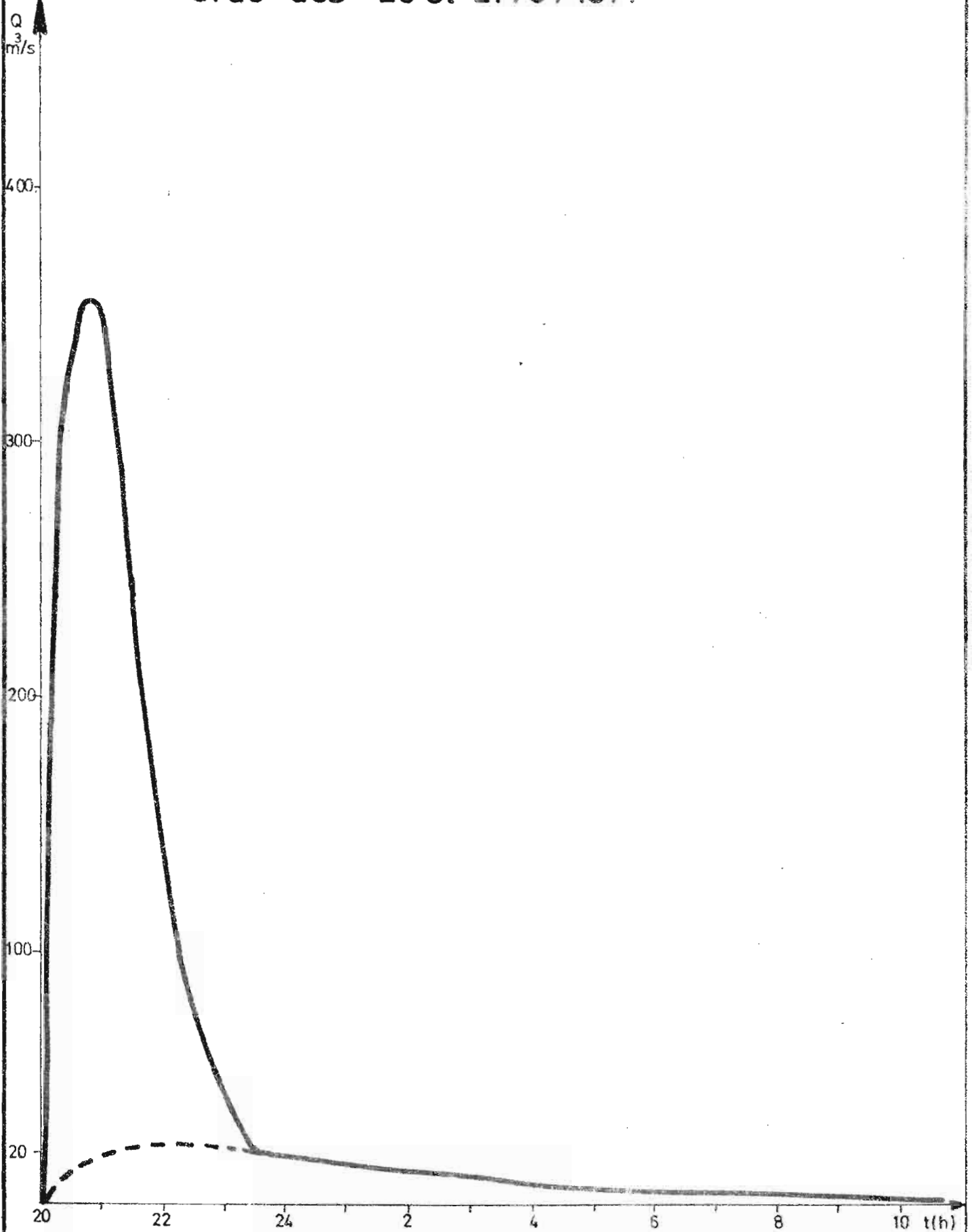
crues du 20 au 26.8.77



LE TELOUA A AZEL

Fig:19 bis

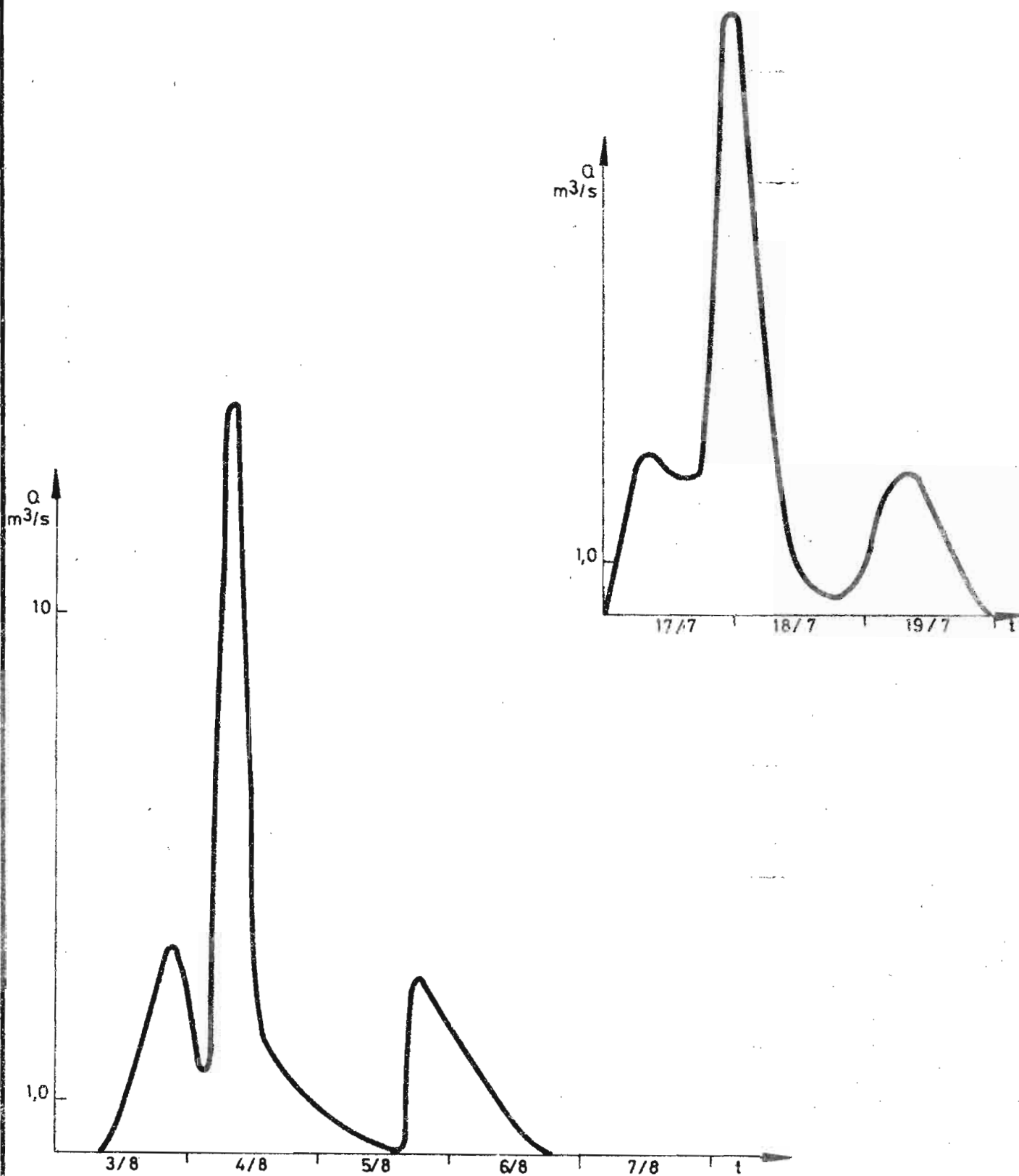
Crue des 20 et 21/8/1977



CUVETTE D'AGADEZ

Le Téloua à N'Douna en 1977

Hydrogrammes de crue

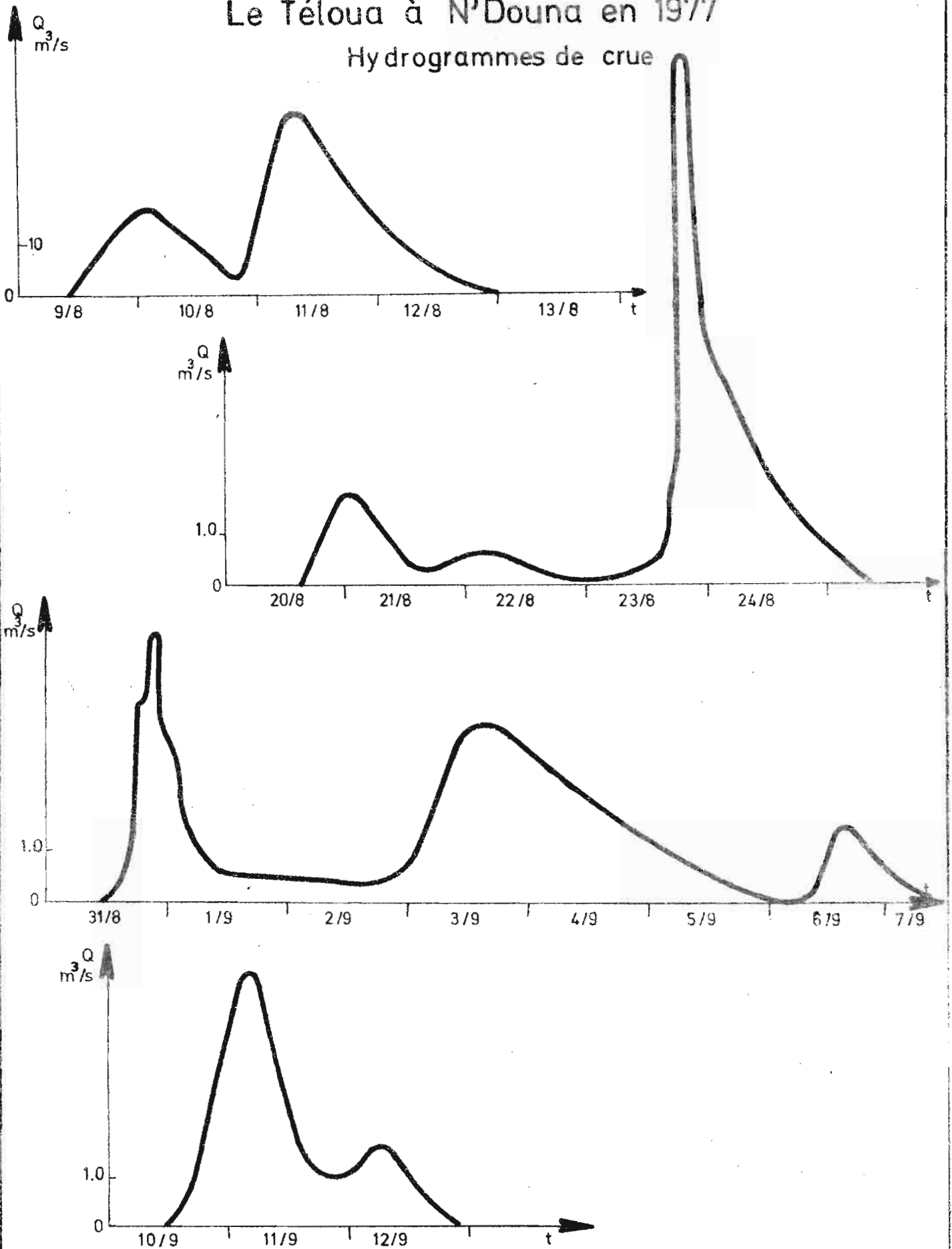


CUVETTE D'AGADEVZ

Fig: 21

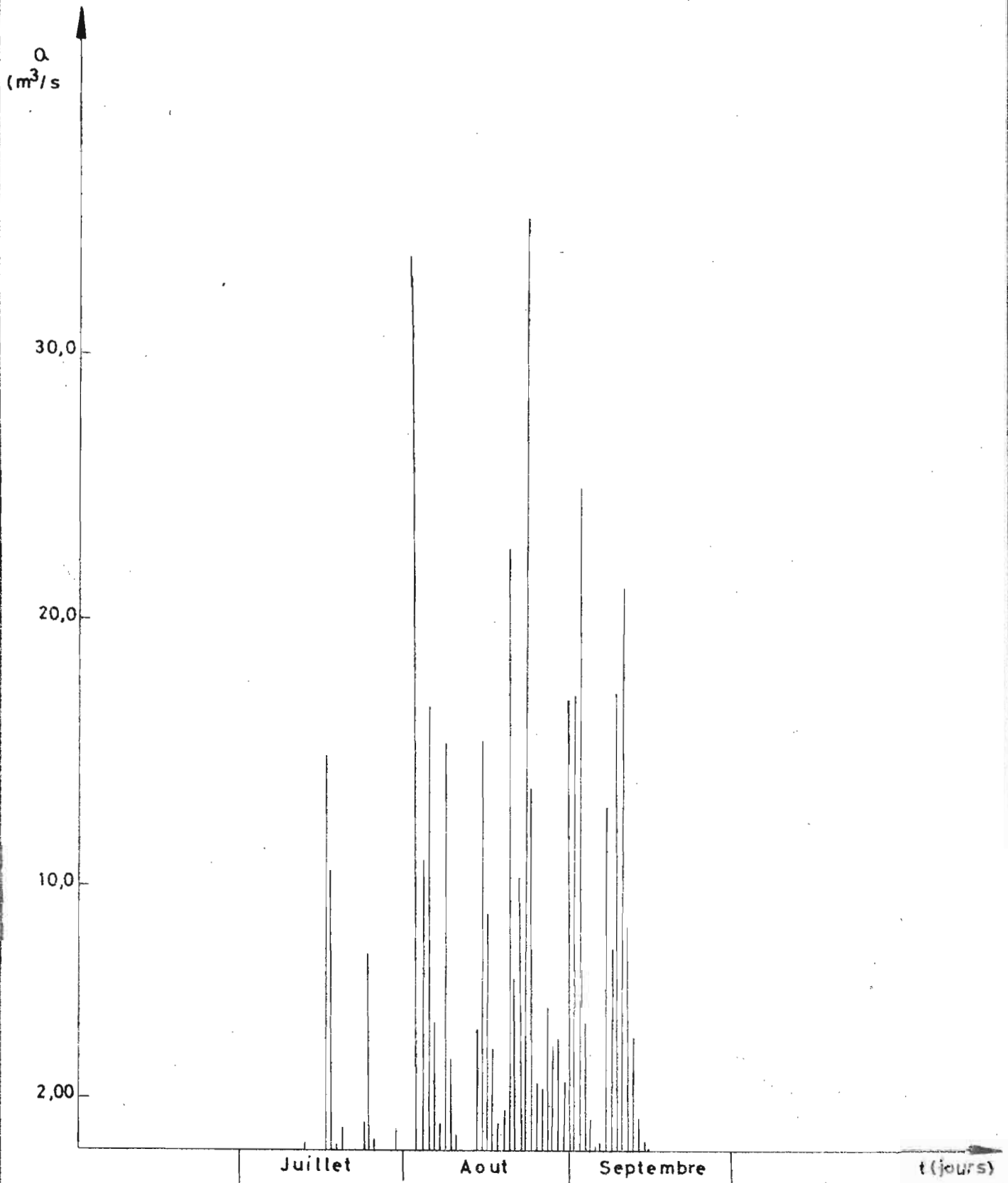
Le Téloua à N'Douna en 1977

Hydrogrammes de crue



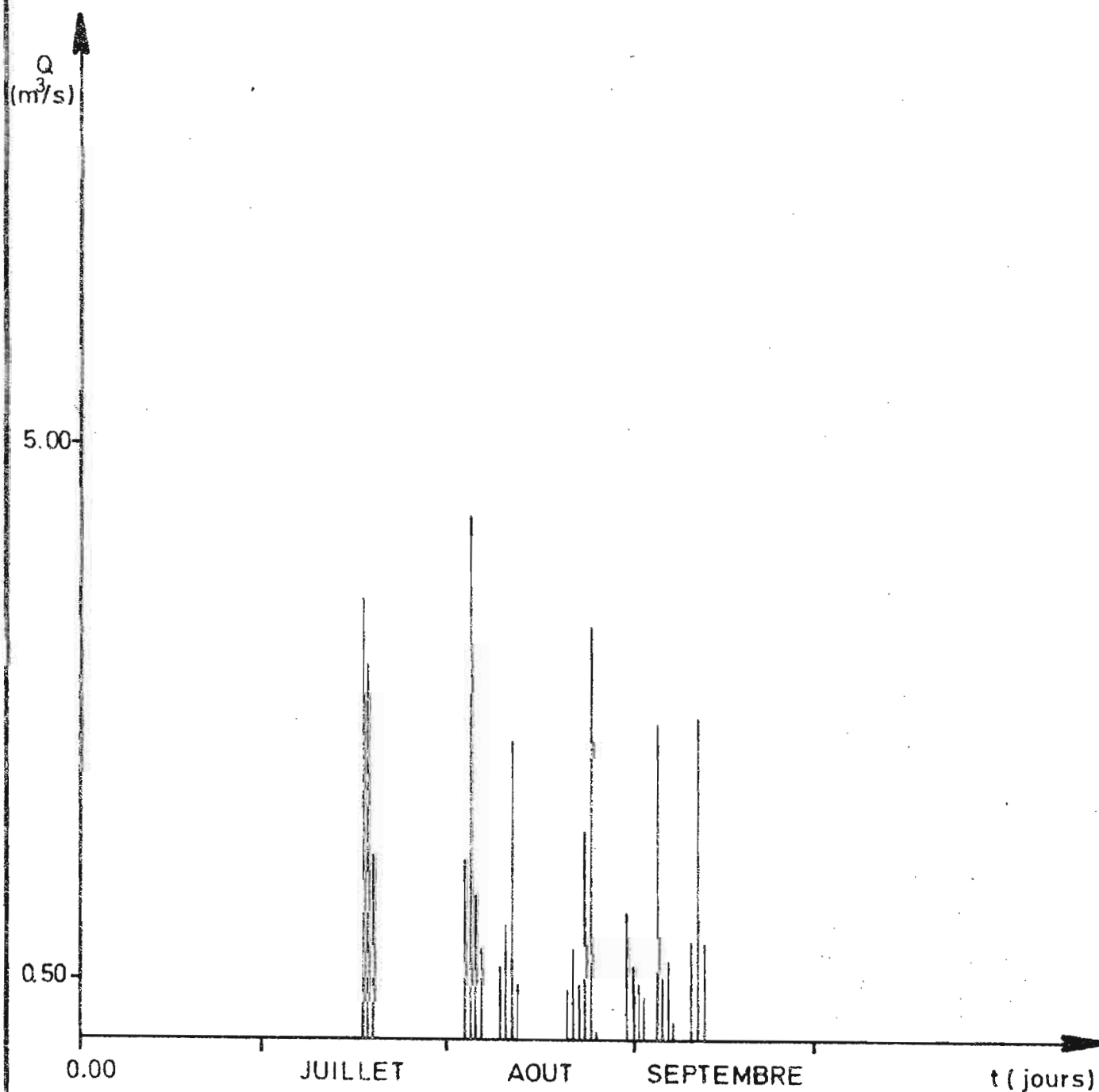
LE TELOUA à AZEL

Débites moyens journaliers en 1977



LE TELOUA A N'DOUNA

Débits Moyens Journaliers en 1977



LISTE DES TABLEAUX

- 1 - Morphométrie et hypsométrie du bassin du TELOUA.
- 2 - Climatologie à AGADEZ (moyennes 1961 - 1970).
- 3 - Pluviométries mensuelles et annuelles relevées à la station météorologique d'AGADEZ.
- 4 - Situation des pluviomètres du TELOUA en 1977.
- 5 - Sondages de l'OFEDES (mai - juin 1977).
- 6 - Pluviométries journalières en 1977, de juillet à septembre, sur le bassin inférieur du TELOUA.
- 7 - Pluviométries journalières en 1977 sur certains postes de l'AIR.
- 8 - Climatologie en 1977 à AGADEZ-Aérodrome.
- 9 - Ecoulements du TELOUA en 1977.
- 10 - Liste des jaugeages effectués à AZEL en 1977.
- 11 - Liste des jaugeages effectués à N'DOUNA en 1977.
- 12 - Niveaux piézométriques de la cuvette, en 1977.
- 13 - Débits moyens journaliers du TELOUA à AZEL en 1977, en m³/s.
- 14 - Débits moyens journaliers du TELOUA à N'DOUNA en 1977, en m³/s.
- 15 - Volumes annuels du TELOUA.

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

TABLEAU N° 1

Morphométrie

	AZEL	N° DOUNA
Superficie (km ²)	1 360	1 635
Altitude maximale (m)	1 853	1 853
Altitude minimale (m)	526	460
Périmètre (km)	235	270
Coefficient de compacité	1,78	1,86
Longueur du rectangle équivalent (km)	104	121
Largeur (km)	13	13,6
Pente globale I. G. (%)	0,35	0,35
Indice de pente I P	0,072	0,070

Hypsométrie

Altitude	s / S %	
	AZEL	N° DOUNA
Superficie à 1 853 m	0	0
1 400	0	0
1 200	1	1
960	3	2
880	11	9
840	27	22
800	48	40
760	61	51
720	72	60
680	79	66
640	88	73
600	94	78
560	98	83
540	99	86
520	100	88
500	100	91
480	100	97
460	100	100

TABLEAU N° 2

Climatologie à Agadèz

(moyennes 1961 - 1970)

	JANV.	FEV.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOÛT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	ANNÉE
(T _X) _{max}	35,0	38,5	42,0	43,2	45,0	45,0	44,2	42,0	42,8	40,9	38,9	36,1	41,1
T _X	33,5	36,3	39,8	42,2	43,7	44,0	42,2	40,6	41,4	39,9	36,3	33,6	39,5
T _X	28,8	31,7	35,2	39,1	40,8	41,6	39,1	37,1	38,5	37,3	32,6	29,9	36,0
T moy	20,3	22,8	26,9	30,6	33,2	33,8	31,6	29,7	30,8	29,6	24,3	21,5	27,9
T _N	11,9	13,7	17,2	22,6	24,6	25,6	24,3	23,3	23,2	21,0	15,7	13,3	19,7
T _N	7,1	8,0	12,4	17,5	19,4	21,4	20,3	19,4	19,9	16,8	11,0	9,3	15,2
(T _N) _{min} (°C)	5,1	1,9	8,2	9,0	17,5	18,1	16,0	17,6	17,6	13,5	7,0	5,0	11,4
E _{Ba} (mm)	354	375	481	536	556	505	404	344	431	495	409	371	521
E _P (mm)	349	374	458	449	492	416	314	212	321	412	372	352	452
I (heures)	293	280	293	266	307	278	303	281	283	304	299	290	347
H _X	45	41	40	42	44	59	73	89	69	52	43	47	44
H _X	36	31	28	29	33	45	64	79	60	38	37	37	43
H moy	22	20	18	16	20	28	40	56	39	24	23	23	27
H _N	12	10	9	10	11	13	21	30	19	14	13	13	15
H _N (%)	9	8	7	7	7	7	14	22	15	10	11	11	11

TABLEAU N° 3

Pluviométries mensuelles et annuelles
relevées à la station météorologique d'AGADECZ

	JANV.	FÉV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUILL.	AOÛT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	ANNÉE
1921	—	—	—	—	—	—	—	50,3	6,0	0,0	0,0	0,0	
1922	0,0	0,0	0,0	0,6	0,6	0,4	55,0	103,6	10,0	0,0	0,0	0,0	170,2
1923	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	23,2	110,4	19,0	0,6	0,0	0,0	155,2
1924	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	52,9	44,4	16,8	0,0	0,0	0,0	119,8
1925	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	3,5	31,8	64,8	0,0	0,0	0,0	0,0	107,3
1926	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	6,6	26,4	51,2	0,0	0,0	0,0	0,0	88,3
1927	0,0	0,0	0,0	2,3	3,2	0,0	36,0	100,4	3,0	0,0	0,0	0,0	144,9
1928	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	2,0	82,0	17,0	0,0	0,0	0,0	106,0
1929	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	18,0	15,2	113,9	0,0	0,0	0,0	0,0	148,3
1930	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	19,5	92,6	35,4	3,0	0,0	0,0	0,0	154,0
1931	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	5,2	77,2	93,2	25,2	0,0	0,0	0,0	203,0
1932	0,0	0,0	0,3	0,0	3,7	0,8	24,0	168,0	23,0	0,0	0,0	0,0	219,8
1933	0,0	0,0	0,0	0,0	34,0	10,0	11,0	69,7	32,5	0,0	0,0	0,0	157,2
1934	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	12,5	32,5	93,1	15,2	0,0	0,0	0,0	157,3
1935	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,5	48,2	80,0	38,3	0,0	0,0	0,0	180,0
1936	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,8	82,9	124,5	1,4	0,0	0,0	0,0	229,6
1937	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	30,0	86,0	15,5	0,0	0,0	0,0	132,0
1938	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	35,0	86,0	10,0	0,0	0,0	0,0	139,0
1939	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	23,0	87,0	21,0	0,0	0,0	0,0	139,0
1940	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	4,0	120,0	46,0	0,0	0,0	0,0	0,0	184,0
1941	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	9,0	35,0	87,0	8,0	0,0	0,0	0,0	139,5
1942	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—	1,0	0,0	0,0	—
1943	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	0,0	60,8	90,8	51,6	0,0	0,0	0,0	210,3
1944	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	46,0	46,0	12,0	0,0	0,0	0,0	107,0
1945	0,0	0,0	0,0	25,9	0,0	7,0	50,0	162,0	0,0	0,0	0,0	0,0	244,9
1946	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,7	53,0	77,4	6,5	0,6	0,0	0,0	139,6
1947	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9	85,0	163,3	13,2	0,0	0,0	0,0	270,4
1948	0,0	0,0	0,0	5,2	0,5	2,3	10,6	31,2	5,0	0,0	0,0	0,0	54,8
1949	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	44,4	71,6	0,0	0,0	0,0	0,0	118,2
1950	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	53,4	119,6	79,2	0,0	0,0	0,0	261,8
1951	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2	19,1	53,5	30,4	4,6	0,0	0,0	108,2
1952	0,0	0,0	0,0	0,0	14,6	9,8	26,2	106,5	50,4	2,6	0,0	0,0	210,1
1953	0,0	0,0	0,2	0,0	71,9	34,7	63,4	114,2	3,2	0,0	0,0	0,0	287,6
1954	0,0	1,5	0,0	0,3	20,0	0,0	43,8	162,9	0,0	1,7	0,0	0,0	230,2
1955	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	83,9	51,7	45,5	7,1	1,0	0,0	0,0	193,7
1956	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,4	85,0	39,8	0,0	0,0	0,0	162,2
1957	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	7,6	38,0	57,3	8,2	0,2	0,1	0,0	116,1
1958	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	111,1	163,7	4,5	0,0	0,0	0,0	288,2
1959	0,0	0,0	0,0	1,3	2,0	0,8	45,0	142,7	46,6	0,0	0,0	0,0	238,4

TABLEAU N° 3 (suite et fin)

Pluviométries mensuelles et annuelles
relevées à la station météorologique d'AGADEZ

	JANV.	FEV.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOÛT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	ANNÉE
1960	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	70,21	54,41	21,6	0,0	0,0	0,1	147,0
1961	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	61,6	151,9	2,0	0,0	0,0	0,0	216,4
1962	0,0	0,0	0,0	0,0	9,6	6,7	48,9	38,61	47,6	0,0	0,0	0,0	151,4
1962	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,8	57,7	83,2	12,7	4,2	0,0	0,0	174,6
1964	0,0	0,0	0,0	2,4	1,1	6,4	11,1	107,7	0,0	0,0	0,0	0,0	128,7
1965	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	17,7	14,9	94,2	15,3	0,0	0,0	0,0	149,1
1966	0,0	0,0	0,0	0,3	21,8	6,8	10,7	35,7	21,5	0,0	0,0	0,0	96,8
1967	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	2,2	57,8	67,4	26,1	0,0	0,0	0,0	155,2
1968	0,0	0,0	0,0	50,2	0,5	19,5	60,8	26,1	8,0	0,0	0,0	0,0	165,6
1969	0,0	0,0	0,0	0,0	17,6	1,1	8,8	50,9	3,0	0,2	0,0	0,0	81,6
1970	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,2	13,8	3,7	0,0	0,0	0,0	39,7
1971	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	28,2	56,7	7,2	0,0	0,0	0,0	92,6
1972	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	13,4	18,7	40,7	0,9	0,0	0,0	0,0	73,9
1973	0,0	0,0	0,0	8,1	0,0	10,8	39,4	17,9	0,1	0,0	0,0	0,0	76,5
1974	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	1,3	47,8	81,3	0,2	0,0	0,0	0,0	136,4
1975	0,0	0,0	0,1	0,0	19,7	3,5	72,1	30,3	5,2	0,0	0,0	0,0	130,6
1976	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	17,8	24,9	41,9	20,2	0,4	0,0	0,0	106,6
1977	0,0	0,0	0,1	0,0	3,6	0,1	24,0	34,2	8,7	0,0	0,0	0,0	70,6

TABLEAU N° 4

Situation des pluviomètres du TELOUA en 1977

N°	Lieu dit	COORDONNÉES	
		N	E
PE 1	AZEL	17° 3' 09"	8° 2' 43"
P 12	DABAGA	17° 18' 00"	8° 7' 55"
P 13	TASGHA	17° 21' 31"	8° 18' 02"
P 14	TAOUSSAT -- TA M ^B BEDEI	17° 28' 58"	8° 20' 49"
P 22	EFERI N ^B KASSAKA	17° 34' 17"	8° 23' 31"
P 23	EDIKEL (TCHIGUERFANE)	17° 25' 09"	8° 33' 39"
P 24	IN TEDEINI	17° 20' 32"	8° 27' 43"
PE 0	AGADEZ météo	16° 59' 00"	7° 59' 19"
PE 4	N ^B DOUNA	16° 54' 51"	7° 51' 01"
PE 2	ALARCES	17° 01' 05"	8° 00' 48"
PE 3	ALOUET	16° 57' 09"	7° 54' 53"
P 5	Entre ALARCES et AGADEZ	17° 00' 39"	8° 00' 47"
P 6	"	17° 00' 32"	8° 00' 13"
P 7	KADIBADI	16° 57' 17"	7° 57' 00"
P 8	Entre AGADEZ et ALOUET	16° 57' 55"	7° 55' 40"
P 9	Piste IN GALL	16° 55' 59"	7° 55' 30"
P 10	" "	16° 55' 00"	7° 53' 09"
P 11	Piste TCHIROZERINE	16° 59' 19"	7° 57' 12"
P 12	" "	17° 00' 06"	7° 55' 52"
P 13	Entre N ^B Douna et TCHIROZERINE	16° 56' 36"	7° 50' 30"

TABIEAU N° 5

Sondages de l'OFEDES (mai - juin 1977)

N°	Profondeurs en m			Altitudes, en m (têtes piézomètres)
	Grès	Granit	Tubage	
46	22 - 26	-	26	-
G 17	21 - 30	31 - 35	35	-
G 83	21 - 27	27 - 32,5	-	-
B 2	33 - 36	34 - 36	36	497,39
C 3	-	33 - 36,6	36,60	497,40
B 6	-	31 - 34	-	-
C 7	-	30 - 35	-	-
N 1	10 - 15	-	-	-
N 2	21 - 21,80	-	21,80	490,40
N 3	14 - 19	-	19,0	483,38
N 4	21 - 20,70	-	20,70	483,25
N 5	21 - 21,80	-	21,80	483,16
N 6	23 - 30	-	30,00	479,27
N 7	14 - 20,50	-	20,50	477,99
N 8	16 - 19,0	-	19	477,07
N 9	6 - 12	-	-	-
N 10	7 - 8	-	-	-
N 11	16 - 18	-	18	469,68
N 12	6 - 8	-	-	452,18
N 13	18 - 19	-	19	455,29
N 14	9 - 12	-	-	-

TABLEAU N° 6

Pluviométries journalières en 1977, de juillet à septembre,
sur le bassin inférieur du TELOUA

JOURS	DABAGA			AZEL			AGADEZ			N° DOUNA		
	J	A	S	J	A	S	J	A	S	J	A	S
1			6,5									
2		0,5			1,0			0,2	0,1			
3					10,5			0,7			0,6	
4		6,5						0,6				
5												
6			10,5			1,5			4,5			1,0
7								0,4	1,8			
8												
9												
10					tr			0,3				
11						1,0			0,2			
12	7,4											
13												
14		13,5				1,0			2,1			
15		9,0			1,6							
16								7,1				
17	18,4			6,6				5,3			6,6	
18				21,9				0,5				
19	0,2				4,5				3,0			
20		9,0							3,4			
21											13,6	
22		1,5							0,7			
23	3,5				1,1				11,2			
24				3,5				0,5				
25											0,9	
26												
27				1,5				10,1			17,3	
28		1,5			1,5				2,4			
29												
30				19,0				0,7	3,4			14,5
31		16,0							7,9		7,0	
	29,5	57,5	17,0	52,5	20,2	3,5	24,0	34,2	8,7	31,8	28,7	1,0
		104,0 mm			76,2 mm			66,9 mm			61,5 mm	

TABLEAU N° 6 (suite)

Pluviométries journalières ponctuelles, en mm, en 1977
aux postes installés en cours de saison des pluies

Date	PE 2	PE 3	P 7	P 8	P 9	P 10	P 5	P 6	P 11	P 12	P 13
22/8	-	Pose	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/8	-	24,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/8	Pose		-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/8				Pose	Pose	Pose	-	-	-	-	-
28/8	0,0	0,0	-	3,8	0,0	0,0	-	-	-	-	-
30/8	7,7	0,0	Pose	5,2	5,6	8,7	-	-	-	-	-
31/8	4,0	20,9	22,4	23,9	2,7	2,7	-	-	-	-	-
2/9	1,5	0,0	0,0	0,0	4,4	1,0	-	-	-	-	-
6/9	7,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	Pose	Pose	Pose	Pose	Pose
14/9	0,5	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13/10	-	-	-	-	-	Retrait	-	-	-	-	-
	20,7	44,9	25,2	32,9	12,7	12,4					

TABLEAU N° 7

Pluviométries journalières en 1977, en mm, sur l'Air

JOURS	TCHIROZERINE			EL MEKI			ZILLALET		
	JUILLET	AOUT	SEPT.	JUILLET	AOUT	SEPT.	JUILLET	AOUT	SEPT.
1	tr		2,2			24,5			3,7
2	tr	3,5			15,0	30,5		8,4	
3	tr	12,2			19,0				
4		5,1			6,0			8,0	
5									
6			2,8			5,0			
7		22,5	11,5		6,0			11,8	
8			3,7					14,0	12,7
9		tr	32,0		17,0			5,0	6,6
10		4,3	0,9			5,0			
11						3,0			12,0
12		0,7		4,0			4,0		
13					14,0			4,0	
14		16,8	11,6		5,0	4,0		6,8	
15		0,3			25,0				
16								32,5	
17	8,4			17,0			9,0		
18	0,4	0,3		2,0					
19	1,3								
20		4,9							
21	tr	27,4		1,0	11,0		7,0		
22			tr				6,0		
23							3,5		
24					7,0			9,0	
25									
26		2,5			4,5			12,2	
27	0,1								
28									
29									
30	8,6	10,3							
31		7,1						23,4	
	18,8	117,9	64,7	24,0	119,5	72,0	29,5	135,1	35,0
		201,4 mm			205,5 mm			199,6 mm	

TABLEAU N° 8

Climatologie en 1977 à AGADEZ - AERODROME

	JANV.	FEV.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	
T_X	32,9	33,5	36,6	41,0	43,5	43,8	38,4	42,8	41,8	40,4	34,7	32,5	38,5
\bar{T}_X	28,5	29,9	31,8	37,2	40,8	41,8	33,2	37,1	38,5	36,8	31,6	27,8	34,
T_{moy}	21,0	21,6	24,4	29,4	33,5	34,6	28,3	30,3	31,5	29,4	23,6	19,6	27,
\bar{T}_N	12,7	12,1	15,0	19,7	24,5	26,6	23,2	24,5	24,2	21,3	15,0	11,1	19,2
T_N ($^{\circ}C$)	9,7	8,0	10,0	16,5	19,9	23,8	20,5	22,0	21,5	14,3	13,2	4,2	15,
E_{Ba}	403	389	485	571	560	490	419	369	423	542	382	371	5403
E_P (mm)	324	333	424	427	430	409	301	234	299	419	327	290	421
I (heure)	309	298	292	311	344	319	305	291	298	323	324	324	3738
H_X	51	44	44	30	60	59	94	90	93	44	50	64	6
H_N (%)	8	7	6	4	4	4	6	6	7	4	8	6	6
$T_{X_{sol}}$	38,5	39,8	43,4	46,8	51,5	50,8	47,0	48,0	47,8	45,6	41,0	37,3	44,8
$T_{N_{sol}}$ ($^{\circ}C$)	- 1,2	- 2,3	- 0,4	3,5	8,5	18,9	17,0	20,0	20,0	9,8	8,4	0,8	8,6

TABLEAU N° 9

Ecoulements du TELOUA en 1977

A Z E L						N ' D O U N A						
N°	Périodes		Durée (h)	H max (m)	V _e (10 ⁶ m ³)	Périodes		Durée (h)	H max (m)	V _e (10 ⁶ m ³)		
	Début	Fin				Début	Fin					
1	13/7 à 9h00	13/7 à 13h00	4	0,36	13 à 10h	0,014	-	-	-	-		
2	17/7 à 8h00	18/7 à 12h00	28	1,54	17 à 12h	1,38	} 17/7 à 0 h	} 19/7 à 18h	66	4,76	17 à 24h	0,724
3	18/7 à 15h00	19/7 à 5h00	14	1,55	18 à 16h	0,817						
4	19/7 à 23h00	20/7 à 10h00	11	0,50	20 à 0h	0,086						
5	24/7 à 19h45	25/7 à 3h00	7	0,61	24 à 21h	0,104						
6	25/7 à 6h00	26/7 à 11h30	30	0,81	25 à 7h40	0,665						
7	30/7 à 18h00	30/7 à 23h40	6	0,58	30 à 18h	0,060						
8	3/8 à 2 h15	5/8 à 2 h00	48	2,44	3 à 20h45	3,84	3/8 à 6 h	7/8 à 14h	104	4,83	4 à 6h	0,679
9	5/8 à 7 h00	10/8 à 13h00	126	0,98	5 à 7 h	3,60	9/8 à 12h	12/8 à 24h	84	4,27	11 à 6h	0,394
10	14/8 à 21h50	19/8 à 6h30	105	0,92	14 à 22h	2,54						
11	19/8 à 19h00	20/8 à 14h30	20	0,75	19 à 21h	0,156	20/8 à 14h	25/8 à 8 h	114	4,41	23 à 23h	0,586
12	20/8 à 20h00	5/9 à 6h30	394	2,46	20 à 20h40	14,9	31/8 à 13h	7/9 à 8 h	187	4,46	3 à 12h	0,705
13	6/9 à 16h45	15/9 à 9h00	209	1,60	9 à 18h	6,3	10/9 à 11h	12/9 à 15h	52	4,56	11 à 4 h	0,371
			1002			34,4			607			3,46

TABLEAU N° 10 (suite et fin)
 le TELOUA à AZEL
 Liste des jaugeages de 1977

N°	Date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	Date	H (cm)	Q (m ³ /s)
126	9/8	31	1,72				
127	10/8	18	0,214	147	20/8	120 - 108	58,6
128	14/8	95 - 98	37,7	148		108 - 98	37,3
129		98 - 93	35,2	149		98 - 88	30,1
130		93 - 87	33,6	150	21/8	80	31,0
131		87	34,4	151		80	29,9
132		87 - 86	34,4	152	22/8	80 - 81	28,8
133	15/8	86 - 88	33,4	153		81	29,7
134		91	34,8	154		78 - 80	25,4
135		91 - 93	34,2	155		80 - 77	24,6
136		74 - 73	16,4	156	30/8	65 - 62	11,2
137		73 - 71	17,1	157		62 - 58	10,4
138		74 - 75	17,8	158	31/8	55 - 65	9,80
139		75	18,3	159		65 - 68	13,0
140		47	5,26	160	2/9	96	38,4
141		48	5,56	161		96 - 95	33,3
142	20/8	246 - 240	338	162		95 - 94	35,7
143		240 - 220	292	163	9/9	158 - 135	114
144		220 - 178	183	164		135 - 109	87,8
145		178 - 130	96,8	165	11/9	80 - 81	17,7
146		130 - 120	64,5	166		81 - 82	18,9

TABLEAU N° 11

LE KORI TELOUA A N'DOUNA

Liste des jaugeages

- Campagne 1977 -

N°	DATES	H (cm)	Q m ³ /s
1	04-08-77	441 - 441	2,470
2	"	440 - 439	2,510
3	"	439 - 438	2,090
4	"	438	1,730
5	06-08-77	433	0,680
6	"	433	0,700
7	"	432	0,600
8	"	432	0,670
9	"	431	0,510
10	"	430	0,400
11	22-08-77	427	0,135
12	"	427	0,125
13	"	426	0,095
14	"	426	0,095
15	"	425	0,080
16	"	425	0,075
17	23-08-77	428 - 429	0,298
18	"	429	0,312
19	"	430	0,327
20	"	430 - 431	0,385

TABLEAU N° 12

Niveaux piézométriques dans la cuvette en 1977, en m

N°	DATE	B 2	C 3	N 2	N 5	N 6	N 8	N 3	N 4	N 7	N 11	N 13
0	12/6 à 20/6		14,55						(25,80)		(12,30)	
1	19/7/77	14,30	14,70	17,85	21,90	25,69	19,02	18,36	26,70	19,52	-	-
2	28/7	14,31	15,35	17,88	21,83	25,69	19,02	18,40	26,70	19,54	-	-
3	17/8	-	-	-	-	25,68	19,02	-	-	19,54	-	-
4	30/8	-	-	-	-	25,67	17,89	-	-	19,56	-	-
5	17/9	6,81	5,68	17,92	19,92	25,69	17,80	18,30	26,62	19,44	-	-
6	13/10	7,80	7,39	17,91	20,09	25,64	19,09	18,30	26,63	19,44	-	-
7	29/11	8,79	8,47	17,88	20,61	25,64	19,30	18,60	26,83	19,71	-	-
8	11/12	8,96	8,63	17,86	20,70	25,62	19,28	18,61	26,81		-	17,68
9	30/10	9,05	9,10	17,30	20,86	25,60	19,11	18,70	26,57	19,97	-	18,07
10	15/1/78	9,00	9,00	17,83	20,90	25,50	19,09	18,67	26,83	19,92	-	18,02
11	5/2	9,08	9,12	17,85	20,85	25,07	19,02	18,62	26,84	19,82	-	-
12	26/2	9,67	9,26	17,81	20,98	25,43	19,19	18,66	26,83	20,09	17,62	17,99
13	27/3	9,78	9,45	17,81	21,01	25,27	18,88	18,40	26,60	19,87	-	17,90
14	3/4	-	-	-	-	-	-	13,30	24,20	-	-	-
	8/4	-	-	-	-	-	17,52	-	-	20,95	-	-
15	19/4	10,05	9,55	17,90	21,10	25,40	18,83	17,65	26,68	20,78	-	17,80
16	30/4	10,11	9,58	17,92	21,13	25,42	18,89	17,67	26,70	20,78	-	17,82
17	13/5	10,13	9,74	17,82	21,15	25,13	19,35	17,68	27,08	21,17	17,97	19,03
18	22/7	10,30	9,91	17,67	21,41	24,79	19,17	17,93	26,65	20,76	17,65	18,68

TABLEAU N° 13

Le TELOUA à AZEL
Débits moyens journaliers en 1977
(en m³/s)

JOURS	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE
1			17,0
2		0,0	24,8
3		33,5	4,88
4		10,9	1,25
5		16,7	0,019
6		4,60	0,236
7		1,08	12,8
8		15,2	7,59
9		3,48	17,1
10		0,623	21,2
11		0,00	8,33
12	0,00		4,14
13	0,161	0,00	1,16
14	0,00	2,56	0,375
15		15,4	0,02
16	0,00	7,54	0,00
17	14,8	3,05	
18	10,5	0,844	
19	0,151	1,41	
20	0,886	23,0	
21	0,00	6,35	
22		10,0	
23	0,00	35,0	
24	1,05	13,6	
25	7,49	2,33	
26	0,356	1,95	
27	0,00	5,21	
28		3,90	
29	0,00	4,11	
30	0,697	2,58	
31	0,00	17,0	
MOY	1,16	7,80	4,03

Module: 1,09 m³/s

Q Max= 355m³/s (Hmax= 2,46 m) le 20/8/77 à 20h40

TABLEAU N° 14

Débits moyens journaliers en m³/s
du TELOUA à N°DOUNA en 1977

JOURS	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE
1			0,620
2		0,00	0,375
3		1,52	2,67
4		4,38	2,15
5		1,19	0,521
6		0,771	0,646
7		0,00	0,125
8		0,00	0,00
9		0,604	0,00
10		0,958	0,792
11		2,54	2,71
12		0,458	0,792
13		0,00	0,00
14			
15			
16	0,00		
17	3,69		
18	3,13		
19	1,56	0,00	
20	0,00	0,396	
21		0,729	
22		0,438	
23		1,73	
24		3,45	
25		0,042	
26		0,00	
27			
28			
29		0,00	
30		0,00	
31		1,05	
MOY.	0,270	0,652	0,380

Module : 0,104 m³/sQ max = 13,8 m³/s le 3/8/1977

TABLEAU N° 15

Volumes annuels du Kori TELOUA

ANNEE	STATIONS	S ₂ (km ²)	V ₀ (10 ⁶ m ³)
1959	RAZELMAMOULNI	1 260	46
1960	RAZELMAMOULNI	1 260	14
	AZEL -- ECOLE	1 350	9
1964	DABAGA	1 024	13
	RAZELMAMOULNI	1 260	17
	AZEL -- ECOLE	1 350	8
1975	AZEL -- VILLAGE	1 360	29
1976	AZEL -- VILLAGE	1 360	2
1977	AZEL -- VILLAGE	1 360	34
	N° DOUNA	1 635	3