

EMPRESA MUNICIPAL  
DE AGUA DE LA CIUDAD  
DE GUATEMALA

Mission A.C.T.I.M.  
OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

RAPPORT HYDROLOGIQUE COMPLEMENTAIRE  
PREMIERES MESURES SUR LES BASSINS  
VERSANTS DU RIO MOTAGUÁ A CAPTER

Par  
Georges GIRARD  
Hydrologue ORSTOM  
Directeur de recherches

Paris, mai. 1977

## S O M M A I R E

-----

	Page
I. INTRODUCTION	
II. EQUIPEMENT DES BASSINS VERSANTS A CAPTER ET DONNEES RECUEILLIES	2
2.1 Lames d'eau annuelles écoulées	2
2.2 Bilan mensuel d'écoulement	4
2.3 Récurrence des années observées	4
2.4 Lames annuelles captées en fonction du débit du canal de dérivation	6
2.4.1 Sous système CHOAXAN	8
2.4.2 Sous système CHICHICASTELNANGO	8
III. ETUDE DU RIO SEPELA A CHICHE	9
3.1 Débits journaliers	9
3.2 Caractéristiques des crues du RIO SEPELA A CHICHE	10
IV. AMENAGEMENT INTEGRE DES BASSINS VERSANTS A CAPTER	10
V. TRAVAUX HYDROLOGIQUES RECOMMANDES	13.

## I - INTRODUCTION -

A la suite de ma première mission ACTIM de novembre 1975 un rapport hydrologique intitulé "premières caractéristiques hydrologiques des bassins versants du MOTAGUA" fut joint au rapport global d'étude du projet NORD-occidental pour l'alimentation en eau de GUATEMALA.

L'objet de ce rapport hydrologique était d'évaluer la validité du schéma proposé pour alimenter en eau par gravité la ville de GUATEMALA. Il faisait le point, à cette époque, des études hydrologiques réalisées, proposait les études hydrologiques complémentaires à entreprendre et donnait la garantie de pouvoir obtenir un débit permanent de 5,8 m<sup>3</sup>/s même en année décennale sèche.

Le présent rapport vient en complément d'information sur l'alimentation en eau de GUATEMALA à la demande de l'Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de GUATEMALA.

En effet, les premières mesures hydrologiques continues sur les bassins au cours de deux saisons des pluies 1975 et 1976 montraient que le débit permanent serait supérieur à celui qui avait été proposé.

Le chiffre de 7,5 m<sup>3</sup>/s était estimé dans la nouvelle esquisse préliminaire du projet NORD-OCCIDENTAL de décembre 1976 proposé par la Municipalité de Guatemala.

Ce présent rapport expose les réalisations effectuées à ce jour du point de vue hydrologique et les difficultés de pouvoir garantir en l'état actuel des connaissances cette valeur de 7,5 m<sup>3</sup>/s.

Rappelons que le premier rapport comportait une énumération des données hydrologiques complémentaires à obtenir avant 198 en cinq points :

- valorisation des données anciennes et actuelles
- études à réaliser pour l'étude de factibilité et d'avant-projet
- études particulières
- simulation de fonctionnement
- travaux hydrologiques recommandés.

.../...

II - EQUIPEMENT DES BASSINS VERSANTS A CAPTER ET DONNEES RECUEILLIES -

Les neuf stations hydrométriques reconnues lors de la précédente mission et équipées seulement d'échelles de crue de 0 à 2 mètres ont été lues régulièrement une fois par jour et sont actuellement étalonnées en moyenne par 8 à 12 jaugeages régulièrement répartis en basses et moyennes eaux.

Elles permettent d'obtenir une estimation du débit moyen journalier avec une précision aléatoire, étant donné la taille des bassins versants 7 à 88 km<sup>2</sup>, et très délicate à chiffrer. Pour obtenir aussi exactement que possible les débits moyens journaliers il aurait fallu installer au plus vite des limni-graphes enregistreurs à chaque station, mais par suite des causes impérieuses dues au tremblement de terre du 3 février 1976, ces installations ne sont en cours de réalisation qu'actuellement. Les premiers enregistrements sur le Rio QUIEJEL datent du mois d'avril 1977.

Pour les mêmes raisons, seulement trois stations pluviométriques ont été installées depuis novembre 1975. Ce sont les stations de :  
CHPACA  
PALAMA  
SIBACA

Pour d'autres motifs, certaines stations pluviométriques existantes sur le bassin versant du rio Motagua ont été fermées.

Au cours des deux années hydrologiques 1975-1976 et 1976-1977 (Mai à avril) les résultats suivants ont été obtenus.

2.1. Lames d'eau annuelles écoulées en mm

Station	Année 1975/76	Année 1976/77	Bassin versant en km <sup>2</sup>
Rio SEPELA à CHICHE	221	(297)	208
Rio QUIEJEL	438	455	55,08
Rio CHIPACA	376	755	40,15
Rio PALACAMA	311	490	17,07
Rio JACPULUB	419	591	20,16
Rio GUEXA	565	614	88,2
Rio QUISAYA	-	338	66,82

.../...

Rio SIBACA	720	672	45,14
Rio TULULCHE	346	423	57,46
Rio CACABAL	910	660	747
Rio TECULCHEYA	420	-	29,47

Par l'étude de la pluviométrie dans le premier rapport on avait trouvé que l'année 1972/73 était décennale sur le Rio SEPALA avec une lame d'écoulement de 200 mm et par ailleurs que l'année 1975/76 devait être également décennale. On remarque alors que les lames d'eau décennale sur les bassins du sous-système CHICHICASTEELNANGO seraient en moyenne au maximum de 418 mm. Rappelons qu'elles avaient été estimées à 300 mm  $\pm$  50 mm dans le premier rapport.

Par contre nous sommes étonnés que les lames écoulées sur les bassins du sous-système CHOAXIN soient aussi variables et aussi élevées au cours de ces deux années. Nous verrons par ailleurs que les précipitations annuelles dans cette région présentent des valeurs relativement élevées.

La lame d'eau de 581 mm en moyenne sur les bassins du sous système CHICHICALSTELNANGO au cours de l'année 1976/77 serait représentative de lame d'eau observable une année sur trois compte-tenu de la pluviométrie de cette année.

La répartition spatiale des lames annuelles écoulées au cours de chacune des années d'observations montre que localement elles peuvent prendre des valeurs extrêmement élevées (figure 1 et figure 2). Cas de celles des bassins de SIBACA et de CACABAL en 1975/76 et de celle du bassin de CHIPACA en 1976/77. A titre de comparaison nous donnons sur le graphique 5 les lames annuelles écoulées en 1974/75 sur les bassins versants du rio MOTAGUA et les bassins adjacents.

Ces écarts proviennent des erreurs d'estimation du débit moyen journalier à partir d'un ou deux relevés de hauteur d'eau par jour à chacune des stations. Une très grande prudence dans l'interprétation des résultats obtenus est donc recommandée.

Il suffit qu'une échelle soit lue au moment du passage d'un maximum de crue, deux ou plusieurs fois au cours de l'année, pour que la lame écoulée soit majorée de 100 ou 200 mm.

## 2.2 Bilan mensuel d'écoulement :

Au cours de l'année 1975-76, on dispose des données pluviométriques aux stations de CHINIQUÉ et CHAQUIJYA proches des bassins versants étudiés. Au cours de 1976-77 nous disposons des données à deux postes supplémentaires CHOAXAN et CHIPACA.

Dans le tableau suivant sont rassemblées, mois par mois, les précipitations mensuelles observées et les lames écoulées pour ces deux années. Il est à noter des écarts très importants entre les lames mensuelles écoulées d'une station hydrologique à l'autre pour des pluviométries mensuelles assez variables.

Les imprécisions sur la connaissance des précipitations sur les bassins versants et les imprécisions sur les lames écoulées ne permettent pas de tirer des conclusions. On peut seulement avancer que le déficit d'écoulement annuel est voisin de 500 à 620 mm.

Mais il est très délicat de vouloir faire une étude fine à l'échelle mensuelle dans les conditions actuelles d'observations des écoulements. Notons que le déficit est beaucoup plus important sur le bassin du RIO SEPÉLA.

## 2.3 Récurrence des années observées :

La définition de la récurrence de l'année 1975-76 et de l'année 1976-77 du point de vue pluviométrique sur les bassins versants à capter ne peut être qu'estimée grossièrement en tenant compte des variations spatiales et temporelles des précipitations observées aux postes pluviométriques de longue durée.

Nous avons retenu dans la première étude les stations de l'observatoire national de GUATEMALA et celle de COMALAPA.

Les deux années considérées 1975-76 et 1976-77 sont des années plutôt sèches ; la première année se retrouve une année sur trois ou quatre, la seconde année se retrouve une année sur quatre ou huit.

En se référant aux autres stations de moins longue période d'observation (CHIX Y-CHAQUIJYA-PAMPOJILA), nous sommes assurés que les années sont sèches mais beaucoup moins que ne le laisserait supposer les stations "longue durée" et se rapprocheraient de l'année moyenne.

.../...

PLUIE ET LAME MENSUELLE ECOULEE AU COURS DES  
DEUX ANNEES 1975-1976  
en mm

	1975	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Années
Pluie CHINIQUE	4	0	0	22	(80)	158	172	262	278	225	7	2	1	210
Pluie CHAQUIJYA	0	0	0	0	138	176	176	174	278	143	32	0	1	117
Lame CHIPACA	(23)	(22)	(20)	(19)	20,0	16,1	15,3	27,5	78,5	64,3	48,2	24,7	378,6	
Lame SIBACA	(26)	(29)	(24)	(23)	22,5	23,0	564	147,1	138,9	129,3	51,7	36,8	703,7	
Lame SEPELA	5,3	3,6	3,0	2,7	3,7	7,8	11,5	28,8	59,8	52,0	25,5	25,5	212,8	
1976														
Pluie CHINIQUE	3	1	0	9	67	364	143	155	263	198	51	3	1	257
Pluie CHOAXAN	0	0	0	38	139	444	133	111	239	134	43	0	1	281
Pluie CHIPACA								168	447	245	21	0	(1	099)
Pluie CHAQUIJYA	0	0	0	23	114	417	113	146	183	77	20	0	1	093
Lame CHIPACA	20,3	19,8	20,3	19,2	20,9	156,6	74,8	75,2	161,3	95,5	47,2	37,5	749,6	
Lame SIBACA	30,3	29,4	28,5	33,2	33,2	90,1	83,7	54,0	120,0	98,8	47,0	36,7	681,5	
Lame SEPELA	7,1	5,5	5,2	5,3	6,2	18,7	43,8	25,6	60,5	76,8	24,9	8,4	297,0	

	Moyenne	Médiane	Année 1975-76	Année 1976-77
CHIXOY	1 368	1 340	0,5	0,08
CHAQUIJYA	1 224	1 150	0,45	0,36
PAMPOJILA	1 813	1 774	0,18	0,27
GUATEMALA	1 240	1 230	0,30	0,28
COMALAPA	1 396	1 440	0,21	0,12

En l'état actuel des données pluviométriques et hydrométriques, nous pouvons avancer les chiffres suivants en ce qui concerne l'écoulement annuel de diverses fréquences :

fréquence 0,5	Lame écoulée environ 700 mm
fréquence 0,2	Lame écoulée environ 500 mm
fréquence 0,1	Lame écoulée environ 350 mm

sur l'ensemble des bassins versants étudiés excepté celui du RIO SEPPELA à CHICHE.

#### 2.4. Lames annuelles captées en fonction du débit du canal de déviation :

Du point de vue aménagement des bassins des sous systèmes, nous pouvons, en première approximation, évaluer pour les deux années de mesure, la lame d'eau effectivement captée pour un débit maximum dérivable donné. L'exemple est donné pour le RIO GUEXA en débit moyen mensuel exprimé en  $m^3/s$  :

	Naturel	1975-76			1976-77			
		Q	3 $m^3/s$	Q	5 $m^3/s$	Naturel	Q	3 $m^3/s$
Mai	(0,35)	(0,35)	(0,35)	0,914	0,91	0,91		
Juin	(0,30)	(0,30)	(0,30)	4,591	2,80	3,74		
Juil.	(0,25)	(0,25)	(0,25)	1,806	1,80	1,81		
Août	1,606	1,50	1,59	1,732	1,73	1,73		
Sept.	4,520	3,0	4,02	3,998	2,80	3,30		
Oct.	3,625	3,0	3,57	4,718	2,60	3,05		
Nov.	2,927	2,8	2,92	1,315	1,31	1,31		
Déc.	1,606	1,60	1,61	0,775	0,77	0,77		
Janv.	1,144	1,15	1,15	0,458	0,46	0,46		
Févr.	1,143	1,14	1,14	0,364	0,36	0,36		
Mars	0,879	0,08	0,88	(0,300)	0,30	0,30		
avril	0,618	0,62	0,62	(0,250)	0,25	0,25		
Lame annuelle	565	483	547	614	180	547		



Pour obtenir les valeurs de ce tableau, nous avons pris la valeur du débit naturel si celui-ci était inférieur au débit maximum dérivable et la valeur du débit maximum dérivable si le débit naturel de ce jour lui était supérieur.

En moyenne sur deux années on capte 82 % des apports quand le débit maximum dérivable est de 3 m<sup>3</sup>/s et 92 % si ce débit est de 5 m<sup>3</sup>/s

Notons que pour l'année 1975-76 de plus faible hydraulicité le pourcentage de captage à 5 m<sup>3</sup>/s est de 96 %.

Seul un calcul économique permettra de chiffrer exactement la valeur optimum du débit à capter. Pour la suite des calculs, pour les autres bassins versants, nous avons pris comme débit à capter, une valeur approximative comprise entre 2 et 3 fois le module moyen probable de ces bassins versants.

En ce qui concerne le bassin de TULULCHE, on admet que la retenue permet d'absorber toutes les crues de ce bassin versant.

Pour l'ensemble des bassins versants à capter par canal de dérivation, nous avons obtenu les résultats suivants :

Nom du bassin	Lame en 75-76 en mm		Lame en 76-77 en mm		Maximum Qdérivable m <sup>3</sup> /s
	écoulée	captée	écoulée	captée	
SIBACA	720	616	672	631	2,50
CACABAL	910	653	660	607	0,50
TULULCHE	346	346	423	423	-
CHIPACA	376	366	755	560	1,50
PALACAMA	311	282	490	376	0,50
SACPULUB	419	350	591	459	1,00
QUIEJEL	438	387	455	418	2,00
GUEXA	565	547	614	547	5,00

Sur le sous-système CHICHICASTELNANGO, le volume capté au cours des années 1975-76 et 1976-77 s'élève à 96,1.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> et 109,4.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> soit en lame moyenne captée des valeurs de 435 et 496 mm.

Sur le sous-système CHOAXAN le volume capté au cours de ces mêmes années s'élève à 52,6.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> et 57,3.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> soit en lame moyenne captée des valeurs de 478 et 521 mm.

#### 2.4.1. Sous système CHOAXAN :

La retenue de TULUCHE de capacité maximale de 10 millions de  $m^3$  ne permet pas une régularisation totale de l'apport annuel utilisable par dérivation. En effet, le débit caractéristique d'étiage décennal étant de 220 l/s et le débit moyen le plus faible observé comme dérivable de  $1,66 m^3/s$ , le stockage minimal pour assurer ce débit permanent est d'environ  $21,6 \cdot 10^6 m^3$ . Le destockage naturel des bassins versants en tarissement entre  $1,66 m^3/s$  et  $0,22 m^3/s$  pour  $\alpha = 0,007$  atteint  $17,9 \cdot 10^6 m^3$ , le complément pour obtenir  $1,66 m^3/s$  en permanence est alors de  $39,5 \cdot 10^6 - 17,9 \cdot 10^6$  soit  $21,6 \cdot 10^6 m^3$  au cours du 275 jours.

Il est donc nécessaire de faire rapporter sur la retenue de LAS TUNAS une fraction de la régularisation du sous-système de CHOAXAN.

Le fonctionnement de la retenue de TULUCHE ne sera exactement défini qu'au moment de la synthèse hydrologique et de la simulation générale des systèmes Chichicastelango et CHOAXAN.

Néanmoins, on peut admettre pouvoir obtenir hydrologiquement en année moyenne un débit régularisé de  $1,9 m^3/s$ , en année quinquennale sèche ce débit peut atteindre  $1,5 m^3/s$ , en année décennale sèche ce débit peut atteindre  $1,1 m^3/s$ .

Dans ce cas de l'année décennale sèche, la retenue de TULUCHE de capacité maximale  $10 \cdot 10^6 m^3$  assure la régularisation globale du sous système CHOAXAN.

#### 2.4.2. Sous système CHICHICASTELNANGO :

Le débit caractéristique d'étiage décennal étant de  $1,076 m^3/s$  pour les bassins du sous-système CHICHICASTELNANGO et le débit moyen le plus faible observé comme dérivable étant de  $4,45 m^3/s$  (apport des cinq bassins QUIEJEL à GUEXA  $96 \cdot 10^6 m^3$  et apport du Rio SATELA  $44,4 \cdot 10^6 m^3$  soit  $140,5 \cdot 10^6 m^3$ ), le stockage minimal pour assurer ce débit permanent est d'environ  $31,3 \cdot 10^6 m^3$ . Le destockage naturel des bassins versants en tarissement entre  $4,45 m^3/s$  et  $1,07 m^3/s$  pour  $\alpha = 0,007$  atteint  $41,7 \cdot 10^6 m^3$ , le complément pour obtenir  $4,45 m^3/s$  en permanence est alors de  $73,0 \cdot 10^6 - 41,7 \cdot 10^6$  soit  $31,3 \cdot 10^6 m^3$  au cours des 190 jours.

Le volume de la retenue pour le sous-système de CHICHICASTELNANGO doit être supérieur à  $31 \cdot 10^6 m^3$ ; mais compte tenu du besoin de mieux régulariser la retenue de TULUCHE, il serait nécessaire de porter le volume de la retenue à près de  $44 \cdot 10^6 m^3$  soit à près de  $50 \cdot 10^6 m^3$  pour tenir compte des pertes maximales par évaporation estimées à  $4 \cdot 10^6 m^3$  par an.

..//..

Néanmoins, on peut admettre pouvoir obtenir hydrologiquement en année moyenne un débit régularisé de  $5,5 \text{ m}^3/\text{s}$  ; mais avec un volume de retenue à LAS TUNAS nettement plus élevé de l'ordre de  $70 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ .

En année quinquennale sèche, compte tenu des grosses incertitudes sur les périodes de retour des précipitations, on peut avancer comme débit régularisé un chiffre voisin de  $4,45 \text{ m}^3/\text{s}$  semblable à celui obtenu pour l'année 1975-76.

En année décennale sèche, malgré une confirmation certaine de la meilleure abondance des bassins du sous-système CHICHICASTELNANGO que celle du bassin du RIO SEPELA, il semble nécessaire de faire appel à une retenue interannuelle de capacité plus importante pour obtenir un même débit de  $4,45 \text{ m}^3/\text{s}$ . Une augmentation de 6 à  $10,6 \text{ m}^3$  du volume de la retenue suffirait en première approximation. En régularisation annuelle seulement, le débit obtenu serait de l'ordre de  $3,52 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### III. ETUDE DU RIO SEPELA A CHICHE :

L'Institut National d'Energie Electrique de GUATEMALA et l'Institut de Sismologie, de Vulcanologie, de Météorologie et d'Hydrologie, que nous tenons à remercier ici, ont bien voulu nous confier les originaux des bandes limnigraphiques de la station du RIO SEPELA à CHICHE de la création de la station en décembre 1971 à décembre 1976. La saisie de cette information sous forme de R.L.I. (Relevés limnigraphiques intégraux) a été effectuée ; elle nous permet de retraduire les hauteurs en débit et d'extraire toutes les informations concernant les formes et les caractéristiques de crue à cette station.

#### 3.1. Débits journaliers :

La courbe de tarage utilisée est présentée sur les figures n° 3 et 4 avec l'ensemble des points représentatifs de chacun des jaugeages effectués.

La comparaison des débits obtenus avec ceux présentés dans les annuaires hydrologiques ne permet pas de déceler des anomalies extrêmement importante pour les années 1972-73 à 1975-76.

L'année hydrologique 1976-77 bien qu'incomplète nous permet de comparer les résultats obtenus sur ce bassin à ceux obtenus pour les bassins versants étudiés par l'U.E.N.I.A. dans le cadre de l'étude hydrologique du projet Nord OCCIDENTAL.

### 3.2. Caractéristiques des crues du RIO SEPELA à CHICHE

Pour ce bassin versant de 208 km<sup>2</sup> de superficie, 53 crues ont été sélectionnées au cours de la période décennale 1971 décembre 1976. Le temps médian de montée de l'hydrogramme est de 90 à 120 minutes, les temps extrêmes étant de 15' à plus de 240'.

Le temps de base de la crue varie de 5 h à plus de 17 h, le temps médian de base de la crue est de 8 h.

Pour une lame ruisselée uniforme sur le bassin de 10 mm, le débit maximum de ruissellement instantané est de l'ordre de 35 m<sup>3</sup>/s. Le graphique n° 9 donne la liaison entre le débit maximum de ruissellement et le volume de ruissellement.

Il s'agirait de pouvoir connaître actuellement les intensités des précipitations qui ont occasionné ces crues pour définir qu'elle est le taux d'infiltration minimum moyen sur l'ensemble du bassin versant. Caractéristique essentielle pour l'évaluation des crues maximum à l'aide des intensités de différentes fréquence de la région.

#### IV. AMENAGEMENT INTEGRE DES BASSINS VERSANTS A CAPTER :

Rappelons les estimations hydrologiques faites pour les deux sous systèmes de CHOAXAN et de CHICHICASTELMANGO complémentaires.

	S/S CHOAXAN	S/S CHICHICASTELMANGO
Année moyenne	1,9 m <sup>3</sup> /s	5,5 m <sup>3</sup> /s
Année quinquennale sèche	1,5 m <sup>3</sup> /s	4,45 m <sup>3</sup> /s
Année décennale sèche	1,1 m <sup>3</sup> /s	3,5 m <sup>3</sup> /s *

Par influence d'une retenue fonctionnant comme retenue interannuel cette valeur de 3,5 m<sup>3</sup>/s\* doit être portée à 4,45 m<sup>3</sup>/s.

L'ensemble du projet Nord Occidental comprend dans ses phases I et phases II le captage des débits d'un certain nombre de bassins versants le long de la ligne d'adduction entre les retenues et la ville de GUATEMALA. Les débits caractéristiques d'étiage de fréquence décennale ont été évalués dans le premier rapport et l'on avait estimé le débit d'équipement de chacun de ces captages au débit approximativement représentatif du D.C.9 moyen. Pour un total de 184,6 km<sup>2</sup> de bassin versant, le débit total d'équipement était de 0,845 l/s pour un DC 9 approximatif de 0,645 l/s. Le débit moyen dérivable de 0,845 l/s pouvait être obtenu à l'aide d'une retenue complémentaire de l'ordre de 3.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> en toute période.

../..

DEBIT MOYEN MENSUEL EN M<sup>3</sup>/S  
DU RIO SEPELA A CHICHE  
BV = 208 km<sup>2</sup>

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Octo	Nov.	Déc.	Q <sub>max</sub> instantané m <sup>3</sup> /s	
1971												1.056		
												1.06		
1972	0,803 0,71	0,679 0,61	0,586 0,63	0,542 0,48	0,649 0,48	0,61 2,51	(1,46) 1,57	2,97 2,97	2,88 2,89	2,79 2,78	0,939 0,91	0,670 0,55	1,466	23,6
1973	0,528 0,38	0,444 0,28	0,399 0,19	0,375 0,18	0,646 0,67	2,09 2,09	2,20 2,21	5,88 5,68	4,23 4,11	(7,05) 6,70	1,85 1,84	0,677 0,69	2,197	28,5
1974	0,440 0,48	0,274 0,31	0,294 0,34	0,185 0,26	0,807 0,82	1,91 1,94	3,04 2,96	2,24 2,22	4,39 4,22	3,08 3,03	(1,00) 1,02	0,512 0,56	1,514	31,5½
1975	0,411 0,41	0,312 0,34	0,234 0,27	0,218 0,25	0,330 0,29	0,632 0,63	0,768 0,90	2,28 2,24	5,04 4,92	3,96 4,02	2,02 2,05	0,668 0,71	1,406 0,71	19,7
1976	0,509 0,56	0,431 0,46	0,381 0,41	0,429 0,43	0,483	(1,50)	(3,40)	1,99	5,40	6,17	(2,00)	(0,66)	(0,66)	38,8
1977	((0,500))	((0,400))	((0,350))	((0,500))										

(( )) débit moyen estimé

( ) débit moyen reconstitué 1ère ligne débit calculé à partir des R L I  
2ème ligne débit fourni par I N O S

Malgré toutes les approximations, on peut résumer les données suivantes par le débit dérivable :

Année moyenne :  $1,9 + 5,5 + 0,85 = 8,25 \text{ m}^3/\text{s}$   
 Année quinquennale sèche :  $1,5 + 4,45 + 0,85 = 6,80 \text{ m}^3/\text{s}$   
 Année décennale sèche :  $1,1 + 4,45 + 0,85 = 6,40 \text{ m}^3/\text{s}$

Rappelons que cette dernière valeur tient compte d'une régularisation interannuelle dans le barrage de LAS TUNAS.

Il est par contre envisageable d'améliorer très nettement la valeur du débit dérivable si nous suréquipons les prises d'eau de tous les captages des bassins des phases I et des phases II.

La superficie totale des bassins à captér au fil de l'eau des phases I et phases II s'élève à  $184,65 \text{ km}^2$ . Sur  $96,3 \text{ km}^2$  de bassin versant des mesures hydrologiques ont été réalisées au cours des années 1975-76 et 1976-77 (bassins de QUISAYA et de TECULCHEYA).

En 1975-76 sur le bassin de TECULCHEYA (BV =  $29,47 \text{ km}^2$ ) la lame total écoulee était de 420 mm, pour des débits de prise variables nous obtenons les apports suivants :

Q de prise	Q dérivé	L captée	pour obtenir le débit de prise en permanence	Volume à stocker
$0,500 \text{ m}^3/\text{s}$	$0,224 \text{ m}^3/\text{s}$	239 mm		$7,63 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
$0,300 \text{ m}^3/\text{s}$	$0,176 \text{ m}^3/\text{s}$	189 mm		$3,89 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
$0,150 \text{ m}^3/\text{s}$	$0,126 \text{ m}^3/\text{s}$	116 mm		$0,76 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

En 1976-77, sur le bassin de QUISAYA contrôlant les apports des bassins de CANACYA, AGUA CALIENTE, PALIMA, EL SARGENTO, EL CUBO (bassin de  $66,82 \text{ km}^2$ ) la lame totale écoulee était de 338 mm. Pour des débits variables de prise variables nous obtenons les apports suivants :

Q de prise	Q dérivé	L captée	pour obtenir le débit de prise en permanence	Volume à stocker
$1,00 \text{ m}^3/\text{s}$	$0,501 \text{ m}^3/\text{s}$	236 mm		$17,74 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
$0,500 \text{ m}^3/\text{s}$	$0,390 \text{ m}^3/\text{s}$	184 mm		$3,47 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
$0,275 \text{ m}^3/\text{s}$	$0,275 \text{ m}^3/\text{s}$	130 mm		0

Ces résultats nous montrent qu'il est possible d'augmenter le débit de captage de ces bassins versants s'il on pouvait disposer de petites retenues sur ces bassins des phases I et II. En première approximation en comptant sur une retenue de  $0,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  par  $\text{km}^2$  de bassin versant, on peut espérer accroître le débit moyen dérivable permanent de 5 l/s par  $\text{km}^2$  de bassin versant capté

C'est ainsi qu'une retenue de  $18,4$  à  $20 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  située sur les bassins de la phase 1 et 2 permettrait d'accroître de 920 l/s le débit total du captage de l'ensemble de ces bassins versants et le porter ainsi à 1,760 l/s. Si aucun site de barrage existe, il est toutefois possible d'augmenter le débit de prise de chacun de ces bassins versants afin d'obtenir pendant plus de 4 mois sur 12 le débit maximum dérivable de 1 760 l/s et pendant les autres mois un débit plus faible diminuant jusqu'à 358 l/s. Mais il est certain que l'on peut obtenir une compensation à l'aide du barrage de LAS TUNAS et soutenir à 850 l/s le débit des mois de sécheresse en réservant dans cette retenue un volume de  $3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  environ. Enfin si le barrage réservoir de LAS TUNAS peut emmagasiner  $90 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (70 pour les sous-systèmes CHICHICASTELNANGO et TULULCHE et 20 pour les phases I et II), nous pouvons avancer les chiffres suivants avec toutes les réserves d'usages :

Année moyenne	: $1,9 + 5,5 + 1,76 = 9,16 \text{ m}^3/\text{s}$
Année quinquennale sèche	: $1,5 + 4,45 + 1,65 = 7,60 \text{ m}^3/\text{s}$
Année décennale sèche	: $1,1 + 4,45 + 1,75 = 7,00 \text{ m}^3/\text{s}$

Il est à noter que ces dernières valeurs tiennent compte de la possibilité d'utiliser la retenue de LAS TUNAS à une capacité de  $90 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ .

Toutes ces estimations devront être reprises au moment de la simulation générale du fonctionnement de l'ensemble des aménagements pour vérifier avec les nouvelles données hydrologiques plus complètes et plus sûres les valeurs présentées ci-dessus.

Il n'est pas tenu compte dans cette étude de l'influence de l'interconnexion de tous les systèmes d'alimentation en eau de la ville de GUATEMALA. Il est en effet possible de limiter les pompages à la période sèche pour soutenir les débits d'étiage, les captages étant largement suffisant en période de saison des pluies.

#### V. TRAVAUX HYDROLOGIQUES RECOMMANDÉS :

Nous ne reviendrons pas sur les études hydrologiques complémentaires dont il a fait mention dans le précédent rapport de novembre 1975 en particulier les points 5.1 et 5.2 et 5.3. Notons avec satisfaction que les contrôles des étiages dans la zone SEPELA-CHOCOYA effectués ont montré que sur le cours aval du RIO SEPELA il n'y avait aucune perte en débit.

Nous voudrions insister sur la nécessité de compléter le dispositif de mesures hydropluviométriques et suggérer une manière efficace de recueillir toute l'information fournie par les pluviographes et limnigraphes et la rendre accessible aux moyens informatiques. Dans ce but, nous avons mis sous forme de tableaux image carte les informations pluviographiques de la station SAN PEDRO de SACATEPEQUEZ pour les années 1976-77 et les informations limnigraphiques de la station du RIO SEPELA à CHICHE (1971-1977). Ce travail a été réalisé en collaboration avec les ingénieurs de l'UNIEA.

Le traitement ultérieur de ces informations sera grandement facilité si au fur et à mesure de la réception des diagrammes ceux-ci sont dépouillés selon les méthodes présentées.

Nous ne donnerons pas ici les résultats que l'on a pu obtenir par traitement informatique de ces données. Ces résultats ont été communiqués directement à l'UENIA de l'EMPRESA de AGUA de la MUNICIPALIDAD de GUATEMALA. Une partie a d'ailleurs été utilisée pour définir les caractéristiques de crue du RIO SEPELA à CHICHE.

Les graphiques n° 6 et n° 7 présentent la variation des débits moyens journaliers du RIO SEPELA à CHICHE pour les années hydrologiques 1975-76 et 1976-77.

Il est évidemment indispensable de compléter l'équipement pluviométrique et pluviographique des bassins versants à capter et alimentant directement les retenues de régularisation, les conseils et suggestions ont été fournis au cours des dernières réunions de travail avec M. SOLOZANO et les ingénieurs de l'UNIEA.

Rappelons également les conseils fournis pour préciser sur certains bassins versants l'importance des transports solides en suspension, pour contrôler les niveaux de la retenue naturelle de près de 20 millions de m<sup>3</sup> créée pour un énorme éboulement de montagne qui a barré la vallée au cours du tremblement de terre de février 1976.

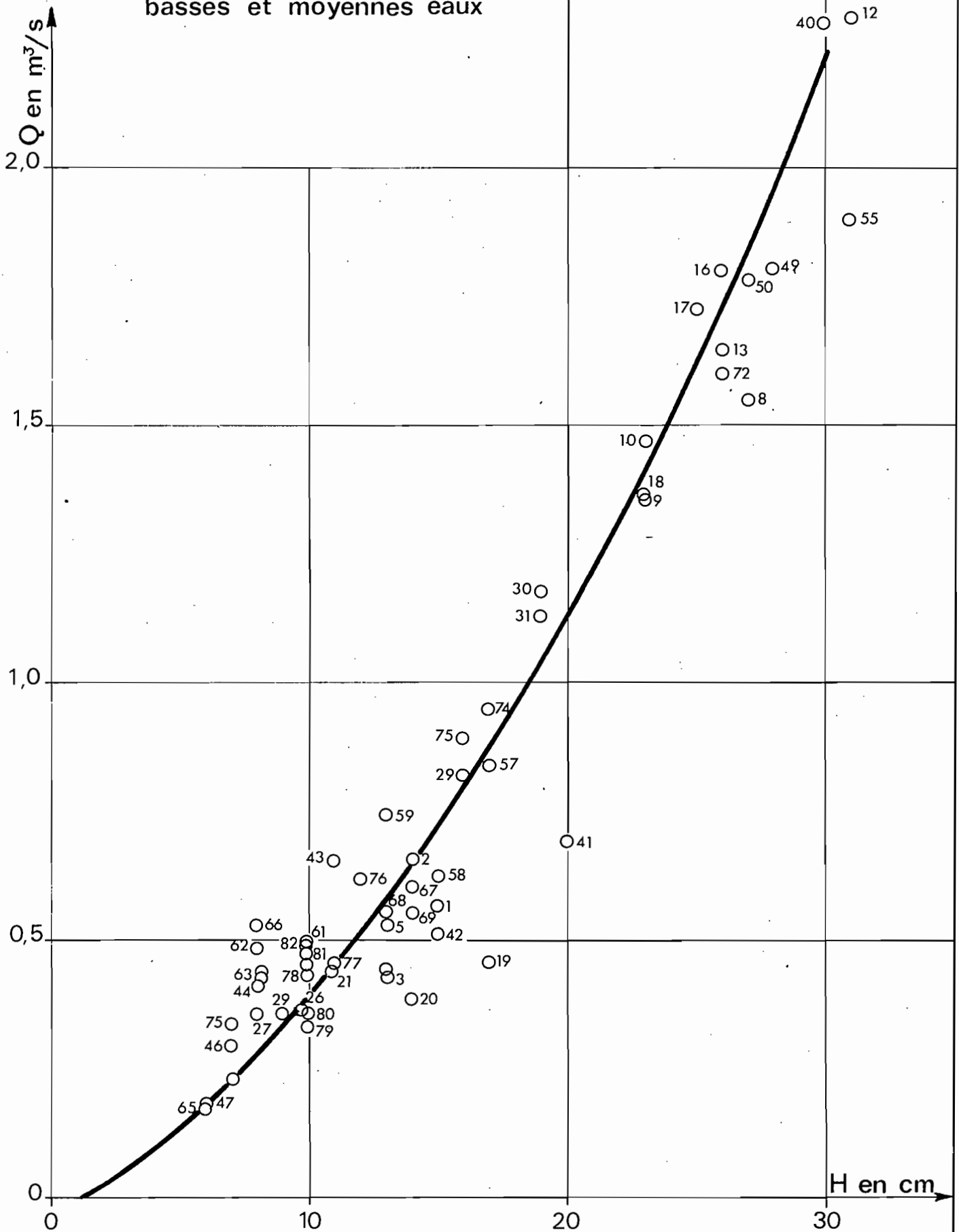






Fig - 3

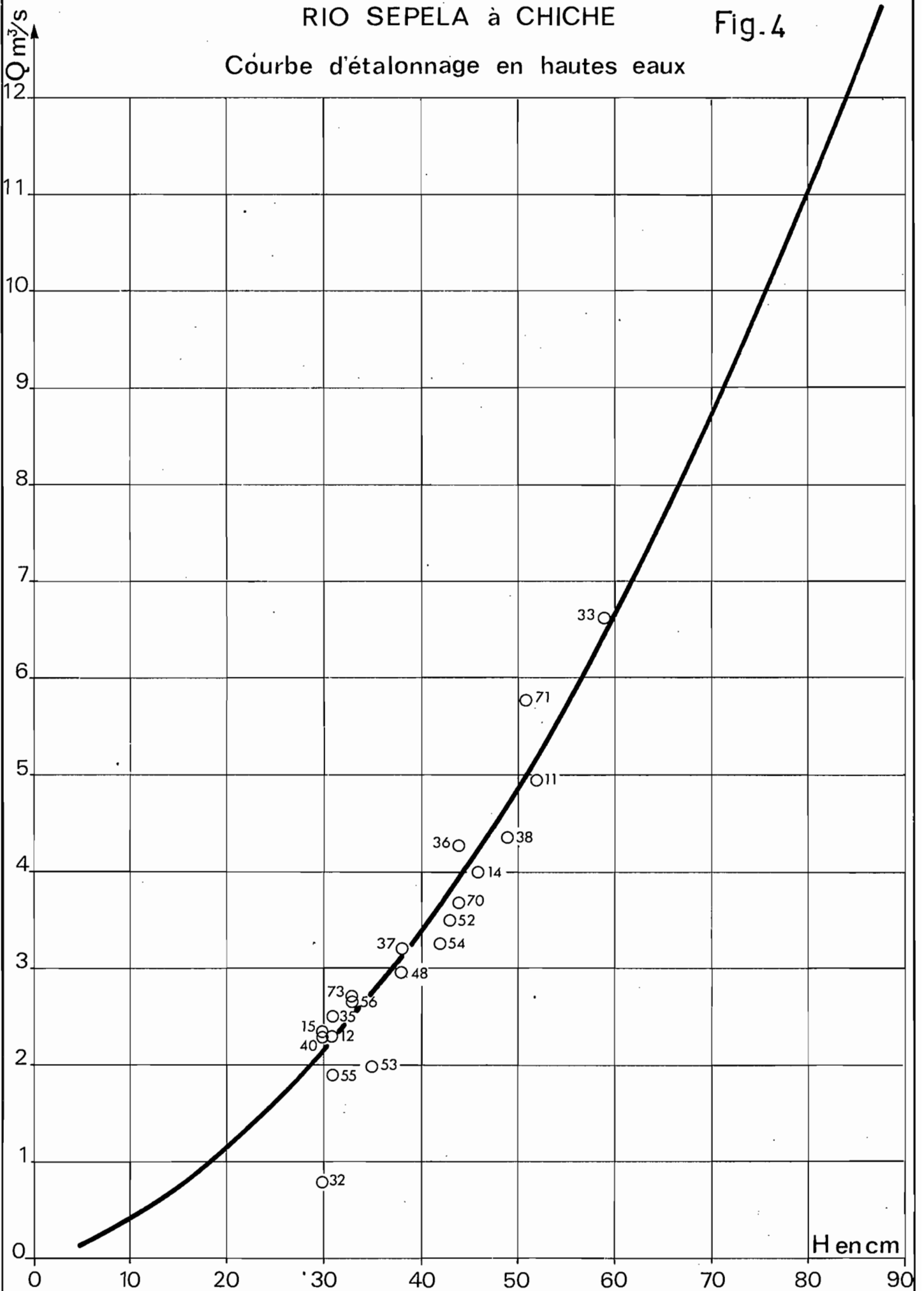
RIO SEPELA à CHICHE  
 Courbe d'étalonnage en  
 basses et moyennes eaux



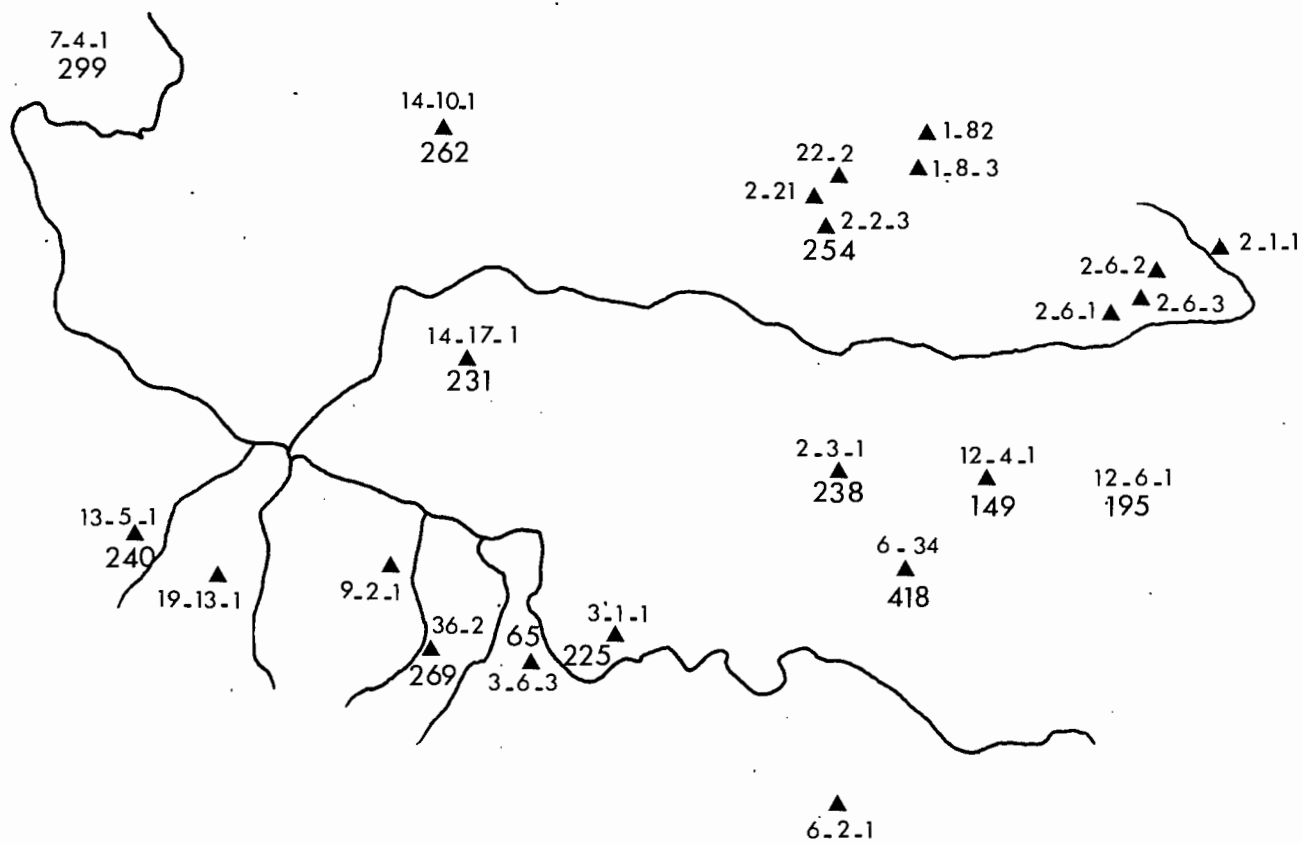
RIO SEPELA à CHICHE

Fig.4

Courbe d'étalonnage en hautes eaux

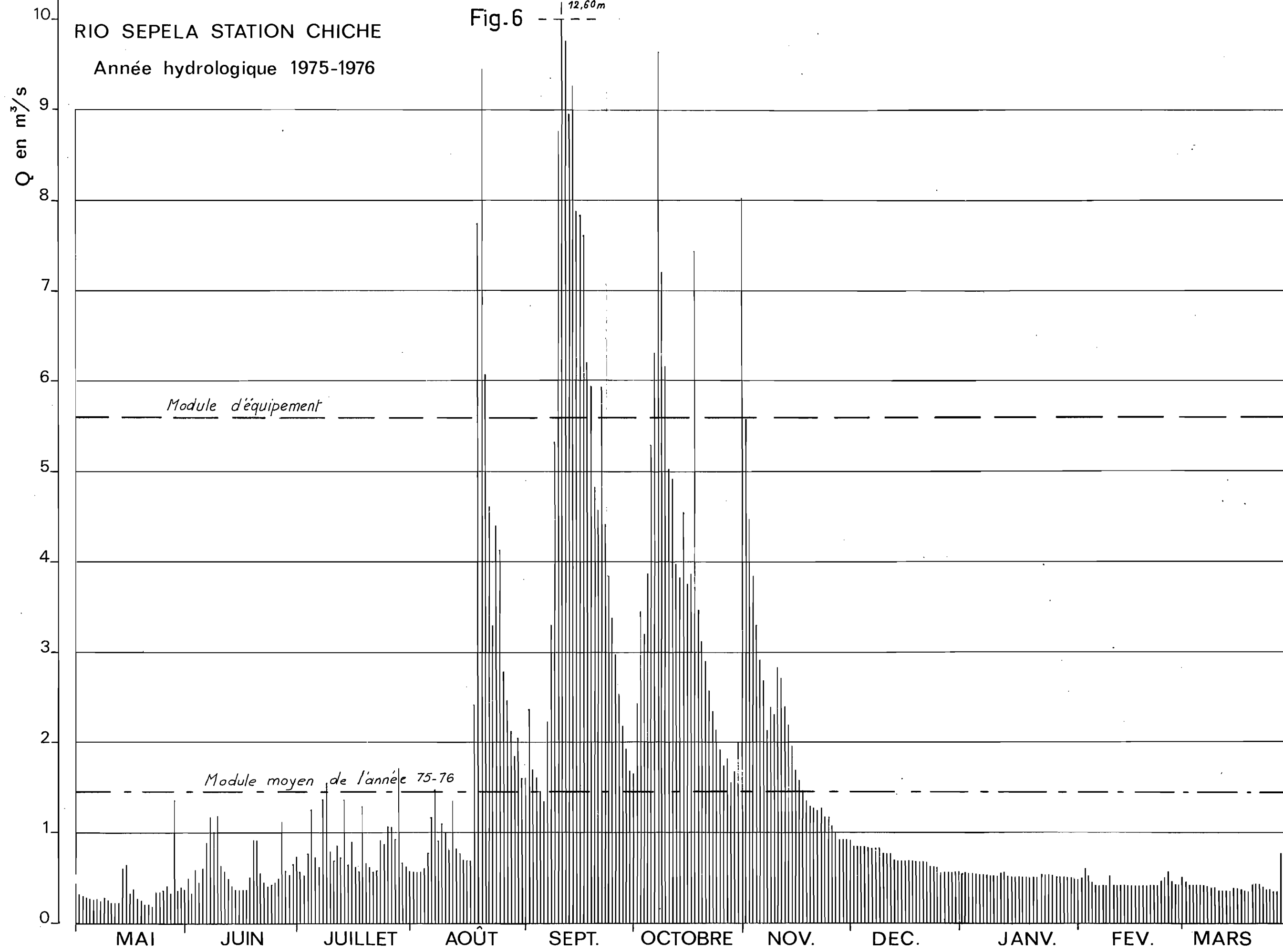


Lame écoulee annuellement au cours de  
l'année 1974-1975



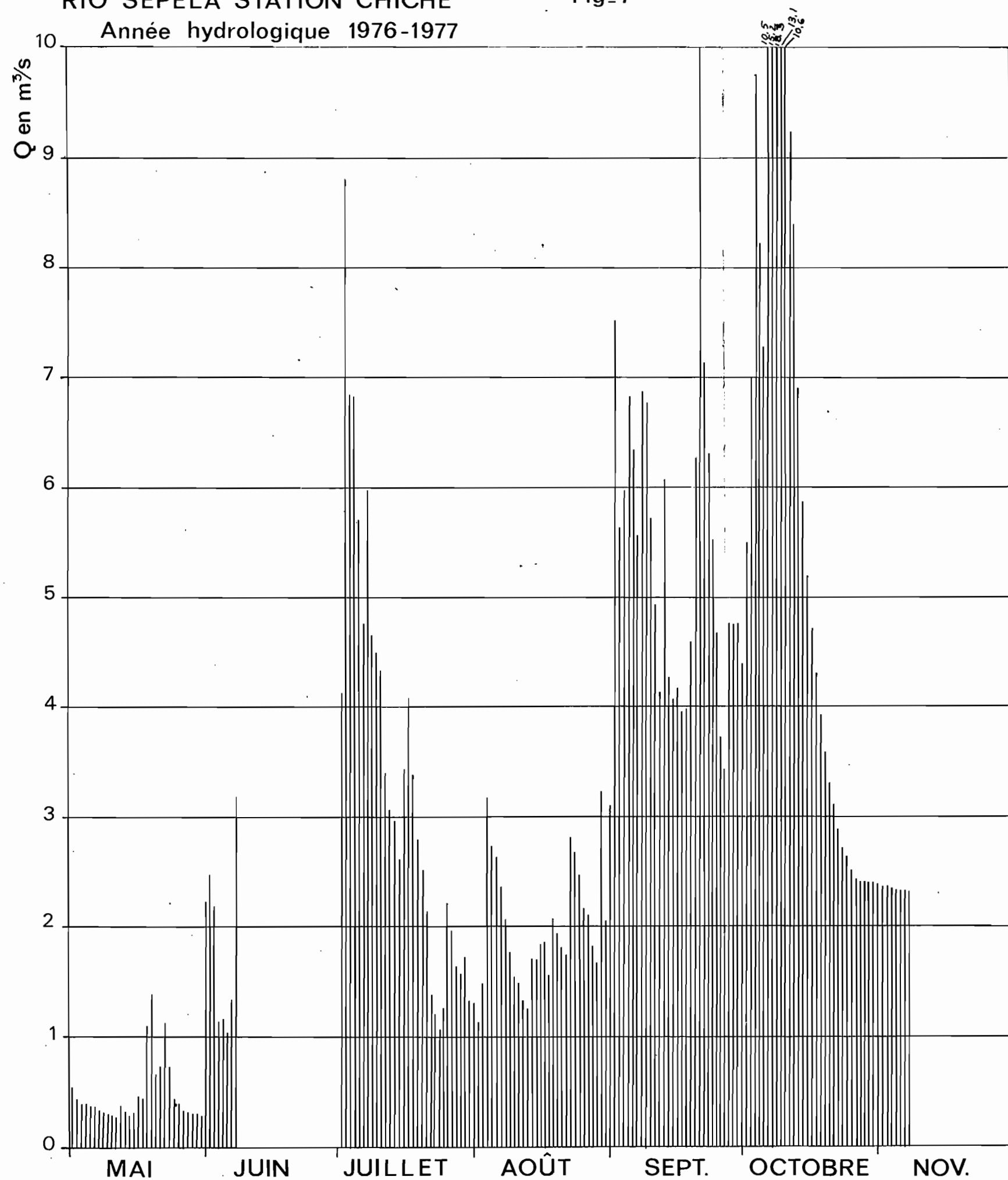
240 Lame

13-5-1 Numéro d'identification du bassin versant



RIO SEPELA STATION CHICHE  
Année hydrologique 1976-1977

Fig-7



RIO SEPELA à CHICHE  
Débit maximum de ruissellement

