

ENERGIE ELECTRIQUE DE LA REUNION

AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE

DE LA RIVIERE DE L'EST

HYDROLOGIE

Valeurs caractéristiques des débits

ELECTRICITE DE FRANCE - DAFECO

MAI 1974

S O M M A I R E

1. MODULE
 - 1.1 Mesures
 - 1.2 Régime hydrologique - Analogie avec la rivière des Marsouins
 - 1.3 Estimation du débit moyen aux Orgues
 - 1.4 Débit moyen annuel pour l'avant-projet

2. ETIAGE (note ORSTOM)
 - 2.1 Les Données
 - 2.2 Corrélations Hydropluviométriques
 - 2.3 Distribution statistique des débits d'étiage de la Rivière de l'Est à la station des Orgues
 - 2.4 Débit d'étiage pour l'avant-projet

3. REPARTITION THEORIQUE DES DEBITS EN MOYENNES MENSUELLES

4. DEBITS DE CRUE
 - 4.1 Période de Janvier 1972 à Février 1974
 - 4.2 Résultats antérieurs à 1972
 - 4.3 Crue exceptionnelle au site des Orgues
 - 4.4 Crues de chantiers

1. MODULE

1.1 Mesures

Les jaugeages dans la partie haute de la rivière, entre les cascades des Mares et la prise des Orgues, n'ont été effectués qu'à partir de 1966.

On possède ainsi des résultats ponctuels pour les périodes de tarissement (mai à décembre) des années 1966, 1967 et 1968.

En 1971 et 1972 et fin 1973, des mesures ont également été faites sur le site des Orgues.

Le limnigraphe installé fin 1971 a enregistré l'année 1972 de mai à novembre, l'année 1973 de janvier à décembre mais avec des interruptions dues à des pannes ou à la détérioration de la prise par les crues ou des chutes de pierres.

Ces mesures sont détaillées dans le compte rendu de fin de mission de l'hydrologie de l'ORSTOM, qui constitue l'annexe "Hydrologie 1".

Le présent essai de détermination des valeurs caractéristiques des débits devra être repris en fonction des résultats obtenus dans les années à venir.

1.2 Régime hydrologique - Analogie avec la rivière des Marsouins

Le régime hydrologique de la Rivière de l'Est est tout à fait comparable à celui de la rivière des Marsouins. Le débit a deux composantes, l'une due aux sources, l'autre au ruissellement. Il en résulte une courbe de variation des débits dont l'allure générale est la suivante : croissance puis palier de janvier-février à avril-mai, puis décroissance régulière de mai-juin à décembre-janvier.

A cette courbe s'ajoutent des pointes dues aux averses. La première partie est complexe : le débit est fourni par les sources alimentées par les réserves souterraines et par le ruissellement des eaux de pluies, mais l'effet de ruissellement est sans doute prépondérant puisque c'est pendant cette période que les réserves sont reconstituées par les infiltrations et qu'on observe malgré tout un accroissement des débits (en saison normalement pluvieuse).

A partir de mai-juin, le débit est presque uniquement fourni par les sources, et d'une façon générale les pluies du second semestre, en année normale, modifient peu la décroissance des débits.

On pose comme hypothèse de départ que le débit moyen des premiers mois de l'année, janvier-février à avril-mai est surtout dû au ruissellement, et que le débit des mois suivants est surtout dû aux réserves souterraines.

Or les bassins versants de la Rivière de l'Est au site des Orgues, 27 km², et de la rivière des Marsouins à la Cascades Gingembre (emplacement du barrage de Takamaka) 27,5 km², ont la même surface. Par contre les sources sont beaucoup plus nombreuses sur la première et il est bien certain que les réserves souterraines qui s'étendent à l'amont des sources des Mares sont plus importantes que celles de Takamaka.

Par conséquent, si pour une année donnée les premiers mois sont normalement pluvieux, les débits aux Orgues seront peu supérieurs à ceux de Takamaka. Ensuite, pour une saison sèche normale, les débits aux Orgues seront au contraire nettement plus importants.

1.3 Estimation du débit moyen aux Orgues

Le tableau ci-après compare les débits moyens mensuels évalués à Takamaka et aux Orgues et, leur rapport.

Les nombres entre parenthèse sont des estimations. En effet, les années 1966-1967-1968 correspondent à la construction du barrage de Takamaka de sorte que les débits de cette période sont mal connus.

Le tableau indique également la pluviométrie moyenne de chaque mois, aux postes de Rivière de l'Est (50) et Plaine des Palmistes ainsi que les pluviométries annuelles.

On constate que le rapport des débits varie entre 1,08 et 1,14 pour les mois de saison des pluies, de 1,05 à 1,08 pour les mois anormalement pluvieux de saison sèche, entre 1,15 et 1,33 pour les mois de saison sèche à pluviométrie normale ou déficitaire.

Il n'est pas possible d'aller plus loin dans la détermination du coefficient de majoration à appliquer aux débits de Takamaka pour obtenir ceux de la Rivière de l'Est aux Orgues. En effet, il faudrait pour cela mieux connaître la pluviométrie sur le bassin versant lui-même, pour déterminer l'intensité des averses et tenter de distinguer la répartition des pluies entre le ruissellement et les infiltrations.

†

Les mois de janvier, février et mars ne figurent pas faute de renseignements précis pour la Rivière de l'Est.

COMPARAISON DES DEBITS : RIVIERE DE L'EST AUX ORGUES - RIVIERE DES MARQUINS À TAKAMAKA

		Avril		Mai		Juin		Juillet		Août		Septembre		Octobre		Novembre		Décembre			
1966	Débits :													4,90				4,20			
RDE	PdP													-				-			
3201	3374	pluies mensuelles												134 120		234 72		366 303			
1967	Débits :													4,60				3,85			
RDE	PdP													-				-			
4328	2626	pluies mensuelles												378 180		561 413		234 114			
1968	Débits :	$\frac{5,70}{(5,0)} = 1,14$		$\frac{4,95}{(4,61)} = 1,08$		$\frac{4,20}{(4,20)} = 1,19$		$\frac{4,70}{(3,8)} = 1,24$		$\frac{4,50}{(3,6)} = 1,25$		$\frac{4,25}{(3,4)} = 1,25$		-		-		-			
RDE	PdP													3,3		3,3		3,3			
4715	3249	pluies mensuelles		257 122		554 253		119 40		203 146		279 166		173 77		91 62		421 264		303 261	
1971	Débits :									$\frac{4,03}{3,21} = 1,26$				$\frac{3,83}{2,28} = 1,28$		$\frac{3,23}{2,61} = 1,21$		$\frac{(3,2)}{2,60} = 1,23$			
RDE	PdP																				
3248	2646	pluies mensuelles		703 452		321 268		109 83		419 269		114 94		61 33		302 249		350 231		130 142	
1972	Débits :			$\frac{6,8}{6,2} = 1,10$		$\frac{5,9}{5,6} = 1,05$		$\frac{5,6}{5,2} = 1,08$		$\frac{6,5}{6,0} = 1,08$		$\frac{6,0}{4,8} = 1,25$		$\frac{5,8}{4,9} = 1,18$		$\frac{5,91}{4,53} = 1,30$		$\frac{5,2}{3,9} = 1,33$			
RDE	PdP																				
6204	6024	pluies mensuelles		743 1279		766 510		301 120		404 315		731 723		88 90		330 135		634 450		372 300	
1973	Débits :							$\frac{\geq 5,50}{5,20} \geq 1,05$		$\frac{\geq 6,10}{5,80} \geq 1,05$		$\frac{(5,90)}{5,10} = 1,15$		$\frac{(5,50)}{4,55} = 1,20$		$\frac{(5,10)}{3,90} = 1,30$		$\frac{4,65}{3,50} = 1,32$			
RDE	PdP																				
5047	5994	pluies mensuelles		444 367		226 100		485 349		393 218		655 637		250 175		100 81		34 17,5		284 427	
Moyenns mensuelle :		451 451		361 238		272 194		316 247		269 253		239 181		211 166		303 203		336 362			
4211	4747	RDE	PdP	RDE	PdP	RDE	PdP	RDE	PdP	RDE	PdP	RDE	PdP	RDE	PdP	RDE	PdP	RDE	PdP		

RDE = Station météorologique Rivière de l'Est (cote 50)
 PdP = Station météorologique Plaine des Palmistes

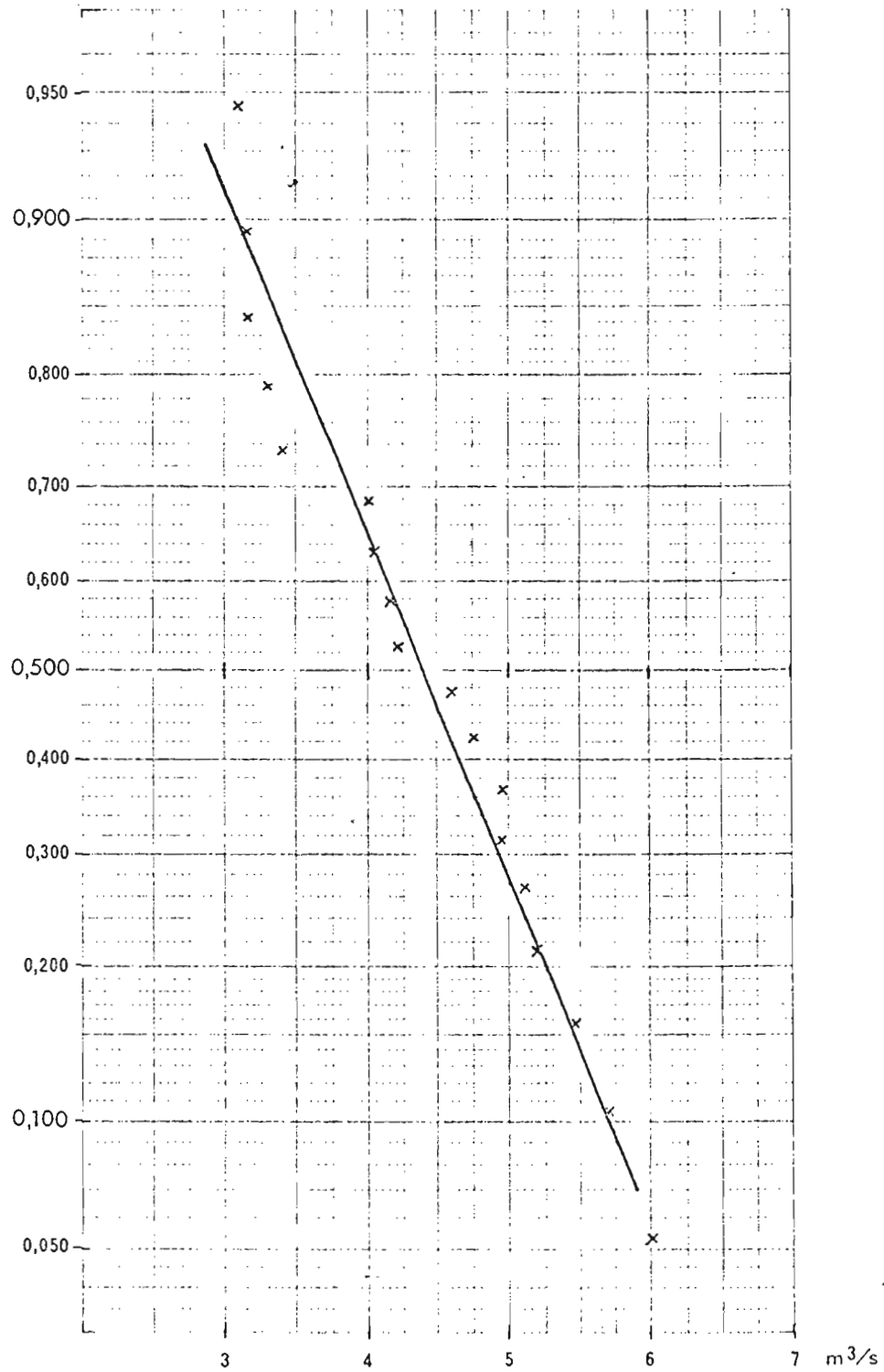
Débits en m³/s, et rapport des débits

Pour chaque station, pluviométrie en mm par mois, par année, et moyennes

Rivière des Marsouins à Takamaka

Classement des modules turbinables

(18 années. loi de Gauss)



Trop d'éléments font défaut pour aborder un tel calcul. Cependant les remarques ci-dessus permettent d'obtenir un ordre de grandeur raisonnable des débits moyens annuels.

Compte tenu des coefficients du talbeau, on choisit d'adopter les coefficients suivants :

- 1,20 pour une année moyenne
- 1,25 pour une année déficitaire
- 1,10 pour une année excédentaire

Le classement des modules Q de 18 années connues à Takamaka, 1952-1964 et 1969-1973, permet de déterminer les débits suivants :

	<u>Takamaka</u>	<u>Orgues</u>
année médiane	4,4	5,3
année déficitaire (fréquence 1/10)	3,1	3,9
année excédentaire (fréquence 1/10)	5,7	6,3

1.4 Débit moyen annuel pour l'avant-projet

Dans le rapport de la campagne 1971-1972 figure un graphique qui donne le débit de la rivière à l'aval des Mares en fonction du débit aux Orgues (annexe hydrologie 1 - planche 10) - L'équation de la droite est :

$$Q_{\text{aval}} = 1,45 \cdot Q_{\text{amont}} - 0,70 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le schéma d'aménagement prévoit le captage des sources des Mares et de la Source Noire. Entre les Orgues et ce captage existe une petite source difficilement accessible et qu'il n'est pas prévu d'utiliser. Pour en tenir compte, on diminuera de 5 % le débit ci-dessus.

Le débit total turbinable sera :

$$Q_{\text{total}} = 1,38 \cdot Q_{\text{Orgues}} - 0,66 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cette équation appliquée aux résultats ci-dessus donne les débits suivants :

- débit moyen turbinable au total (Orgues+Mares+Source Noire)
 - en année médiane 6,6 m³/s
 - en année déficitaire (fréquence 1/10) 4,7 m³/s
 - en année excédentaire (fréquence 1/10) 8,1 m³/s

2. ETIAGE

Faute d'une surveillance hydrologique suffisante (hauteurs d'eau, jaugeages), aucune exploitation directe des données de basses-eaux n'est permise, mais en faisant appel aux relations hydropluviométriques il est possible de disposer d'un échantillonnage statistique valable. *

2.1. Les Données

Les jaugeages d'étiage effectués de 1966 à 1968 et de 1971 à 1973, ainsi que le contrôle limnimétrique assuré pour les basses-eaux de 1971 à 1973, permettent

- d'établir une courbe de tarissement (1971) proche de la courbe extrême du tarissement pur (Rapport de campagne 1971-1972)
- de déterminer les débits d'étiage réellement observés durant la période du 1er au 15 décembre pour les années :

<u>Année</u>	<u>Débit moyen (1.15.12)</u>	<u>Débit mesuré et date</u>
1967	3,95	3,86 (18.12.1967)
1971	3,23	3,23 (30.11.1971)
1972	5,65	5,91 (17.11.1972)
1973	4,83	4,83 (7-8-9.12.1973)

Pour l'année 1966, les résultats des jaugeages n'ont pas été retenus car les débits mesurés directement en amont et en aval de la Ravine des Mares, semblent nettement surestimés (Rapport d'activité A. Chouret - Décembre 1966).

Pour l'année 1968, les jaugeages sont répartis d'Avril à Septembre et il est difficile de déterminer avec certitude les débits de Décembre.

Les débits caractéristiques de la rivière sont inconnus, mais comme les phases de décrue sont particulièrement rapides et que les mois d'Octobre et de Novembre ne peuvent pas contribuer au renforcement des étiages, nous pouvons considérer que le débit moyen pour la période du 1er au 15 Décembre de chaque année, est proche du DCE.

2.2. Corrélations Hydropluviométriques

Relation pluie Bellecombe - débit d'étiage

De part sa situation et au vu des résultats, le poste de Bellecombe paraît assez représentatif du bassin de la Rivière de l'Est. La relation très étroite qui existe entre les hauteurs d'eau tombées à Bellecombe et la pluviométrie moyenne mensuelle sur le bassin devient beaucoup plus lâche si l'on fait intervenir le poste Rivière de l'Est.

♀

Les paragraphes 2.1, 2.2. et 2.3. constituent la note rédigée par M. Danloux hydrologue de l'ORSTOM de Tananarive, intitulée "La Rivière de l'Est à la station des Orgues. Contribution à l'étude des étiages" (janvier 1974)

Aussi, semble-t-il préférable de n'utiliser que le poste de Bellecombe pour l'étude de toute relation pluie-débit.

La meilleure corrélation obtenue est celle qui lie le débit moyen de la première quinzaine de décembre à la hauteur pluviométrique totale des 11 mois précédents (tableau 1 - planche 1).

1 - Relation débit d'étiage (1-15 Déc.) avec la pluviométrie relevée au Gîte du Pas de Bellecombe (Hauteurs d'eau tombées de janvier à novembre).

Année	Hauteurs d'eau (mm)	Débit d'étiage connu (m ³ /s)	Débit d'étiage déduit de la relation (m ³ /s)
1967	3757	3,95	
1971	3103	3,23	
1972	6722	5,65	
1973	6070	4,83	
1968	3206		3,54
1969	3188		3,54
1970	5491		4,82

L'étiage 1968 déterminé grâce à cette relation est de 3,54 m³/s, contre un débit de 3,50 m³/s obtenu à partir du jaugeage du 10.9 et de la courbe de tarissement.

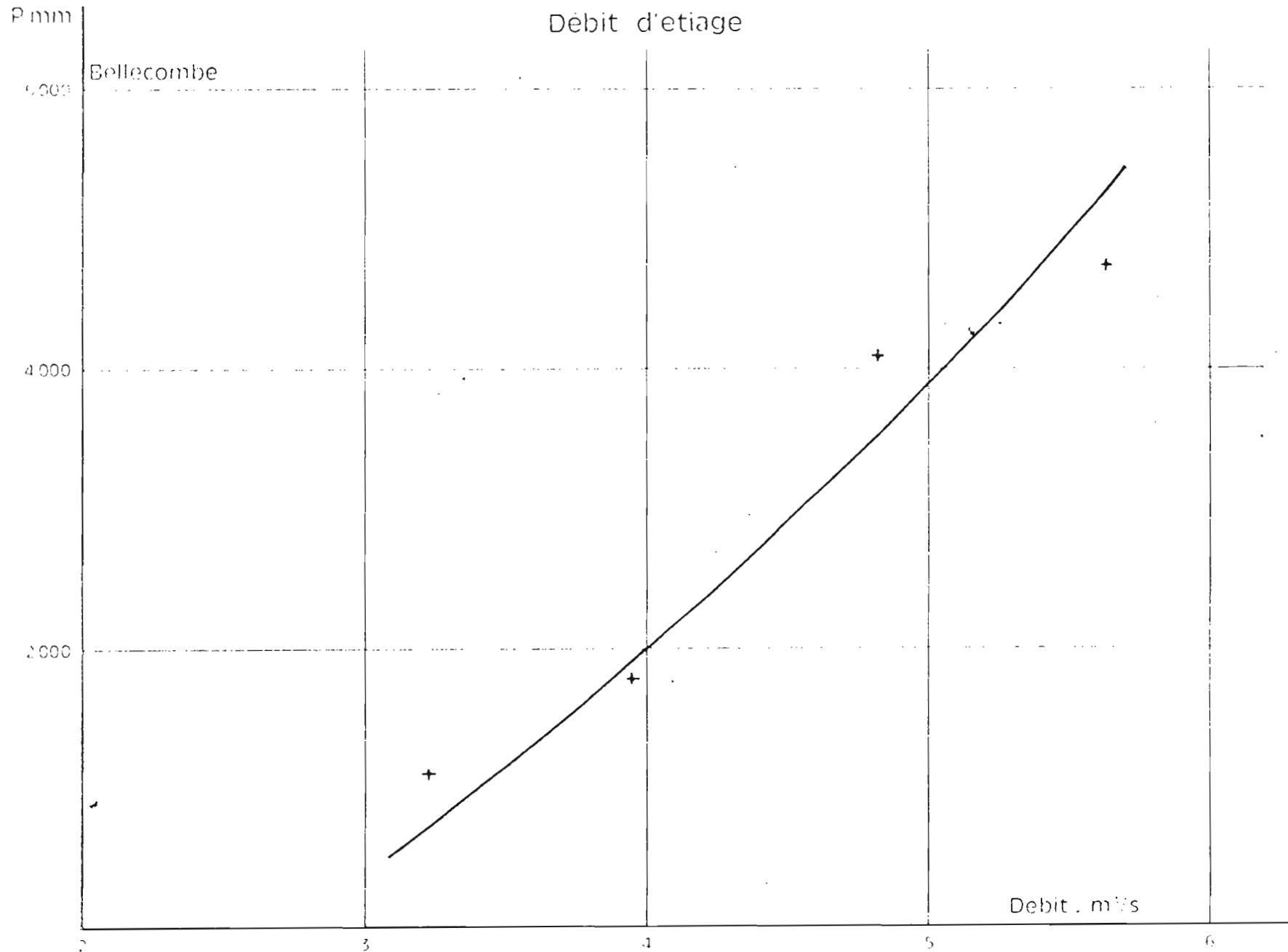
- Relation avec les hauteurs pluviométriques des postes de la Plaine des Palmistes et de Bois Blanc.

Afin de disposer d'une série plus importante, il est nécessaire, le poste de Bellecombe étant d'installation récente, de faire appel à d'autres postes encadrant le bassin.

Là encore, les moyennes arithmétiques calculées à partir des hauteurs pluviométriques cumulées de Janvier à Novembre des postes de la Plaine des Palmistes et de Bois Blanc, sont corrélables avec le débit moyen de la première quinzaine de décembre (tableau 2 - planche 2), et la liaison semble assez serrée.

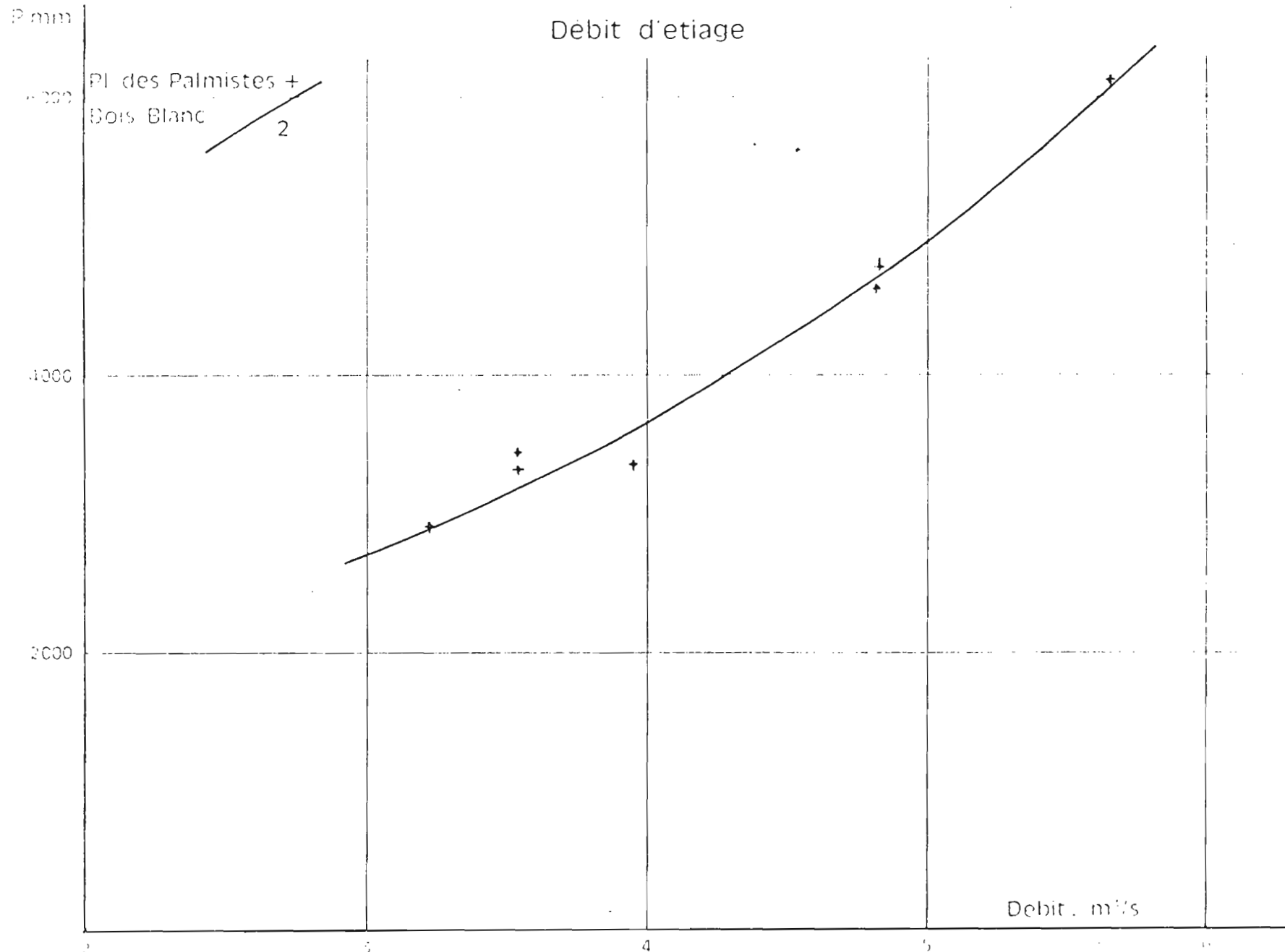
CORRELATION PLUVIOMETRIE (JANVIER A NOVEMBRE)

PLANCHE 1



CORRÉLATION PLUVIOMÉTRIE (JANVIER A NOVEMBRE)

PLANCHE 2



2 - Relation avec la pluviométrie relevée à la Plaine des Palmistes et à Bois Blanc (Hauteurs d'eau tombées de Janvier à Novembre -

Année	Bois Blanc H ₁ mm	Plaine des Palmistes H ₂ mm	$\frac{H_1 + H_2}{2}$ mm	Débit d'étiage connu m ³ /s	Débit d'étiage déduit de la relation m ³ /s
1951	-	5009	-		-
1952	5008	6670	5839		5,54
1953	4221	4042	4132		4,38
1954	3114	3446	3280		3,65
1955	-	4125	-		-
1956	3967	4977	4472		4,66
1957	3694	3549	3622		3,96
1958	3807	5179	4493		4,67
1959	4642	6179	5411		5,29
1960	3553	4755	4154		4,40
1961	3095	2638	2867		3,20
1962	4782	4722	4752		4,86
1963	4474	3939	4207		4,44
1964	3505	4174	3840		4,14
1965	5054	5896	5475		5,33
1966	3596	3044	3320		3,70
1967	4201	2514	3357	3,95	
1968	3675	2988	3331	(3,54)	
1969	3387	3507	3447	(3,54)	
1970	3931	4713	4322	(4,82)	
1971	3300	2505	2902	3,23	
1972	5600	6626	6113	5,65	
1973	4388	5163	4775	4,83	

Si les débits de basses-eaux sur la Rivière de l'Est aux stations de la RN 2 et des Orgues se présentent toujours dans un même rapport (1,21), quelques jaugeages anciens effectués à la RN 2 peuvent nous permettre de calculer certains débits d'étiage aux Orgues et de les comparer aux valeurs déduites de la relation 2.

Année	Débit calculé	Débit déduit de la relation
1960	4,36	4,40
1965	5,20	5,33
1966	3,88	3,70

Distribution statistique des débits d'étiage (DC 0)

A ces valeurs, ont été ajustées (planche 3) les lois de PEARSON III et de GAUSS dont les résultats sont présentés au tableau 2.3. ci-dessous.

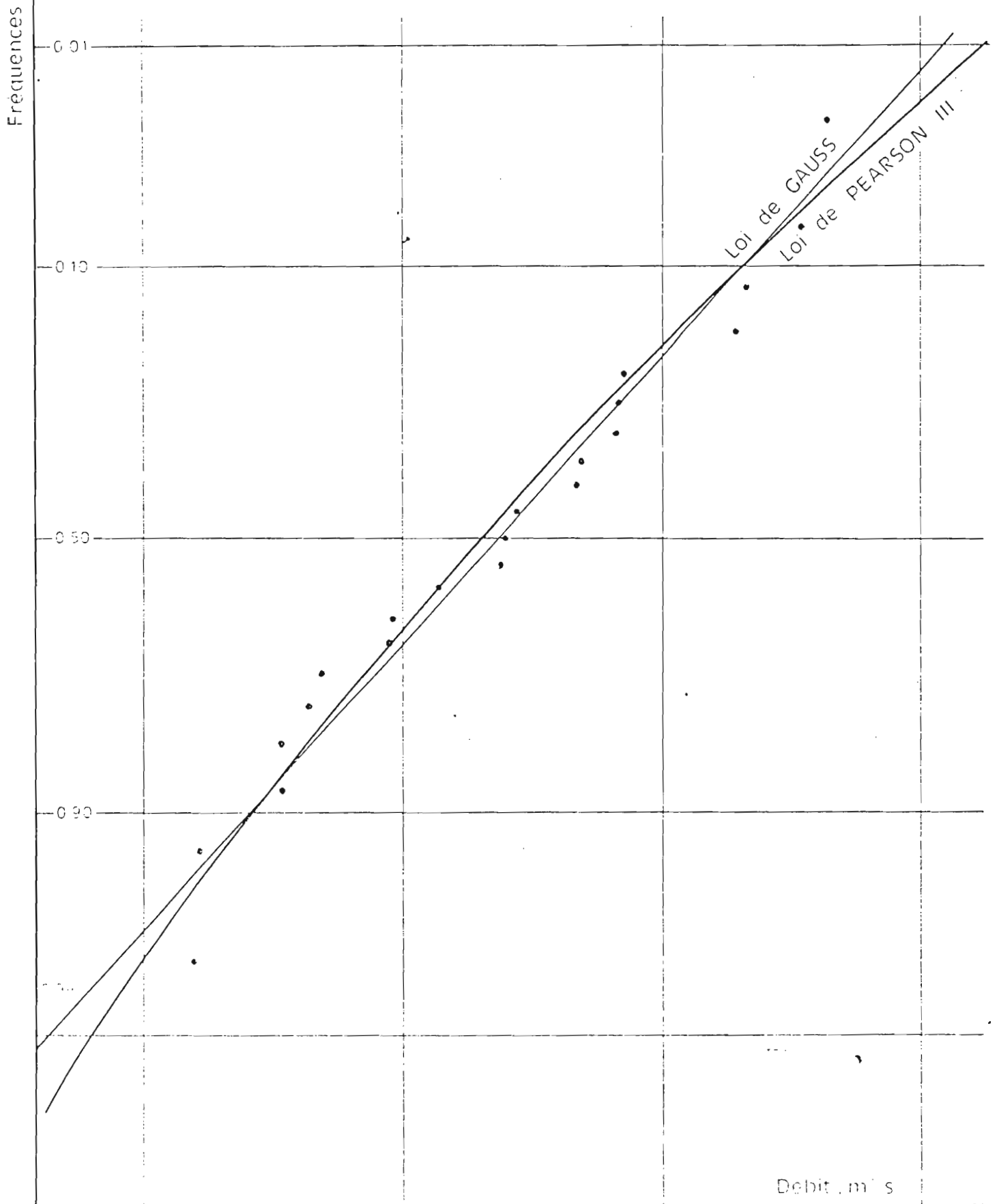
2.3. Distribution statistique des débits d'étiage de la Rivière de l'Est à la station des Orgues

Rang	Année	Débit m ³ /s	Fréquence $\frac{n - 1/2}{N}$	Rang	Année	Débit m ³ /s	Fréquence $\frac{n - 1/2}{N}$
1	1961	3,20	0,024	11	1960	4,40	0,500
2	1971	3,23	0,071	12	1963	4,44	0,548
3	1968	3,54	0,119	13	1956	4,66	0,595
4	1969	3,54	0,167	14	1958	4,67	0,643
5	1954	3,65	0,214	15	1970	4,82	0,691
6	1966	3,70	0,262	16	1973	4,83	0,738
7	1967	3,95	0,310	17	1962	4,86	0,786
8	1957	3,96	0,357	18	1959	5,29	0,833
9	1964	4,14	0,405	19	1965	5,33	0,881
10	1953	4,38	0,452	20	1952	5,54	0,929
				21	1972	5,65	0,976

moyenne \bar{Z} = 4,37
écart-type S = 0,7423

Coefficient de variation
 c_v = 0,1699

RIVIÈRE DE L'EST
DISTRIBUTION DES ETIAGES



Valeurs remarquables déterminées suivant un ajustement

<u>Fréquence au</u> <u>dépassement</u>	<u>Réurrence</u>	<u>à une loi de</u> <u>GAUSS</u>	<u>à une loi de</u> <u>PEARSON III</u>
0,90	10 ans	3,42	3,42
0,50	2 ans	4,37	4,31
0,10	10 ans	5,32	5,32

Ces résultats ne peuvent être considérés comme très précis car ils sont entachés de deux erreurs :

- erreurs d'échantillonnage des relevés pluviométriques,
- erreur d'estimation des 17 débits d'étiage, reconstitués à partir de corrélations qui ne s'appuient que sur quatre débits assez sûrs.

L'utilisation des corrélations tend à réduire la variance des débits reconstitués. Il en résulte probablement une erreur par excès pour l'étiage décennal sec (3,42 m³/s) et une erreur par défaut pour l'étiage décennal humide (5,32 m³/s).

2.4. Débit d'étiage pour l'avant-projet

Les valeurs données au paragraphe ci-dessus concernent les Orgues. L'application de l'équation

$$Q_t = 1,38 \cdot Q_o - 0,66$$

à ces résultats donne les valeurs suivantes :

- . Débit caractéristique d'étiage
 - d'année médiane 5,35 m³/s
 - d'année déficitaire (fréquence 1/10) $Q_e = 4,05$ m³/s
 - d'année excédentaire 6,70 m³/s

La valeur de Q_e est importante pour l'avant-projet. Aussi peut-on essayer de recouper le résultat ci-dessus en faisant intervenir l'analogie avec la rivière des Marsouins, déjà utilisée au paragraphe 2.1. pour la détermination du module.

Le module d'année déficitaire de fréquence 1/10 à Takamaka est de : 3,1 m³/s. On connaît trois années de module voisin : 1954 (3,15 m³/s) 1957 (3,15) 1961 (3,10).

La moyenne des débits mensuels sur ces trois années faibles donne la répartition suivante de juillet à décembre, régulièrement décroissante jusqu'à novembre

juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
3,45	3,00	2,75	2,65	2,50	3,20

Pour décembre on trouve 3,20 m³/s du fait que décembre 1961 a été exceptionnellement pluvieux et le débit pour ce mois atteint 5,33 m³/s () On prendra comme valeur du débit de décembre en année déficitaire une valeur un peu inférieure à celle de novembre, soit 2,40 m³/s

Si on applique à cette valeur les deux majorations successives : coefficient 1,30 (mois de saison sèche en année déficitaire) et équation du débit total

$$(Q_t = 1,38 \times Q_o - 0,66)$$

On trouve $Q_e = 3,65$ m³/s

Tous les calculs de débits moyens à Takamaka sont faits après écrêtement des crues à 10 m³/s. Ainsi le débit moyen mensuel calculé par l'ORSTOM pour décembre 1961 est 14,63 m³/s, compte tenu de 5 crues donnant des débits moyens journaliers de 16,75 , 75 , 114 et 58 m³/s.

De tels débits ne pourront être admis dans la prise des Orgues. D'où l'écrêtement choisi qui ramène le débit moyen utilisé pour le calcul à 5,33 m³/s.

La valeur trouvée précédemment pour ce même débit était 4,05 m³/s 10 % plus forte.

Par prudence on conservera la valeur la plus faible.

- Débit caractéristique d'étiage en année déficitaire de fréquence 1/10 : $Q_e = 3,65 \text{ m}^3/\text{s}$

3 . REPARTITION THEORIQUE DES DEBITS EN MOYENNES MENSUELLE

Pour les besoins de l'étude de l'aménagement, il était nécessaire de définir des débits moyens mensuels turbinables, c'est-à-dire compte tenu de l'écrêtement des débits de crue, la prise par en dessous limitant les débits admis.

La méthode de calcul des modules à partir de l'analogie avec le rivièrè des Marsouins ne peut pas être appliquée mois par mois de façon rigoureuse. Aucun autre procédé satisfaisant n'ayant pu être mis au point, on s'est résolu à construire trois années théoriques en se fixant les règles suivantes :

- utiliser les années connues à Takamaka (mars 1951 à juillet 1965, octobre 1968 à décembre 1973),
- appliquer à ces débits des coefficients de majoration de 1,05 à 1,30 compte tenu de l'intensité des pluies à la plaine des Palmistes et à Rivière de l'Est (cote 50)
- "lisser" les résultats obtenus pour respecter la forme théorique de la courbe de base, croissante de janvier à avril, mai, puis décroissante de mai - juin à décembre, en tenant compte des modules et étiages déterminés précédemment.

Les valeurs retenues sont les suivantes, pour les années médianes, déficitaires (fréquence 1/10) et excédentaires (fréquence 1/10)

Répartition théorique des débits en moyennes mensuelles												
Janv.	Fev.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Module
5,4	6,3	8,0	8,0	8,0	7,4	6,9	6,6	6,1	5,7	5,5	5,3	6,6
3,7	4,8	6,0	6,0	6,0	5,4	4,8	4,4	4,1	3,9	3,75	3,65	4,7
6,5	7,4	10	10	10	8,9	8,4	8,1	7,6	7,2	6,7	6,5	8,1

(nota : Ce tableau concerne la somme des débits : Rivière de l'Est

4. DEBITS DE CRUE

La rivière étant essentiellement alimentée par des sources, le niveau du plan d'eau varie de façon très régulière et les enregistrements du limnigraphe comportent de longues portions absolument rectilignes sur plusieurs semaines.

Ainsi le tarissement se traduit par une baisse du plan d'eau qui se chiffre à quelques centimètres par mois.

Par conséquent toute averse un peu importante sur le bassin versant provoque une remontée brutale du niveau pendant quelques heures et ce phénomène est considéré comme une crue.

Cependant dans ce qui suit on ne retiendra que les crues provoquant un relèvement de niveau supérieur à 1 mètre au limnigraphe.

4.1 Période de Janvier 1972 à Février 1974

Le limnigraphe n'a fonctionné normalement qu' à partir du 10 mai 1972. En début d'année, trois crues importantes s'étaient produites en février (du 5 au 7, cyclone Dolly) en mars (le 13, cyclone Hermione) et en avril (du 14 au 17), dont le débit a certainement dépassé 150 m³/s au site de prise.

Le tableau ci-après donne pour chaque date le relèvement maximal du plan d'eau du limnigraphe par rapport à sa cote avant la crue, ceci pour les crues d'amplitude supérieure à 1 mètre ; le temps pendant lequel ce relèvement est resté supérieur à 1 mètre ; le débit estimé correspondant au relèvement maximal. L'estimation est faite à partir du barème figurant à la page 7 de l'annexe hydrologie 1, compte tenu de la hauteur d'eau au limnigraphe avant la crue. (Ainsi on trouve les mêmes valeurs le 27 mai et le 15 novembre : le relèvement est plus fort dans le second cas, mais à partir d'un plan d'eau plus bas).

Ce barème s'est trouvé modifié par le détarage de la station en 1973. On peut cependant l'utiliser en tenant compte justement de ce relèvement et non de la cote absolue, surtout pour les forts débits.

<u>1972</u>	jour	maxi. au limni.	durée	Q maxi. estimé m ³ /s	incidents au limnigraphe
Mai	18 19 27	+ 1,80 + 3,00 + 2,10	3 h 4 h 1 h	50 200 70	
Juin					
Juillet					
Août	10 et 11 11 & 12 23	+ 1,40 + 1,90 + 1,00	10 h 8 h -	30 60 20	
Septembre					
Octobre					
Novembre	15	+ 2,30	3 h	70	
Décembre					panne
<u>1973</u>					panne
Janvier	9 24	? + 1,60	? 1 h	(200 ?) 35	remise en état le 19
Février	10 19	+ 1,80 + 2,20	6 h 8 h	40 80	
Mars	8 et 9 9 au 11 25	+ 2,20 + 4,70 + 1,30	6 h 36 h 1 h	80 350 30	détarage
Avril					
Mai					
Juin					
Juillet					
Août	1 2	+ 2,70 + 2,30	13 h 8 h	150 70	détarage
Septembre					
Octobre					
Novembre					
Décembre					23.12 Chute de pierres s/la prise du limnigraphe
<u>1974</u>					
Janvier					remise en état le 9.01
Février	7 au 8 10	+ 1,50 + 3,30	5 h 4 h	30 200	

4.2 Résultats antérieurs à 1972

Le rapport "hydrologie superficielle de la Réunion-Rivières de la région au vent" (*) signale les crues suivantes, estimées au pont suspendu de la RN 2 où le bassin versant de la Rivière de l'Est a une surface de 39,5 km²

18 mars	1952	900 m ³ /s	soit 23 m ³ /s / km ²
24 février	1959	290 m ³ /s	soit 7,3 m ³ /s / km ²
5 mars	1959	290 m ³ /s	soit 7,3 m ³ /s / km ²

Aux Orgues (BV 27 km²) , ces crues ont pu atteindre les débits suivants :

18 mars	1952	:	620 m ³ /s
24 février	1959	:	200 m ³ /s
5 mars	1959	:	200 m ³ /s

On ne possède pas de renseignements sur les années 1962 à 1969 mais il est certain qu'aucune crue n'a atteint le débit de celle de mars 1952.

4.3 Crue exceptionnelle au site des Orgues

La note publiée en 1954, "essai de détermination des crues exceptionnelles à la Réunion" (***) reste valable dans ses conclusions.

Le débit spécifique de la crue exceptionnelle sur le bassin versant de la Rivière de l'Est était estimé à 28,5 m³/s / km² . Faute d'une cartographie suffisante, le bassin versant au pont suspendu avait été sous évalué : 32,5 au lieu de 39,5 km².

Compte tenu de cette dernière valeur, la crue exceptionnelle au pont est estimée à 1130 m³/s aux Orgues (BV de 27 km²) elle atteindrait 770 m³/s

Compte tenu des éléments donnés aux paragraphes précédents, on observe pour les 18 années connues (1953-1962 et 1969-1973) 9 crues supérieures à 150 m³/s, dont 4 entre 200 et 350 m³/s et une supérieure à 600 m³/s, cette dernière étant même la seule à atteindre cette valeur sur les 23 années 1950-1973.

A titre indicatif on peut se fixer les périodes théoriques de retour suivantes :

* D. LEGOURIERES - ONSTON 1960

** P. TOUCHETTEUR de LUSIGNY - 1954

- crue	de 150 m ³ /s	2 ans
crue	de 200 m ³ /s	4 ans
crue	de 350 m ³ /s	10 ans

- crue exceptionnelle 770 m³/s

4.4 Crues de chantiers

4.41 Débits

La construction de la prise d'eau des Orgues suppose qu'on dérive la rivière et qu'on protège le chantier contre les crues éventuelles.

Les débits de la rivière sont connus avec précision sur trop peu d'années pour qu'il soit possible de chiffrer les petites crues et donner leur fréquence de retour.

Cependant la comparaison avec la rivière des Marsouins à Takamaka permet de situer la période la plus favorable pour l'exécution des travaux.

Le tableau ci-après répertorie pour les années connues à Takamaka (ou Cascade Gingembre) : 1951-1962, 1969-1973, et mois par mois le nombre de crues comprises entre 20 et 40 m³/s, et supérieures à 40 m³/s.*

(Les crues de 1963 à 1965 sont signalées sur les tableaux de débit, mais sans ordre de grandeur. Les relevés des années 1966 à 1968 sont très incomplets en raison de la construction du barrage de Takamaka).

Ce tableau donne également à titre indicatif le total pluviométrique de chaque année à la plaine des Palmistes.

Remarque

A partir de 1960, les débits sont mesurés à Takamaka par l'addition du débit turbiné et du débit éventuellement déversé sur le barrage. Or les crues sont très pointues, de sorte qu'elles sont en partie laminées par la retenue et que le débit moyen mesuré est bien inférieur au débit maximal.

Ainsi la crue observée le 15 novembre 1972 aux Orgues n'apparaît pas à Takamaka.

* Rappel - La Rivière de l'Est aux Orgues et la rivière des Marsouins à Gingembre ont le même bassin versant.

CRUES A TAKAMAKA

1 = crue entre 20 et 40 m³/s
1 = crue supérieure à 40 m³/s
 ? = crue probable, non relevée

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Pluviométrie annuelle Plaine des Palmistes
51	?		1										5436
52			1 <u>5</u>		1		1	1	2				7040
53	4 <u>1</u>					1							4321
54	2 <u>1</u>							<u>1</u>					4614
55		1 <u>1</u>	2 <u>3</u>	1				<u>1</u>				3	4652
56	1	2 <u>2</u>	2 <u>2</u>									1 <u>1</u>	5476
57	1		1 <u>1</u>										3923
58			2 <u>4</u>										5315
59		1	3 <u>6</u>							<u>1</u>	1		6593
60	2 <u>1</u>	6 <u>1</u>	2						1 <u>2</u>				5090
61						1	1 <u>1</u>						4059
62	<u>2</u>	1 <u>1</u>	1 <u>7</u>	1 <u>2</u>						?	?		4837
69		1 <u>1</u>		1									3946
70	4 <u>2</u>	1 <u>2</u>	1										4844
71		1 <u>1</u>											2647
72		3 <u>2</u>	4	1 <u>2</u>	1			1					6926
73	<u>2</u>	1	1 <u>3</u>					1					5594
	14 9 23	18 <u>13</u> 31	21 <u>32</u> 54	4 <u>6</u> 10	2 0 2	2 0 2	2 1 3	3 <u>2</u> 5	3 <u>2</u> 5	0 1 1	1 0 1	4 9 <u>5</u>	4747
													moyenne annuelle sur 23 ans

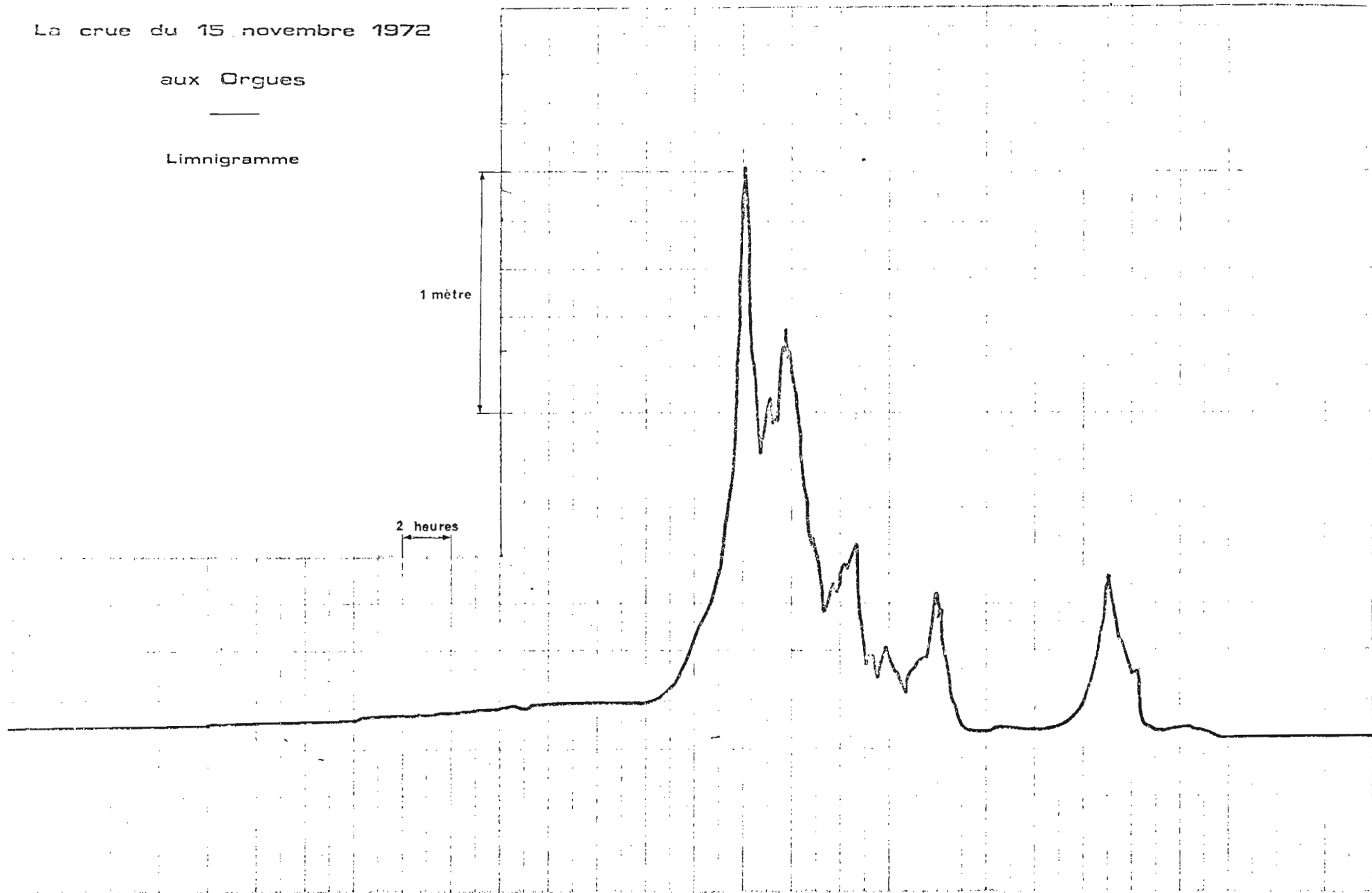
La crue du 15 novembre 1972

aux Orgues

—
Limnigramme

1 mètre

2 heures



Aux Orgues cette crue équivaut à un débit moyen sur 24 heures de l'ordre de : 10 m³/s ; par contre à Takamaka les débits enregistrés sont : 4,57 m³/s le 14 ; 5,92 le 15 ; 4,42 le 16 .

Le tableau montre que le mois le plus mauvais est mars ; viennent ensuite Février et Janvier. La période la plus favorable va de Mai à Novembre. Cependant des crues importantes peuvent encore se produire en Août ou Septembre.

Pour guider le projeteur, on peut avancer les ordres de grandeurs suivantes :

- possibilité d'une crue de 20 à 40 m³/s , une année sur deux,
 - possibilité d'une crue plus importante une année sur trois,
- Ceci pendant la période dite favorable.

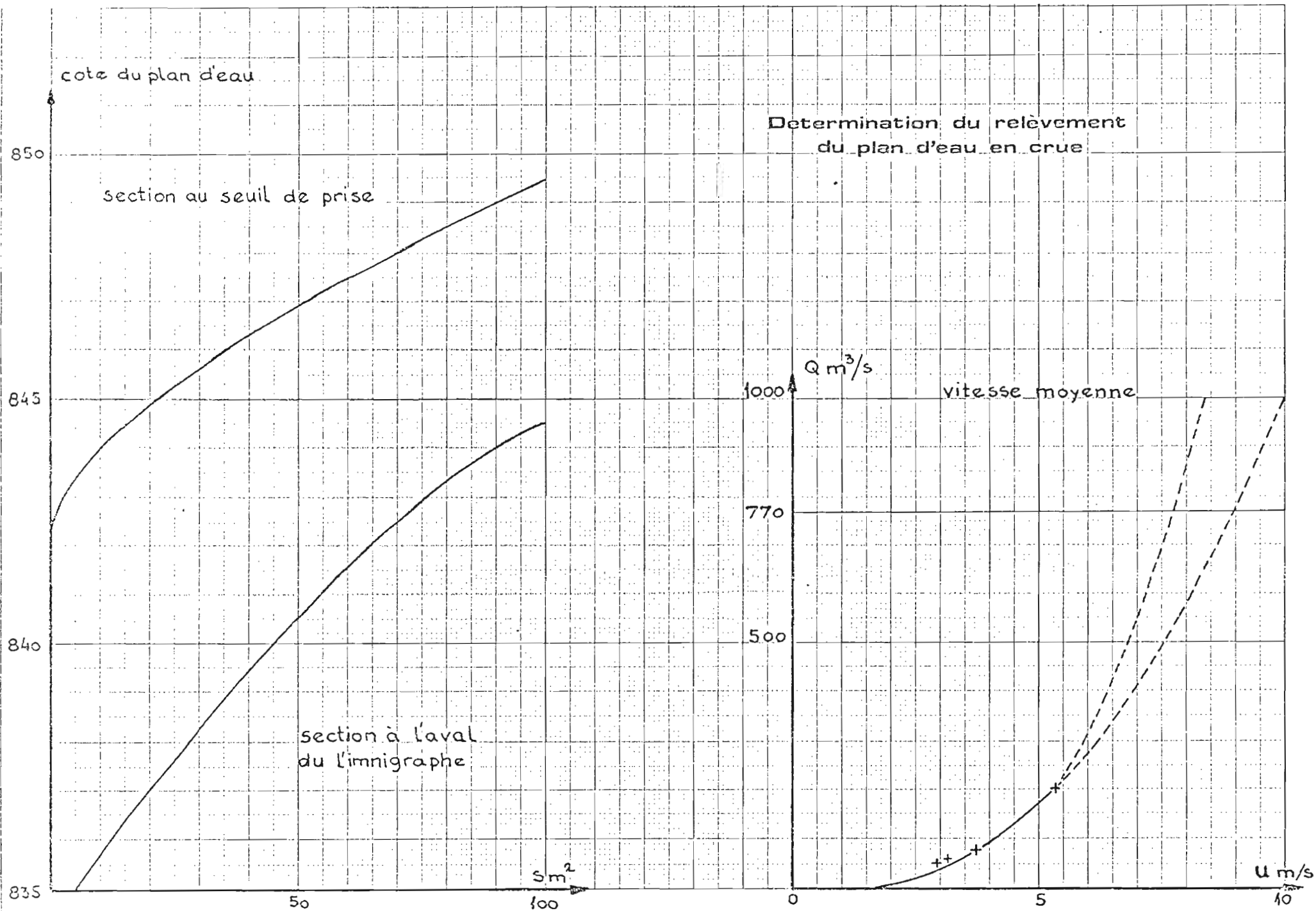
4.42. Relèvement du plan d'eau

Les crues de 1972 sont déterminées avec assez de précision pour permettre le calcul de la vitesse moyenne de l'écoulement dans la section de lit situé à l'aval immédiat du limnigraphe.

date	débit m ³ /s	section mouillée m ²	vitesse m/s
18 mai	50	17	2,95
19 mai	200	37,5	5,35
27 mai	75	20	3,75
12 août	60	19	3,15

sur le seuil de prise tel qu'il était fin 1973, les vitesses doivent être un peu plus grandes, on adoptera par sécurité les mêmes valeurs.

Au delà de 200 m³/s, on peut extrapoler la courbe ci-dessus vers des vitesses plus ou moins grandes. Sur le graphique ci-après ont été tracées deux courbes enveloppes qui doivent encadrer les valeurs réelles.



Pour les crues définies au paragraphe 4.3., on obtient les valeurs suivantes :

150 m ³ /s	: u = 4,80 m/s	S = 31,2 m ²
200 m ³ /s	: u = 5,35	S = 37,4 m ²
350 m ³ /s	: u = 6,20 à 6,60	S = 56,5 à 53,1
770 m ³ /s	: u = 7,75 à 9,00 m/s	S = 99,5 à 85,5 m ²

Les cotes de plan d'eau correspondantes sont :

150 m ³ /s (retour 2 ans)	845,70
200 m ³ /s (retour 4 ans)	846,20
350 m ³ /s (retour 10 ans)	847,30 à 847,85
770 m ³ /s (exceptionnelle)	849,30 à 848,70

A l'amont de ce seuil, c'est-à-dire à l'extrémité aval de la Caverne des Orgues, le plan d'eau normal est environ 2,50 m plus haut et la section est un peu plus étroite. On pourra donc majorer ces cotes d'environ 3 mètres. On obtient en valeurs arrondies ;

à 150 m ³ /s	849
200 m ³ /s	849,50
350 m ³ /s	850,50
770 m ³ /s	853

4.43 dispositions à prendre

On peut tirer des paragraphes ci-dessus les indications suivantes :

- les travaux dans le lit de la rivière pourront être exécutés avec le minimum de risques de mai à novembre,
- La dérivation provisoire devra pouvoir entonner au minimum 40 m³/s

- Le chantier pourra être protégé contre la crue décennale de saison sèche, qui doit être de l'ordre de 150 m³/s

La cote du plan d'eau à la caverne des Orgues atteint alors 849 à 849,50 .
