

**REPUBLIQUE DU NIGER**

**MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE  
ET DE L'ENVIRONNEMENT**

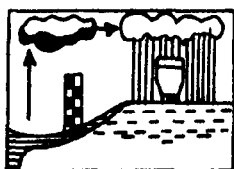
**DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU**

# **ETUDE du KORI TELOUA**

**1<sup>ère</sup> Partie**

## **LE HAUT BASSIN**

**CAMPAGNE 1986**



**R. GALLAIRE  
M. GREARD  
R. GATHELIER**

**INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
— POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION  
MISSION AU NIGER**

**NOVEMBRE 1987**

## **S O M M A I R E**

### **INTRODUCTION**

### **CHAPITRE I : Les équipements hydro-pluviométriques ; les mesures**

- 1) Les équipements pluviométriques
- 2) Les équipements hydrométriques
- 3) Observations et mesures
  - a) Les précipitations
  - b) Les écoulements

### **CHAPITRE II : Commentaires et analyses**

- 1) Les précipitations
- 2) Les écoulements
  - a) Les apports aux stations
  - b) Le bilan interannuel
  - c) Les pertes sur le bassin intermédiaires.

### **CONCLUSION**

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

La poursuite sous convention de l'étude de la cuvette d'Agadez nécessitant la connaissance des apports à Azel, il paraissait intéressant d'assurer le suivi, ne serait-ce que sous une forme minimale, des trois stations du haut bassin.

L'observation sous cette forme étant d'autant plus aisée que les deux principales stations DABAGA et AZEL présentent une parfaite stabilité liée à leur seuil de contrôle.

La pluviométrie comme par le passé a fait l'objet sur le bassin de 5 relevés ; 1 mensuel en saison des pluies les 1er/7, 1er/8 et 1er/9. 2 en dehors de la saison ; celui de début novembre contrôlant la fin de saison, celui de fin mai contrôlant une éventuelle pluie de saison sèche ou une pluie précoce de la nouvelle saison humide.

Comme pour la cuvette cette campagne 86 sur le Haut Téloua s'est inscrite dans la continuité des opérations précédentes.

- Du 20 au 24 mai, une équipe dirigée par R. GALLAIRE comprenant 2 stagiaires ORSTOM ; M. AMRI, A. BOUCHAALA et un aide technique D. QUATTARA a assuré la remise en fonctionnement des enregistreurs, pluviographes et limnigraphes ainsi qu'une vérification du dispositif pluviométrique du Haut bassin.
- La campagne proprement dite commence le 1er juillet avec les mêmes personnes et une équipe d'aides techniques renforcée de deux manoeuvres.  
Jusqu'au 27 juillet, les opérations sont dirigées par R. GALLAIRE. Les 2 stagiaires prennent le relais jusqu'au 9 septembre date de retour des équipes vers Niamey ; tous les enregistreurs restant en état de fonctionnement.
- Durant la saison des pluies, l'équipe est temporairement renforcée par R. GATHELIER du 14 au 26 août et du 2 au 5 septembre. Le contrôle de fin de saison des pluies est effectué du 5 au 12 novembre par R. GALLAIRE qui rédige ce rapport à partir des données partiellement dépouillées par M. GREARD.

## CHAPITRE I

### Les équipements hydro-pluviométriques ; Les mesures

#### 1. Les équipements pluviométriques : fig. 1

Le réseau ne comprend plus que 3 pluviographes (PE 28 n'étant plus exploité que comme pluviomètre, en raison des dégradations répétées dont il a été l'objet) et 13 pluviomètres.

A la tête du bassin les pluviomètres sont souvent l'objet de malveillances et P30, pour cette raison, n'a pu être exploité cette année malgré le soin apporté à sa dissimulation.

#### 2. Les équipements hydrométriques : fig. 1

Ils restent inchangés :

A DABAGA la station aval mise en place en 1976 comporte toujours deux éléments d'échelle (500 à 700) situés en rive gauche. Ces éléments sont utilisés lors des crues les plus importantes lorsque le limnigraphe situé en rive droite n'est plus accessible.

La station amont installée en 1979 comprend en rive droite :

- . Un limnigraphe OTT X à réduction d'1/10 et rotation hebdomadaire,
- . Deux éléments d'échelle gradués de 500 à 700 cm (cote du 500 = 640, 276 m).

En rive gauche :

- . Deux éléments d'échelle installés en 1981 gradués de 600 à 800 dont les cotes sont rattachées (600 RD = 600 RG)
- . Un transporteur aérien installé depuis 1980 avec un treuil NEYRPIC et un saumon de 50 kg.

- A RAZELMAMOULMI, la station amont n'est plus utilisée que pour les mesures de hauteurs d'eau car les mesures de débits sur cette station de 250 m de large étaient très difficiles.

La station aval installée fin.1982 est située à environ 1,5 km à l'aval de la station amont. Elle comporte en rive gauche :

- . Un limnigraphe OTT X réduction au 1/10 et rotation hebdomadaire équipé d'une batterie d'échelle de 4 mètres graduée de 200 à 600, fixée sur la gaine de l'appareil enregistreur ; le 200 étant à l'altitude 575,470 mètres.
- . Un téléphérique OTT avec saumon de 100 kg d'une portée de 40 mètres seulement (d'où l'intérêt de cette station par rapport à la précédente) devant permettre de mieux contrôler les débits.
- . Une seconde batterie d'échelle installée en juillet 1983 à 200 m en aval du limnigraphe proche d'une légère contre pente du lit assurant le contrôle de la station et qui comprend 3 éléments de 400 à 700 (le 400 étant à la même cote que le 200 du limnigraphe).

- AZEL, la station implantée en 1975 continue à fonctionner. Elle comprend toujours :

- . Un limnigraphe OTT X, réduction 1/10 et rotation journalière
- . Une échelle de 4 mètres de 0 à 400 dont le 0 est à 525,886 m
- . Un transporteur aérien, d'une portée de 100 m, équipé d'un treuil OTT et d'un saumon de 100 kg, situé juste à l'amont d'un seuil gabionné en partie emporté lors des crues de 1980 et remis en état en février 1983.

### 3. Observations et mesures :

#### A) Les précipitations

Les relevés sont journaliers aux trois stations d'Azal, Razel et Dabaga.

Les tableaux 1 et 2 présentent les valeurs relevées à ces trois stations. Les autres postes font l'objet d'un relevé mensuel (tab. 3) les premiers de chaque mois.

Sur ce tableau, on remarque l'absence de donnée déjà signalée au P30 ; les absences de début et fin de saison au P27 et aux P21, P22.

#### B) Les écoulements

- Les hauteurs d'eau ; elles ont été enregistrées à chacune des 3 stations.

A Dabaga 15 crues ont été dénombrées, également réparties entre juillet, août et septembre. Deux crues dépassent la cote 600 et trois se situent entre 580 et 600. (Début d'écoulement 535)

A Razel, sur les 11 crues enregistrées 10 l'ont été en amont à Dabaga, une seule apparaît donc liée au bassin intermédiaire (celle du 10-11/8).

Par contre 6 événements observés à Dabaga ne sont pas arrivés jusqu'à Razel.

Certains événements individualisés à Dabaga constituent un tout à Razel ; ainsi à Dabaga on observe début Août du 1 au 2 et du 2 au 6 deux crues bien individualisées par un arrêt de l'écoulement, à Razel le phénomène est unique du 1er au 5 août.

Les cotes maxi ne sont pas obtenues aux mêmes dates sur les deux stations ; à Dabaga c'est l'évènement du 26 au 28/8 qui donne le maxi à l'échelle, alors qu'à Razel c'est celui du 9/9.

A Azal, on dénombre 23 crues dont 18 viennent de Dabaga.

Quatre crues n'ont pas été enregistrées à Razel (celles des 11 et 25/6, du 9/7 et du 18/8).

Enfin, comme pour Razel, certaines crues apparaissent dédoublées (crues du 2 et 3/8 non individualisées en amont).

Comme pour les 2 autres stations, les cotes atteintes sont modestes. Trois crues dépassent 1 mètre, le maximum n'atteignant que 1,61 m le 9 septembre.

- Les mesures de débits :

Aucune mesure de débit n'a été effectuée sur les 3 stations du Haut Téloua en 1986 ; compte tenu du caractère prioritaire des stations de la cuvette.

A souligner que deux de ces stations, Azel et Dabaga, présentent de part leur seuil de contrôle, une grande stabilité. La station intermédiaire de Razel, très instable, n'a qu'une importance secondaire.

## CHAPITRE II

### Commentaires et analyses

#### 1. Les précipitations

Le total annuel est très variable suivant les postes (tableau 3) proche de la normale (150 mm) à la tête du bassin (poste PE34, P33, P28) il n'est que d'environ 100 mm sur bon nombre de postes situés plus à l'aval (P32, P31, P29, P20, P21, P23). Localement à la confluence BEDI/AGUJOU le total annuel est encore plus faible (P26, P25, PE24) alors que le poste P22 présente une valeur isolée dépassant sans doute 140 mm. La pluviométrie sur ce poste n'a en effet pu être qu'estimée au mois de septembre en fonction des postes encadrant ayant reçu 23 et 56 mm. La fig. 2 présente les isohyètes annuelles sur le bassin.

La pluie moyenne sur le bassin est calculée à partir des valeurs mensuelles du tableau 3 et des coefficients de Thiessen (tableau 4) établis pour chaque poste et chaque période.

A partir des valeurs de précipitations mensuelles du tableau 3 et des coefficients du tableau 4, a pu être dressé le tableau suivant qui présente la pluie moyenne mensuelle sur le bassin à chacune des stations Dabaga, Razel et Azel.

#### BASSIN DU HAUT TELOUA

##### Pluies moyennes sur le bassin en 1986 en mm

Au niveau des stations de	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPT. OCT. NOV.	TOTAL ANNUEL
DABAGA	20.7	36.4	30.9	24.2	112.2
RAZEL	17.2	36.8	31.7	27.6	113.3
AZEL	17.7	36.6	32.2	28.4	114.9
AGADEV *	3.2	36.4	38.9	18.9	97.4

(Extrait du Tab. 5)

\* Total mensuel ponctuel relevé à AGADEV et donné pour comparaison

La pluie moyenne présente donc encore cette année un caractère déficitaire, bien qu'il soit moins accusé qu'en 1985. Le tableau ci-dessous établit le parallèle entre les valeurs de la pluie moyenne sur le bassin et la pluie ponctuelle relevée à Agadez. La liaison étudiée, suivant la méthode des moindres carrés, sur 14 couples de valeurs donne pour résultat l'équation suivante ;

$$P \text{ moy bassin} = 0,7745 P \text{ Agadez} + 26,39$$

et pour coefficient de corrélation  $R = 0,7950$

La figure 3 illustre cette liaison.

P en mm

Année	P moy. Téloua	P Agadez	Année	P moy. Téloua	P Agadez
1959	170	164	1980	169	159
1960	110	147	1981	119	127
1964	100	112	1982	140	138
1976	80	107	1983	70	94
1977	145	71	1984	15	4
1978	113	100	1985	76	60
1979	100	108	1986	115	97
Moyenne des 14 années				109	106

La médiocrité de cette liaison apparaît essentiellement liée au couple de valeurs de l'année 77 dont la position très excentrée influence fortement la relation (Sans l'année 77, avec 13 couples de valeurs, le coefficient de corrélation atteint 0,9150).

A la représentation définie par le calcul précité, il a été préféré pour représenter la liaison une droite passant pas le point extrême "84", dont la position est essentielle, et par le point dont les coordonnées correspondent aux moyennes interannuelles. Fig. 3.



Les précipitations mensuelles. Tab. 3

Suivant le schéma habituel, c'est juillet et août qui apparaissent les plus arrosés pour l'ensemble des stations. Mais comme en 1985, et mis à part les postes situés en tête de bassin, les totaux de juillet sont plus importants que ceux d'août. Au sein d'un même mois les disparités sont grandes d'un poste à l'autre ; en juillet P23 reçoit 65 mm et P27, 13,5 mm seulement ; en Août PE34 reçoit 65,5 mm, P25 9,6 mm. Tout ceci souligne l'irrégularité spatiale et quantitative des pluies de cette zone, même au niveau mensuel. Les figures 4, 5, 6 et 7 présentent les isohyètes mensuelles sur le bassin.

Les pluies journalières

Leur observation se fait à partir des postes P1, P20 et P22 (tab. 1 et 2)  
 A Azel sur 21 évènements recensés durant la saison 2 seulement dépassent 10 mm à DABAGA 5 , à RAZEL 4.  
 A Azel, la pluie maximale 23,4 mm apparait légèrement inférieure à la pluie journalière de fréquence annuelle à Agadez 26 mm). Le caractère médiocre de la pluviosité persiste donc en 1986, car les pluies inférieures à 10 mm apportent peu aux collecteurs principaux.

2. Les écoulements

a) Les apports aux stations

Les débits moyens journaliers sont obtenus à partir des hydrogrammes. Les tableaux 6, 7 et 8 présentent les valeurs obtenues aux trois stations Azel, Razel et Dabaga. Les débits moyens mensuels et les principales caractéristiques des écoulements à chacune des stations sont regroupés dans le tableau ci-dessous à partir des valeurs des 3 tableaux précités.

	Débits moyens mensuels (m <sup>3</sup> /s)				Débits moyen Qm m <sup>3</sup> /s	Ve (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Pm (mm)	Ke (%)	He (mm)
	JUIN	JUIL	AOÛT	SEPT					
DABAGA	-	1,71	2,02	0,84	0,386	12,17	112,2	10,4	11,7
RAZEL	-	1,78	2,10	0,94	0,407	12,83	113,3	8,74	9,9
AZEL	0,105	1,21	1,49	1,82	0,387	12,25	114,9	7,83	9

Ve = Volume écoulé  
 He = Lame d'eau écoulée

Pm = Pluie moyenne sur le bassin  
 Ke = Coefficient d'écoulement

A partir des tableaux suivants, il est possible de suivre mois par mois l'évolution du coefficient d'écoulement pour chaque station.

**Volumes moyens précipités en 1986 ( $\times 10^6 \text{ m}^3$ )**

	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPT	ANNEE
DABAGA	21,53	37,86	32,14	25,17	116,7
RAZEL	22,19	47,47	40,89	35,60	146,16
AZEL	24,14	49,92	43,92	38,74	156,72

**Volumes écoulés sur le bassin en 1986 ( $\times 10^6 \text{ m}^3$ )**

	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPT	ANNEE
DABAGA	-	4,58	5,41	2,18	12,17
RAZEL	-	4,77	5,62	2,44	12,83
AZEL	0,27	3,24	3,99	4,72	12,25

**Ke mensuels à DABAGA en 1986 (%)**

P \ Q		JUIN	JUILLET	AOUT	SEPT	ANNEE
		21,53	37,86	32,14	25,17	116,7
JUIN	-	0				
JUILLET	4,58		12,1			
AOUT	5,41			16,8		
SEPT	2,18				8,66	
ANNEE	12,17					10,4

Ke mensuels à RAZEL en 1986 (%)

Q \ P		JUIN	JUILLET	AOUT	SEPT.	ANNEE
		22,19	47,47	40,89	35,60	146,16
JUIN	-	0				
JUILLET	4,77		10,1			
AOUT	5,62			13,7		
SEPT.	2,44				6,85	
ANNEE	12,83					8,78

Ke mensuels à AZEL en 1986 (%)

Q \ P		JUIN	JUILLET	AOUT	SEPT.	ANNEE
		24,14	49,92	43,92	38,74	156,72
JUIN	0,27	1,12				
JUILLET	3,24		6,49			
AOUT	3,99			9,08		
SEPT.	4,72				12,18	
ANNEE	12,25					7,82

Après l'année 1985 qui présentait un coefficient d'écoulement annuel proche de la moyenne (avec des valeurs mensuelles locales fortes ; + de 30 % en Août à DABAGA) les coefficients relevés en 1986 apparaissent sensiblement moins élevés et le tableau ci-dessous qui établit aussi l'écart à la moyenne des coefficients d'écoulement annuels calculés pour la station d'Azé le montre bien. En 1986, le Ke qui n'atteint que 7,83 % est inférieur de 28 % à la moyenne (10,89 %).

AZEL Ke

ANNEE	Volume écoulé x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Volume précipité x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Ke	Ecart à la moyenne %
1959	46	232	19,8	+ 82
1960	9	150	6,00	- 45
1964	8	136	5,88	- 46
1976	2	109	1,83	- 83
1977	34	198	17,2	+ 58
1978	24	154	15,6	+ 43
1979	10	136	7,35	- 33
1980	46	231	19,9	+ 83
1981	24	162	14,8	+ 36
1982	23	191	12,0	+ 10
1983	6	95	6,32	- 42
1984	1,3	20	6,50	- 40
1985	12	104	11,4	+ 0,5
1986	12,3	157	7,83	- 28
MOY	18,4	148,2	10,89 Ecart type ; 5,77	

L'étude de la liaison  $ke = f(Ve)$  montre fig. 8 que la courbe s'apparente à une fonction logarithmique dont l'équation serait :

$$KE = - 0,87 + 4,70 \ln Ve$$

Le coefficient de détermination  $r^2$  qui vérifie la qualité de l'ajustement présentant une valeur acceptable :

$$r^2 = 0,77$$

Sans pouvoir parler d'optimum avec une fonction Log, on remarquera qu'au delà de 20 M de m<sup>3</sup> le Ke augmente peu (3 points de 20 à 40 M) alors qu'il augmente autant de 10 à 20 M et 3 fois plus entre 0 et 10 M

Conformément aux années précédentes les valeurs les plus élevées du Ke se situent en amont de Dabaga en liaison avec les pentes plus élevées, la présence du socle et la faible importance relative des dépôts alluviaux du lit.

A Dabaga et Razel, les coefficients les plus élevés sont relevés en Août, qui totalise pour chacune des 2 stations 16 et 17 jours d'écoulement. A relever qu'aux deux stations les écoulements sont pratiquement ininterrompus durant la seconde quinzaine de juillet.

A Azel le coefficient le plus fort est celui de septembre. Comme à Dabaga on relève 15 jours d'écoulement durant ce mois alors que la station intermédiaire de Razel n'en totalise que 3.

Ceci souligne encore une fois la disparité spatiale des précipitations.

Les caractéristiques des principales crues sont présentées par les tableaux 9, 10 et 11.

15 crues sont recensées à DABAGA, 11 à RAZEL et 23 à AZEL où la fréquence des événements de moindre importance est plus grande. Alors que celle des événements de moyenne importance apparaît nulle en 1986.

#### FREQUENCE D'APPARITION DES VOLUMES ECOULES PAR LES CRUES EN 1986

	DABAGA	RAZEL	AZEL
Crues très faibles de 0 à 0,5 $\bar{M}$ de $m^3$	6	2	15
Crues faibles de 0,5 à 2 $\bar{M}$ $m^3$	7	7	8
Crues moyennes de 2 à 5 $\bar{M}$	1	2	/
Crues sup. à la moyenne (à 5 $\bar{M}$ $m^3$ )	/	/	/

Les volumes écoulés aux trois stations sont pratiquement identiques au niveau annuel, mais ils présentent de grandes disparités au niveau des événements. Ces dernières apparaissent d'autant plus importantes que les stations sont éloignées (en raison du caractère plus ou moins ponctuel des précipitations et de l'importance croissante des pertes de l'amont vers l'aval).

Les temps d'écoulement identiques à AZEL et RAZEL (560 h et 550 h) sont beaucoup plus élevés à DABAGA (860 h) ceci en raison des infiltrations beaucoup plus limitées à l'amont de cette station, proche de la zone de socle, qu'à l'aval.

Les maximums de crues de cette année apparaissent sensiblement plus faibles compte tenu des volumes écoulés comparables.

A DABAGA, il a été de 137  $m^3/s$  le 26/8

A RAZEL, il a été de 215  $m^3/s$  le 9/9

A AZEL, il a été de 140  $m^3/s$  le 9/9

Le tableau suivant dresse la liste des crues maximales annuelles enregistrées sur le bassin aux 3 stations.

	DABAGA		RAZEL		AZEL	
	H cm	Q m3/s	H cm	Q m3/s	H cm	Q m3/s
1958			200	510		
1959			177	411		
1960			129	200	90	130
1964	120	263	113	207	103	109
1975					233	299
1976					155	63
1977					246	344
1978	755	628	480	440	267	420
1979	632	180			180	168
1980	762	659	502	562	266	416
1981	650	235	460	340	222	270
1982	640	204	412	178	246	344
1983	640	204	396 +	67	106	53
1984	606	108	430	96	126	83,8
1985	710	445	690	224	250	377
1986	617	137	675	215	161	140

+ Changement des échelles et du calage

a) Le bilan interannuel des caractéristiques des écoulements aux stations de DABAGA et AZEL sont présentés par les tableaux suivants :

LE TELOUA A DABAGA  
(1040 km<sup>2</sup>)

Année	Pluie moy. (mm)	V. écoulé 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Ke %
1978	-	21	-
1979	110	17,9	16
1980	156	49	30
1981	108	19,5	17
1982	125	18,2	14
1983	76	14,7	18
1984	13	1,56	11
1985	67	16,7	24
1986	112	12,7	10

$$\overline{Ke} = 17,5 \%$$

$$\overline{Ve} = 19 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

$$S_{Ve} = 12,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

$$\overline{Pm} = 96 \text{ mm}$$

LE TELOUA A AZEL (1364 km<sup>2</sup>)

Année	Pluie Moy. (mm)	V. écoulé 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Ke %
1959	170	46	20
1960	110	9	6
1964	100	8	6
1975	-	29	-
1976	80	2	2
1977	145	34	17
1978	113	24	16
1979	100	10	7
1980	169	46	20
1981	119	24	15
1982	140	23	12
1983	70	6	6
1984	15	1,3	6
1985	76	12	12
1986	115	12	8

$$\overline{P_m} = 109 \text{ mm}$$

$$S_{V_e} = 14,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

$$\overline{V_e} = 19,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

$$\overline{K_e} = 10,9 \%$$

A Dabaga, le coefficient d'écoulement de 1986 est le plus faible enregistré jusqu'ici, malgré une pluie moyenne sur le bassin (112 mm) sensiblement excédentaire par rapport à la pluie moyenne des 8 dernières années connues (96 mm).

A Azel, le nombre d'années observées est deux fois plus important et le Ke de 1986 apparait parmi les plus faibles. Si on le rapproche de celui des années 78 et 60 on constate qu'il présente malgré tout une certaine indépendance vis à vis de la pluie moyenne sur le bassin ; puisqu'en 78, pour une pluie moyenne identique, le coefficient était double, alors qu'en 60, toujours pour une pluie comparable, il était plus faible de 25 %. Au rôle quantitatif et qualitatif (intensité/durée) des précipitations doit donc être adjoint celui de la répartition temporelle pour expliquer la variabilité des coefficients d'écoulement.

Si on reprend les données du tableau 2 (précipitations journalières à Dabaga et Razel, et pour autant que l'on considère qu'elles soient représentatives des événements du bassin, on ne peut que constater le nombre, la faiblesse et la dispersion de la plupart des pluies (20 pluies pour 143 mm, 3 dépassant 10 mm à Dabaga / 18 pluies pour 114 mm 4 dépassant 10 mm à Razel)

Le tableau 12 qui présente les volumes écoulés à chacune des stations depuis le début des observations permet de suivre la variabilité interannuelle de ces derniers.

La figure 9 illustre la relation entre les volumes écoulés à Azel et les précipitations moyennes sur le bassin.

c) Les pertes du bassin intermédiaire entre DABAGA et AZEL

Leur étude s'effectue à partir de la formule

$$V \text{ pertes} = V \text{ DABAGA} + V \text{ bvi} - V \text{ AZEL}$$

L'inconnue restant toujours le volume écoulé par le bassin intermédiaire (V bvi). Volume que l'on peut estimer à partir de la pluie moyenne sur le bassin intermédiaire  $\approx 100$  mm.

Le volume écoulé du BVI étant le résultat du double produit =

$$S_{\text{BVI}} \times \overline{P_m} \times \text{coeff. d'écoulement}$$

Le coefficient d'écoulement est lui estimé comme les années précédentes à partir des données du bassin proche d'Azamella.

En 1986 sur Azamella le coefficient annuel relevé est de 21 % pour une pluie moyenne de 98 mm. Sur le bassin intermédiaire cette pluie moyenne est supérieure et compte tenu de la forte averse de septembre centrée sur Razel il est vraisemblable que l'on puisse adopter comme  $K_e$  25 %. D'où un volume écoulé du BVI de :

$$320.10^6 \text{ m}^2 \times 0,110 \text{ m} \times 0,25 = 8,80 \times 10^6 \text{ m}^3$$

A partir de cette valeur d'écoulement du BVI on peut donc évaluer le volume des pertes entre Dabaga et Azel.

$$V \text{ pertes} = 12,2 + 8,80 - 12,2 \approx 8,8.10^6 \text{ m}^3$$

Cette dernière valeur représente donc globalement le volume infiltré entre les deux stations au cours de la saison des pluies, l'évaporation pouvant toujours être négligée en raison de la fugacité des écoulements et du passage, la plupart du temps, nocturne des corps de crue.

Le tableau ci-dessous illustré par la fig. 10 permet d'effectuer un rapprochement entre les volumes écoulés à Dabaga et le volume des pertes.

Année	Ve Dabaga $\times 10^6 \text{ m}^3$	V des pertes: $\times 10^6 \text{ m}^3$
1980	49	18
1981	20	13
1982	18	14
1983	15	11
1984	1,6	0,8
1985	17	14
1986	12	8,8



A Partir de ces 7 couples de points, la recherche d'une relation a conduit a un ajustement de type logarithmique

$$Y = a + b \cdot \ln x$$

Le programme du calculateur appliquant la méthode des moindres carrés aux équations d'origine. La détermination des coefficients de régression a et b s'obtient par résolution d'un système d'équations linéaires :

$$\begin{bmatrix} n & \sum x_i \\ \sum x_i & \sum x_i^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum y_i \\ \sum (y_i x_i) \end{bmatrix}$$

On obtient donc :

$$V_p = - 1,97 + 5,11 \ln V_D$$

$$\text{Le coefficient de détermination } r^2 = \frac{a \sum y_i + b \sum x_i y_i - \frac{1}{n} (\sum y_i)^2}{\sum (y_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum y_i)^2}$$

= 0,95 apparait assez satisfaisant.

Où  $V_p$  = Volume des pertes estimées entre Dabaga et Azel à l'échelle de la saison des pluies.

$V_D$  = Volume écoulé à Dabaga durant la même saison.

## C O N C L U S I O N

L'année 1986 s'inscrit à la suite des trois précédentes dans un cadre déficitaire. Si les volumes écoulés à Azel sont comparables à ceux de l'année 85, ceux de Dabaga apparaissent sensiblement moins élevés, ce qui, malgré la bonne pluviosité du mois de septembre sur le bassin versant intermédiaire, conduit à une recharge moins substantielle de la nappe située en Amont d'Azel.

Si l'absence d'évènement pluvieux limité au B.V.I conduit toujours à estimer le coefficient d'écoulement de ce dernier, la possession de 7 couples de valeurs a permis d'établir une relation entre le volume des pertes et le volume d'écoulement enregistré à Dabaga dont la qualité se révèle à ce jour satisfaisante.

## LISTE DES TABLEAUX

- 1- Précipitations journalières en 1986 à AZEL
- 2- Précipitations journalières en 1986 à DABAGA et RAZEL
- 3- Précipitations mensuelles sur le BV du TELOUA en 1986
- 4- Coefficients de Thiessen du BV du TELOUA en 1986
- 5- Climatologie à AGADEZ en 1986
- 6- Débits moyens journaliers à AZEL en 1986
- 7- Débits moyens journaliers à RAZEL en 1986
- 8- Débits moyens journaliers à DABAGA en 1986
- 9- Caractéristiques des crues à AZEL en 1986
- 10- Caractéristiques des crues à DABAGA en 1986
- 11- Caractéristiques des crues à RAZEL en 1986
- 12- Volumes annuels écoulés sur le kori TELOUA aux 3 stations.

A Z EL  
PRECIPITATIONS JOURNALIERES EN 1986 (mm)

Tableau 1

Jours		MAI	JUIN	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCT.				
1					1,0	1,9					
2											
3					0,5						
4											
5						9,5					
6											
7											
8											
9				2,3							
10				0,1	23,4						
11			6,4								
12											
13						4,9					
14											
15					1,0						
16				2,5							
17											
18				6,0	7,7						
19											
20											
21					1,2	1,0					
22				1,0							
23					1,6						
24											
25				23,1							
26											
27					0,2						
28											
29											
30				1,5							
31					9,3						
			6,4	36,5	45,9	17,3					

TOTAL ANNUEL = 106,1 mm

PRECIPITATIONS JOURNALIERES EN 1986 (mm)

Tableau 2

DABAGA ( P 22 )							RAZEL ( P 20 )					
Jours	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.
1				2,5					1,1	6,0		
2				2,2								
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9					(?)				0,7		27,0	
10			0,3	8,8					Tr	1,3		
11									1,5			
12				0,2								
13												
14												
15				0,6								
16			1,6						1,5			
17												
18												
19					(?)						28,9	
20				3,5								
21				4,2					Tr	0,6		
22			30,1						3,5			
23										0,5		
24												
25			8,9						14,0			
26		13,0		21,0					0,5	25,0		
27		2,3						Tr				
28		6,7	2,0									
29			0,6									
30									2,0			
31				3,8								
TOT.		22,0	43,5	46,8	(30)				24,8	33,4	55,9	

TOTAL ANNUEL = 140 mm

TOTAL ANNUEL = 114,1 mm

( ) Valeur estimée par corrélation  
avec les postes encadrants

Tableau 3

## PRECIPITATIONS MENSUELLES SUR LE BASSIN DU TELOUA EN 1986 (en mm)

PERIODE \ POSTE	P <sub>1</sub>	P <sub>20</sub>	P <sub>21</sub>	P <sub>22</sub>	P <sub>23</sub>	PE <sub>24</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>26</sub>	P <sub>27</sub>	P <sub>28</sub>	P <sub>29</sub>	P <sub>30</sub>	P <sub>31</sub>	P <sub>32</sub>	P <sub>33</sub>	PE <sub>34</sub>
JUIN (1er au 30)	6,4	0,0	0,0	22,0	17,0	20,9	4,7	0,6	-	15	20,2	-	25,2	37,4	32,8	33,2
JUILLET (1er au 31)	36,5	24,8	46,2	43,5	64,8	25,0	27,1	40,4	13,5	55,6	26,8	-	39,4	27,1	39,4	22,9
AOUT (1er au 31)	45,9	33,4	34,3	46,8	10,5	10,3	9,6	13,5	23,1	58,4	26,7	-	12,8	24,0	63,9	64,5
SEPT. (1er au 30)	17,3	55,9	(40)	(30)	23,3	8,5	18,9	30,5	-	23,7	30,9	-	35,2	15,5	16,1	39,3
TOTAL	106,1	114,1	(120,5)	(143,3)	115,6	64,7	60,3	85	(36,6)	152,7	104,6	-	112,6	104	152,2	159,9

P<sub>1</sub> = Poste N° 1

PE = Pluviographe

- = Absence de relevé (appareil disparu)

( ) = Total partiel - P<sub>21</sub> ; P<sub>22</sub> ; Total estimé

Tableau 4

**BASSIN DU HAUT TELOUA**  
**Coefficients de THIESSEN**  
**appliqués pour le calcul de la pluie moyenne**  
**sur le bassin en 1986**

Postes LUVIO.	A D A B A G A 1040 km <sup>2</sup>				A R A Z E L 1290 km <sup>2</sup>				A A Z E L 1360 km <sup>2</sup>			
	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT
1	0	0	0	0	0	0	0	0	3,5	3,5	3,5	3,5
20	0	0	0	0	3,1	3	3	10,9	5,5	5,5	5,5	13,4
21	0	0	0	0	6,8	6,8	6,8	-	6,7	6,7	6,7	-
22	7	7	7	-	9,4	9,3	9,3	-	9	9	9	-
23	11,4	11,4	11,4	18,3	10,0	9,9	9,9	18,2	9,3	9,3	9,3	17,2
24	8,4	8,4	8,4	8,4	7,1	7,1	7,1	7,1	6,4	6,4	6,4	6,4
25	6,0	6,0	6,0	6,0	5,2	5,2	5,2	5,2	4,9	4,9	4,9	4,9
26	8,4	5,8	5,8	8,4	7,3	5	5	7,3	7,0	4,5	4,5	7,0
27	-	6,7	6,7	-	-	5,9	5,9	-	-	5,5	5,5	-
28	10,8	7,3	7,3	10,8	9,4	6,3	6,3	9,4	8,6	5,8	5,8	8,6
29	14,8	14,5	14,5	14,8	12,8	12,5	12,5	12,8	11,9	11,6	11,6	11,9
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	7,8	7,8	7,8	7,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
32	6,5	6,5	6,5	6,5	5,6	5,6	5,6	5,6	5,2	5,2	5,2	5,2
33	11,7	11,7	11,7	11,7	10,1	10,1	10,1	10,1	9,5	9,5	9,5	9,5
34	6,9	6,9	6,9	6,9	6,2	6,2	6,2	6,2	5,6	5,6	5,6	5,6

## CLIMATOLOGIE A AGADEZ

Valeurs mensuelles année 1986

	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
Temp. maxi °C	32,6	36,1	38,7	43,0	42,7	43,8	41,0	42,1	40,6	40,2	38,0	30,3
Temp. mini °C	8,5	11,7	14,0	25,0	21,6	24,4	21,8	21,4	22,4	18,8	14,0	5,5
Temp. moy °C	19,3	24,2	27,9	34,1	33,9	34,4	32,0	31,7	31,4	29,3	25,6	18,9
Humidité relat. % max	46	41	37	24	38	65	88	83	89	76	54	47
Humidité relat. % min	7	3	5	4	4	4	14	8	6	5	8	7
Tension de Vapeur mb	4,5	4,1	5,5	5,9	7,0	10,7	18,6	18,3	16,1	7,5	6,7	3,3
Evapo piche mm	320,3	335,6	462,3	498,8	508,7	435,8	299,1	275,3	297,9	411,7	339,9	310,3
Evapo Bac A mm	379,7	386,0	562,1	617,5	651,4	565,3	438,6	401,4	428,7	538,5	443,9	318,6
ETP Penman en mm	207,2	221,1	271,9	274,5	271,8	258,4	220,1	210,1	190,6	231,0	208,6	196,6
Insolation h	300,7	290,9	251,8	275,3	279,8	276,5	273,6	275,1	244,2	305,1	292,8	307,0
Vitesse moy du vent m/s	5,3	4,3	4,8	4,1	4,3	3,8	3,9	3,0	3,0	4,2	4,9	5,7
Précipitations mm	NT	NT	NT	NT	TR	3,2	36,4	38,9	18,2	0,7	TR	NT

Total annuel des précipitations = 97,4 mm



TABLEAU 6

A Z E L

## Débits moyens journaliers

Jours	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT								
1				0,694								
2			2,00	4,83								
3			12,9	0,325								
4			3,53									
5				0,698								
6				0,050								
7												
8												
9		0,122		12,0								
10			1,29	8,17								
11	0,140		4,61	12,3								
12				1,09								
13			10,3	0,590								
14			1,44	0,058								
15				1,00								
16				1,00								
17		4,51										
18			0,009									
19		1,17										
20		2,67		6,25								
21				5,47								
22		3,78										
23		7,06										
24												
25	3,00	5,28										
26		8,75	0,181									
27			5,23									
28												
29		3,92										
30												
31		0,372	4,83									
MOY	0,105	1,21	1,49	1,82								

Module = 387 l/s  
 Volume écoulé = 12.250.000 m<sup>3</sup>  
 Lamé écoulé = 9 mm  
 P moy. bassin versant = 114,9 mm  
 Coef. d'écoulement = 7,83 %  
 Superficie du B.V. = 1 364 km<sup>2</sup>

Nombre de jours d'écoulement : 38  
 Crue maximale le 9 septembre 86  
 Q max = 140 m<sup>3</sup>/s  
 Temps d'écoulement 560 h ou ≈ 23j.

Tableau 7  
RAZEL

Débits moyens journaliers 1986

En m<sup>3</sup> /s

Jours			JUIL	AOUT	SEPT						
1				0,24							
2				4,69							
3				15,9							
4				3,42							
5				0,48							
6											
7											
8											
9					27,6						
10				3,85	0,08						
11				4,22							
12				0,12							
13				11,13							
14				5,90							
15				2,50							
16			0,55	0,38							
17			7,65								
18			0,24								
19			4,54		0,53						
20			4,79								
21			0,05								
22			9,04								
23			7,88								
24											
25			9,31								
26			5,77	3,87							
27				7,53							
28			0,28	0,88							
29			4,39	0,14							
30			0,47	0,03							
31			0,067								
MENS			1,78	2,10	0,94						

Module annuel  $Q = 0,407 \text{ m}^3/\text{s}$   
 Volume écoulé  $Ve = 12.83.10^6 \text{ m}^3$   
 Lamé écoulé  $Le = 9,9 \text{ mm}$   
 Pluie moyenne  $Pm = 113,3 \text{ mm}$   
 Coef. écoulement  $Ke = 8,74 \%$

Superficie BV = 1290 km<sup>2</sup>  
 Crue max  $Q = 216 \text{ m}^3/\text{s}$  le 9/9/  
 Nbre de crues = 14  
 Temps d'écoulement = 550 h ou  $\approx 23 \text{ j}$

Tableau 8  
LE TELOUA A DABAGA

Débits moyens journaliers en 1986

En m<sup>3</sup>/s

Jours				JUN	JUIL	AOUT	SEPT				
1						7,60	4,75				
2						7,85	2,31				
3						20,1	0,25				
4						1,46	0,19				
5						0,57					
6						0,05					
7						0,72					
8						0,03	0,69				
9							2,38				
10					0,33		4,21				
11					6,39		3,20				
12					1,02	4,46	1,25				
13						6,98	0,12				
14						1,46					
15						1,50	2,81				
16					12,7	0,25	0,95				
17					7,69		0,08				
18					0,22						
19					4,44						
20					1,90						
21					0,13		1,32				
22					5,81		0,55				
23					1,94						
24					0,17						
25					2,41						
26					3,06	8,08					
27					0,18	1,25					
28					2,66	0,21					
29					1,61						
30					0,32						
31											
MENS					1,71	2,02	0,84				

Module annuel  $Q = 0,386 \text{ m}^3/\text{s}$   
 Volume écoulé  $V_e = 12,17.10^6 \text{ m}^3$   
 Lamé écoulée  $L_e = 11,7 \text{ mm}$   
 Pluie moyenne  $P_m = 112,2 \text{ mm}$   
 Coef. d'écoulement  $K_e = 10,4 \%$

Superficie BV = 1040 km<sup>2</sup>  
 Crue max  $Q = 137 \text{ m}^3/\text{s}$  le 26/8  
 Nbre de crues = 15  
 Temps d'écoulement total = 860 h ou  
 ≈ 36 Jours

## A Z E L

## Caractéristiques des crues en 1986

Date	Hauteur maxi (cm)	Débit maxi (m <sup>3</sup> /s)	Temps de montée (mn)	Temps d'écoulement (h)	Volume écoulé (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	Observations
11-6	32	1,42	50	7	12,3	Crue tricéphale
25-6	56	7,78	55	17	260	
9-7	33,5	1,7	80	4	10,6	
17-7	44	11,3	90	28	390	Crue bicéphale
19-7	56	7,78	75	26	332	Crue bicéphale
22-7	102	51,5	12	25	936	
25-7	143	110	200	23	1212	
29-7	64	11,3	117	23	338	
31-7	42	3,42	42	9	32,1	
2-8	53	6,64	70	25	173	
3-8	90	31,5	70	43	1423	
10-8	74	17,2	10	32	510	Crue bicéphale
13-8	74	17,2	140	55	1013	Crue bicéphale
18-8	36	2,16	20	2h30	0,8	
26-8	64	11,3	90	30	453	
31-8	90	31,5	120	18	478	
2-9	68	13,4	85	27	445	
5-9	48	5	45	9	65	
9-9	161	140	105	20	1332	
10-9	83	24,4	480	70	1593	
13-9	45	4,2	160	15	56	
15-9	47	4,7	130	23	173	
20-9	122	77,6	17	27	1012	
Volume total écoulé au cours de 1986					12 250 X 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	

Tableau 10

## D A B A G A

## Caractéristiques des crues en 1986

Date	Hauteur maxi (cm)	Débit maxi (m <sup>3</sup> /s)	Temps de montée (mn)	Temps d'écoulement (h)	Volume écoulé 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	lame d'eau écoulée(mm) (1040 km <sup>2</sup> )
10-12/7	545	8,70	35	37	668	0,64
16-21/7	592	75,6	30	131	2337	2,24
22-24/7	580	50,0	40	44	686	0,66
25-27/7	560	21,0	30	45	488	0,47
28-30/7	564	26,0	65	49	396	0,38
1-2/8	575	41,8	110	31	1204	1,16
2-6/8	610	118	140	79	2092	2,01
7-8/8	538	2,27	30	18	65	0,06
12-17/8	584	58,4	30	111	1255	1,21
26-28/8	617	137,0	25	27	792	0,76
31-1/9	509	1,00	60	10	18	0,02
1-4/9	570	33,5	60	66	645	0,62
8-13/9	538	6,80	5	114	1023	0,98
15-17/9	538	6,80	25	55	331	0,32
21-22/9	520	3,20	55	40	162	0,16
Volume total écoulé en 1986 : 12,2 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>						

## Tableau 11

## R A Z E L

## Caractéristiques des crues en 1986

Date	Hauteur maxi (cm)	Débit maxi (m <sup>3</sup> /s)	Temps de montée (mn)	Temps d'écoulement (h)	Volume écoulé 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	Lame d'eau écoulée (mm) (1290 km <sup>2</sup> )
16-18/7	493	13,5	180	48	730	0,57
19-21/7	491	13,0	180	50	778	0,60
22-25/7	546	52,0	130	27	1462	1,13
25-28/7	570	73,0	150	27	1303	1,01
28/7-1/8	488	12,5	300	73	460	0,36
1-5/8	537	35	150	106	2133	1,65
10-13/8	520	23,5	35	58	685	0,53
13-16/8	510	19,5	300	83	1720	1,33
26-30/8	514	21	180	64	1080	0,84
9/9	675	215	25	9	2383	1,85
19/9	459	6,3	50	5	45,4	0,04
Volume total écoulé en 1986 : 12,8 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>						

TABLEAU N° 12  
VOLUMES ANNUELS DU KORI TELOUA

ANNEE	S T A T I O N S	S ( km <sup>2</sup> )	Ve 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
1959	RAZELMAMOULMI	1 260	46
1960	RAZELMAMOULMI AZEL - ECOLE	1 260 1 350	14 9
1964	DABAGA RAZELMAMOULMI AZEL - ECOLE	1 040 1 260 1 350	13 17 8
1975	AZEL - VILLAGE	1 360	29
1976	AZEL - VILLAGE	1 360	2
1977	AZEL - VILLAGE	1 360	34
1978	DABAGA AZEL - VILLAGE	1 040 1 360	21 24
1979	DABAGA RAZELMAMOULMI AZEL - VILLAGE	1 040 1 260 1 360	17 (17) 10
1980	DABAGA RAZELMAMOULMI AZEL - VILLAGE	1 040 1 260 1 360	49 52 46
1981	DABAGA RAZELMAMOULMI AZEL - VILLAGE	1 040 1 260 1 360	20 28 24
1982	DABAGA RAZELMAMOULMI AZEL - VILLAGE	1 040 1 260 1 360	18 19 23
1983	DABAGA RAZELMAMOULMI AZEL - VILLAGE	1 040 1 290 1 360	15 6 6
1984	DABAGA RAZELMAMOULMI AZEL - VILLAGE	1 040 1 290 1 360	1,6 1,3 1,3
1985	DABAGA RAZELMAMOULMI AZEL - VILLAGE	1 040 1 290 1 360	16,7 11,5 11,9
1986	DABAGA RAZEL AZEL	1 040 1 290 1 360	12,2 12,8 12,2

## LISTE DES FIGURES

- 1- Le B.V. du TELOUA
- 2- Isohyètes annuelles 1986 du B.V. du Téloua
- 3- Corrélation entre les précipitations annuelles d'AGADEZ et les précipitations moyennes annuelles du B.V.
- 4- Isohyètes de JUIN 1986 sur le B.V.
- 5- Isohyètes de JUILLET 1986 sur le B.V.
- 6- Isohyètes d'AOUT 1986 sur le B.V.
- 7- Isohyètes de SEPTEMBRE 1986 sur le B.V.
- 8- Relation Ke/Ve à AZEL
- 9- Corrélation entre les Ve à AZEL et les précipitations moyennes sur le B.V.
- 10- Volume des pertes du B.V./Ve à DABAGA



# BASSIN VERSANT DU TELOUA

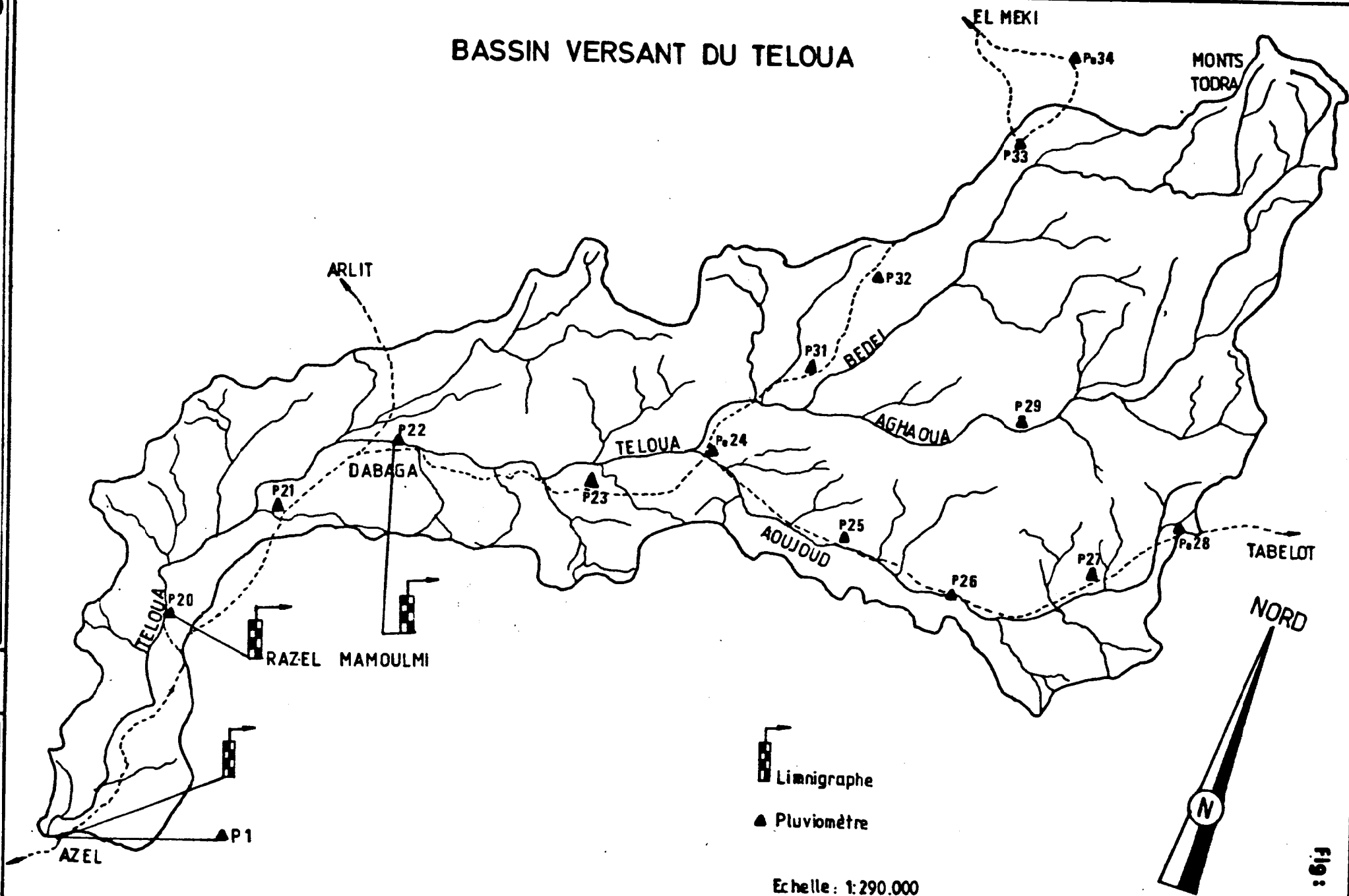
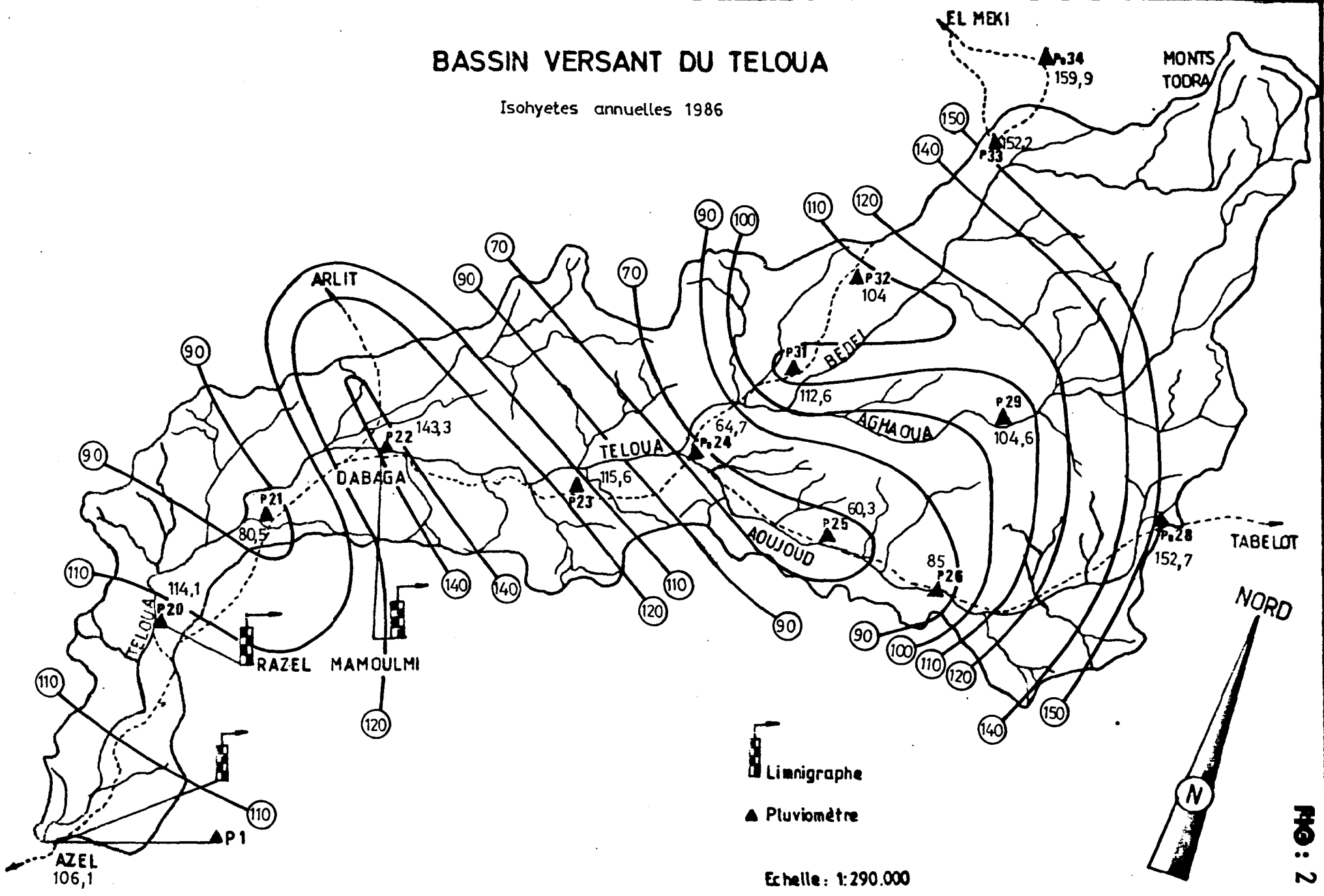


Fig. 1

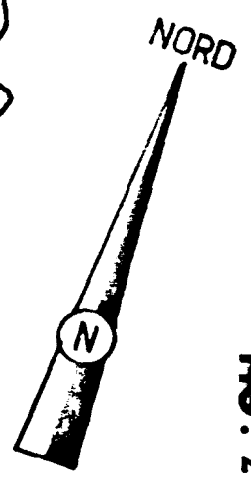
# BASSIN VERSANT DU TELOUA

Isohyetes annuelles 1986



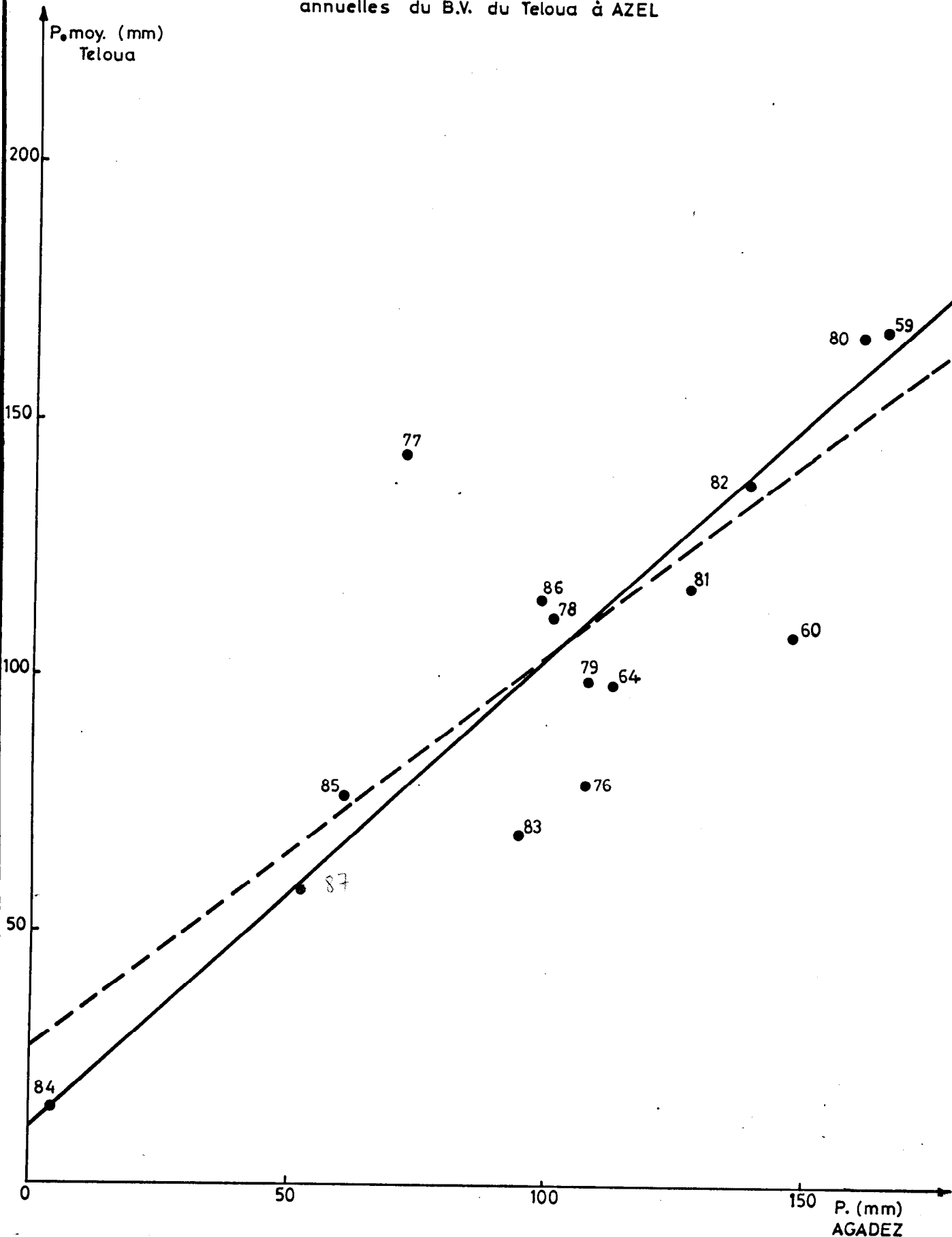
Limnigraphe  
Pluviometre

Echelle: 1:290.000



NO: 2

Corrélation entre les précipitations annuelles d'Agadez et les précipitations moyennes annuelles du B.V. du Teloua à AZEL



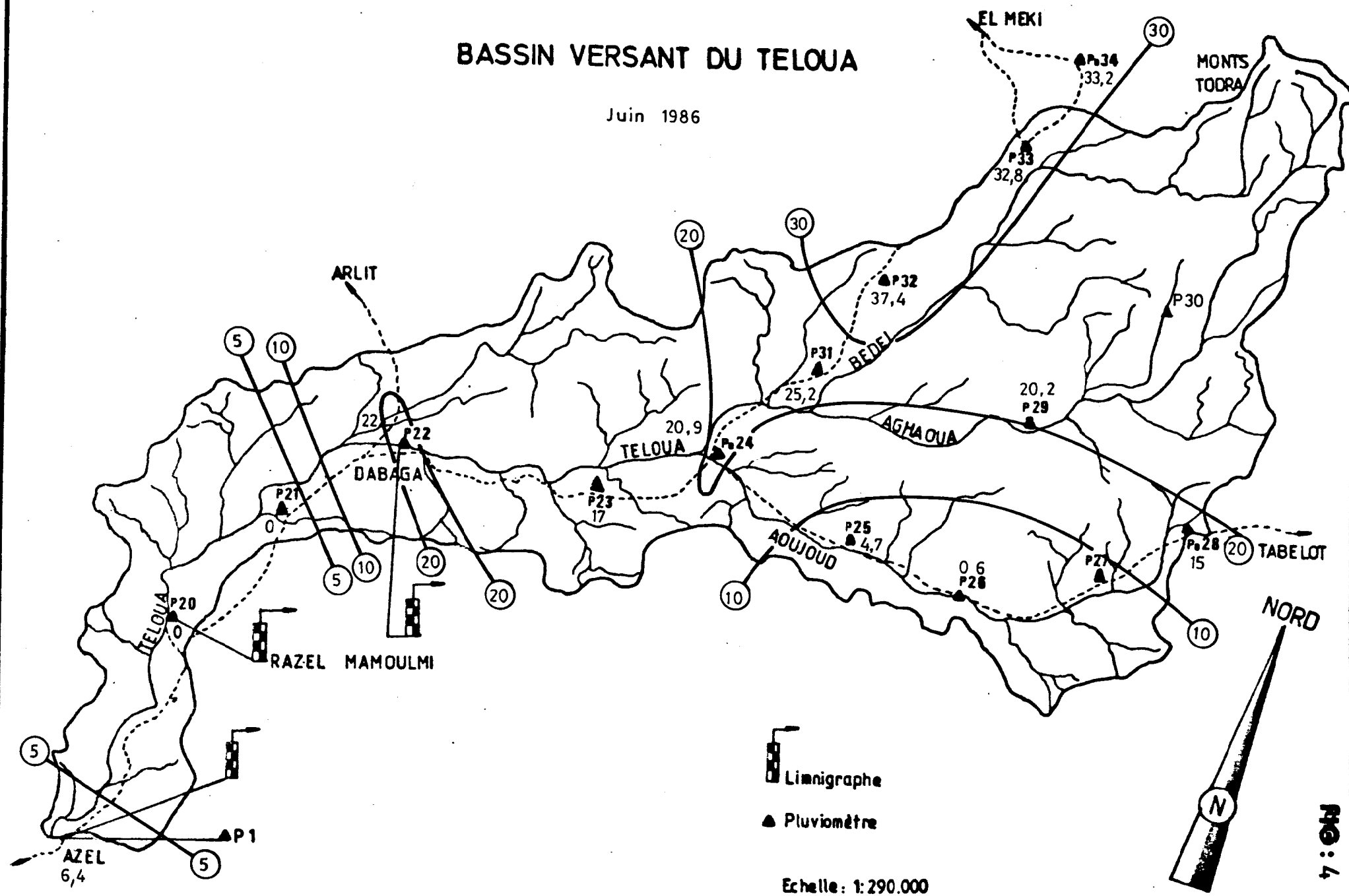
# BASSIN VERSANT DU TELOUA

Juin 1986

OPSTOM

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
- POUR LE DEVELOPEMENT EN COOPERATION

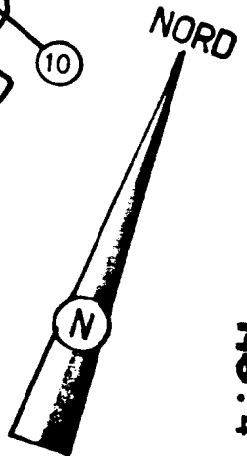
Mission au Niger



Limnigraphe

Pluviomètre

Echelle: 1:290.000



NO: 4

# BASSIN VERSANT DU TELOUA

Juillet 1986

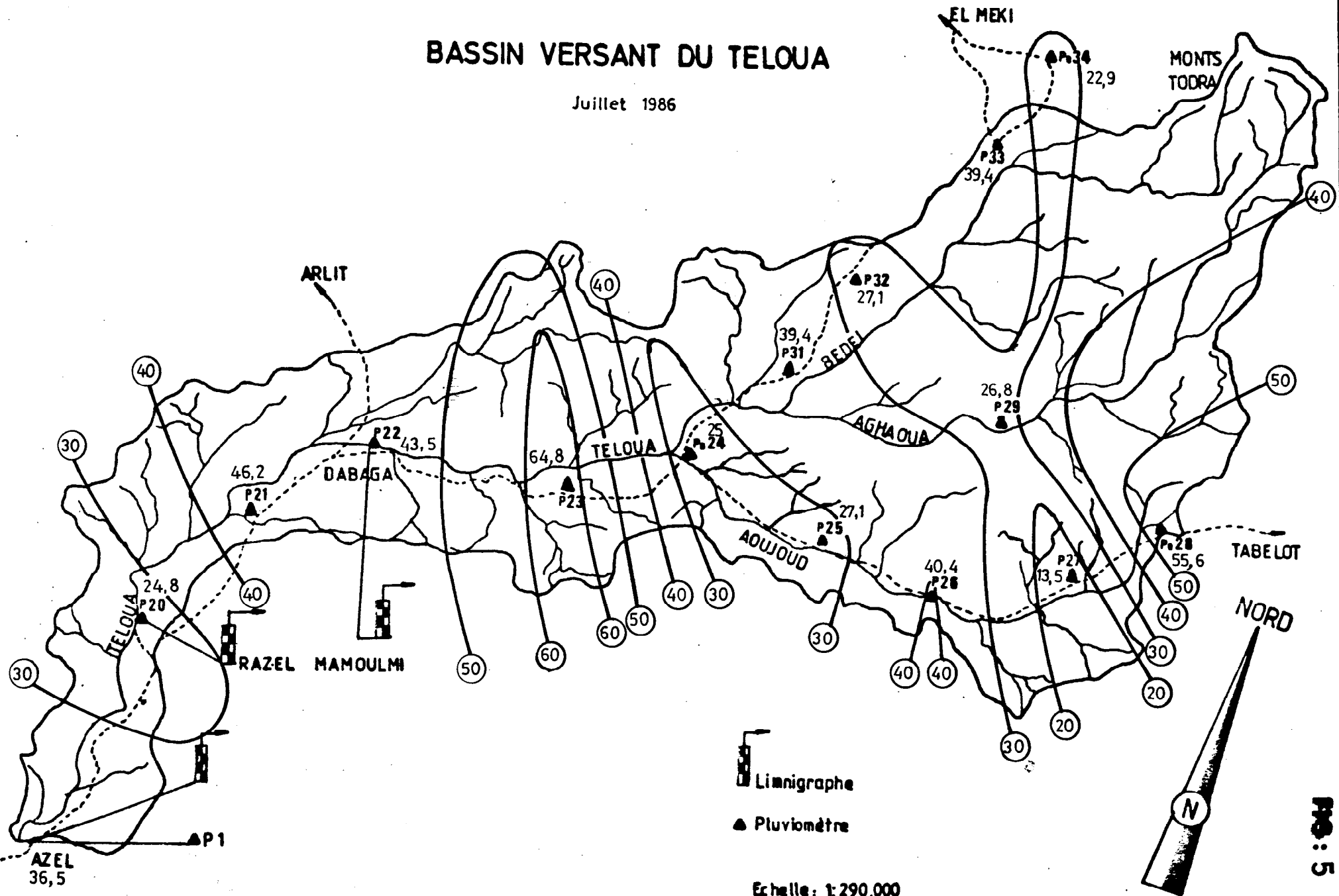
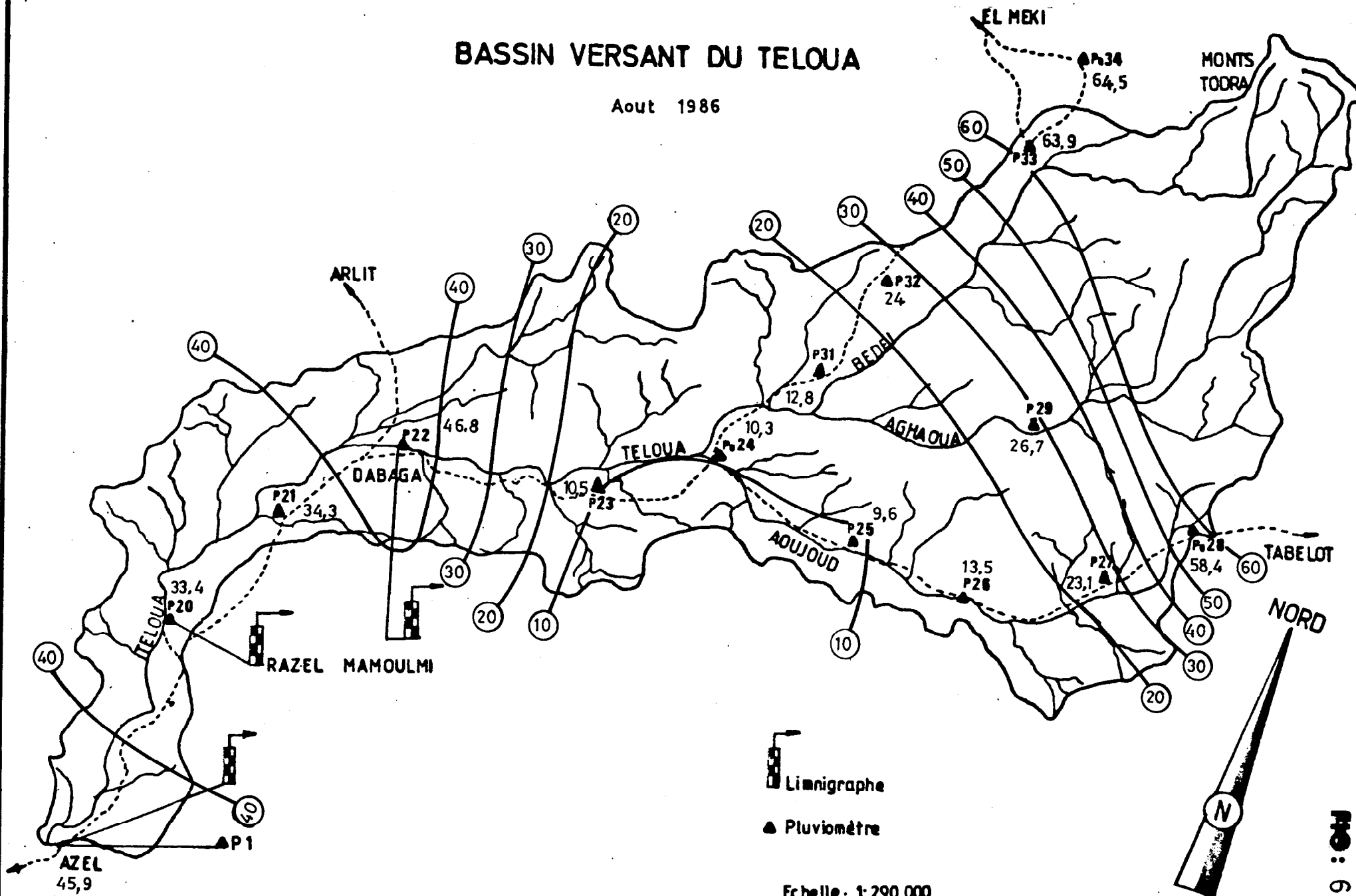


FIG. 5

# BASSIN VERSANT DU TELOUA

Aout 1986



Mission au Niger

FIG : 6

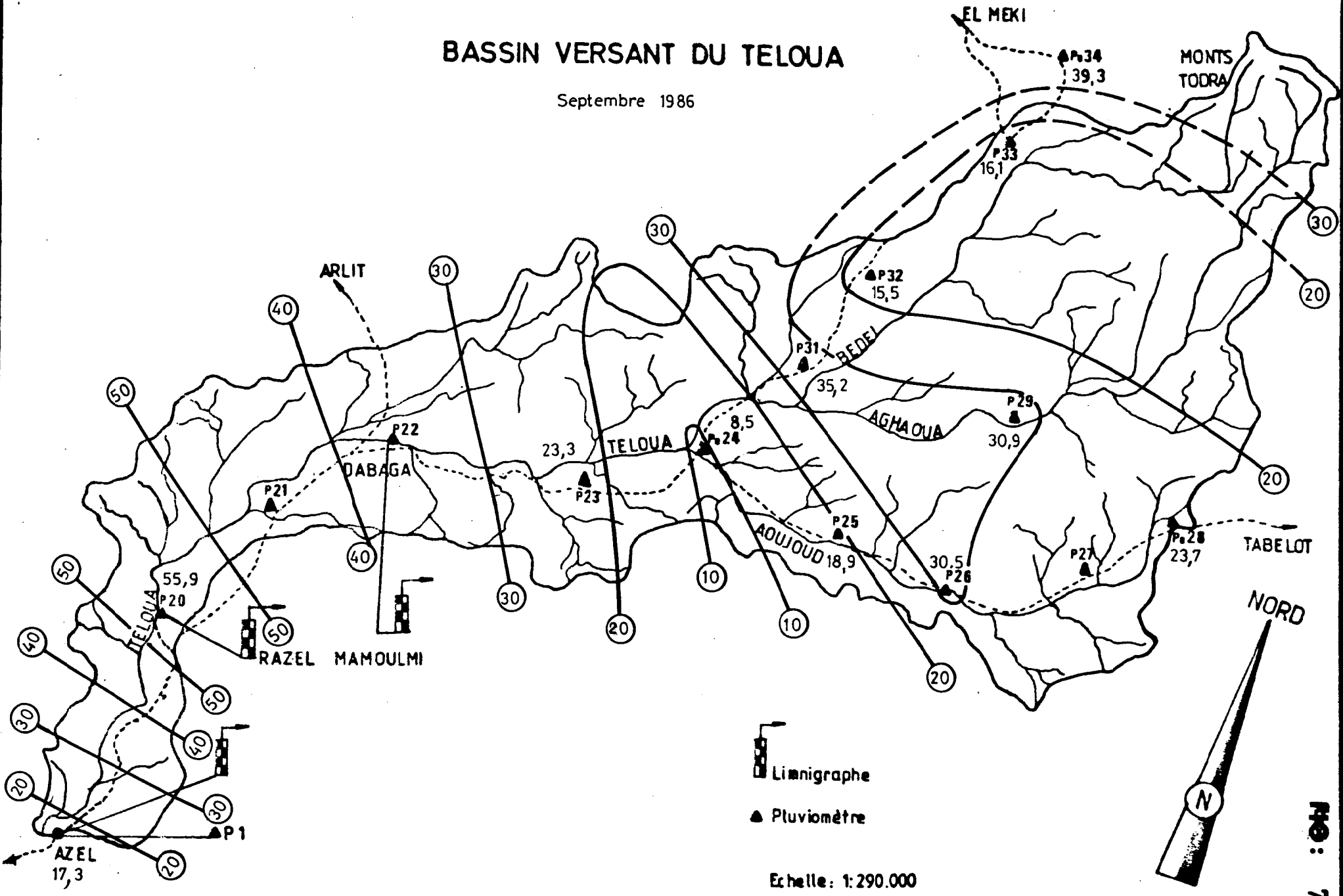
# BASSIN VERSANT DU TELOUA

Septembre 1986

OSIOM

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
- POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

Mission au Niger



NO: 7

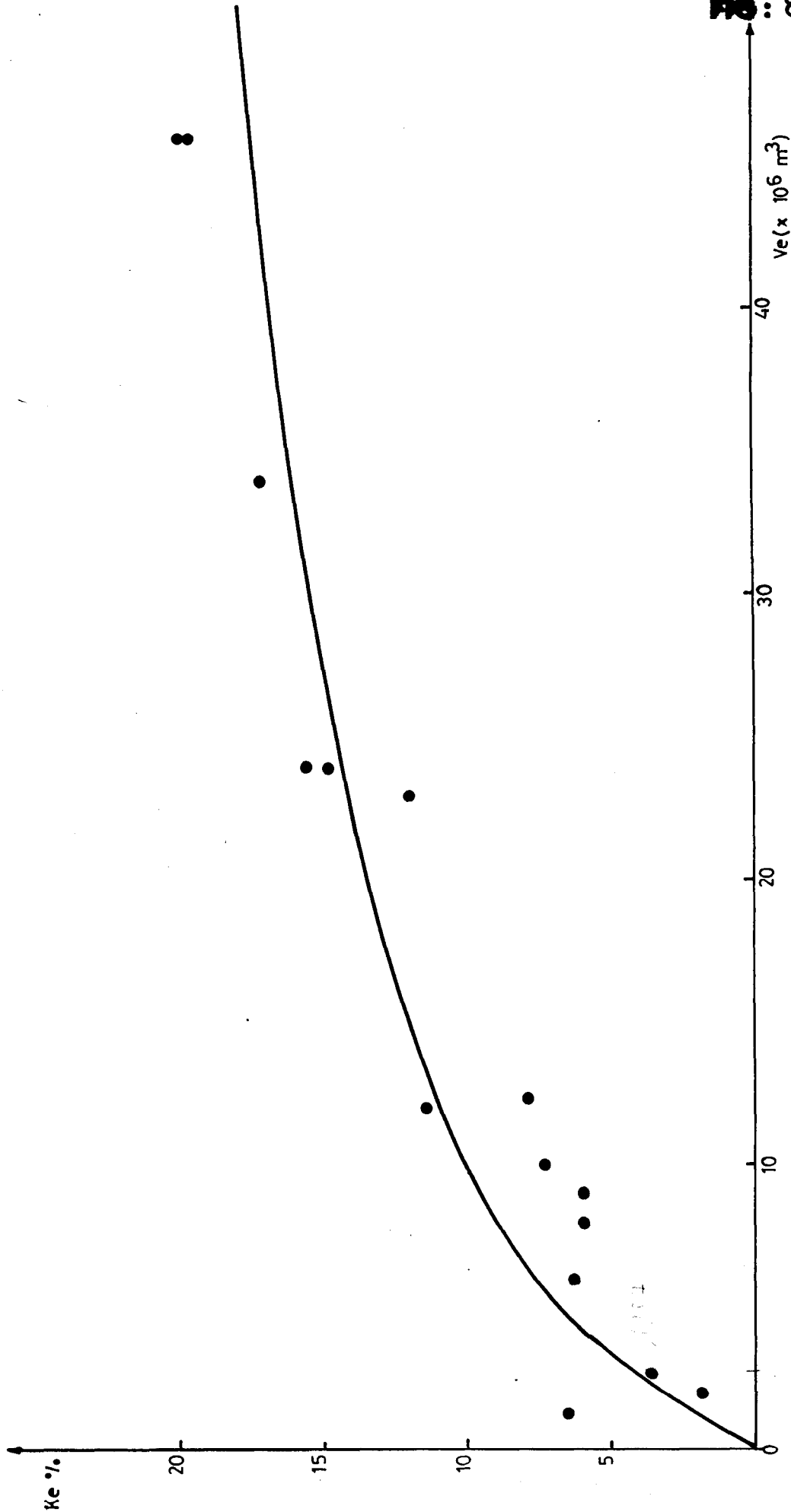
FIG : 8

AZEL

$K_e = f(V_e)$

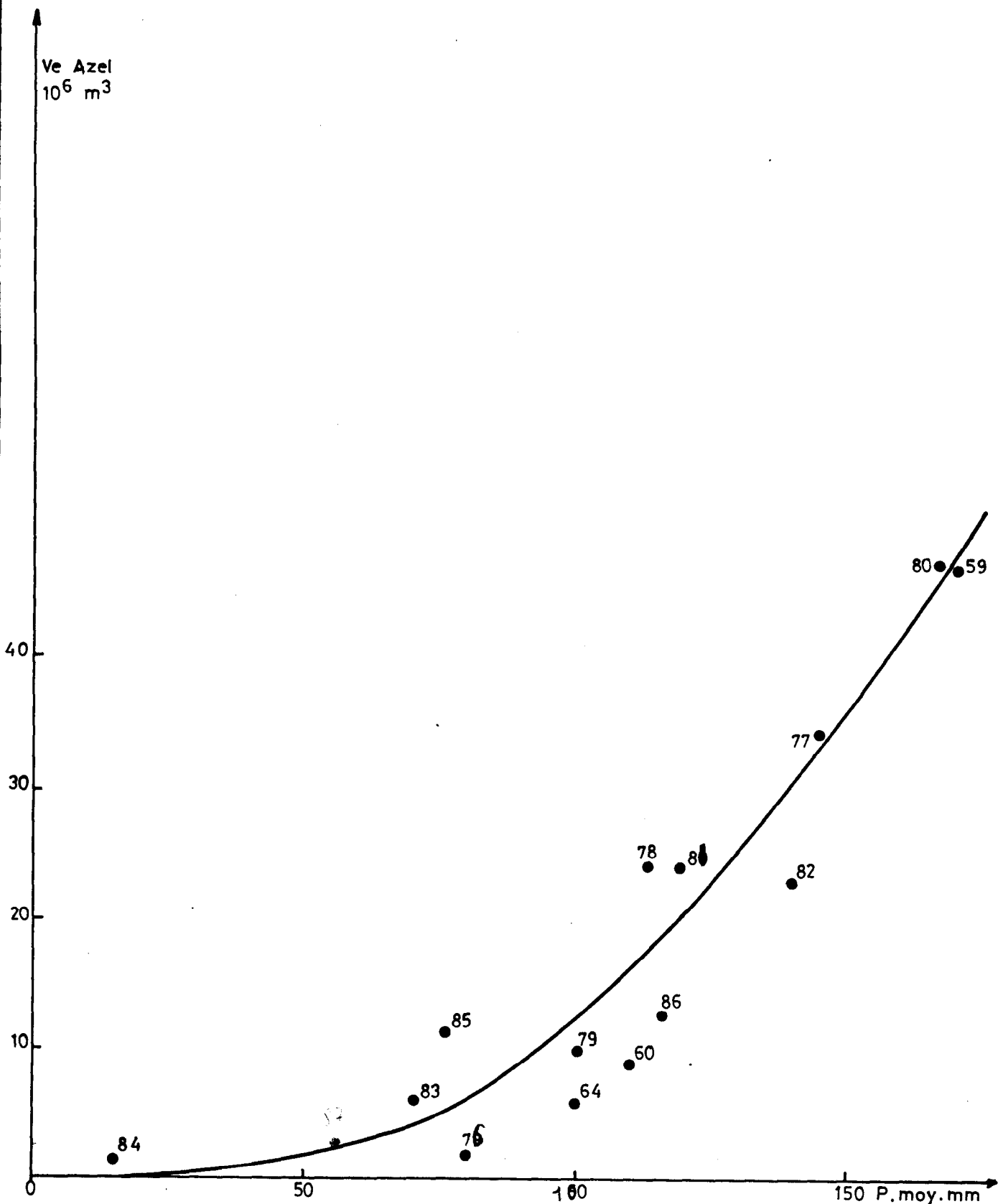
$K_e = -0,87 + 4,70 \ln V_e$

$r^2 = 0,77$





CORRELATION ENTRE LES VOLUMES ECOULES A AZEL  
ET LES PRECIPITATIONS MOYENNES SUR LE BASSIN



VOLUME DES PERTES DU B.V.I EN FONCTION  
DES VOLUMES ECOULES A DABAGA

$V_p = f(V_D)$   
 $V_p = - 1,97 + 5,11 \text{ Ln } V_D$   
 $r^2 = 0,95$

V. des pertes  
x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

