

**POLYNESIE FRANÇAISE**

**SERVICE DES TRAVAUX PUBLICS  
ET DES MINES**

**PREMIERES DONNEES HYDROLOGIQUES SUR  
LES RESURGENCES DU LAC VAIHIRIA**

**PAR D. BAUDUEN**

**HYDROLOGUE DE L'ORSIOM.**



**OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER**

**JUIN 1975**

OFFICE DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE  
OUTRE - MER

---

POLYNESIE FRANCAISE  
Services des Travaux Publics  
et des Mines

PREMIERES DONNEES HYDROLOGIQUES SUR

LES RESURGENCES DU LAC VAHIRIA

par D. BAUDUIN

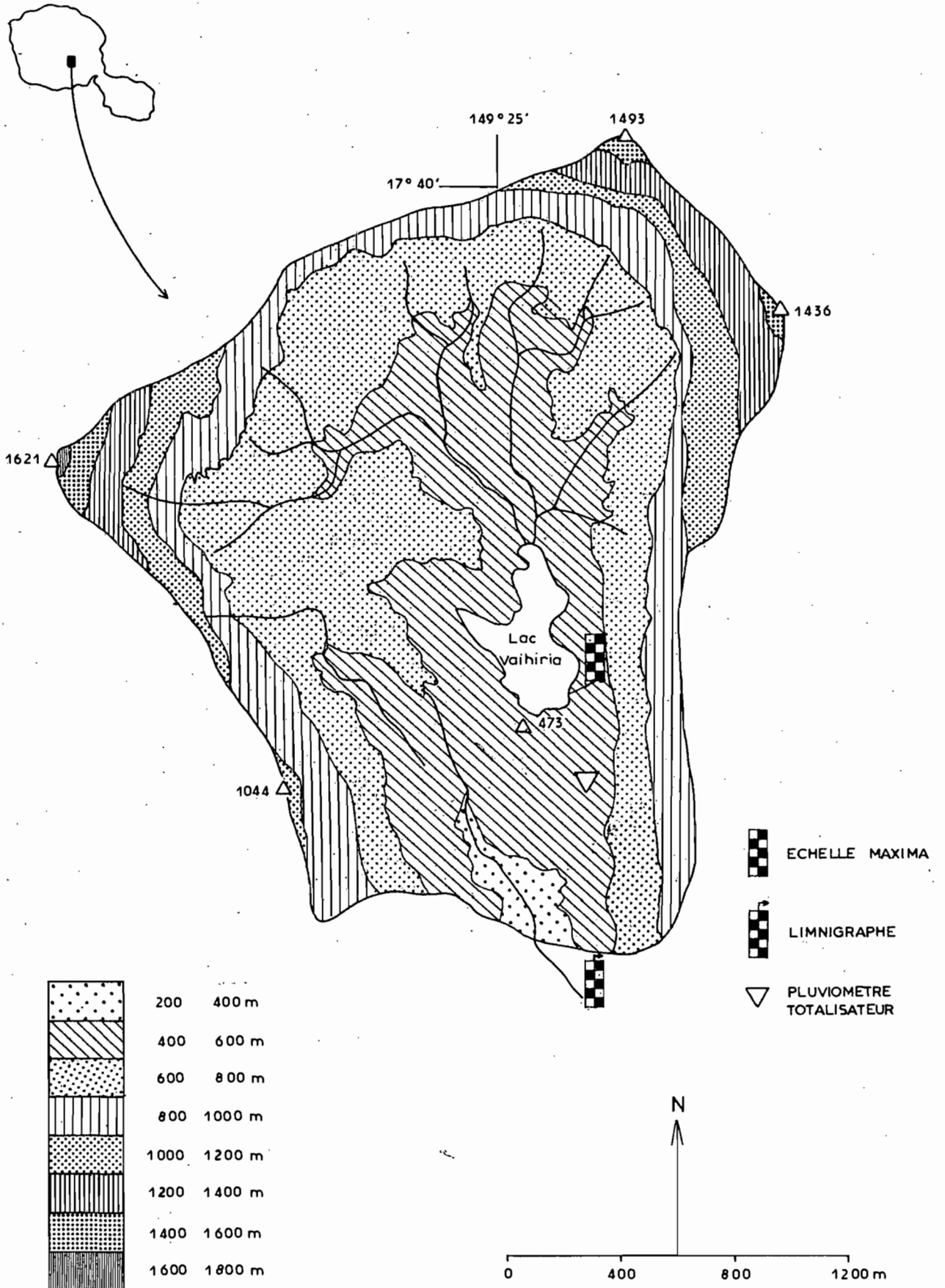
Hydrologue de l'ORSTOM

S O M M A I R E

	PAGES
I INTRODUCTION	1
II DESCRIPTION GEOGRAPHIQUE ET CARACTERISTIQUES DU BASSIN	1
III LES DONNEES PLUVIOMETRIQUES	3
IV LES DONNEES HYDROLOGIQUES	3
V INFLUENCE DES NIVEAUX DU LAC SUR LE DEBIT DES RESURGENCES	9
VI CONCLUSIONS	9

# BASSIN VERSANT DE LA HAUTE VAIHIRIA

## HYPSOMETRIE ET EQUIPEMENT



## I) INTRODUCTION

Dans le cadre de l'alimentation en eau de la côte Ouest de TAHITI, il a été envisagé de capter les eaux des résurgences situées au pied du lac VAIHIRIA, vers la côte 300, celles-ci semblant fournir en première approximation les débits permanents suffisants pour satisfaire la demande.

Aucune étude hydrologique n'ayant été entreprise afin de connaître le régime de ces résurgences, le service des Travaux Publics a demandé à l'ORSTOM de mettre en observation la VAIHIRIA afin de lui fournir les données hydrologiques nécessaires.

A cet effet, un dispositif d'observations comprenant un limnigraphe placé au point de concours des résurgences, un pluviographe, et une batterie d'échelles à maxima sur le lac a été mis en place en Juin 1974.

Le relevé de ces appareils, effectué tous les 15 Jours, a été assuré par la section hydrologique de l'ORSTOM dirigée par M. Alain GERBIER. Le débit des résurgences a pu être déterminé grâce à une série de jaugeages.

Cette première note a pour objet de faire le point sur les données recueillies après onze mois d'étude de Juin 1974 à Mai 1975. Elle donne les premiers éléments d'information sur les débits minimaux enregistrés pendant les mois relativement peu arrosés de Juillet à Septembre 1974.

## II) DESCRIPTION GEOGRAPHIQUE ET CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU BASSIN

Le bassin de la rivière VAIHIRIA occupe le flanc Ouest de la caldera centrale de l'île de TAHITI. Comme la plupart des bassins situés sur ce flanc de l'ancien volcan, il présente un relief accusé et une forme très allongée (12 km de long sur une largeur moyenne de 1 km.). La VAIHIRIA y est très encaissée.

Dans sa partie supérieure, un effondrement de grande ampleur sur la rive gauche a complètement bouché la vallée, créant un barrage naturel derrière lequel viennent s'accumuler les eaux de ruissellement de la Haute-VAIHIRIA. Ces eaux constituent un petit lac permanent situé à la cote 473 m IGN.

Le barrage naturel a une hauteur d'environ 200 mètres sur son parement aval et une largeur en crête d'environ 500 mètres. Il est constitué d'un cône d'éboulis d'origine basaltique de tailles variables allant de gros blocs jusqu'à des pans entiers de falaises. Dans la partie inférieure de ces éboulis, entre les cotes 305 et 298 mètres, les eaux du lac VAIHIRIA resurgissent en plusieurs points. On a dénombré cinq exutoires permanents mais en période de crue du lac, de nombreuses autres sorties existent.

Les éboulis de par leur structure constituent un matériau très perméable en grand mais la présence d'un lac permanent à l'amont semble indiquer un colmatage de ces éboulis par des sédiments imperméables.

Le bassin du lac VAIHIRIA limité au lieu dit "le bain bleu" situé juste à l'aval du point de concours des résurgences à la cote 280 mètres environ a une superficie de 4,6 km<sup>2</sup> (voir carte n°1). Cette surface intègre le bassin d'un petit affluent intermittent de rive droite qui se jette dans la VAIHIRIA juste à l'aval des résurgences, si bien que le bassin propre du lac VAIHIRIA et de ses résurgences se réduit à 3,8 km<sup>2</sup>.

Le bassin a la forme d'un vaste cirque limité par des sommets élevés dont le plus important culmine à 1621 mètres. Du point de vue géologique il est constitué en majeure partie par la formation basaltique d'épanchement principal qui occupe l'ensemble de l'île et se compose de laves basaltiques avec des intercalations d'agglomérats bréchiques. Des formations d'agglomérats bréchiques résultant d'une activité éruptive secondaire ont été localisées sur la rive droite de la vallée et constituent le plateau qui domine le lac à l'altitude 700 mètres (d'après étude géologique "Projet de captage des résurgences du lac VAIHIRIA" M. BECKER). Ces formations massives sont dans l'ensemble peu perméables. Cependant certains niveaux présentent une perméabilité en grand, ce qui explique la présence de sources s'écoulant sur les flancs du cirque volcanique vers les cotes 750, 800 m.

Les principales données géographiques et physiques établies à partir de la carte au 1/40.000 de l'IGN sont rassemblées ci-après :

- Coordonnées à l'exutoire { longitude 149° 25' 11" W  
latitude 17° 41' 57" S
- Altitude approchée de la station hydrométrique : 280 m.

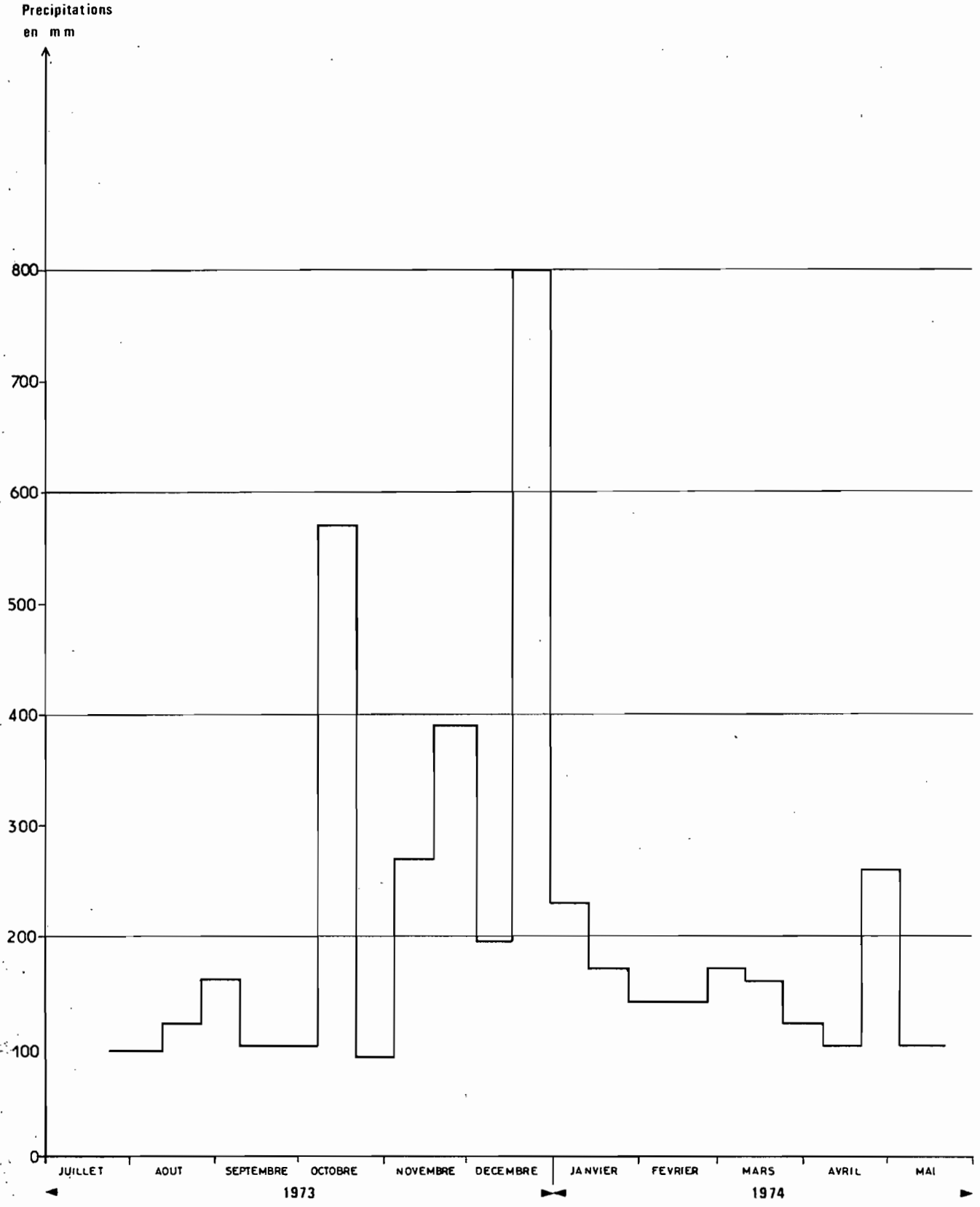
- Hypsométrie du bassin <	2	%	de 280 m à 400 m
	33,5	%	de 400 m à 600 m
	34,6	%	de 600 m à 800 m
	16,6	%	de 800 m à 1.000 m
	6,7	%	de 1.000 m à 1.200 m
	5,4	%	de 1.200 m à 1.400 m
	0,8	%	de 1.400 m à 1.600 m
	0,4	%	de 1.600 m à 1.621 m

- Altitude moyenne du bassin : 828 m
- Périmètre : 8,7 km
- Indice de compacité : 1,14
- Longueur du rectangle équivalent : 2,6 km
- Indice de pente de M. ROCHE : 0,629

# VAIHIRIA

## Précipitations cumulées par quinzaine

Période du 24.7.74 au 21.5.75



- Indice de pente global : 626 m/km

La nature imperméable des roches constituant le bassin ainsi que les pentes très fortes sont des éléments favorables à l'obtention de coefficients de ruissellement élevés.

### III) LES DONNEES PLUVIOMETRIQUES

Un pluviographe mensuel a été mis en place le 29 Mars 1974 à 400 mètres d'altitude environ, sur une zone plate du barrage d'éboulis. Toutefois cet appareil, soumis à des conditions d'humidité permanente, n'a donné que des enregistrements fragmentaires. Pour remédier aux lacunes d'observation il a été doublé le 24 Juillet 1974 par un pluviomètre totalisateur qui est relevé avec une périodicité d'environ quinze jours.

Le tableau n° 1 rassemble les données pluviométriques recueillies pendant la période comprise entre le 24 Juillet 1974 et le 21 Mai 1975. Le graphique n° 2 donne la répartition des précipitations par intervalles d'environ quinze jours.

On constate que le total précipité pendant les 10 mois observés (4480 mm) est très élevé. Les mois les plus arrosés ont été les mois d'Octobre, Novembre et Décembre, les précipitations pendant ces trois mois représentant plus de 50 % du total de la période. Les autres mois sont relativement plus secs, mais il faut remarquer que les précipitations enregistrées pendant chacun de ces mois excèdent toujours 200 mm.

Ces résultats mettent en relief l'abondante pluviosité sur ce bassin de faible surface entouré de reliefs très élevés. La carte générale d'isohyètes de l'île de TAHITI qui a pu être tracée en 1974 à partir des autres postes pluviométriques de l'ORSTOM montre que sur ce bassin la pluviométrie moyenne a été supérieure à 5500 mm. Les deux facteurs réunis : abondante pluviosité et bonne répartition des précipitations sur toute l'année, laissent prévoir des débits de base assez élevés.

### IV) LES DONNEES HYDROLOGIQUES

#### 4.1 - Equipement

Une station limnigraphique équipée d'un limnigraphe CALLABAT a été mise en place le 21 Juin 1974 au lieu dit "le bain bleu" situé juste à l'aval du point de convergence des résurgences du lac. Ce limnigraphe d'un modèle assez ancien a fonctionné avec quelques interruptions dues à la vétusté de son horlogerie jusqu'en Décembre. Le 5 Décembre 1974 un nouveau limnigraphe OTT



Tableau n° 1 PRECIPITATIONS AU PLUVIOMETRE TOTALISATEUR DE VAHIRIA

Altitude : 400 mètres

--:--

Période	Nombre de jours	Pluie en mm
( du 24/07/74 au 12/08/74	: 19	: 90 )
( du 12/08/74 au 26/08/74	: 14	: 120 )
( du 26/08/74 au 9/09/74	: 14	: 160 )
( du 9/09/74 au 23/09/74	: 14	: 100 )
( du 23/09/74 au 7/10/74	: 14	: 110 )
( du 7/10/74 au 21/10/74	: 14	: 570 )
( du 21/10/74 au 4/11/74	: 14	: 90 )
( du 4/11/74 au 18/11/74	: 14	: 270 )
( du 18/11/74 au 4/12/74	: 16	: 390 )
( du 4/12/74 au 16/12/74	: 12	: 190 )
( du 16/12/74 au 30/12/74	: 14	: 800 )
( du 30/12/74 au 13/01/75	: 14	: 230 )
( du 13/01/75 au 27/01/75	: 14	: 170 )
( du 27/01/75 au 10/02/75	: 14	: 140 )
( du 10/02/75 au 25/02/75	: 15	: 140 )
( du 25/02/75 au 10/03/75	: 13	: 170 )
( du 10/03/75 au 24/03/75	: 14	: 160 )
( du 24/03/75 au 7/04/75	: 14	: 120 )
( du 7/04/75 au 21/04/75	: 14	: 100 )
( du 21/04/75 au 5/05/75	: 14	: 260 )
( du 5/05/75 au 21/05/75	: 16	: 100 )
(	:	:
( Total de la période	: 301	: 4.480 mm )
(	:	:

a été mis en place. Depuis cette date les enregistrements ont été complets. Cette station contrôle les débits des résurgences et du petit affluent de rive droite qui rejoint la VAHIRIA à l'aval des résurgences. Mais il est très aisé de séparer sur les limnigrammes la part de l'écoulement revenant aux résurgences de celle du petit affluent. Les crues de l'affluent sont très brèves et aiguës et viennent se greffer sur les crues plus molles et étendues dans le temps des résurgences. Les débits que nous donnons dans les paragraphes ci-après sont uniquement relatifs aux résurgences.

#### 4.2 - Etalonnage de la station

15 Jaugeages réalisés pour des cotes comprises entre 0,38 m et 0,90 m à l'échelle du limnigraphe constituent l'étalonnage de la station. Les deux premiers jaugeages effectués lors des reconnaissances ne sont pas rattachés en cote à l'échelle. La hauteur minimale enregistrée étant de 0,27 m, la hauteur maximale de 1,04 m, on peut considérer cet étalonnage comme satisfaisant.

Ces jaugeages ont permis de tracer les courbes d'étalonnage (graph. n° 3). A partir du 26 Février 1975, on constate un détarage de la station dû à une surélévation artificielle de l'exutoire du plan d'eau par adjonction de blocs rocheux sur le seuil déversant. Cette surélévation apparaît très nettement sur le limnigramme. Deux courbes parallèles ont ainsi été tracées : la première correspondant aux hauteurs enregistrées avant le 26/2/75, la seconde aux hauteurs enregistrées après cette date.

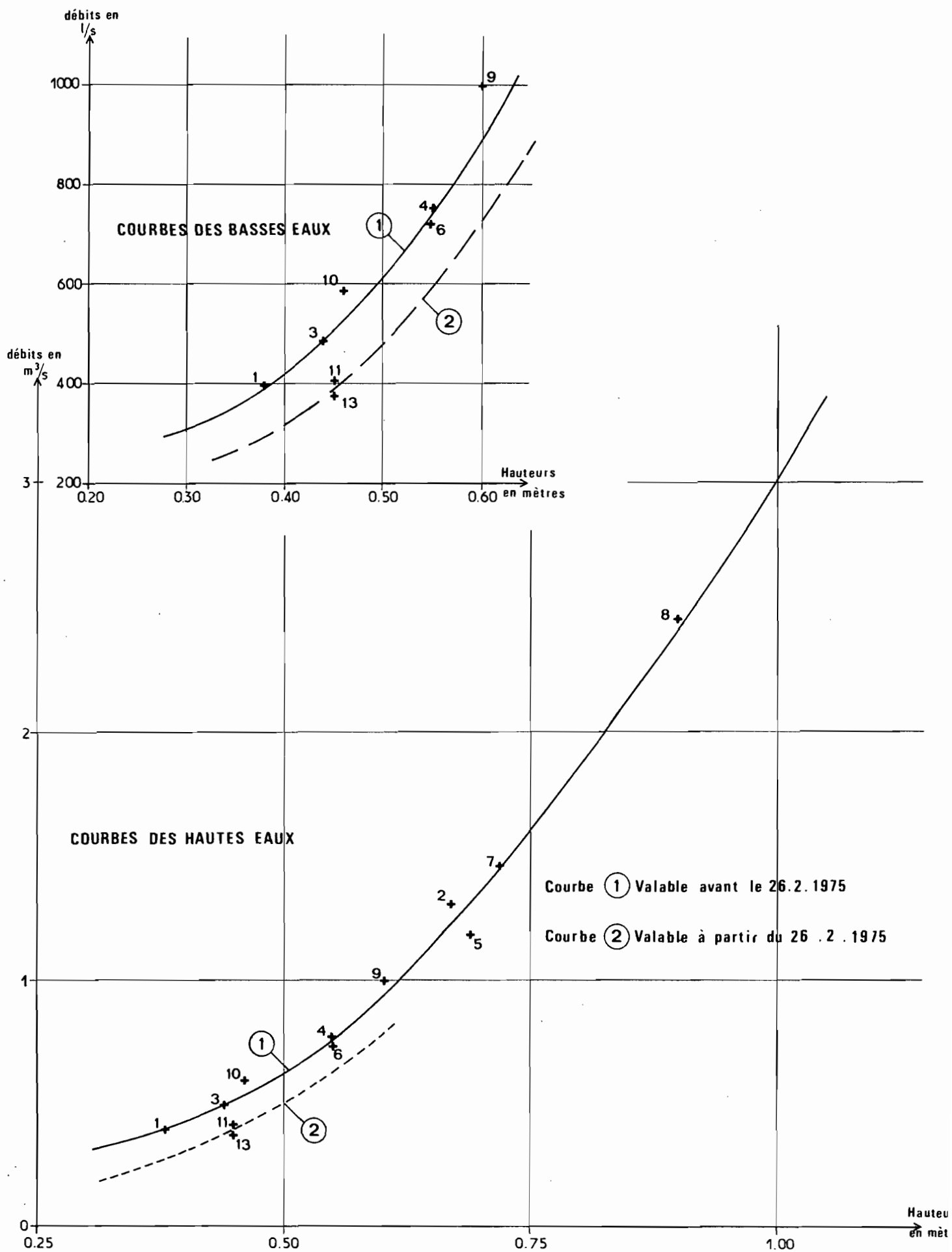
#### VAHIRIA aux résurgences - Liste des jaugeages

N°	Date	H Echelle	Débit	N°	Date	H Echelle	Débit
:	:	en m	en m <sup>3</sup> /s	:	:	en m	en m <sup>3</sup> /s
	15/10/73		1,170	7	4/12/74	0,72	1,461
	18/3/74		0,987	8	30/12/74	0,90	2,43
1	21/6/74	0,38	0,393	9	27/1/75	0,60	0,994
2	24/7/74	0,67	1,312	10	10/2/75	0,46	0,585
3	26/8/74	0,44	0,484	11	24/3/75	0,45	0,406
4	9/9/74	0,55	0,750	12	21/4/75	0,44	(0,187)
5	21/10/74	0,69	1,180	13	21/5/75	0,45	0,370
6	18/11/74	0,55	0,720				

Le jaugeage n° 12 est erroné

# VAIHIRIA A L'AVAL DES RESURGENCES

## Courbes de tarage 1975



#### 4.3 - Les débits observés

Les débits moyens journaliers calculés à partir de ces courbes d'étalonnage et des enregistrements limnigraphiques figurent sur le tableau n° 2. On note deux importantes lacunes en Juillet et en Octobre - Novembre, mais ces mois correspondent à des périodes pluvieuses et n'ont certainement pas donné lieu à des débits inférieurs aux débits les plus faibles enregistrés pendant la période d'observation.

Le débit maximal instantané a été de  $3,28 \text{ m}^3/\text{s}$  le 26 Décembre, les débits minimaux de  $301 \text{ l/s}$  le 15 Septembre 1974 et de  $304 \text{ l/s}$  le 1<sup>er</sup> Mai 1975.

Les résultats ne sont pas assez complets pour permettre le tracé de la courbe des débits classés ; cependant le découpage par classes des débits moyens journaliers pendant la période du 5 Décembre 1974 au 20 Mai 1975 donne une première indication sur la répartition des débits.

Classe	Supérieur	de 3000	de 2000	de 1000	de 700	de 600	de 500	Inférieur	TOTAL
de débits	à $3000 \text{ l/s}$	à $2000 \text{ l/s}$	à $1000 \text{ l/s}$	à $700 \text{ l/s}$	à $600 \text{ l/s}$	à $500 \text{ l/s}$	à $400 \text{ l/s}$	à $400 \text{ l/s}$	
Nombre	1	7	16	26	24	24	43	26	167
de jours	:	:	:	:	:	:	:	:	:

On constate que sur 167 jours d'observation, les débits moyens journaliers n'ont dépassé  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  que pendant 24 Jours soit 14 % de la période. Par contre pendant plus de la moitié de la période (93 Jours) les débits ont été inférieurs à  $700 \text{ l/s}$ .

#### 4.4 - Etiage et tarissement

L'étiage absolu a eu lieu le 15 Septembre 1974 avec un débit minimal de  $301 \text{ l/s}$ . Le 1<sup>er</sup> Mai on retrouve un débit minimal de  $304 \text{ l/s}$ . On n'observe pas, à proprement parler de tarissement pur. L'étiage est en effet toujours entrecoupé de pluies qui bien qu'insuffisantes pour provoquer des crues soutiennent la charge du lac et par voie de conséquence ralentissent le tarissement des résurgences. Le tarissement des résurgences correspond à la vidange de la réserve constituée par le lac à travers le barrage perméable d'éboulis. La courbe de décroissance des débits peut être assimilée à une loi exponentielle de la forme :

$$Q_t = Q_0 e^{-\alpha t}$$

avec  $Q_t$  = Débit à l'instant  $t$

$Q_0$  = Débit au début du tarissement

$t$  = Intervalle de temps en jours entre  $Q_0$  et  $Q_t$

$\alpha$  = Coefficient de tarissement



Le coefficient de tarissement et son inverse le temps caractéristique de tarissement sont des paramètres constants caractéristiques de la vidange du lac.

Pendant les mois de Février, Mars et Avril 1975, on a pu isoler trois courtes périodes de tarissement. Dans le tableau ci-après sont rassemblées les différentes caractéristiques relatives à ces 3 périodes.

Période	nombre de jours : t	Q <sub>0</sub> en l/s	Débit Q <sub>t</sub> en fin de tarissement	$\alpha$	T <sub>c</sub> = 1/ $\alpha$ en jours
( du 7 au 28 Février	: 21	: 565	: 359	: 0,0216	: 46 )
( du 17 au 30 Mars	: 13	: 484	: 351	: 0,0244	: 41 )
( du 10 Avril au 1er Mai	: 21	: 495	: 304	: 0,0233	: 43 )

Le coefficient de tarissement moyen est de l'ordre de 0,023.

Il lui correspond un temps caractéristique de tarissement de 43 Jours.

Le débit Q<sub>0</sub> à partir duquel se produit le tarissement pur est de l'ordre de 500 l/s

A partir de ces chiffres, on peut estimer quel sera le débit minimal atteint par les résurgences à la fin d'une période pendant laquelle les pluies ont été insuffisantes pour arrêter le tarissement.

On aboutit aux résultats suivants :

après 21 Jours            Q = 300 l/s

après 30 jours            Q = 250 l/s

après 40 jours            Q = 200 l/s

On ne dispose pas encore de données suffisantes sur la pluviométrie dans la région de la Haute-VAIHIRIA pour pouvoir estimer avec certitude les débits minimaux qui pourront être atteints aux résurgences. Toutefois il ne paraît pas invraisemblable que lors d'années très sèches des intervalles de temps de 40 jours puissent se produire sans précipitations importantes. Dans ce cas, un débit minimal de 200 l/s paraît fort possible.

#### 4.5 - Les crues

Les hydrogrammes des crues observées aux résurgences sont très amortis par le lac. Ils se présentent comme de molles ondulations avec une décrue prolongée.

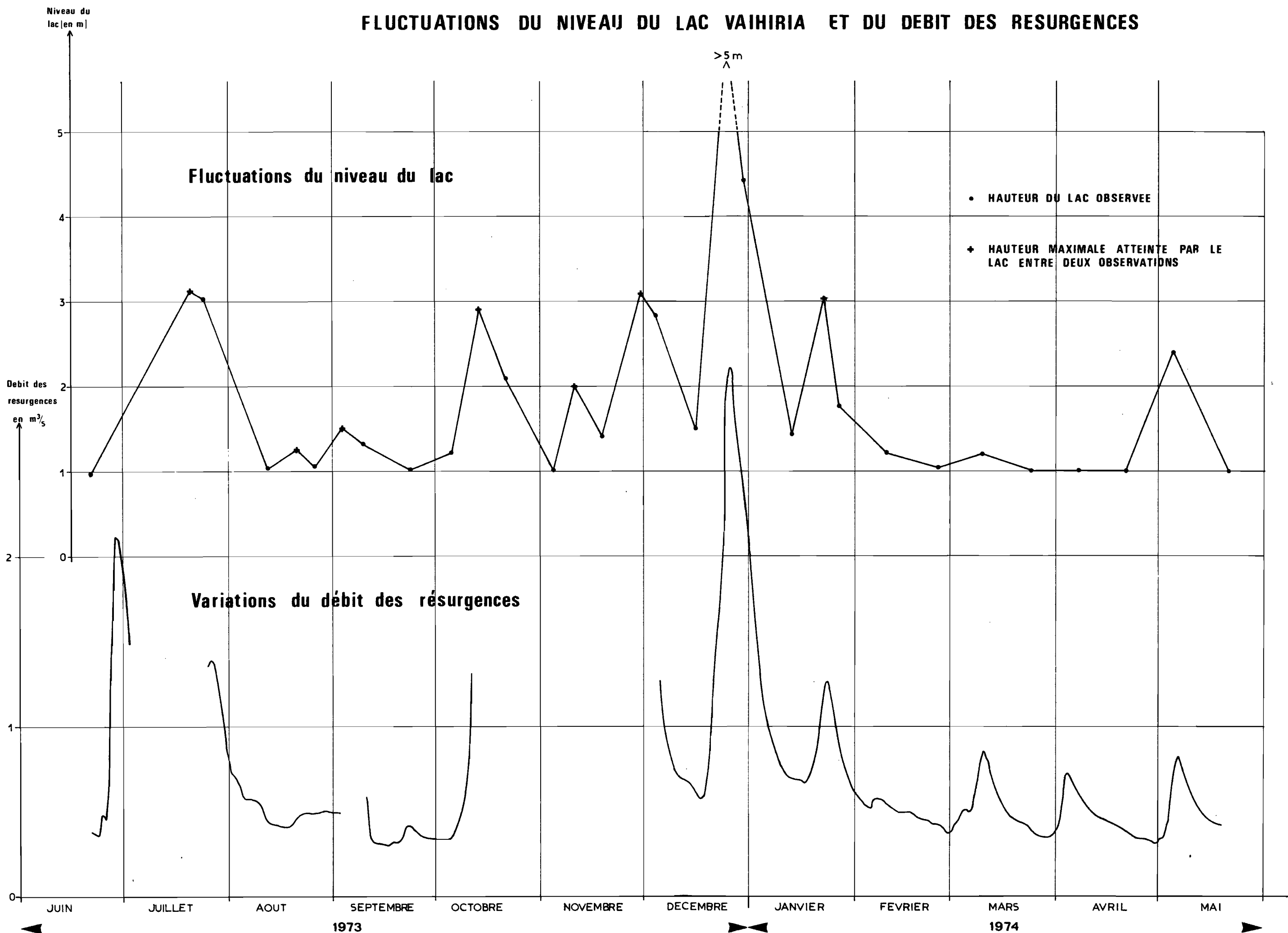
La crue maximale observée a atteint 3,28 m<sup>3</sup>/s le 26 Décembre 1974, soit un débit spécifique d'environ 800 l/s/km<sup>2</sup>. On mesure l'amortissement de la pointe de crue par le lac, en comparant ce débit spécifique avec les débits spécifiques obtenus sur d'autres bassins pour cette même crue :

Sur la PAPIHA, le débit spécifique a été de 6420 l/s/km<sup>2</sup>

Sur la PAPICO de 4900 l/s/km<sup>2</sup>, sur la PUNARUU de 3320 l/s/km<sup>2</sup>.

Ces chiffres permettent de penser que lors de fortes crues les débits de pointe sont amortis de 5 à 10 fois par le lac.

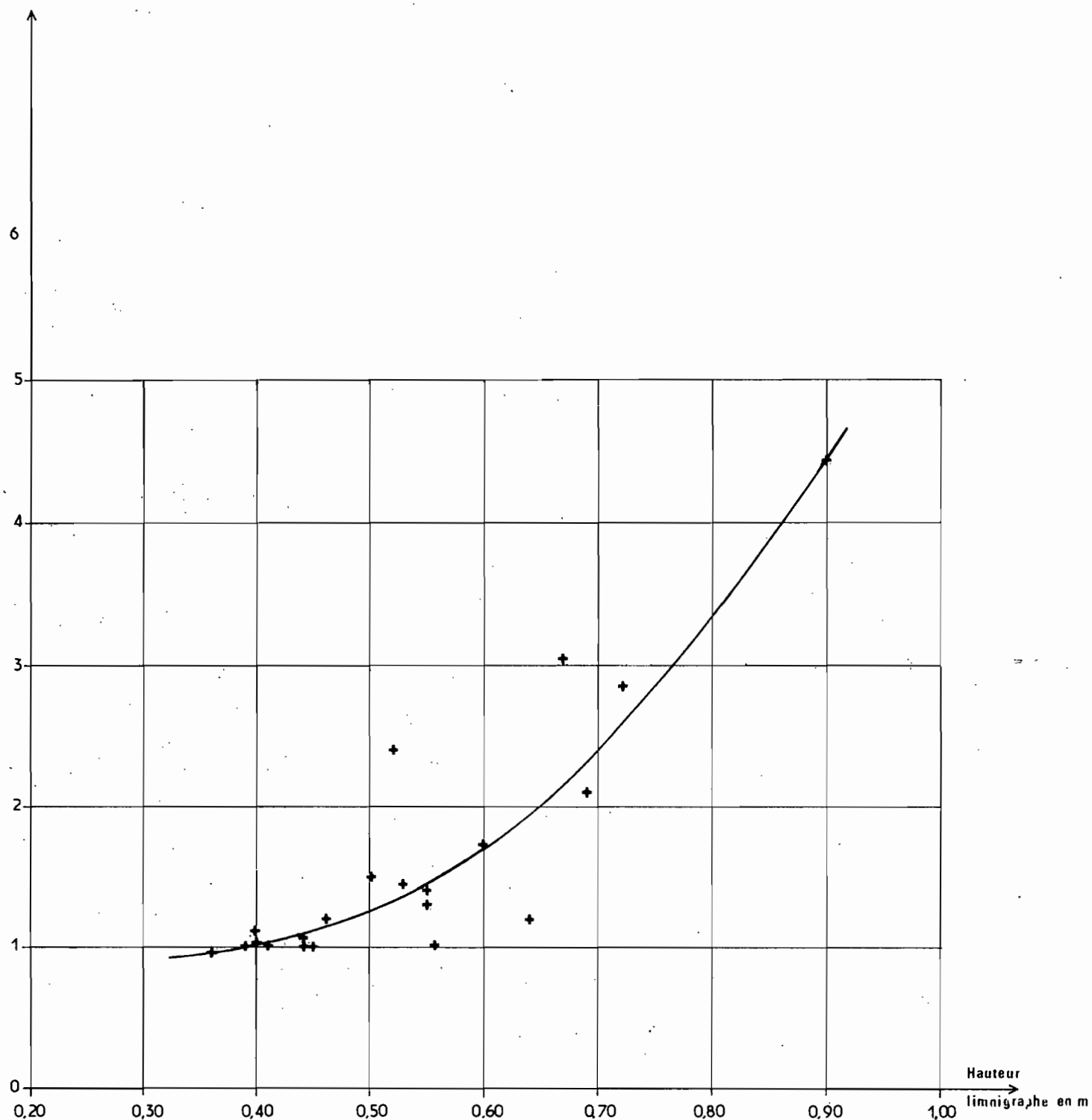
# FLUCTUATIONS DU NIVEAU DU LAC VAHIRIA ET DU DEBIT DES RESURGENCES



## VAHIRIA

Relation entre niveaux du lac  
et hauteurs d'échelle au limnigraphe

Entre Juin 1974 et Mai 1975

Hauteur  
échelle  
lac (en m)



## V) INFLUENCE DES NIVEAUX DU LAC SUR LE DEBIT DES RESURGENCES

Afin de déterminer l'influence du lac sur le débit des résurgences, une batterie d'échelles à maxima a été mise en place le 21 Juin 1974. Cette batterie d'échelles est lue tous les quinze jours. Les hauteurs observées sont reportées dans leur intégralité sur le tableau n°3. Dans la première colonne sont reportées les hauteurs lues au moment du passage de l'observateur, dans la seconde les hauteurs maximales atteintes par le lac entre deux observations.

A partir de ces hauteurs, nous avons tracé un graphique des fluctuations des niveaux du lac (graph. n°4). Ce graphique en "dents de scie" est assez sommaire car étant donné la fréquence des observations, il ne rend compte que des grandes variations du plan d'eau. Il permet cependant de montrer que les débits des résurgences sont en relation assez étroite avec la charge du lac qui varie très rapidement. On peut s'en rendre compte également sur le graphique n°5 qui met en concordance les hauteurs observées sur l'échelle du lac et celles observées sur l'échelle des résurgences. Le décalage entre la crue des résurgences et la crue du lac est très faible et n'excède pas quelques heures. La crue de fin Décembre qui sur tous les bassins de TAHITI étudiés par l'ORSTOM s'est produite pendant la journée du 25 Décembre a été observée le 26 Décembre à 0 h aux résurgences de VAIRIRIA. On voit donc, que le lac s'il régularise les débits ne provoque pas de retard important dans l'apparition de la pointe de crue. Cette constatation permet d'affirmer que les éboulis qui constituent le barrage ont une perméabilité en grand très forte. Plusieurs zones de pertes de type "renards" ont d'ailleurs été repérées dans la partie Ouest du cône d'éboulis lorsque le lac se trouvait à la cote 2 m. L'effet de filtration des eaux par le barrage paraît donc être très modéré.

Sur le graphique n°4 on constate également que les niveaux les plus bas du lac à différentes époques de l'année sont toujours situés vers la cote 1 m à l'échelle. Ce fait semble indiquer qu'en dessous de cette cote le barrage d'éboulis est peu perméable. Sans doute les éboulis sont-ils colmatés vers cette cote par des sédiments argileux, ce qui explique le maintien d'un lac permanent et l'obtention de débits d'étiage relativement élevés pour un bassin versant d'une telle surface.

## VI) CONCLUSIONS

Les premières observations et mesures permettent de tirer quelques conclusions intéressantes sur le régime hydrologique des résurgences et sur l'influence du lac sur leurs débits.

1 - Les précipitations sont très élevés et surtout bien réparties sur toute l'année. Il n'y a à proprement parler pas de période sèche. Pendant les mois les plus secs les précipitations mensuelles demeurent supérieures à 200 mm.

Date	Hauteur du lac (m)	Hauteur maximale (m)
( 21/6/74	: 0,95	: )
(	:	: 3,10 )
( 24/7/74	: 3,05	: )
( 12/8/74	: 1,00	: )
(	:	: 1,25 )
( 26/8/74	: 1,05	: )
(	:	: 1,50 )
( 9/9/74	: 1,30	: )
( 23/9/74	: 1,00	: )
( 7/10/74	: 1,10	: )
(	:	: 2,90 )
( 21/10/74	: 2,10	: )
( 4/11/74	: 1,00	: )
(	:	: 2,00 )
( 18/11/74	: 1,40	: )
(	:	: 3,10 )
( 4/12/74	: 2,85	: )
( 16/12/74	: 1,50	: )
(	:	: > 5,00 )
( 30/12/74	: 4,44	: )
( 13/1/75	: 1,45	: )
(	:	: 3,05 )
( 27/1/75	: 1,75	: )
( 10/2/75	: 1,20	: )
( 25/2/75	: 1,05	: )
( 10/3/75	: 1,18	: )
( 24/3/75	: 1,00	: )
( 7/4/75	: 1,00	: )
( 21/4/75	: 1,00	: )
( 5/5/75	: 2,40	: )
( 21/5/75	: 1,00	: )

2 - Les débits moyens journaliers pendant la période observées ont varié dans la proportion de 1 à 10 (de 300 l/s à 3,28 m<sup>3</sup>/s), alors qu'habituellement sur les autres bassins de Tahiti cette proportion est proche de 1 à 100. On voit donc là l'effet de régularisation du lac sur les débits des résurgences.

3 - Les débits les plus faibles observés en 1974 ont été de 300 l/s, mais on peut penser que lors d'années particulièrement sèches, un débit minimal de 200 l/s puisse être atteint.

4 - Le décalage entre les pointes de crue sur le lac et aux résurgences est très faible, ce qui indique une forte perméabilité des éboulis constituant le barrage et donc une filtration très faible des eaux du lac en période de crue.