

ELECTRICITE DE FRANCE

DONNEES HYDROLOGIQUES POUR
L AMENAGEMENT DE PETIT-SAUT
SUR LE SINNAMARY

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE CAYENNE - SECTION HYDROLOGIQUE

JANVIER 1982

DONNEES HYDROLOGIQUES POUR
L'AMENAGEMENT DE PETIT SAUT
SUR LE SINNAMARY

Jean-Marie FRITSCH
chargé de Recherches

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER
Centre de CAYENNE

- 1 - INTRODUCTION
2. Nature et Qualité des données disponibles
 - 2.1 LE COURCIBO A ADIEU VAT
 - 2.1.1. Limnimétrie
 - 2.1.2 Débits
 - 2.2 LE SINNAMARY A SAUT TIGRE
 - 2.2.1 Limnimétrie
 - 2.2.2 Débits
 - 2.3 LE SINNAMARY A PETIT SAUT
3. HOMOGENEISATION DES DONNEES
 - 3.1 Relation entre débits journaliers à SAUT TIGRE et ADIEU VAT
 - 3.2 Relation entre débits journaliers à SAUT TIGRE et PETIT SAUT
4. LES MODULES A PETIT SAUT
 - 4.1 Module moyen interannuel
 - 4.2 Répartition des modules annuels
 - 4.3 Forme de l'hydrogramme annuel
5. LES CRUES
 - 5.1 Débits maximums instantanés annuels
 - 5.2 Débits maximums instantanés de crues indépendantes
 - 5.3 Niveaux atteints par des crues exceptionnelles au site de l'aménagement
 - 5.4 Hydrogrammes des crues exceptionnelles de chantier et de projet
6. EVAPORATION SUR LA RETENUE

1 - INTRODUCTION

Depuis fort longtemps le recours à la filière hydraulique a été envisagé pour la génération d'énergie en Guyane Française. Dans le cadre de cette option, ELECTRICITE DE FRANCE s'est plus particulièrement intéressé au fleuve SINNAMARY dont le site de PETIT SAUT pourrait constituer un compromis réaliste entre paramètres physiques et économiques dans la région. Ce choix s'est concrétisé sur le terrain par un ensemble d'études hydrologiques, topographiques et géophysiques.

Dans le cadre des études hydrologiques, ELECTRICITE DE FRANCE avait exprimé une première demande en 1977, visant à connaître l'évolution des apports entre la station de SAUT TIGRE exploitée depuis 1969 et le site de PETIT SAUT.

Puis en 1981 la Direction D.O.M. et DAFECO demandaient à l'ORSTOM d'établir l'ensemble des données hydrologiques nécessaires pour le projet : apports au niveau journalier sur une longue période, détermination des crues de chantier et de projet, effets de l'évaporation sur la retenue.

Le présent rapport se propose de répondre à ces questions et constitue le document contractuel demandé à l'ORSTOM dans la convention n° du

Par ailleurs, une station hydrométrique complète a été implantée à l'amont du saut en rive droite au même endroit et selon le même calage que l'ancienne station exploitée en 1977-1978. Elle a été mise en service le 16 novembre 1981 et est équipée d'un limnigraphe à tambour ($R = 1/10$; $V = 2\text{mm/h}$).

Deux échelles situées à l'aval du saut, à deux niveaux de restitution possibles, sont suivies depuis le 15 décembre 1981. Des jaugeages à la station amont ainsi que des corrélations inter-échelles sont prévus pendant une année et les résultats feront l'objet de rapports périodiques séparés.

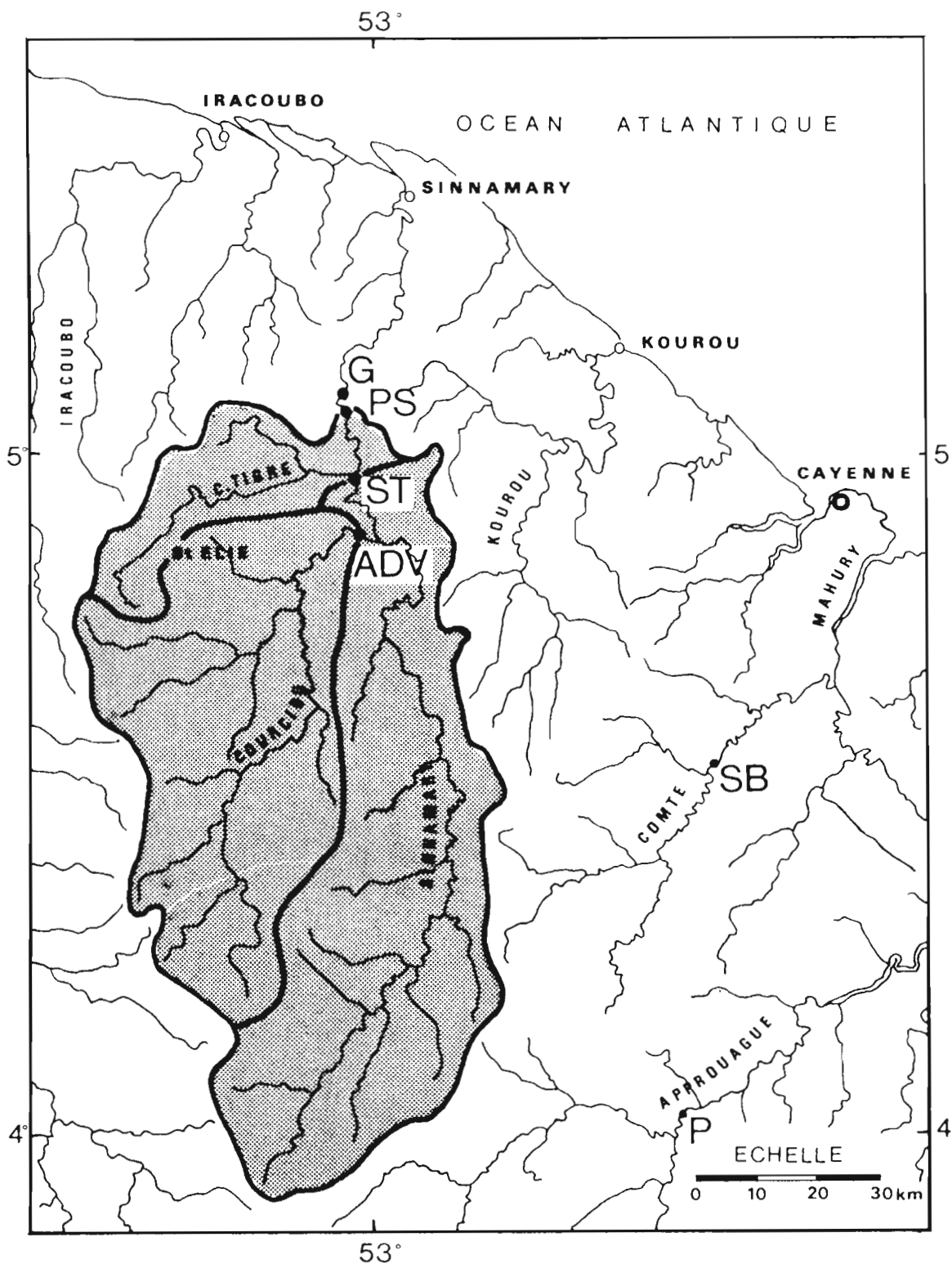


Fig.1 : Situation du bassin-versant du Sinnamary

ADV - Adieu Vat , ST - Saut Tigre , PS - Petit - Saut
G - Gregoire , SB - Saut - Bief , P - Pierrette

2. NATURE ET QUALITE DE L'INFORMATION DISPONIBLE

3 stations hydrométriques ont fonctionné sur la SINNAMARY depuis 1953 (fig. 2).

2.1 LE COURCIBO A ADIEU VAT

(Coordonnées : 4°52'N ; 53°00'W
Code ORSTOM : 60 48 02 03)

Le Courcibo draine la branche EST du bassin versant de la rivière SINNAMARY.

La station hydrométrique située environ 500 m à l'amont du confluent avec cette dernière, a été implantée le 10.7.1953. La superficie du bassin est de 2430 km².

2.1.1 Limnimétrie

De l'origine des observations jusqu'au 28.2.58, les lectures étaient faites par un observateur une fois par jour à 7h00. L'estimation des débits de pointe pendant cette période sera forcément très grossière compte tenu du fait que le marnage en 24 heures et en crue peut dépasser plusieurs mètres.

A l'exception du mois de novembre 1957, il n'existe aucune lacune dans les observations, ce qui paraît en fait peu vraisemblable.

Abandonnée en 1958 par suite du départ de l'observateur (exode rural), la station est réinstallée le 22.10.68 avec un limni-
graphe OTT X43 à rotation bimensuelle et fonctionnera jusqu'au mois de janvier 1977, date à laquelle la station sera abandonnée dans le cadre de la réduction du réseau général de la GUYANE de 23 à 8 stations par suite du refus de l'administration départementale et des élus de participer au fonctionnement de ce programme.

Pendant cette période, les hauteurs sont lues sur les diagrammes de l'enregistreur à 3h, 9h, 15h et 21h. Les lacunes d'observation sont peu nombreuses et affectent moins de 5% des données.

2.1.2 Débits

77 jaugeages ont été réalisés à cette station entre 1953 et 1977 à des cotes variant entre 105 et 756 cm et permettant une bonne définition de l'étalonnage pour l'ensemble des hauteurs disponibles qui varient entre les cotes 64 cm et 819 cm.

Ces débits ont été élaborés par le centre de calcul du Bureau Central Hydrologique de l'ORSTOM à PARIS.

2.2 LE SINNAMARY A SAUT TIGRE

(Coordonnées 4°58'N ; 53°02'W
Code ORSTOM 60 48 01 45)

La station de SAUT TIGRE implanté à l'aval du confluent SINNAMARY - COURCIBO contrôle un bassin versant de 5150 km², plus de deux fois supérieur à celui d'ADIEU VAT.

2.2.1 Limnimétrie

Cette station a été équipée d'un limnigraphe dès son installation le 8 novembre 1968.

Le dépouillement des hauteurs a été mené à pas de temps constants et à raison de 4 lectures par jour (3h, 9h, 15h et 21h).

Le limnigraphe a fonctionné de façon satisfaisante de 1968 à 1971. A partir de cette date, et par suite de pannes de l'enregistreur, la chronique des hauteurs comporte des lacunes pendant 15% du temps en moyenne. Depuis novembre 1979, un deuxième limnigraphe en opération sur le même site a permis le rétablissement d'observations de meilleure qualité.

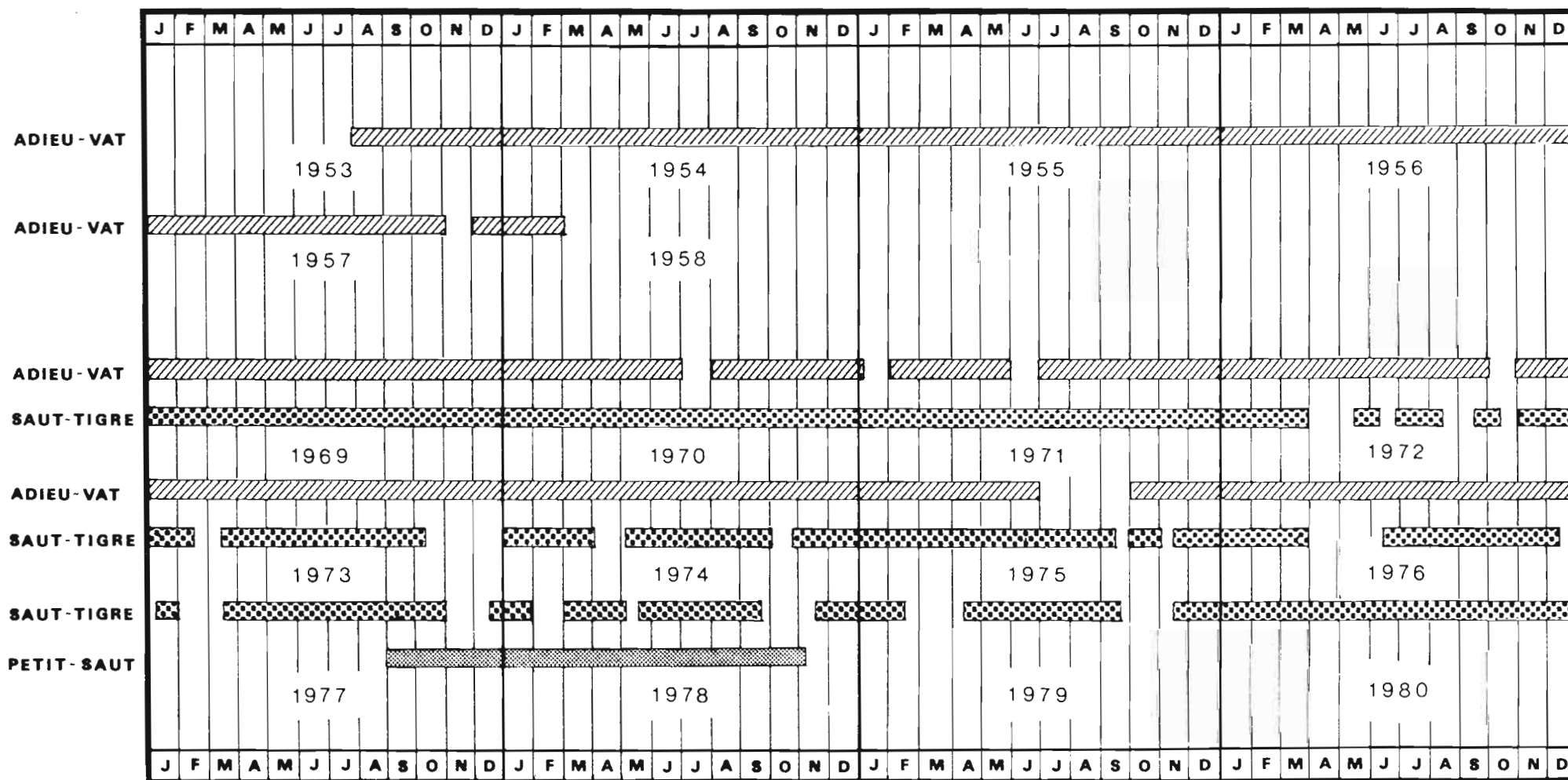


Figure 2 : ETAT DES HAUTEURS D'EAU DISPONIBLES SUR LE SINNAMARY

- 4 années complètes (1969 - 70 - 71 - 80)
- 5 années avec lacunes importantes reconstituables à partir d'Adieu-Vat
- 1 année reconstituable à partir de Petit-Saut (78)
- 4 années d'extension à partir d'Adieu-Vat reconstituables à partir d'Adieu-Vat (1954 - 55 - 56 - 57)
- 1 année irrécupérable (1979)

2.2.2 Débits

58 jaugeages ont été réalisés entre 1968 et 1973 dans une gamme de hauteurs d'eaux allant de 87 cm à 522 cm. A l'occasion de l'Etude demandée par EDF en 1978, 13 jaugeages supplémentaires ont été faits en 1977 - 78 entre les cotes $H = 94$ et $H = 269$.

Dans le domaine jaugé, l'étalonnage est stable et bien défini pour cette station implantée à l'amont d'un contrôle rocheux constitué par le SAUT TIGRE. Cependant, une extrapolation dépassant de plus de 60% le plus fort débit jaugé a cependant dû être faite pour traduire la cote maximum atteinte ($H = 854$ le 26.4.77).

La courbe et l'extrapolation, déterminées en novembre 1978 (fig. 3) ont été utilisées tant pour le calcul électronique des débits de 1969 à 1978 que pour le calcul à la main des années 1979 et 1980 à CAYENNE.

2.3 LE SINNAMARY A PETIT SAUT (Coordonnées 5°04'N ; 53°03'W)

La station de PETIT SAUT a été installée en septembre 1977 à l'amont du saut et de la confluence de la Crique MARONI, en rive droite, et a fonctionné jusqu'en novembre 1978, dans le but de reconstituer des débits au site de l'aménagement à partir des données acquises plus à l'amont.

Le bassin versant à PETIT SAUT couvre 5880 km², soit 14% de plus qu'à SAUT TIGRE. Pratiquement, cet accroissement résulte de la contribution d'un seul collecteur en rive gauche, la Crique TIGRE.

Les enregistrements limnigraphiques dépouillés avec un pas de temps de 6 heures ont pu être traduits en débits grâce à un étalonnage précis et sans ambiguïté, établi au moyen de 55 jaugeages entre $H = 186$ cm et $H = 725$ cm auxquels correspondent respectivement des débits de 103 m³/s et de 782 m³/s (fig. 4).

La station limnigraphique contrôle la quasi totalité du bassin versant du futur barrage à l'exception de la Crique COEUR MARONI qui débouche littéralement au pied de l'ouvrage en projet. Le bassin versant augmente alors de 47 km² soit 0,8%. La prise en compte effective de cet affluent supposait l'installation du limnigraphe à l'aval du saut. Le passage en zone d'influence maritime et la suppression du contrôle hydraulique constitué par le défilé rocheux eussent entraîné des perturbations sans commune mesure avec le gain de précision obtenu sur la superficie du bassin versant.

DEBIT M3S-1

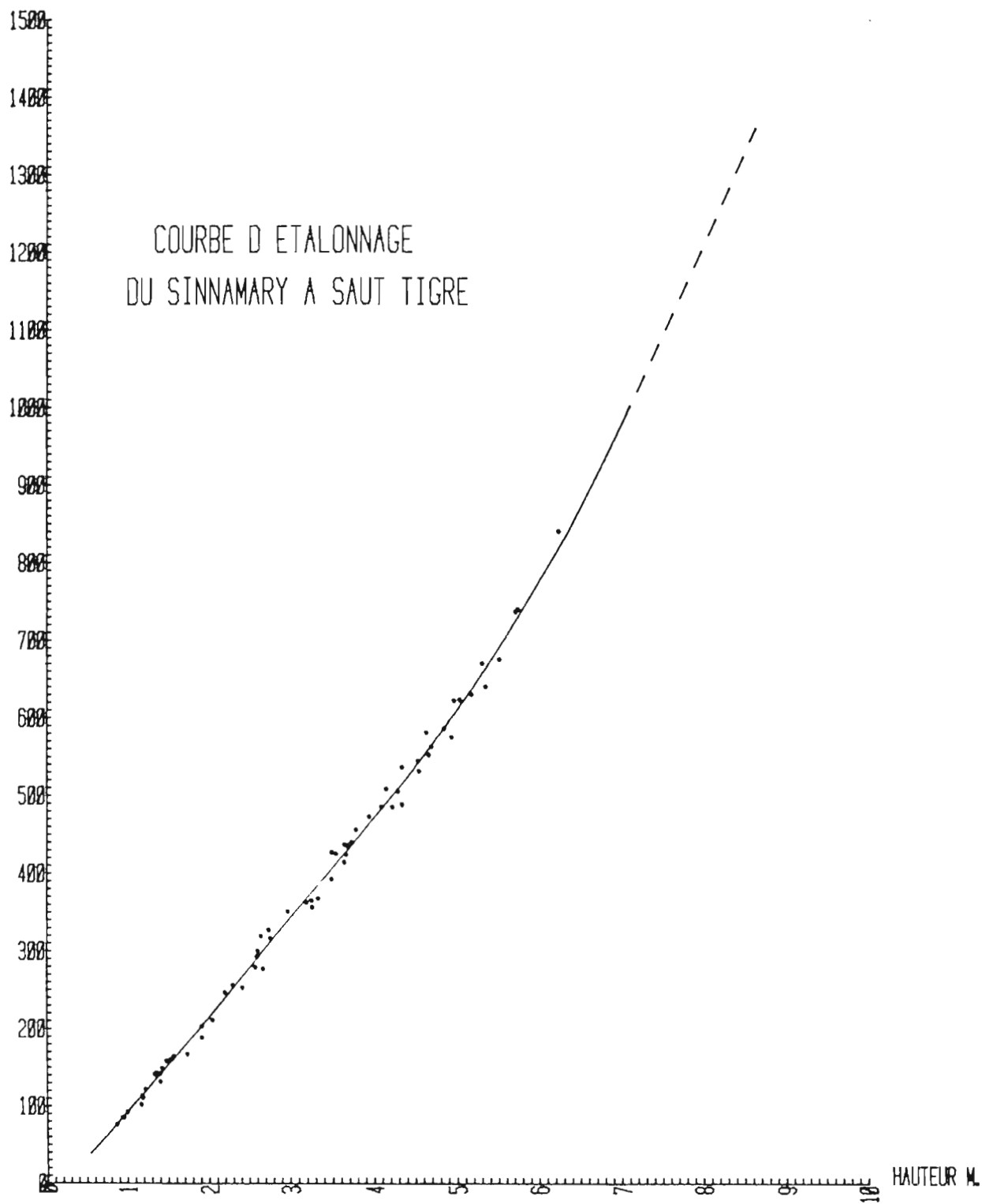


Figure 3

DEBIT M3S-1

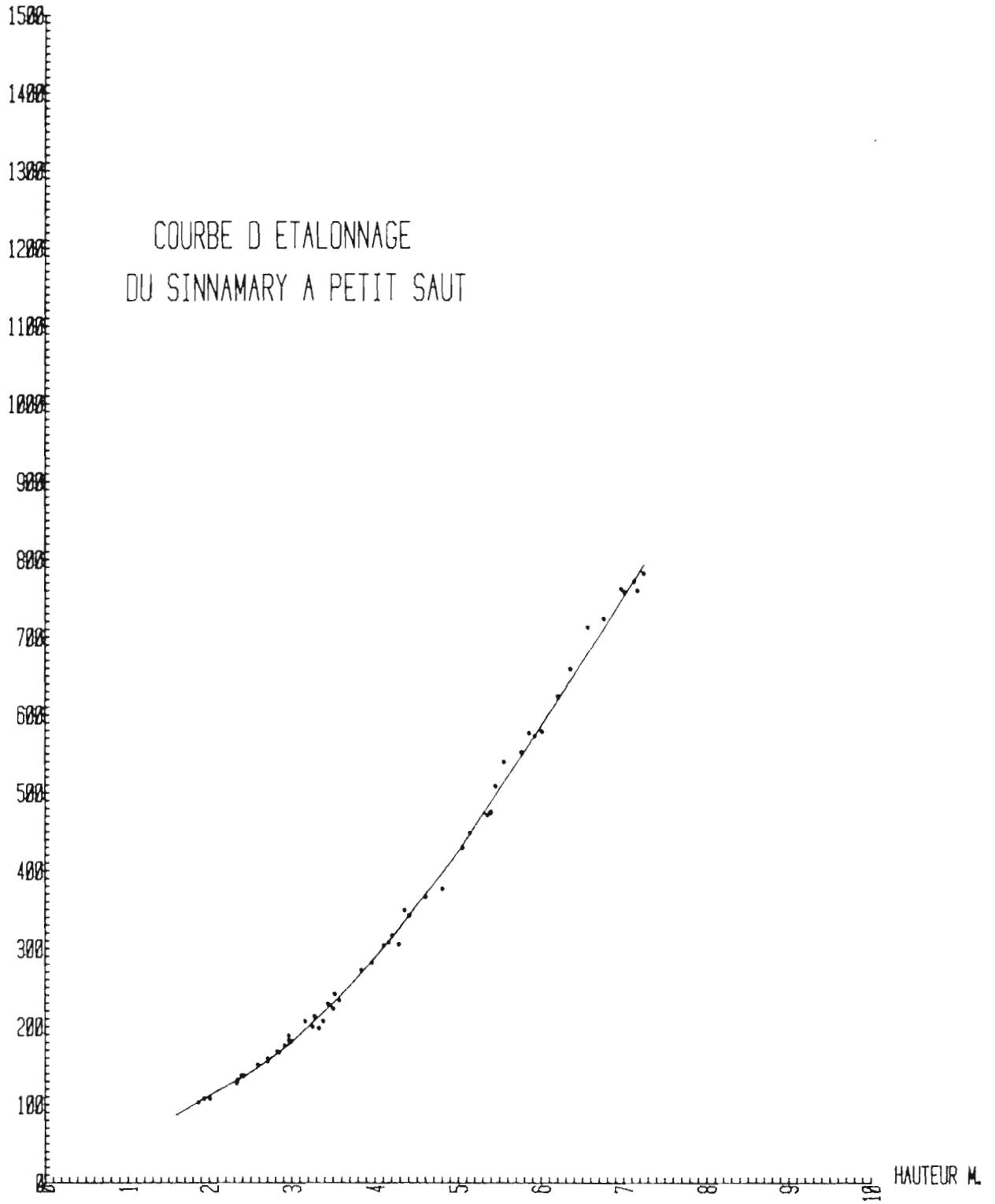


Figure 4

3. HOMOGENEISATION DES DONNEES

3.1 RELATION ENTRE DEBITS JOURNALIERS A SAUT TIGRE ET ADIEU VAT

Les débits moyens journaliers d'ADIEU VAT (Q_{AV}) ont été mis en régression avec ceux de SAUT TIGRE (Q_{ST}) de façon à :

- Récupérer les lacunes existantes à SAUT TIGRE pendant la période d'observation commune aux deux stations (1969 - 76).

- Permettre une extension de 5 ans de la durée des observations de SAUT TIGRE à partir des premières années d'ADIEU VAT (1953 - 57).

L'expression graphique de cette régression montre que la relation est très significative pour la plupart des couples XY. La présence de points nettement dispersés s'explique, soit par un déphasage de l'onde de crue entre les deux stations, phénomène qui peut apparaître à l'échelle journalière mais qui ne doit pas affecter la reconstitution des volumes écoulés à l'échelle mensuelle et annuelle, soit à l'occurrence de crues sur le COURCIBO seul ou sur le SINNAMARY seul, et que la relation fonctionnelle que nous utilisons ne pourra prendre en compte.

Les débits journaliers à SAUT TIGRE ont donc été calculés à partir de la courbe présentée en fig. 5 qui a été linéarisée en 3 segments de droite, selon le découpage suivant :

(1)	$Q_{AV} \leq 30$	$Q_{ST} = 4,68 Q_{AV} - 46,8$
(2)	$30 < Q_{AV} \leq 180$	$Q_{ST} = 2,23 Q_{AV} + 26,9$
(3)	$180 < Q_{AV}$	$Q_{ST} = 1,84 Q_{AV} + 96,8$

DEBITS MOYENS JOURNALIERS

A SAUT-TIGRE ET ADIEU-VAT

Période 1969 - 1976

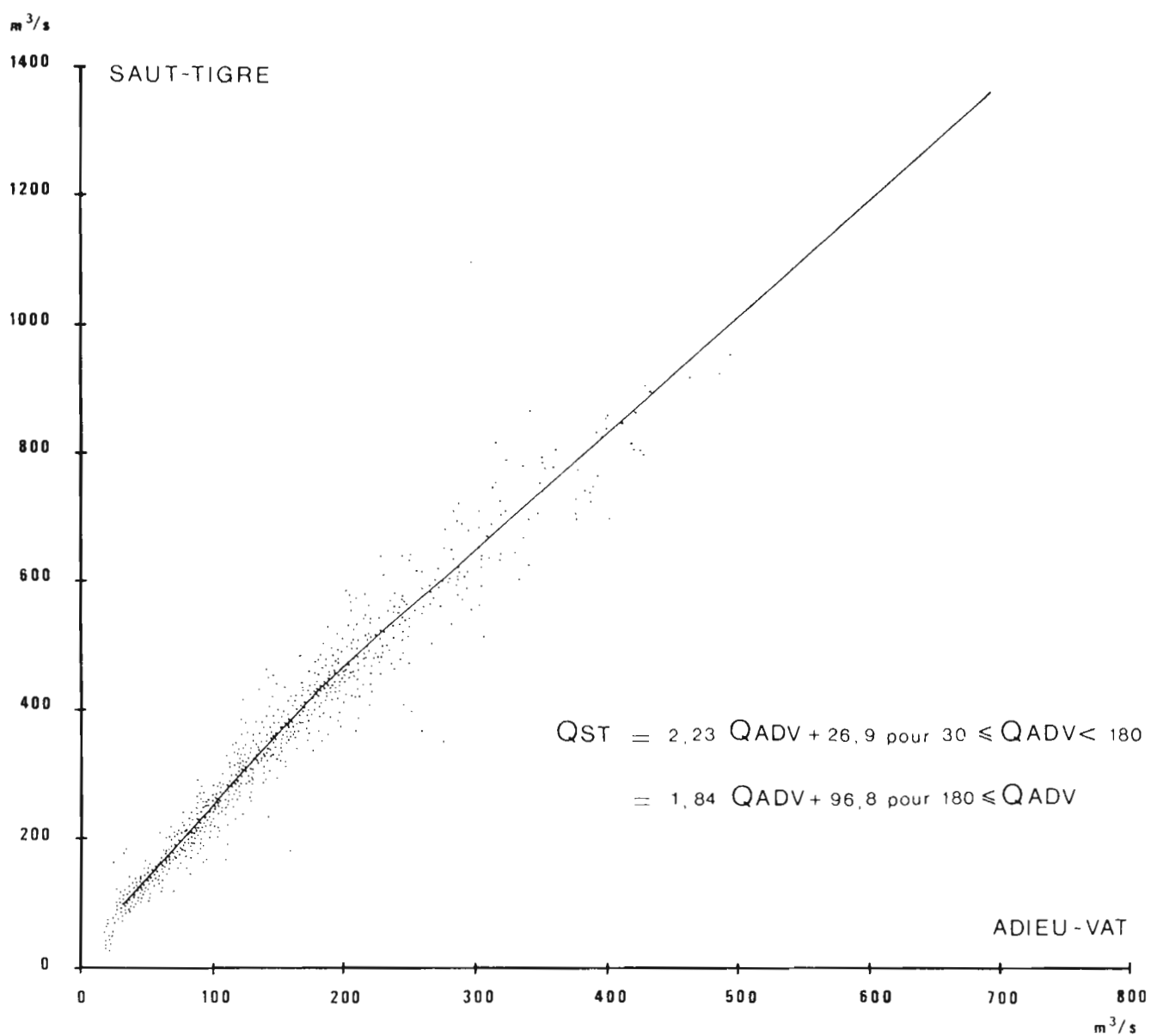


Fig. 5

DEBITS MOYENS JOURNALIERS

A PETIT-SAUT ET SAUT-TIGRE

Période 1977 - 1978

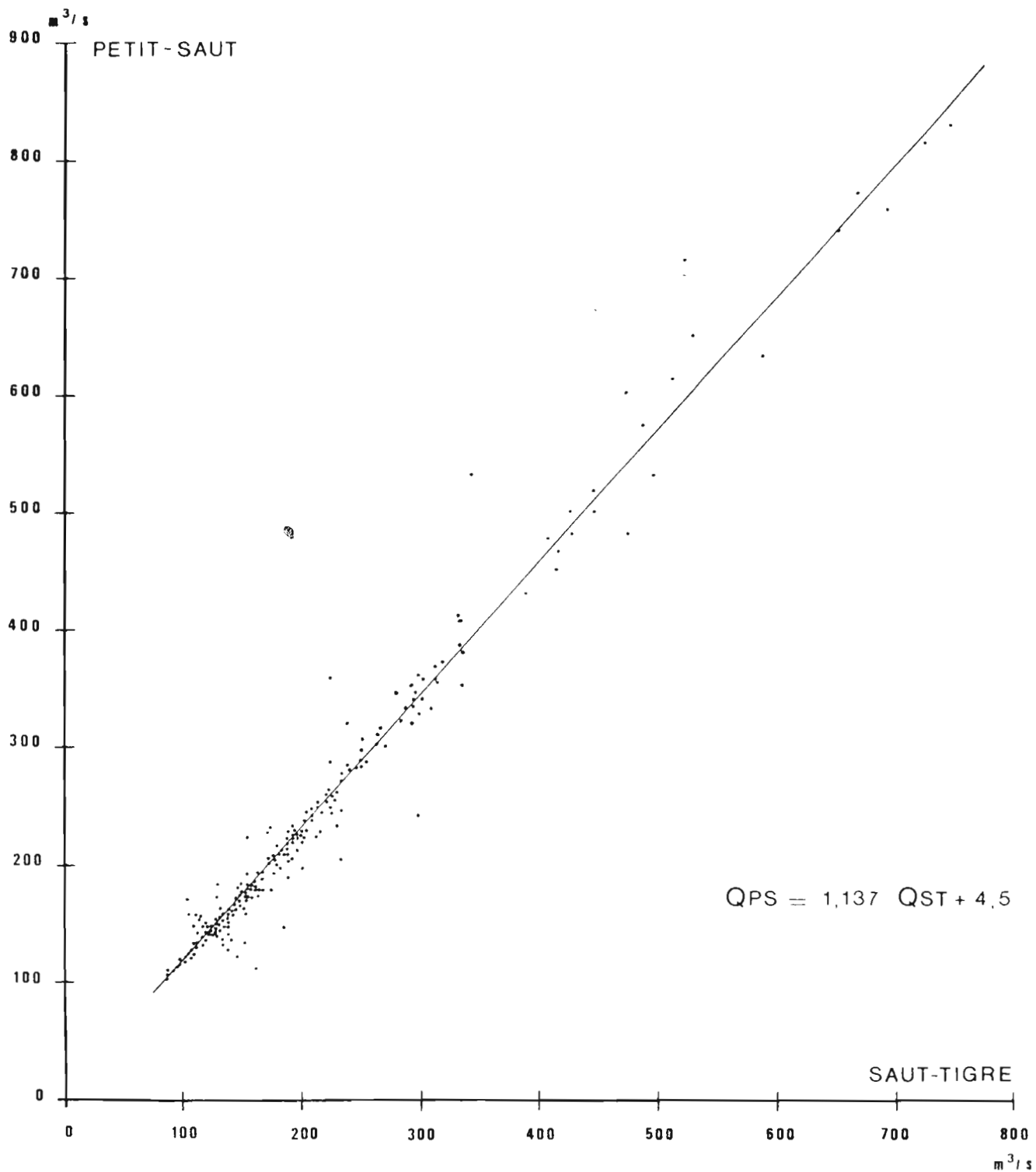


Fig. 6

Le tronçon n° (2) a été ajusté par la méthode des moindres carrés. La valeur du coefficient de corrélation r est de 0,92 ce qui confirme la qualité de la relation ainsi définie.

Les résultats de cette reconstitution, faite à l'échelle journalière font l'objet des tableaux de l'annexe I et permettent d'établir 14 années complètes à SAUT TIGRE. N'ont pu être reconstituées à l'échelle journalière, les lacunes de février, mars 1977 et celles de l'année 1979, puisqu'il n'existait qu'une seule station fonctionnelle sur le fleuve à cette époque. Le résumé à l'échelle mensuelle et annuelle figure au tableau I. Les modules de février et mars 1977 résultent d'une simple interpolation linéaire pendant la lacune d'observation effectuée par les routines de traitement électronique du Bureau Central Hydrologique de l'ORSTOM à PARIS.

3.2 RELATION ENTRE DEBITS JOURNALIERS A SAUT TIGRE ET PETIT SAUT - ORSTOM

Une régression entre les débits journaliers à SAUT TIGRE et PETIT SAUT, établie à partir d'une année hydrologique d'observations (1977 - 78) et présentée dans le rapport EDF 1978 a été utilisée pour transformer les débits mensuels de SAUT TIGRE en données PETIT SAUT (fig. 6).

La relation est de la forme

$$Q_{ps} = 1,137 Q_{st} + 4,5$$

Le faible accroissement de bassin versant entre les deux stations (14%) ne met pas en évidence la courbure de la régression constatée pour les deux stations de l'amont.

Les modules mensuels et annuels à PETIT SAUT - ORSTOM font l'objet du tableau II.

4. LES MODULES ANNUELS A PETIT SAUT - BARRAGE

4.1 MODULE MOYEN INTERANNUUEL

Le module interannuel calculé à partir des 15 années d'observation est distribué selon une moyenne $\bar{Q} = 286 \text{ m}^3/\text{s}$ et un écart-type $6Q = 55 \text{ m}^3/\text{s}$.

Rappelons que la station hydrométrique ne contrôle pas les débits transités dans la Crique COEUR MARONI. L'augmentation de 0,8 % du bassin versant traduite proportionnellement en débit, entraîne une augmentation du module annuel de $2,1 \text{ m}^3/\text{s}$. La comparaison avec le bassin adjacent de la Crique GRECOIRE ($12,4 \text{ km}^2$) confère à la Crique COEUR MARONI un module de $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$. La partie aval du bassin du SINNAMARY étant plus arrosée que l'amont, cette dernière estimation du module nous paraît le plus consistante.

LE SINNAMARY A SAUT TIGRE
DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS (m³/s)

mesurés et reconstitués avec
la station d'ADIEU VAT

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ann.
1953								217	148	102	105	141	
1954	201	267	385	418	541	322	256	223	153	119	133	124	262
1955	152	195	510	285	412	422	270	208	140	97,4	99,7	219	251
1956	357	408	541	414	549	417	334	266	195	149	153	219	334
1957	348	257	254	257	302	355	279	184	124	75,2	51,9	147	220
1969	327	294	195	361	375	325	182	157	101	66,7	40,3	68,2	208
1970	176	327	259	480	398	302	228	162	111	94,3	87,3	128	229
1971	329	406	396	497	519	532	393	229	148	124	114	121	317
1972	231	307	344	311	400	365	251	177	140	100	144	180	246
1973	122	136	113	190	332	399	212	161	143	135	138	246	194
1974	362	355	213	297	168	291	239	200	138	125	124	234	229
1975	258	168	227	234	287	402	458	272	165	111	142	175	242
1976	369	380	436	512	842	520	346	215	134	86,2	84,0	215	345
1977	291	*114	*179	434	351	356	315	211	162	126	119	259	243
1978	205	187	174	179	292	270	201	197	129	117	97,7	258	192
1979	227	-	-	-	253	294	278	183	-	-	-	122	-
1980	190	104	176	321	394	349	264	161	103	94,7	100	215	206

- = lacune ne pouvant être reconstituée.

TABLEAU I

LE SINNAMARY A PETIT SAUT
DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS (m³/s)
 (extension faite à partir de SAUT TIGRE)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ann.
1953								251	173	120	126	166	
1954	233	308	442	480	620	371	296	258	178	140	156	145	302
1955	177	226	584	329	473	484	311	241	164	115	118	254	290
1956	410	468	620	475	629	479	384	307	226	174	178	254	384
1957	400	297	293	297	348	408	322	214	145	90,0	63,5	172	254
1969	376	339	226	415	431	374	211	183	119	80,3	50,3	82,0	241
1970	205	376	299	550	457	348	264	189	131	112	104	150	265
1971	379	466	455	570	595	609	451	265	173	145	134	142	365
1972	267	354	396	358	459	420	290	206	164	118	168	209	284
1973	143	159	133	221	382	458	246	188	167	158	161	284	225
1974	416	408	247	342	196	335	276	232	161	147	145	271	265
1975	298	196	263	271	331	462	525	314	192	131	166	203	279
1976	424	437	500	587	962	596	398	249	157	103	100	249	397
1977	335	134	208	498	404	409	363	244	189	148	140	299	281
1978	238	217	202	208	337	311	233	228	151	138	116	298	223
1979	263	-	-	-	292	339	321	213	-	-	-	143	-
1980	221	123	205	369	452	401	305	188	122	112	118	249	239

- = lacune ne pouvant être reconstituée.

TABLEAU II

En résumé l'accroissement du débit entre la station ORSTOM et le pied de barrage est de l'ordre de 1%, ce qui a pour effet de monter le module à 289 m³/s.

En fait, la courte période des débits observés ou reconstitués est susceptible d'introduire un biais beaucoup plus important dans la connaissance du module interannuel moyen.

La détermination du module moyen vrai ne pourrait se faire que par comparaison avec des séries pluviométriques longues. De telles observations n'existent pas sur le bassin et l'on ne peut se référer qu'aux chroniques de ROCHAMBEAU et de SINNAMARY (Tableau 3) :

Station	ROCHAMBEAU	SINNAMARY
Période	1931-1980	1956-1980
N années	50	24
Moyenne sur N(\bar{M})	3720 mm	2714 mm
	(1)	(2)
Période	1954-57 et 1969-80	1954-57 et 1969-80
n années	15	14
Moyenne sur n(\bar{m})	4012 mm	3025 mm
$R = \bar{M}/\bar{m}$	1,08	1,11

(1) sauf 1979

(2) sauf 1977 et 1979

TABL. III : PLUVIOMETRIE A ROCHAMBEAU ET SINNAMARY
(moyennes 'vraies' et moyennes sur 14 ans)

L'examen de ce tableau ne laisse aucun doute sur le fait que la période de relevés hydrologiques à laquelle nous nous référons correspond à une phase humide, et donc à un module excédentaire par rapport à la normale. Il semble prudent de réduire de 10% environ la valeur calculée sur 15 ans, ce qui situerait le débit moyen interannuel du SINNAMARY à PETIT SAUT-BARRAGE à 260 m³/s, soit un débit spécifique de 44 litres par seconde et par km².

4.2 REPARTITION DES MODULES ANNUELS

Malgré l'arsenal des moyens du calcul automatique, l'hydrologue reste néanmoins bien démuni lorsqu'il s'agit de manipuler une série courte de données, par exemple, pour probabiliser la chronique des modules annuels et se voit obligé de recourir à une convergence d'observations plus ou moins subjectives susceptibles de corriger les insuffisances des estimations obtenues par l'application brutale des méthodes numériques.

Ainsi, l'examen des pluies annuelles à ROCHAMBEAU entre 1931 et 1980 fait apparaître que la période hydrologique à PETIT SAUT comporte 3 des 4 pluies annuelles les plus abondantes en 50 ans de relevés, ce qui confirme l'observation faite au paragraphe précédent.

Année	Pmm	F
1976	5429	0,99
1938	5308	0,97
1971	4931	0,95
1956	4921	0,93

F = fréquence expérimentale au non-dépassement ($F = (r - 0,5) / N$)

Il n'y a bien sûr qu'un rapport assez lointain entre la fréquence d'un module hydrologique et celle du module pluviométrique de l'année correspondante, qui plus est lorsque les précipitations sont mesurées à 75 km du bassin versant ! On peut néanmoins affirmer que les probabilités expérimentales au non dépassement des 3 modules les plus élevés (56, 71 et 76) calculées sur 15 ans sont certainement inférieures à leur valeur réelle. Ceci est particulièrement vrai pour l'année la plus abondante (1976) qui s'est terminée par une saison sèche très sévère, au profit d'une concentration exceptionnelle des précipitations en saison pluvieuse. Par exemple ROCHAMBEAU a 'bénéficié' de 4997mm de pluie pendant les 7 premiers mois de l'année (moyenne interannuelle 3720). La station de St ELIE située sur le bassin versant de la Crique TIGRE a reçu 2554 mm pendant ces même sept mois, soit exactement la valeur de la moyenne annuelle, alors que les 2 mois de saison sèche, septembre et octobre, ne recevaient que 40% des 167 mm moyens espérés (J. DUFRESNE 1977).

De telles conditions ne pouvaient que favoriser le ruissellement et conférer au phénomène hydrologique un caractère au moins aussi exceptionnel que celui constaté sur la pluviométrie.

C'est pourquoi l'estimation de la distribution des modules que nous avons faites, selon une loi de GALTON (fig. 7) avec $X_0=0$ s'écarte résolument des points correspondant à ces trois années abondantes pour leur conférer une période de retour plus longue que la valeur déduite de l'échantillon au profit d'un ajustement plus serré autour des valeurs centrales de la distribution. On constatera en effet que la probabilité au non dépassement de l'année 1976 se situe à 0,99 sur la droite de HENRY, valeur du même ordre que celui annoncé précédemment pour le module pluviométrique de cette même année.

Selon cette estimation, on aurait :

Module médian	:	275 m ³ /s
Module décennal humide	:	333 m ³ /s
Module décennal sec	:	224 m ³ /s
Module centennal humide	:	394 m ³ /s
Module centennal sec	:	188 m ³ /s

Dans l'échantillon de PETIT SAUT, l'année 1975 serait proche de l'année médiane en terme d'abondance annuelle. 1973 et 1978 auraient vu s'écouler des modules déficitaires de période décennale et il est à noter que la chronique ne comporte pas d'évènements plus rare dans ce sens. Par contre l'année 1976 présente des caractéristiques voisines de l'évènement centennal humide.

PROBABILITÉ $\times 10^4$

rang	année	module m^3/s	frequence $(r - 0,5)/N$
1	78	223	0333
2	73	225	1000
3	80	239	1667
4	89	241	2333
5	57	254	3000
6	70	265	3667
7	74	265	4333
8	75	279	5000
9	77	281	5667
10	72	284	6333
11	55	290	7000
12	54	302	7667
13	71	365	8333
14	56	364	9000
15	76	397	9667

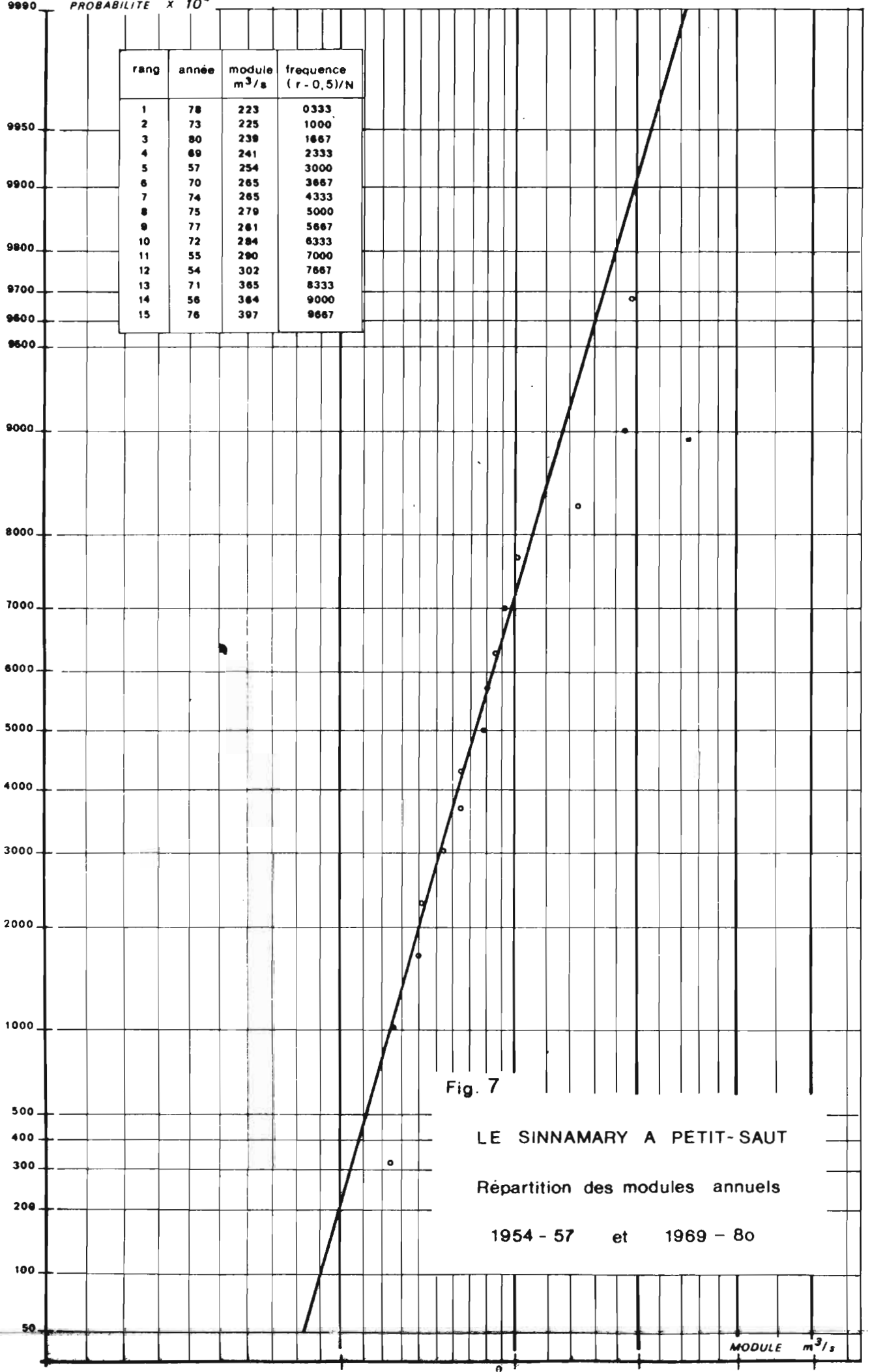


Fig. 7

LE SINNAMARY A PETIT-SAUT

Répartition des modules annuels

1954 - 57 et 1969 - 80

MODULE m^3/s

4.3 FORME DE L'HYDROGRAMME ANNUEL

Les formes de l'ensemble des 15 hydrogrammes présentent entre elles davantage de divergences que de points communs.

Le phénomène le plus permanent et le plus caractéristique semble être la date d'occurrence des étiages. Les mois les moins abondants sont novembre ou octobre, et le minimum journalier absolu se situe en novembre pratiquement dans tous les cas, et la remontée de la moyenne de ce dernier mois s'explique par l'arrivée précoce de la Zone Intertropicale de Convergence dans les derniers jours du mois, marquant le début de la saison des pluies et la reprise du ruissellement. Ainsi, le minimum journalier consécutif à la fin du tarissement s'est toujours situé entre le 6 et le 26 novembre. Exceptionnellement des minimums absolus isolés peuvent être observés en dehors de cette courte période (12 décembre en 1954, 17 décembre en 1971, 24 octobre en 1972).

La dispersion dans le temps est plus grande en ce qui concerne les hautes eaux. Le mois le plus abondant est mai (50% des cas), suivi par juin (20% des cas) et avril (15% des cas), mais a aussi été juillet (1975), mars (1955) ou même janvier (1974). La valeur typique du débit de ce mois est de 1,8 fois le module annuel avec un maximum et un minimum constatés de 2,42 et 1,51.

Le petit minimum de la saison des pluies en Guyane dit 'petit été de mars' et qui se situe en février si l'on se réfère à la pluviométrie, n'est visible sur l'hydrogramme dans la moitié des cas seulement.

Nous avons essayé de corrélérer les pourcentages des volumes écoulés pendant les 4 mois les plus forts avec le module annuel sans résultats significatifs. Des régressions entre module et débits de 120 ou 90 jours consécutifs n'ont pas été plus fructueuses. Il en a été de même dans la recherche d'une relation entre la date de début de ces périodes de hautes eaux et l'écoulement annuel.

En conclusion, l'échantillon des débits mensuels et annuels dont nous disposons à PETIT SAUT ne permet pas d'établir de relation entre la forme de l'hydrogramme annuel et son volume. En cas de simulation du fonctionnement de la retenue par un modèle stochastique, la distribution des débits mensuels pourra donc être choisie indépendamment du module de l'année considérée.

5. LES CRUES

5.1 DEBITS MAXIMUMS INSTANTANES ANNUELS

A l'occasion de cette étude, les hauteurs maximales enregistrées à SAUT TIGRE de 1969 à 1980 ont fait l'objet d'un contrôle systématique (Tableau IV). Il en ressort que la qualité de l'échantillon est satisfaisante puisque deux valeurs seulement sont imparfaites : en 1975 l'hydrogramme est tronqué tout à fait en sommet de crue par suite d'un blocage du flotteur et en 1976 le maximum seul est connu (panne du mouvement). A noter que le débit correspondant à cette cote du 30.04.1976 (H = 826) est tout à fait cohérent avec le débits de cette même crue à ADIEU VAT (fig. 8).

En ce qui concerne la période 1954 - 57, les débits de pointes ont été reconstitués à partir d'une régression entre débits maximums à ADIEU VAT et SAUT TIGRE établie à partir des seules pointes de crue sur la période 1969 - 1976 (fig. 8). On en tire la relation

$$QM_{ST} = 1,93 QM_{AV} + 53,5 \quad (r = 0,98 ; N = 63)$$

TABLEAU IV : Présentation de l'échantillon de débits maximums instantanés à PETIT SAUT

Année	Débits m ³ /s	Date	origine et qualité de la donnée
1954	1185	22/05	} 1 lecture d'observateur par jour à ADIEU VAT transformation (1) QST = 1,93 QADV + 53,5 + transformation (2) QPS = 1,137 QST + 4,5
1955	1180	9/03	
1956	1062	6/05	
1957	829	25/04	
1969	1018	6/02	(H = 658 à 9H00
1970	986	10/04	(H = 645 à 15H00
1971	1066	19/06	(H = 678 à 21H00
1972	747	23/05	(H = 527 à 21H00
1973	914	16/05	(Hauteurs effective- H = 612 à 3H00
1974	920	8/02	(ment enregistrées à H = 615 à 21H00
1975	1039	22/07	(SAUT TIGRE H = 667 à 21H00 (*)
1976	1446	30/04	(+ H = 826 (**)
1977	1528	26/04	(transformation (2) H = 854 à 3H00
1978	824	31/12	(H = 568 à 21H00
1980	820	15/05	(H = 566 à 15H00

(*) flotteur bloqué pendant la montée, hauteur de la crue connue à 20 ou 30 cm par défaut.

(**) limnigraphe en panne d'horlogerie. Maximum seul visible.

DEBITS DE POINTE

A SAUT-TIGRE ET ADIEU-VAT

Période 1969 - 1976

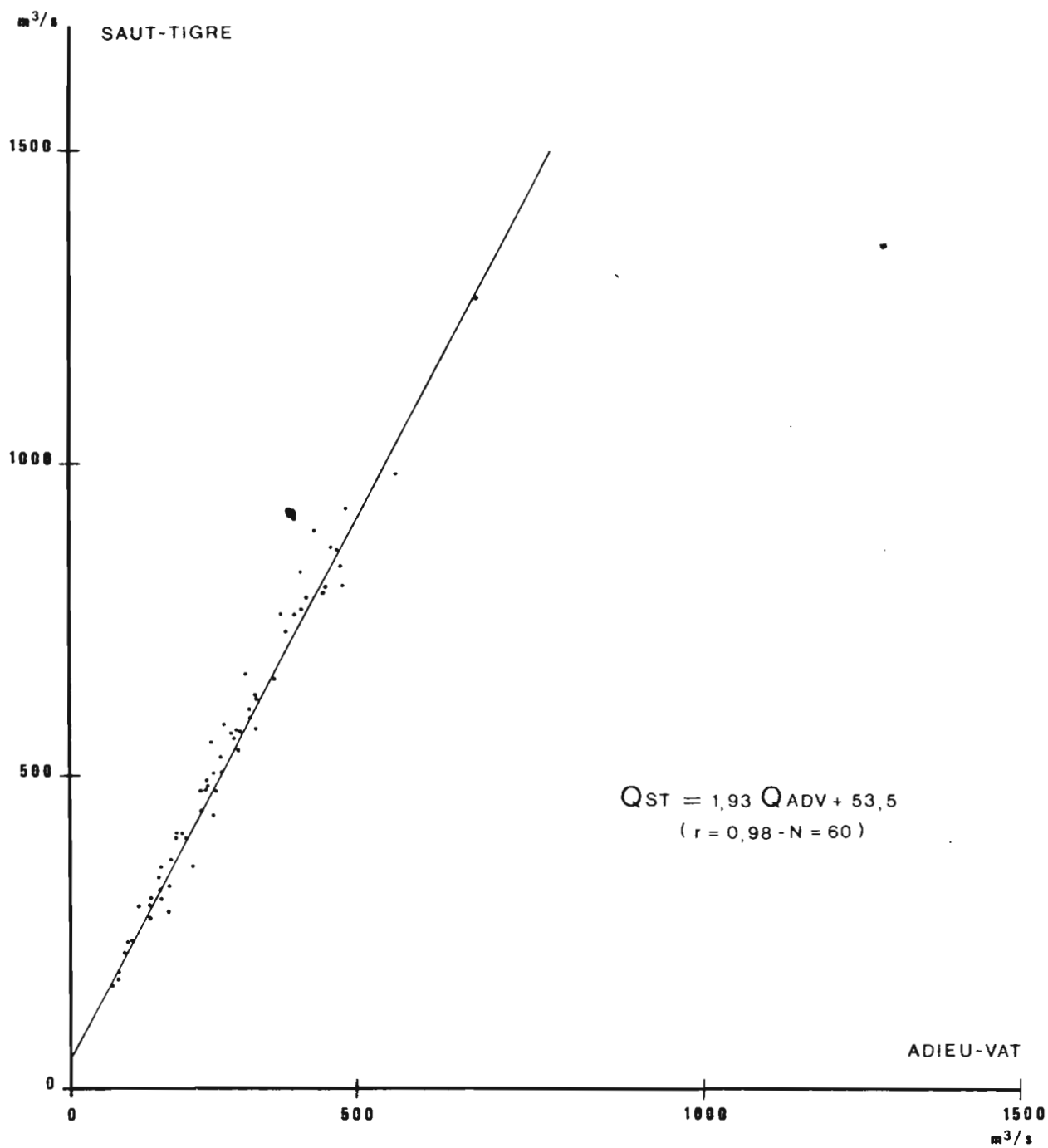


Fig. 8

On constate que la relation est extrêmement serrée et fort peu différente de celle établie au niveau journalier au-dessus de 180 m³/s (cf. 3.1) puisque les deux expressions aboutissent à des débits pratiquement identiques aux alentours de 1000 m³/s à SAUT TIGRE.

Les débits de pointe à SAUT TIGRE ont ensuite été transformés par l'équation définie à partir des observations de 1977 et 1978 (cf. 3.2), pour aboutir aux valeurs de débits à PETIT SAUT tels qu'ils figurent en colonne 2 du tableau IV.

Cet échantillon est borné par les valeurs 747 et 1528 m³/s. La moyenne et l'écart-type sont respectivement 1038 et 224 m³/s et la valeur médiane de 1062 m³/s.

Les deux crues les plus puissantes se singularisent nettement dans l'échantillon. Le maximum absolu de 1977 avec 1528 m³/s est dû à un épisode pluvieux isolé mais particulièrement abondant. A titre d'exemple sur la piste de St ELIE (Bassins Versants ECEREX), les pluies journalières ont été de 95, 128 et 135 millimètres respectivement les 22, 23 et 24 avril. Ces précipitations dont la modulation n'est pas connue sur le bassin du SINNAMARY amènent la crue du 26.04 avec le maximum de 8m54 à SAUT TIGRE. Il n'existe pas en Guyane, à notre connaissance de statistique de pluies pour une période dépassant 24 heures, mais la production de 360 mm en 3 jours constitue certainement un des records absolus, et il est vraisemblable que la probabilité au non dépassement de cette crue soit sous-estimée par sa probabilité expérimentale (0,9667).

Quant à la deuxième valeur la plus élevée (1268 m³/s en 1976), celle-ci se situe au coeur d'une saison pluvieuse exceptionnellement abondante comme cela a été évoqué dans l'étude des modules.

Compte tenu de la présence de deux événements "exceptionnels" dans un échantillon de taille aussi réduite, on doit s'attendre à des valeurs fortes pour les débits de grande période de retour, dans

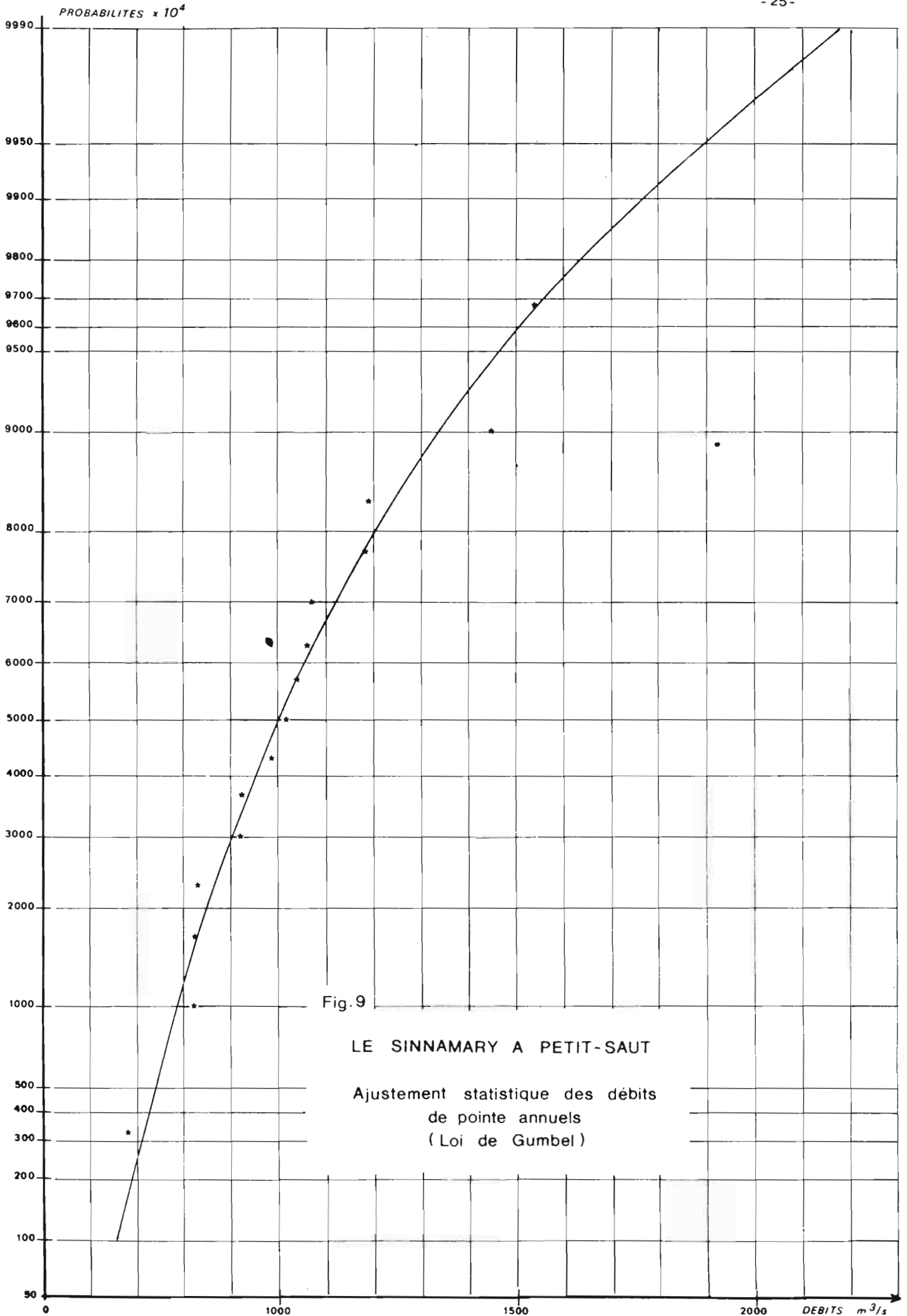
la mesure ou toutes les méthodes d'estimation des paramètres de distributions tendent précisément à ajuster au mieux la distribution calculée avec celle de l'échantillon observé. Or, pas plus que l'échantillon des modules, la série des 15 crues ne semble tirée au hasard et représentative de la population des débits de pointes, bien que dans ce cas des arguments tout à fait objectifs fassent défaut (pluviométrie sur le bassin par exemple).

Ces restrictions étant admises, l'échantillon a été traité par le logiciel standard du Bureau Central Hydrologique à BONDY, qui a calculé par la méthode du maximum de vraisemblance les paramètres de 9 distributions susceptibles de représenter la variabilité du phénomène, à savoir :

Loi de GAUSS
Loi de GUMBEL
Loi de GALTON
Loi de PEARSON III (en x)
Loi de PEARSON V (en $1/x$)
Loi de GOODRICH
Loi de FRECHET
Loi LOG-GAMMA de 1^o espèce
Loi DES FUITES

Un test d'adéquation a été calculé pour chacun des ajustements. Le tableau V résume les résultats obtenus avec les 5 lois, s'ajustant le mieux à la distribution de l'échantillon, à savoir dans l'ordre GUMBEL, PEARSON V, LOG-GAMMA, GALTON et PEARSON III.

Les débits correspondants aux diverses fréquences sont pratiquement égaux quel que soit la loi considérée et un seul des ajustements (GUMBEL) a été représenté graphiquement (fig. 9).



PROBABILITE au NON DEPASSEMENT	RECURRENCE EN ANNEES	AJUSTEMENT SELON LES LOIS :				
		GUMBEL	PEARSON V	LOG GAMMA	GALTON	PEARSON III
.01	100	656	653	654	655	663
.05	20	733	731	731	731	730
.10	10	780	779	779	779	776
.20	5	845	845	845	844	841
.50	2	996	999	999	999	999
.80	5	1 200	1 200	1 200	1 201	1 206
.90	10	1 334	1 329	1 330	1 331	1 335
.95	20	1 464	1 453	1 453	1 453	1 453
.98	50	1 631	1 612	1 611	1 608	1 599
.99	100	1 757	1 732	1 731	1 724	1 703
.999	1 000	2 171	2 144	2 134	2 107	2 031
.9999	10 000	2 585	2 584	2 561	2 501	2 387

TABLEAU V : Débits maximums instantanés du SINNAMARY
à PETIT SAUT (M³/S) pour diverses fréquences
selon différentes distributions

(Ajustement à partir des maximums annuels)

On aboutirait ainsi aux résultats suivants

	Q m ³ /s	q l/s/km ²
crue annuelle	1000	170
décennale	1330	226
vicennale	1450	247
centennale	1730	294
millennale	2150	366
dix millennale	2500	425

La comparaison de ces valeurs avec celles d'autres rivières guyanaises peut faire référence aux travaux de DUBREUIL et HIEZ (1963) établis avec 6 à 11 ans de relevés seulement, ou mieux à la Notice Hydrologique de l'Atlas de la Guyane établie par HOEPFFNER et RODIER (1976). Les conditions de cette dernière étude sont les suivantes :

"...Pour les bassins de la Guyane, la crue annuelle sera représentée par le débit maximal journalier... Nous avons ainsi 25 crues annuelles pour 4 stations du MARONI et 3 stations de l'OYAPOCK. Chacun des 7 échantillons a été ajusté à une loi de GAUSS. Nous constatons que les distributions sont normales. Par contre les données obtenues aux stations de SAUT SABBAT (MANA) et ADIEU VAT (COURCIBO) n'ont pas permis d'établir des corrélations satisfaisantes avec d'autres stations. Les valeurs des médianes et des crues décennales ont été de ce fait estimées. La série de crues à PIERREITE sur l'APPROUAGUE a été reconstituées à partir des données du TAMPOC à DEGRAD ROCHE..."

Les résultats de ces travaux concernant des bassins de taille comparable à celui de PETIT SAUT figurent au tableau VI (1^{ère} valeur)

Enfin dans "BILAN DE VINGT-CINQ ANNEES D'ETUDES HYDROLOGIQUES EN GUYANE FRANCAISE" les 'crues maximales annuelles' ont fait l'objet d'un ajustement de GALTON et aboutissent aux résultats portés sur la deuxième ligne du tableau VI. Il s'agit probablement aussi de débits maximums journaliers.

Dans les deux cas, le bassin du SINNAMARY se classait nettement en tête et les débits décennaux et centennaux du COURCIBO (210 et 246 l/s/km²) sont assez proches de notre estimation (226 et 294 l/s/km²), bien qu'ils ne prennent en compte la plus forte crue de 1977.

On a vérifié tout d'abord que la prise en compte des maximums instantanés ou celles des maximums journaliers n'était pas décisive pour l'étude des crues. Il en est bien ainsi puisque les deux valeurs diffèrent toujours de moins de 5% et il n'y a donc pas de biais introduit à ce niveau (Tableau VII).

On peut également s'interroger sur l'origine de la différence entre les valeurs du SINNAMARY et celles du TAMPOC ou du CAMOPI. La pluviométrie est très mal connue à l'intérieur de la Guyane, mais la carte d'isohyètes inter-annuelles établies par la Météorologie Nationale sur la période 1956 - 75 et le tracé de l'ATLAS DE LA GUYANE concordent pour situer la quasi totalité du bassin versant de DEGRAD ROCHE en deçà de l'isohyète 2250 et plus de la moitié de celui-ci à moins de 2000 mm. Le bassin du CAMOPI à BIENVENUE serait un peu plus arrosé mais la moyenne n'atteint pas 2500 mm. Le cas du SINNAMARY est bien différent car si le haut bassin en rive gauche est relativement sec (St ELIE 2558 mm 1956 - 75), toute la rive droite est censée recevoir de 3000 à 3300 mm par an. La partie aval est encore plus arrosée puisque la moyenne des 13 années 1968 à 1980 calculée au poste 6 de la Crique Grégoire atteint 3617 mm.

Ce pluviographe actuellement encore en service n'est situé qu'à 5 km à vol d'oiseau de PETIT SAUT.

STATION	SUPERFICIE km ²	DEBIT SPECIFIQUE l/s/km ²	
		décennal	centennal
TAMPOC A	7650	124	150
DEGRAD ROCHE		121	177
APPROUAGUE A	6200	125	(137)
PIERRETTE		128	165
CAMOPI A	4810	141	162
BIENVENUE		136	164
COURCIBO A	2430	210	-
ADIEU VAT		210	246

TABLEAU VI : Débits spécifiques de crue de fréquences décennale et centennale pour les petits bassins du réseau hydrométrique de la Guyane.

Selon

- ATLAS DE LA GUYANE (HOEPPFNER et RODIER) = 1^è ligne
- BILAN DE VINGT-CINQ ANNEES D'ETUDES
HYDROLOGIQUES = 2^è ligne

ANNEE	Q _i MAX M ³ /S	\bar{Q}_j MAX M ³ /S	R
1969	891	865	1,03
1970	863	861	1,00
1971	934	905	1,03
1972	654	654	1,00
1973	800	769	1,04
1974	805	792	1,02
1975	910	910	1,00
1976	1268	1258	1,01
1977	1340	1312	1,02
1978	721	688	1,05
1980	717	695	1,03

TABLEAU VII : LE SINNAMARY A SAUT TIGRE rapport entre débit maximum instantané (Q_i MAX) et débit maximum journalier (\bar{Q}_j MAX)

Toutes ces considérations sont de nature à expliquer la spécificité des résultats du SINNAMARY mais n'annulent pas les restrictions exprimées au début de ce paragraphe sur la valeur des estimations des crues de fréquence rares (centennale et au delà) à partir de l'échantillon de 15 années.

5.2 DEBITS MAXIMUMS INSTANTANES DE CRUES INDEPENDANTES

Afin d'obtenir un échantillon plus fourni et moins influencé par les valeurs extrêmes, nous avons essayé d'ajuster une loi de distribution à l'ensemble des crues indépendantes dépassant un seuil donné. Nous avons admis que le critère d'indépendance était respecté dès lors que deux points de crues étaient séparées par au moins 15 jours. Il est rare en effet que la Zone Intertropicale de Convergence stationne sur la GUYANE et soit active pendant plus d'une dizaine de jours consécutifs. Un seuil de troncature relativement élevé ($500 \text{ m}^3/\text{s}$) élimine les risques de prises en compte d'intumescences d'une même onde de crue dépassant 15 jours.

Ce processus d'extraction a porté sur les maximums instantanés. C'est ainsi que l'on retrouve dans ce nouvel échantillon de 60 valeurs, les 15 débits de pointe annuels précédemment sélectionnés (Tableau VIII).

L'ajustement a été fait selon les deux modèles exponentiel et gauss-logarithmique par la méthode du maximum de vraisemblance. Les résultats de ce calcul sont pointés sur la figure 10 et inscrits au tableau IX ci-dessous :

RIVIERE : SINNAMARY

STATION FICTIVE DE PETIT SAUT

TABLEAU VIII : Débits maximums instantanés dépassant 500 m³/s
et séparés de plus de 15 jours

ANNEE	DATE	Q(M ³ /S)	ANNEE	DATE	Q(M ³ /S)	
1954	21/03	639	1973	25/04	714	
	25/04	963		16/05	914	
	22/05	1185		10/06	910	
1955	9/03	1180	1974	8/02	920	
	29/03	875		24/02	659	
	22/05	734		28/03	620	
	8/06	816		21/06	698	
				24/12	869	
1956	21/01	1044	1975	21/03	598	
	23/02	824		19/04	669	
	21/03	1055		19/05	631	
	9/04	803		2/06	758	
	6/05	1062		22/06	612	
	4/06	744		21/07	1039	
1957	25/04	829	1976	20/01	673	
1969	2/01	643		10/02	1123	
	6/02	1018		25/02	580	
	25/04	655		2/04	612	
	21/06	753		30/04	1446	
1970	17/01	633		28/06	649	
	10/04	986		1977	26/03	615
	5/05	663	26/04		1528	
			30/05		575	
1971	16/01	869	24/12		891	
	21/02	836	1978	29/03	744	
	16/03	990		30/05	811	
	13/05	955		13/12	824	
	19/06	1066		1980	6/04	659
	15/07	582			15/05	820
			9/06		719	
1972	24/02	680				
	28/03	658				
	23/05	747				

DEBITS DE POINTE M3S-1

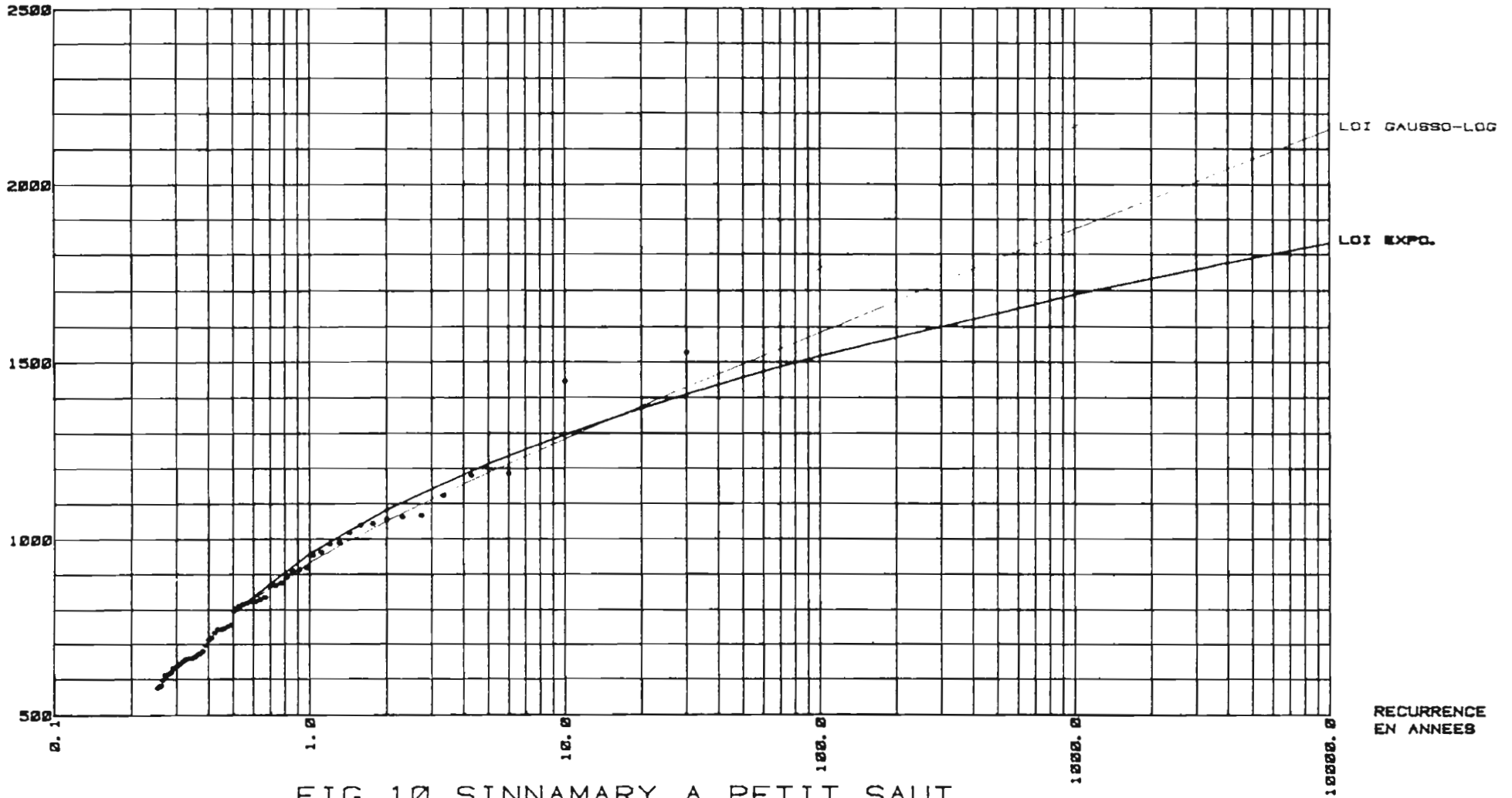


FIG. 10 SINNAMARY A PETIT SAUT
AJUSTEMENT STATISTIQUE DES DEBITS DE POINTE
ECHANTILLON DE CRUES INDEPENDANTES TRONQUE A 500 M3S-1

PERIODE DE RECURRENCE	AJUSTEMENT SELON MODELE	
	EXPONENTIEL	GAUSSO-LOG
2 ANS	1081	1050
5 ANS	1212	1187
10 ANS	1295	1283
20 ANS	1369	1376
50 ANS	1456	1494
100 ANS	1516	1583
1 000 ANS	1688	1871
10 000 ANS	1832	2155

TABLEAU IX : Débits maximums instantanés (m^3/s) de la SINNAMARY à PETIT SAUT.
(Echantillon de crues indépendantes tronqué à $500 m^3/s$)

Alors que l'ajustement statistique des maximums annuels passait par le point de fréquence expérimental de la plus forte crue, ce qui avait pour effet d'augmenter les débits calculés de fréquence rare, la représentation graphique de l'ajustement sur échantillon tronqué (fig. 10) fait apparaître une discordance très nette entre les récurrences expérimentales et calculées des crues de 1976 et 1977.

Les périodes de retour calculées de ces deux événements seraient respectivement de 33 et 65 ans avec le modèle GAUSSO-LOG et de 45 et 100 ans avec le modèle EXPONENTIEL. Les durées obtenues avec le dernier modèle sont singulièrement élevées et le débit de projet associé de $1832 m^3/s$ ne peut être considéré avec sérénité compte tenu de l'existence de deux crues de l'ordre de $1500 m^3/s$ dans l'échantillon observé.

Le débit de $2155 m^3/s$ obtenu avec l'ajustement gausso-logarithmique est plus crédible, de même que les récurrences calculées de 76 et 77 (33 et 65 ans).

En allant davantage dans le sens de la sécurité, et en affectant à ces deux événements des périodes de retour de 15 et 50 ans, les différents ajustements qui avaient été tentés sur les maximums instantanés convergent vers un débit de projet de $2250 m^3/s$.

C'est ce dernier procédé, à la fois réaliste et sécuriste que nous mettrons en oeuvre et selon lequel les débits de récurrence donnée sont les suivants :

RECURRENCE	DEBITS (M ³ /S)
2 ANS	1000
10 ANS	1300
20 ANS (crue de chantier)	1450
100 ANS	1650
1 000 ANS	1970
10 000 ANS (crue de projet)	2250

Ces estimations donnent des coefficients de FRANCOU de 3,29 pour la crue de chantier et de 3,74 pour la crue de projet, les crues de 1977 et 1976 ayant eu respectivement des coefficients de 3,34 et 3,29.

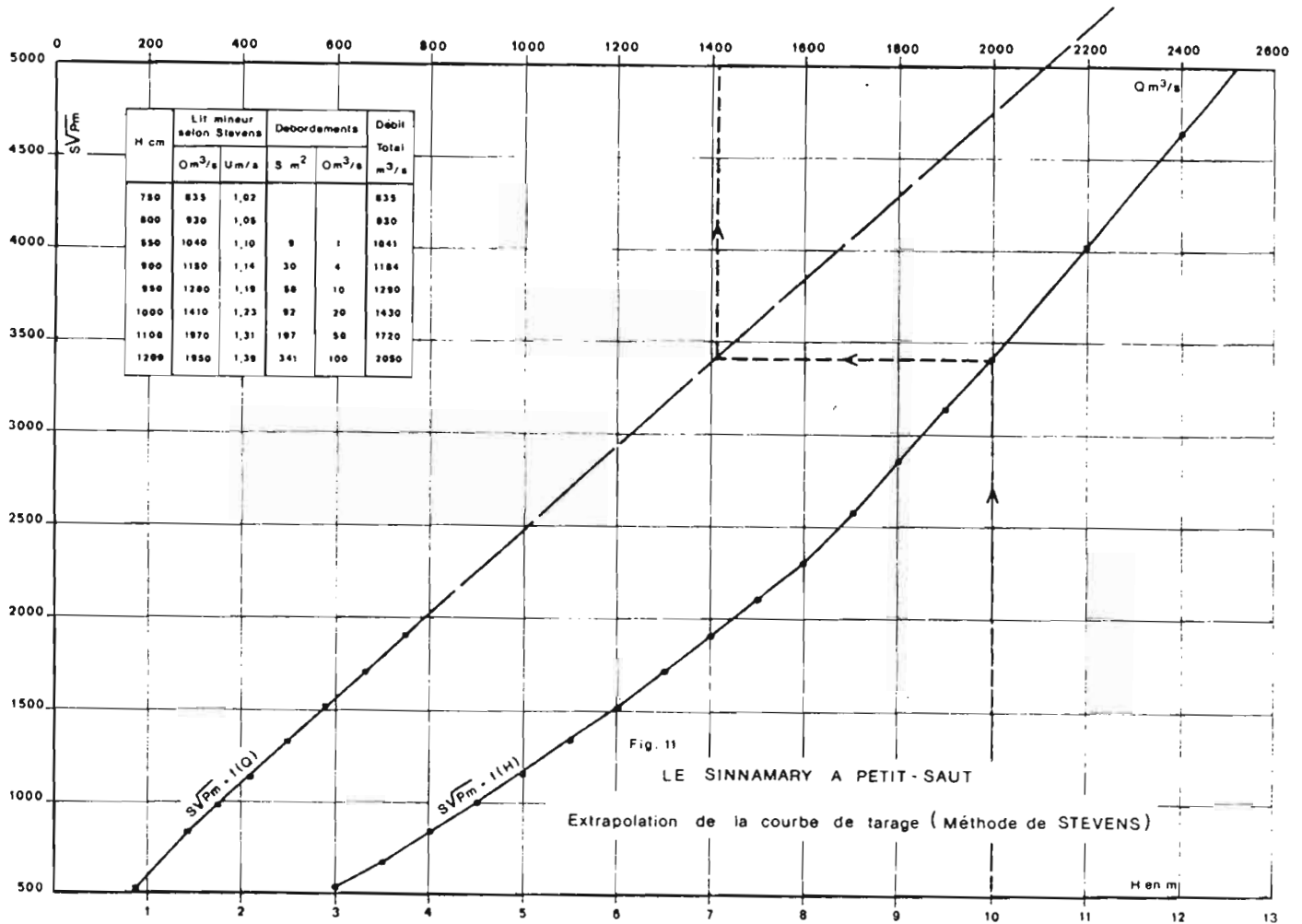
Pour cette taille de bassin versant en Guyane, l'estimation faite par FRANCOU et RODIER (1967) était de 2,46 à DEGRAD ROCHE sur le TAMPOC. Ce chiffre est passé depuis à 2,76 (1047 m³/s en 1969 pour 7650 km²) mais nous avons déjà évoqués les possibilités limitées à comparer ces deux bassins.

5.3 Niveau atteint par les crues exceptionnelles au site de l'aménagement.

La connaissance du niveau du plan d'eau à la station hydrométrique de PETIT SAUT pour les débits de fréquence donnée revient à extrapoler la courbe d'étalonnage au delà du domaine effectivement mesuré ($H = 7\text{m}35$; $Q = 793\text{ m}^3/\text{s}$).

Le profil topographique en travers de la section de contrôle montre que l'écoulement se fait dans un lit bien canalisé par des berges abruptes jusqu'à la cote 9 m environ. Au-dessus de ce niveau, des débordements ont lieu dans la forêt et représentant 340 m² à la cote 12 mètres pour une section mouillée totale de 1 900 m².

L'extrapolation de l'étalonnage a été fait selon la méthode de STEVENS (fig. 11).



Cette méthode utilise la relation du régime uniforme selon CHEZY :

$$Q = C \cdot \sqrt{Ri} \quad (1) \text{ avec } C \text{ coefficient de Chezy}$$

S section mouillée

R rayon hydraulique

i pente de la surface libre

En assimilant le rayon hydraulique R à la profondeur moyenne Pm et le produit $C\sqrt{i}$ à une constante K, la relation (1) s'écrit :

$$Q = K \cdot \sqrt{Pm} \quad (2)$$

cette relation peut être tracée dans le domaine H jaugé. Le produit \sqrt{Pm} qui ne dépend que des conditions géométriques de la section est mis en régression avec H pour l'ensemble du marnage possible, c'est-à-dire :

$$\sqrt{Pm} = f(H) \quad (3)$$

L'extrapolation linéaire de la relation (2) selon la relation (3) définit l'étalonnage de la section $Q = K f(H)$ en dehors du domaine jaugé.

Le produit $S\sqrt{PM}$ a été tracé en fonction de H pour le lit mineur seul (débordements exclus) et le débit partiel Q calculé selon l'extrapolation linéaire de la fonction $Q = f(S\sqrt{PM})$ connue jusqu'à la cote H = 7 m.

Cette extrapolation aboutit à un débit dans le lit mineur de 1 950 m³/s pour une hauteur à l'échelle de 12 m. Les vitesses moyennes qui s'en déduisent varient de 1m/s à 1,39m/s entre 7 et 12 m. L'écoulement des débordements a été calculé en appliquant aux sections mouillées une vitesse variant de 0,1 à 0,3 m/s. En fin de compte on aboutit aux débits totaux (dernière colonne du tableau de la figure 11) suivants :

Hcm	Q M ³ /S
800	930
900	1164
1000	1430
1100	1720
1200	2050
1265	2250

L'extrapolation de cette courbe fait l'objet de la figure 12.

Les niveaux atteints par les crues de projet et de chantier seraient donc respectivement :

H = 1010 cm et H = 1265 cm sur l'échelle ORSTOM

5.4 Hydrogrammes des crues exceptionnelles de chantier et de projet.

On a calculé pour les 14 années sur lesquelles tous les débits journaliers étaient disponibles, les débits moyens de 1, 2, 3, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 75, 90 et 120 jours consécutifs. Dans ce processus on a pris pour origine la date du premier décembre qui correspond au début de l'année hydrologique.

Les tableaux X1 et X2 comportent les résultats de ces calculs. Pour chaque période on trouve successivement : Q débit moyen sur la période, P position du jour - origine de la période (comptée à partir du 1/2 et r rang de l'année considérée ($1 \leq r \leq 14$)).

DEBIT M3S-1

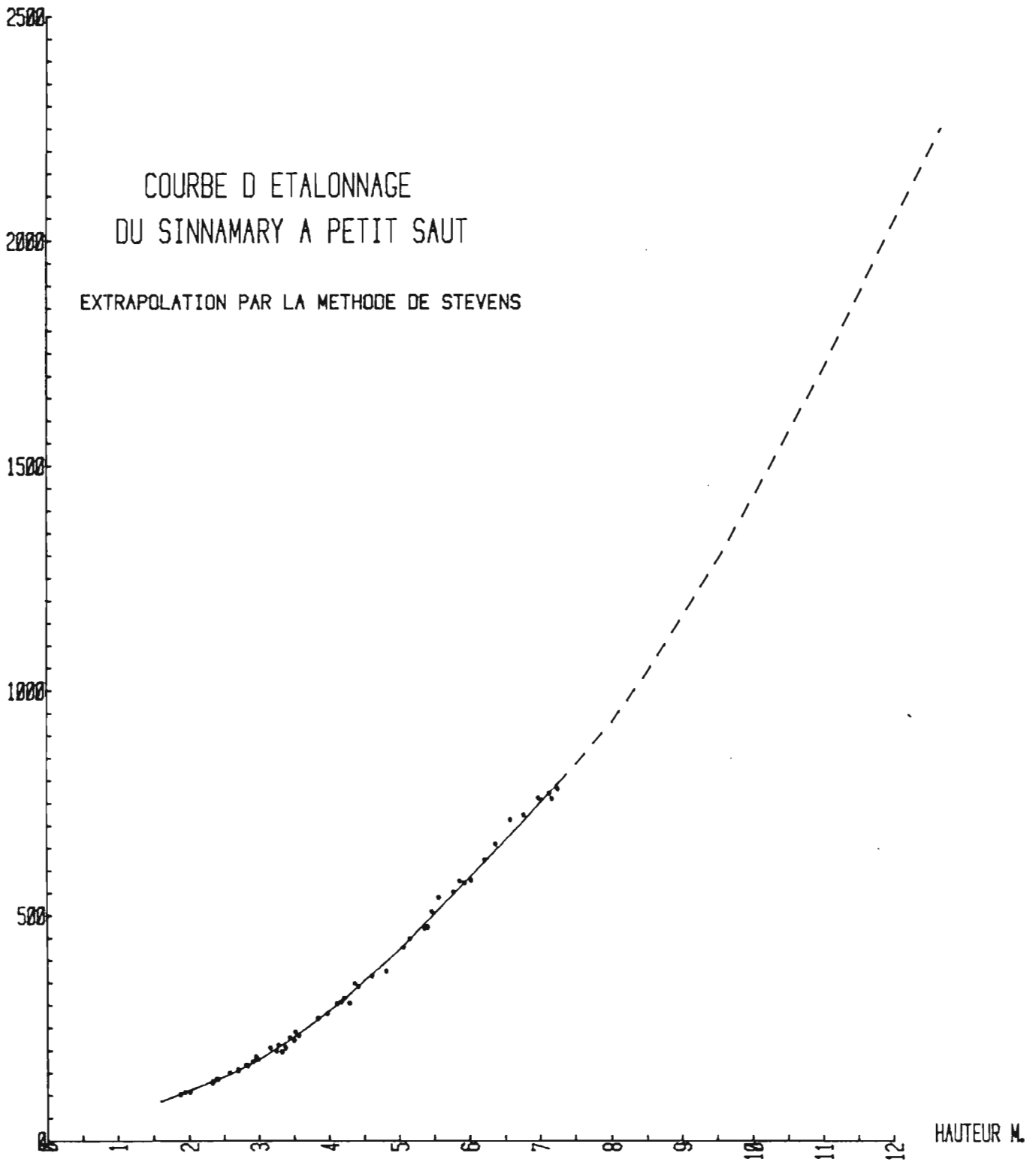


FIGURE 12

Ces résultats ont aussi fait l'objet d'une figuration graphique (figures 12.1 à 12.5) qui montre la grande variabilité des formes d'hydrogrammes d'une année sur l'autre, phénomène déjà mentionné dans l'étude des modules. C'est ainsi par exemple que le débit maximum annuel survient pendant les 30 jours consécutifs les plus abondants dans la moitié des cas seulement.

L'ajustement statistique des débits de 1, 2, 3,....., 75 et 90 jours consécutifs a été fait avec doigté selon un schéma galtonien en prenant pour critère l'affectation d'une période de retour d'environ 50 ans pour les débits respectifs de 1976.

Les résultats de ces ajustements appliqués aux crues de chantier (récurrence 20 ans) et de projet (récurrence 10 000 ans) ont été portés sur un graphique (fig. 14), puis un lissage a permis de déterminer les débits et les volumes de ces deux crues exceptionnelles pour les différentes périodes de 1 à 90 jours (tableau XI).

La composition de ces résultats pour obtenir les hydrogrammes des crues exceptionnelles n'a pas de raison de se faire selon un modèle bien défini dans la mesure ou nous avons conclu à l'indépendance entre la forme de l'hydrogramme et son volume. De surcroît il n'y aurait même pas lieu d'emboîter les différentes périodes de 1 à 90 jours puisque ce phénomène n'est pas caractéristique. C'est néanmoins ce que nous ferons pour des raisons de simplicité, en étant conscient que cette pratique va dans le sens de la sécurité, puisqu'en concentrant l'écoulement elle revient à sous-estimer la récurrence des hydrogrammes de 90 jours consécutifs.

La crue de chantier a été construite selon le modèle de la crue de 1976, ce qui amène le débit maximum d'une façon brutale en début d'hydrogramme (tableau XII et figure 15).

Pour la crue de projet nous avons cherché un modèle dans lequel des jours les plus abondant se trouvaient rejetés en fin de la période de 90 jours. En effet, il nous a paru plus justifié de simuler l'occurrence de la crue de projet avec une retenue déjà pleine ou déversante. La crue de 1954, classée en deuxième rang derrière 1976 pour certaines périodes, a servi de base pour la construction de l'hydrogramme de la crue de projet (tableau XII et Fig. 16).

SINNAMARY A PETIT SAUT

Valeurs maximales annuelles (m³/s) des débits moyens de 1, 2, 3, 5, 10... 120 jours consécutifs

	1 jour			2 jours			3 jours			5 jours			10 jours			15 jours			20 jours		
	Q	P	r	Q	P	r	Q	P	r	Q	P	r	Q	P	r	Q	P	r	Q	P	r
1953-54	1181	173	2	1174	173	2	1132	172	2	1044	170	2	897	168	2	750	163	4	674	166	5
1954-55	1176	99	3	1163	98	3	1080	98	3	908	97	7	705	97	7	644	97	7	642	98	7
1955-56	1064	158	5	1048	111	5	1044	111	4	1009	110	3	890	106	3	800	101	2	720	95	2
1956-57	843	146	11	841	145	11	805	145	11	695	144	10	510	28	14	504	23	12	490	23	12
1969	988	68	8	858	68	10	806	67	10	660	202	13	518	201	13	477	164	14	482	164	13
1969-70	964	131	9	975	131	8	958	130	8	949	128	4	833	127	4	753	123	3	689	117	3
1970-71	1034	202	7	1030	201	7	1001	201	7	909	200	6	787	119	6	726	120	6	685	119	4
1971-72	770	196	14	726	196	14	678	195	14	613	194	14	582	167	11	560	163	10	529	159	9
1972-73	886	192	10	870	166	9	843	165	9	775	163	9	682	187	8	628	183	8	552	183	8
1973-74	1099	125	4	1078	125	4	1003	125	6	865	124	8	646	119	9	588	116	9	504	115	11
1974-75	1039	235	6	1032	234	6	1029	234	5	944	233	5	796	233	5	729	230	5	655	228	6
1975-76	1435	152	1	1419	152	1	1392	151	1	1342	151	1	1264	150	1	1089	150	1	1098	150	1
1977-78	832	24	12	824	24	12	767	23	12	676	22	11	552	175	12	487	173	13	441	169	14
1979-80	795	167	13	770	167	13	726	167	13	666	166	12	590	162	10	534	156	11	515	152	10
MOYENNE	1009			986			947			861			732			662			620		
ECART-TYPE	181.8			188.5			191.5			199.0			202.5			164.0			165.8		

TABLEAU X. 1

SINNAMARY A PETIT SAUT

Valeurs maximales annuelles (m³/s) des débits moyens de 1, 2, 3, 5, 10... 120 jours consécutifs

	30 jours			40 jours			50 jours			60 jours			75 jours			90 jours			120 jours		
	Q	P	r	Q	P	r	Q	P	r	Q	P	r	Q	P	r	Q	P	r	Q	P	r
1953-54	668	146	2	636	142	3	593	128	4	567	128	4	533	106	4	516	90	4	484	88	4
1954-55	618	97	5	565	159	5	523	159	6	491	159	7	465	117	7	486	97	5	476	97	5
1955-56	649	85	4	632	77	4	600	143	3	588	131	3	580	103	3	587	101	3	571	77	3
1956-57	427	23	13	422	26	13	405	144	13	394	144	13	395	143	12	385	141	11	355	140	12
1969	442	154	12	431	145	12	416	162	12	423	126	11	411	119	10	413	119	10	368	112	10
1969-70	596	111	6	548	119	6	533	119	5	521	115	5	496	115	5	464	116	6	436	75	6
1970-71	656	162	3	654	164	2	639	159	2	619	162	2	594	119	2	605	119	2	581	102	2
1971-72	497	168	9	495	159	9	469	158	8	464	141	8	447	136	8	431	136	8	420	85	7
1972-73	518	164	8	504	162	7	458	162	9	436	144	10	404	144	11	377	144	12	336	139	13
1973-74	447	58	11	438	33	11	425	28	11	413	28	12	386	13	13	373	42	13	366	13	11
1974-75	542	221	7	502	204	8	488	196	7	495	184	6	476	170	6	456	163	7	412	139	8
1975-76	1013	150	1	956	150	1	884	150	1	837	135	1	772	137	1	724	135	1	671	96	1
1977-78	378	173	14	369	173	14	357	171	14	340	168	14	318	150	14	299	147	14	288	116	14
1979-80	486	143	10	461	156	10	457	147	10	445	142	9	428	144	9	418	135	9	393	114	9
MOYENNE	567			544			518			502			479			467			440		
ECART-TYPE	158.6			146.9			132.9			123.8			113.7			112.2			107.0		

TABEAU X. 2

Figures : 13.1 à 13.5

LE SINNAMARY A SAUT - TIGRE

Débits journaliers maximums de

1 , 2 , 3 , 5 , 10 , 15 , 20 , 30 , 40 , 50 , 60 , 75 , 90 , 120

jours consécutifs

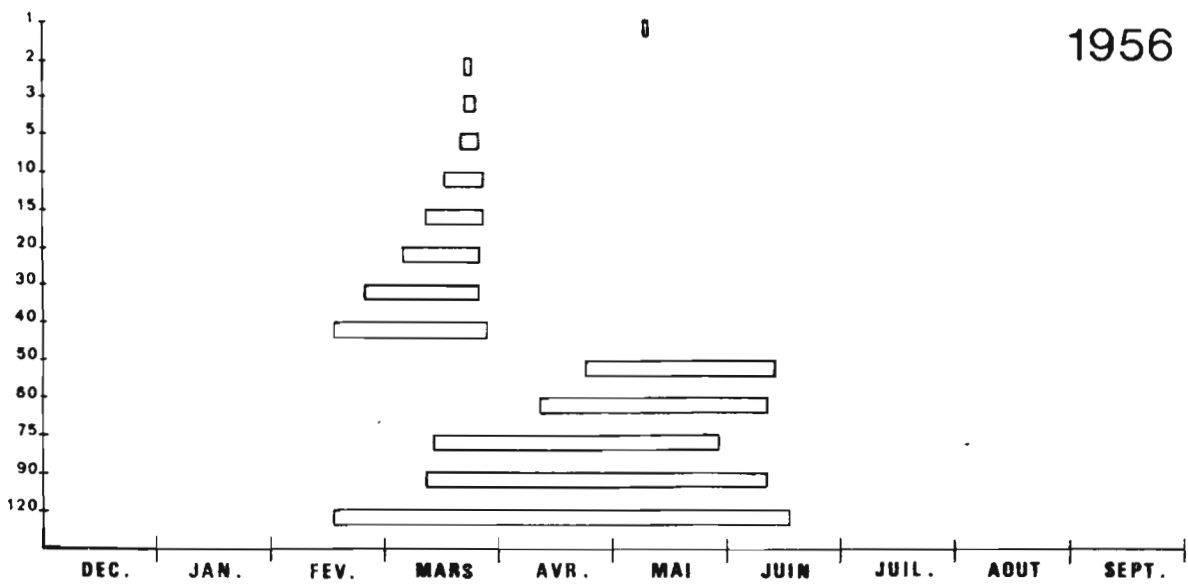
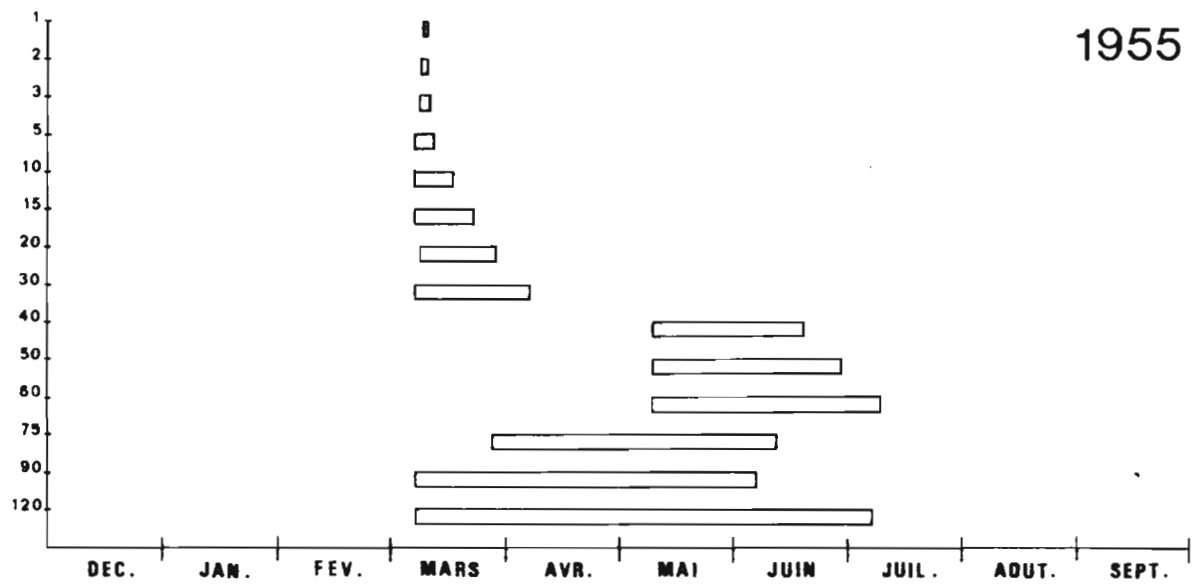
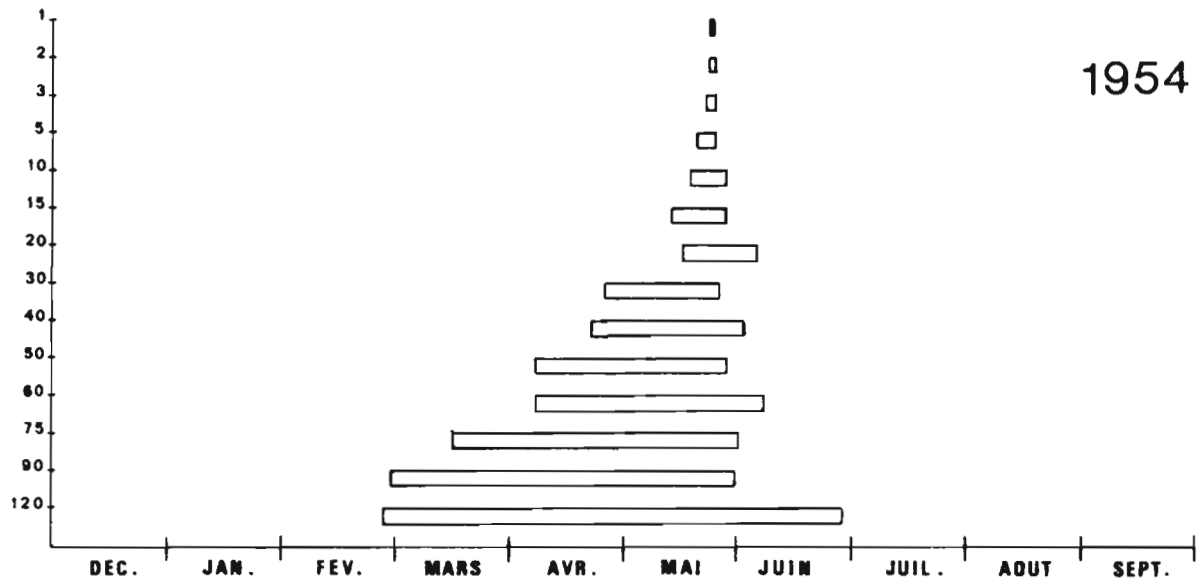
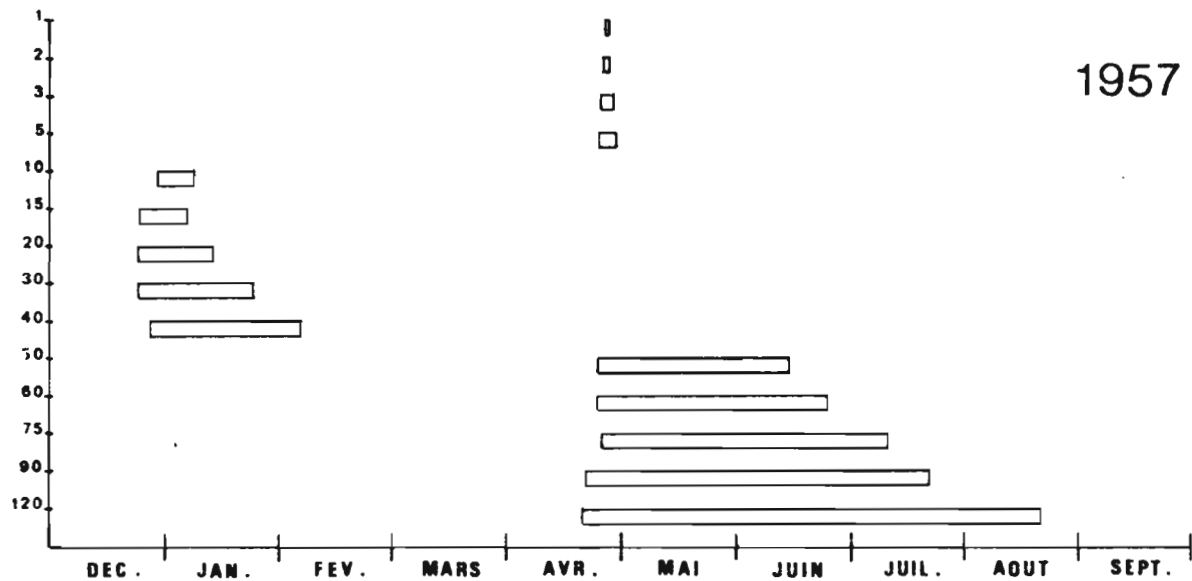


Fig. 13 . 1



- Débits reconstitués à partir de la station d' Adieu-Vat jusqu'à 1957
- Débits observés à Saut-Tigre à partir de 1969

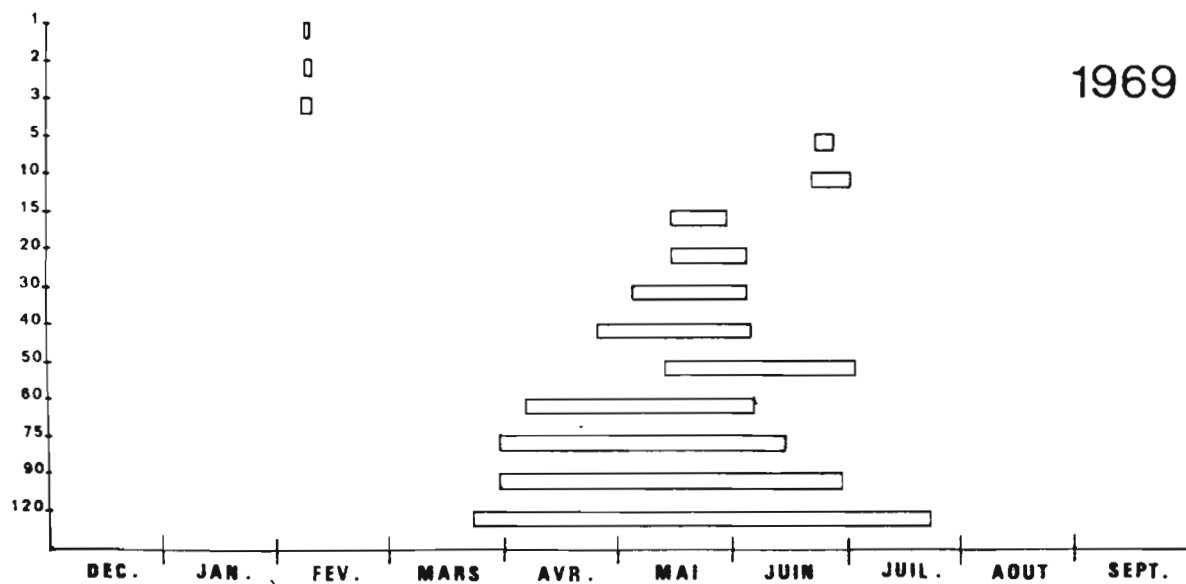


Fig. 13.2

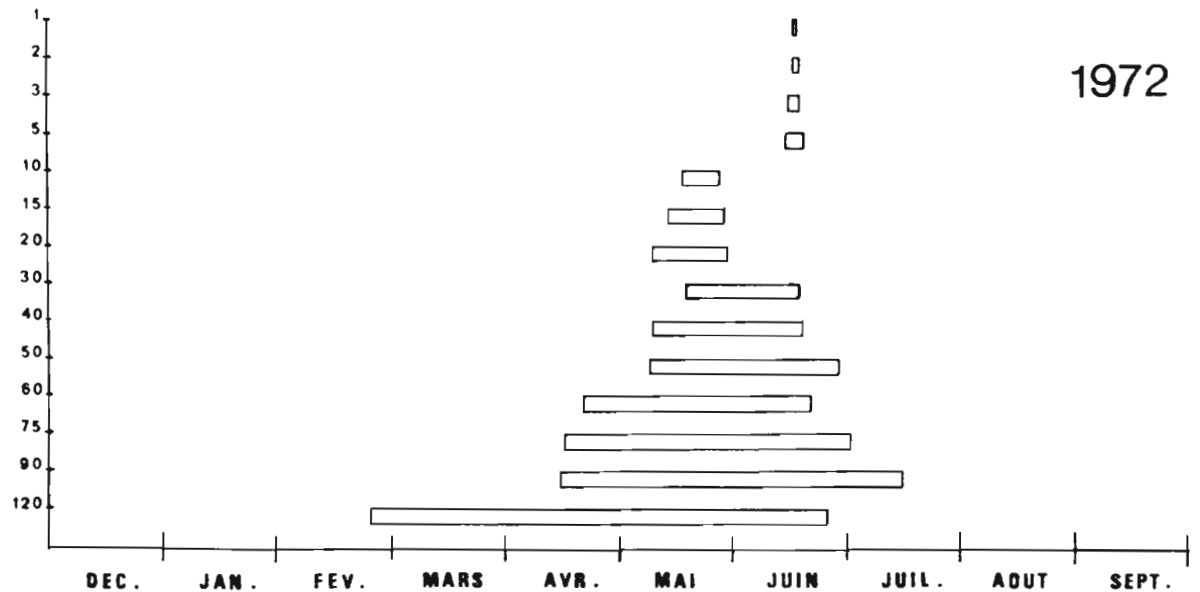
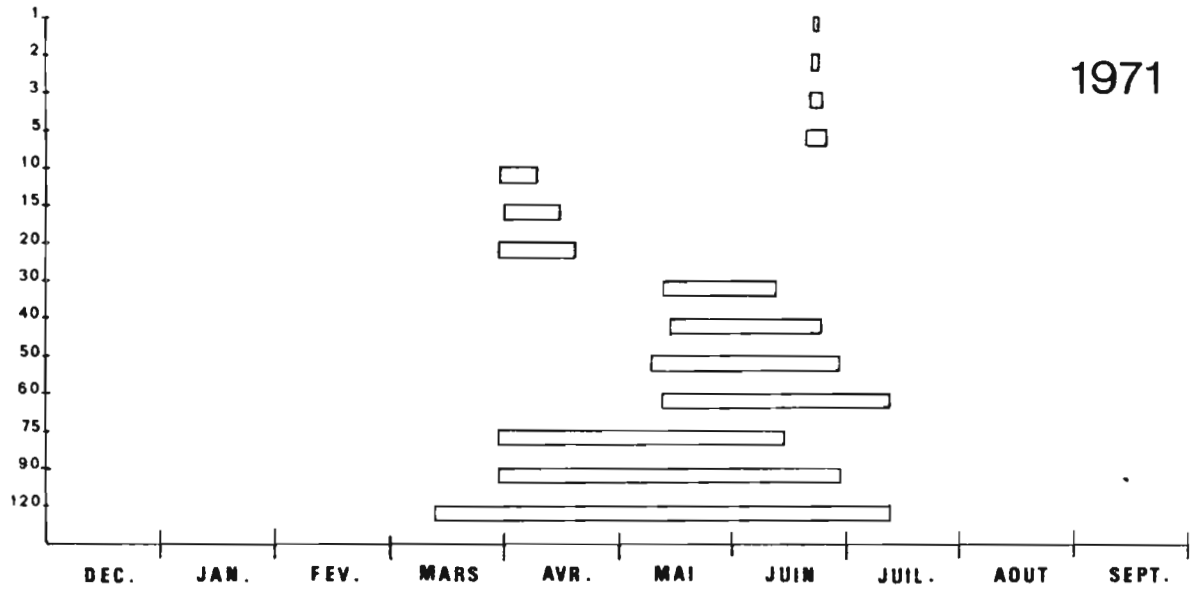
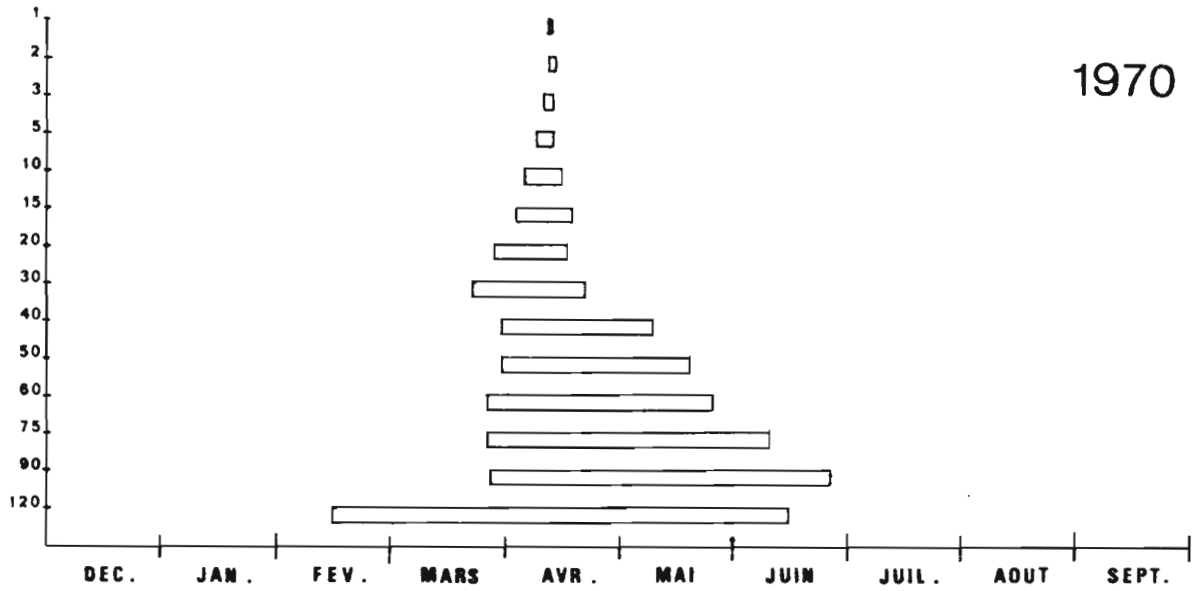


Fig. 13.3

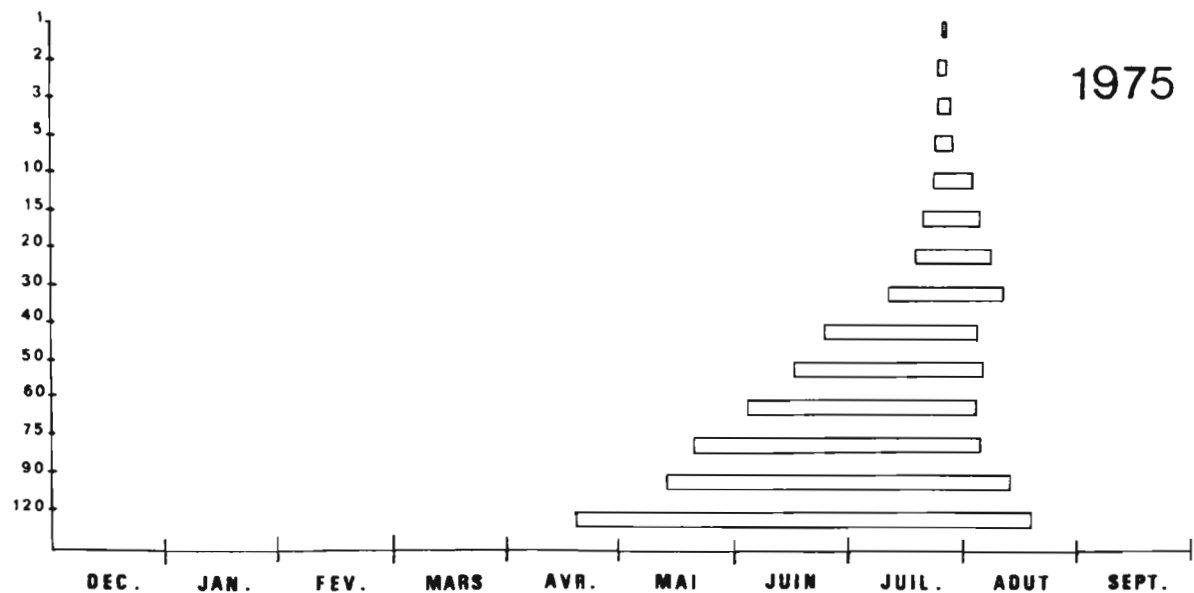
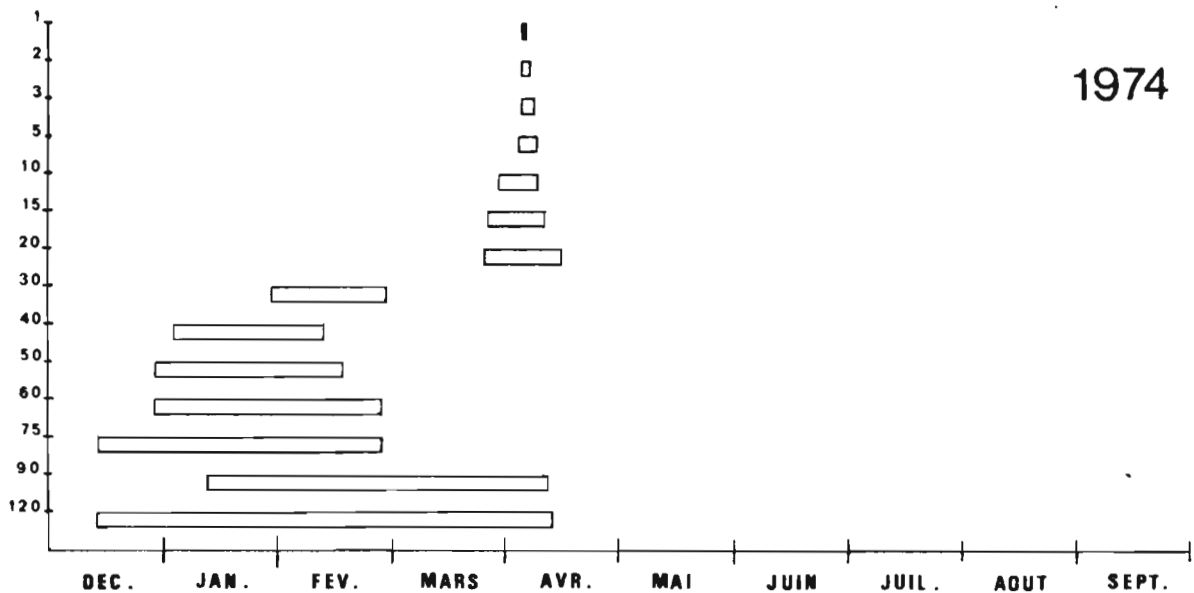
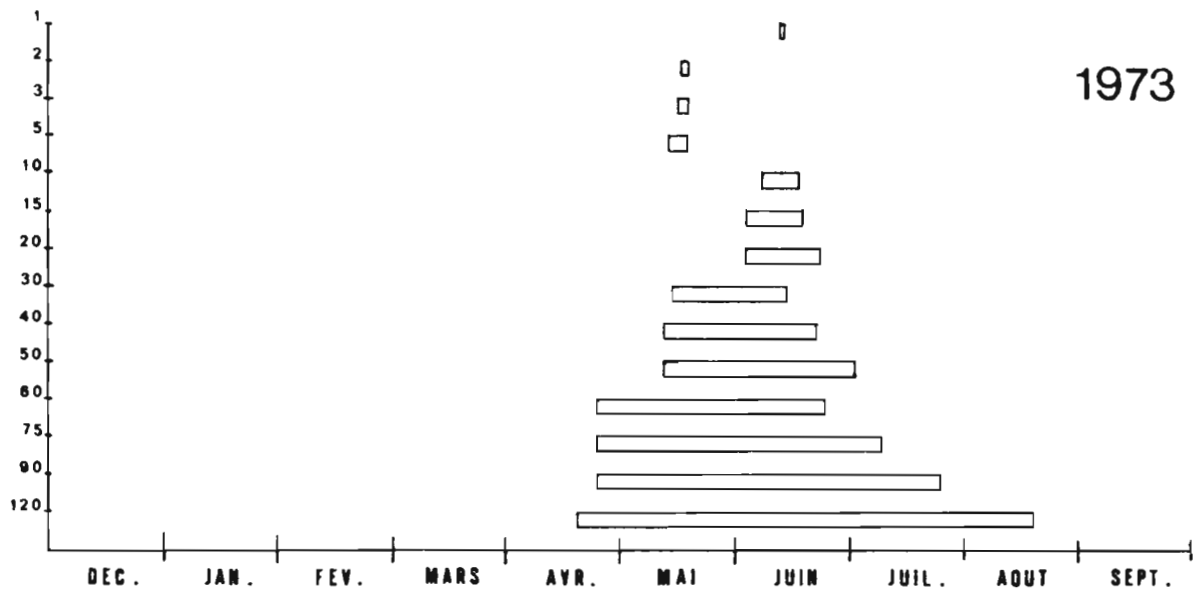


Fig. 13.4

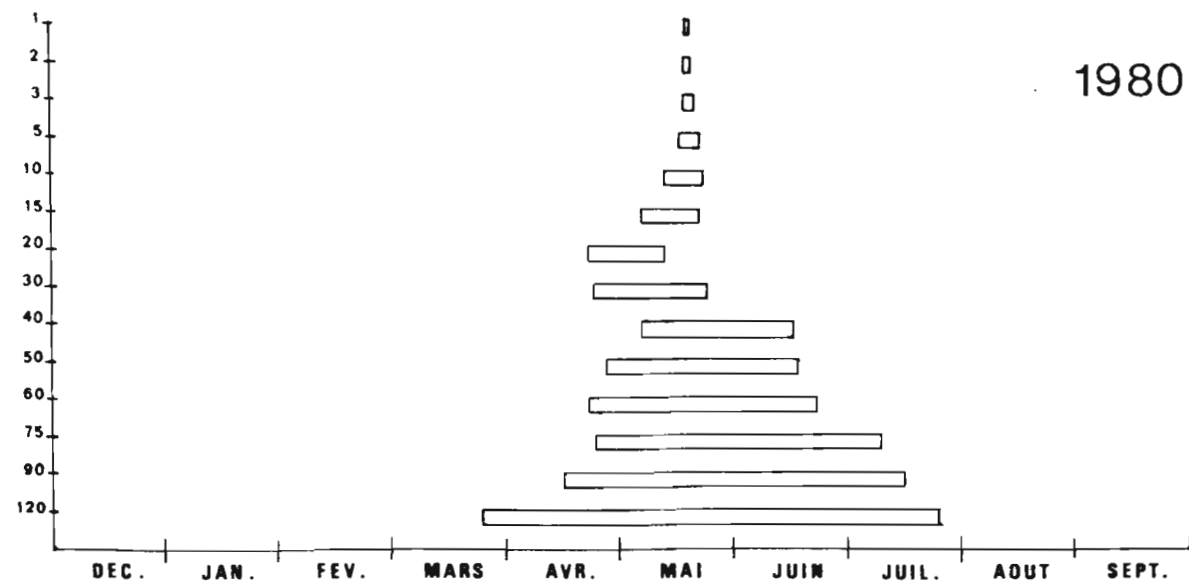
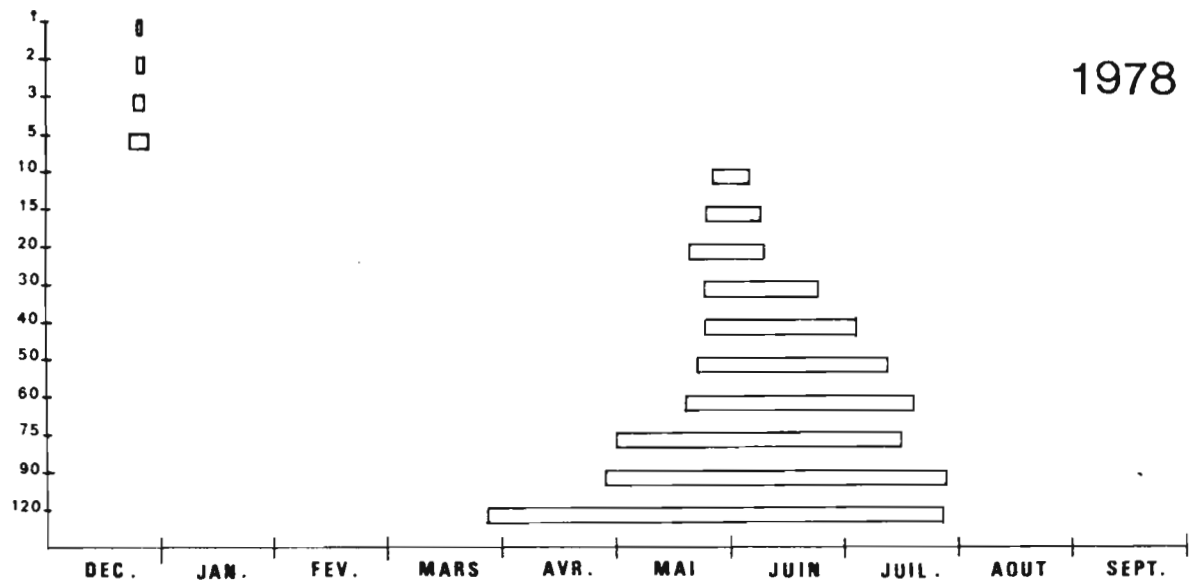
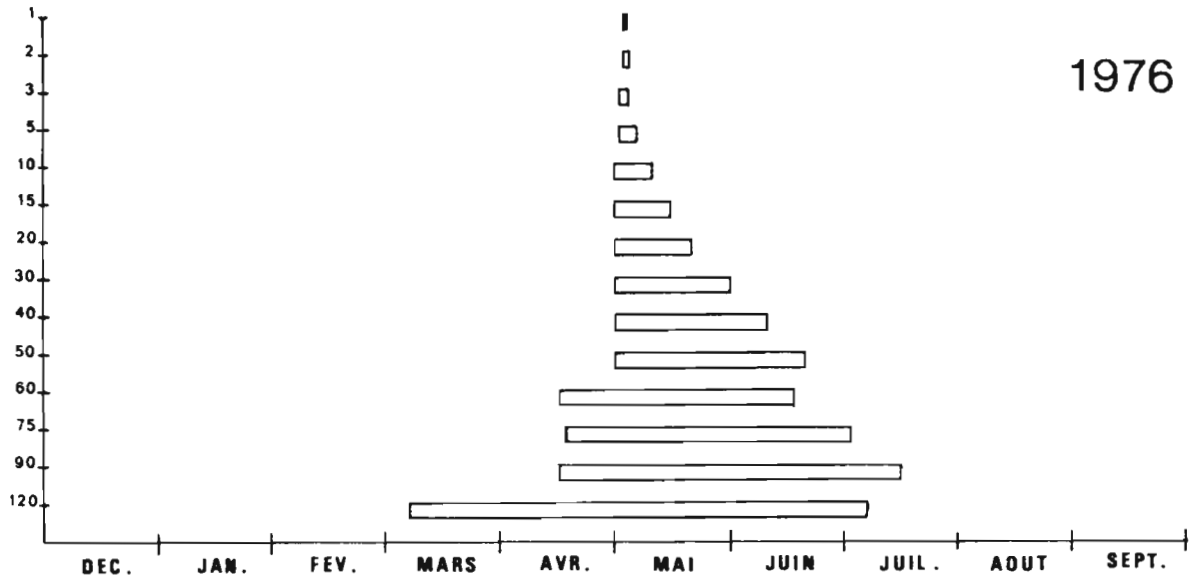
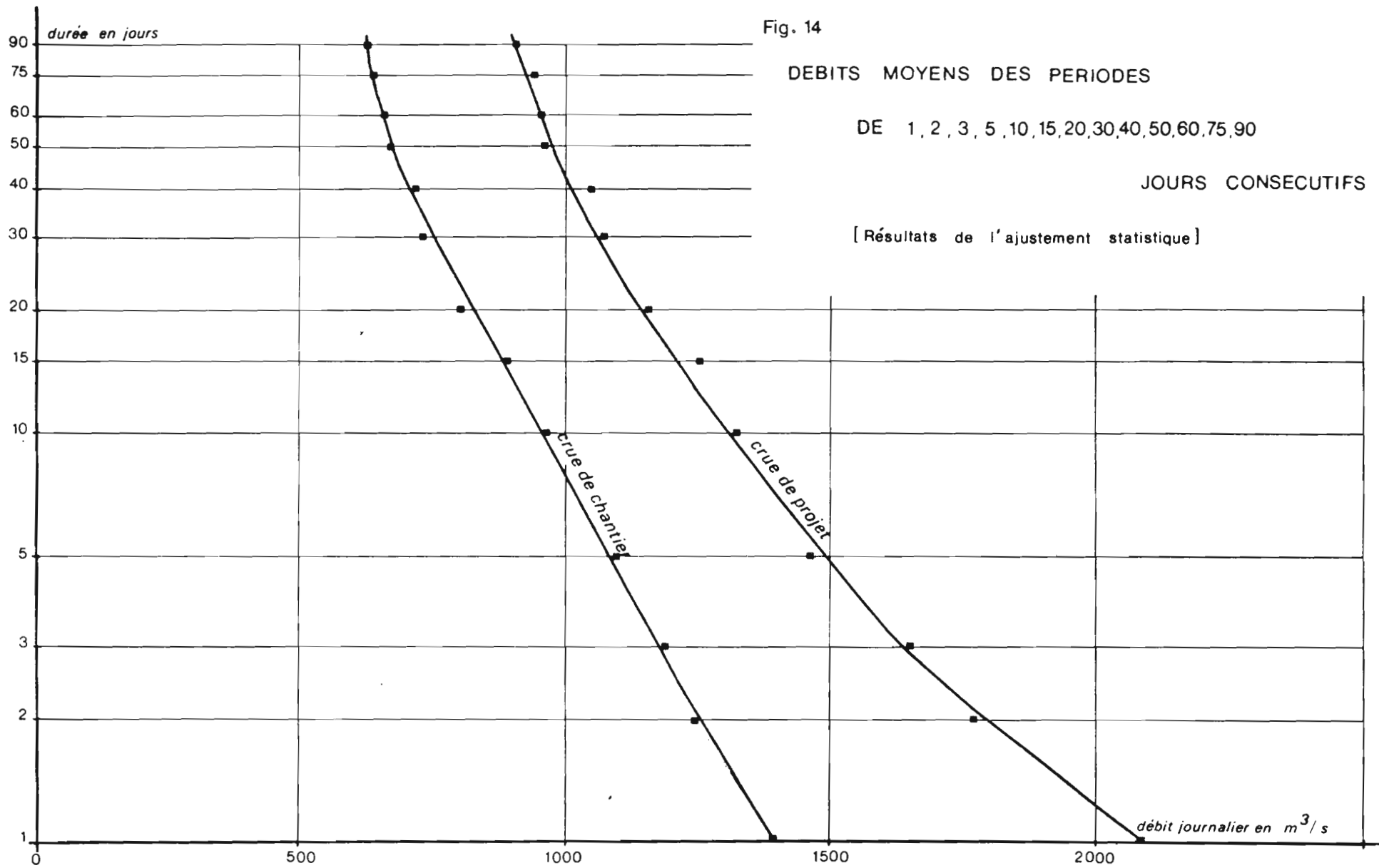


Fig. 13.5



DEBITS MOYENS (m^3/s) et VOLUMES ECOULES ($10^6 m^3$) DES CRUES DE CHANTIER ET DE PROJET PENDANT 2, 5, 10.....90 JOURS CONSECUTIFS.

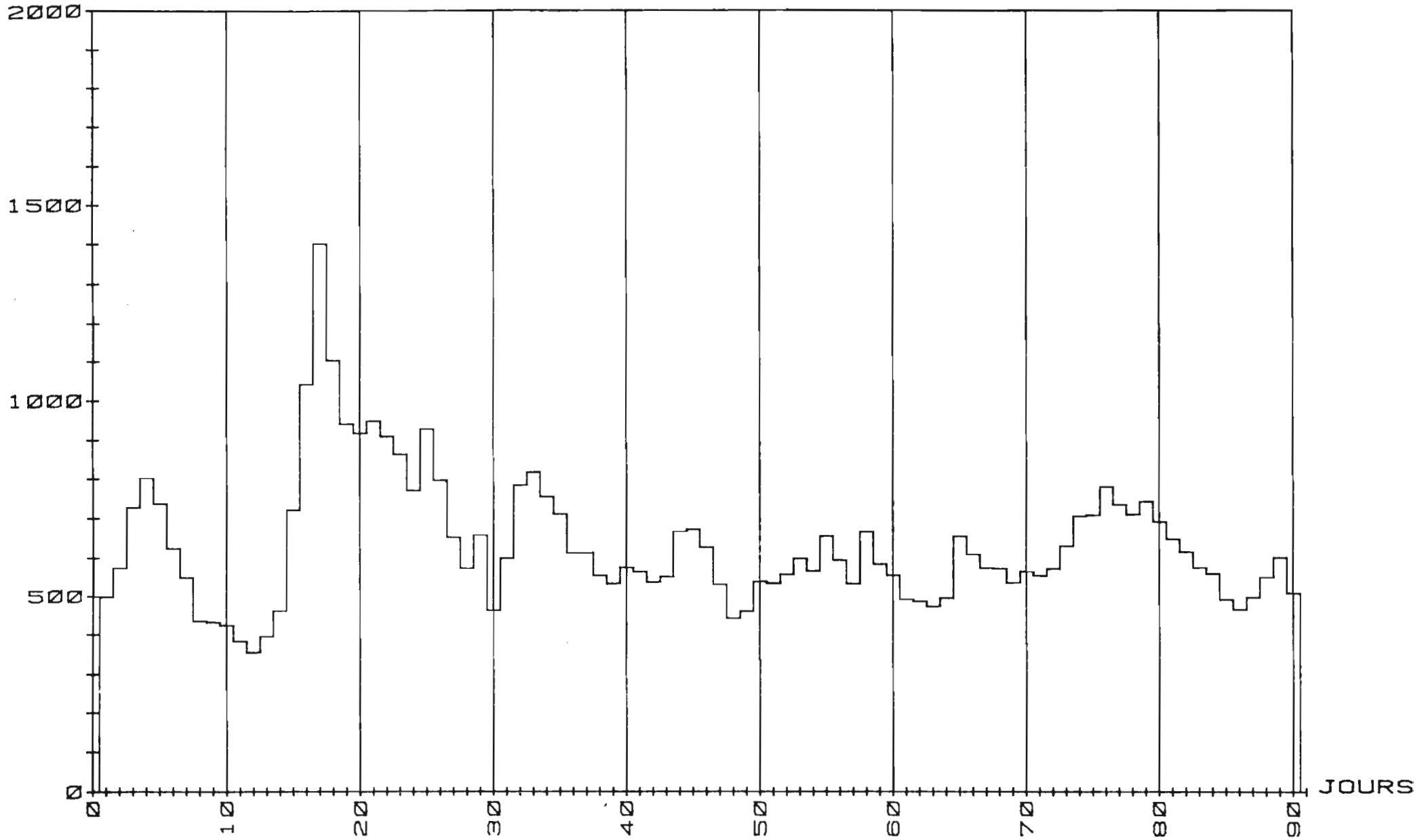
DUREE EN JOURS	CHANTIER F1 = 0,95 T = 20 ANS		PROJET F1 = 0,9999 T = 10 000 ANS	
	DEBIT	VOLUME	DEBIT	VOLUME
1	1400	118	2100	181
2	1250	216	1800	311
3	1180	306	1640	425
5	1080	467	1490	644
10	960	829	1320	1140
15	880	1140	1230	1594
20	830	1434	1160	2004
30	750	1944	1070	2773
40	700	2419	1010	3491
50	670	2894	970	4190
60	650	3370	950	4925
75	640	4147	925	5994
90	630	4899	910	7076

TABLEAU XI

HYDROGRAMMES D'UNE CRUE DE PROJET ET D'UNE CRUE DE CHANTIER (m³/s)

JOUR	PROJET	CHANTIER	JOUR	PROJET	CHANTIER	JOUR	PROJET	CHANTIER
1	800	499	31	1045	597	61	693	490
2	824	574	32	1138	782	62	794	485
3	865	728	33	1069	815	63	717	471
4	944	803	34	786	752	64	850	494
5	846	737	35	645	708	65	900	653
6	777	623	36	800	610	66	1055	606
7	713	548	37	862	610	67	1050	572
8	812	433	38	919	552	68	1017	570
9	883	430	39	1070	531	69	1108	534
10	1042	422	40	934	573	70	1020	563
11	985	382	41	745	562	71	1135	552
12	887	354	42	786	535	72	1162	570
13	777	394	43	782	549	73	1233	628
14	743	460	44	650	664	74	1301	703
15	627	719	45	552	669	75	1320	705
16	826	1040	46	852	624	76	2100	778
17	625	1400	47	783	529	77	1500	732
18	900	1100	48	618	439	78	1240	707
19	950	940	49	1083	458	79	1211	740
20	1030	917	50	950	537	80	1000	689
21	987	948	51	900	532	81	949	645
22	877	909	52	876	555	82	1003	613
23	770	862	53	712	596	83	967	573
24	750	768	54	731	564	84	911	557
25	740	928	55	795	653	85	920	490
26	857	794	56	1137	592	86	830	463
27	654	650	57	1121	531	87	800	496
28	617	571	58	998	664	88	780	548
29	712	656	59	933	582	89	760	599
30	977	460	60	757	553	90	750	507

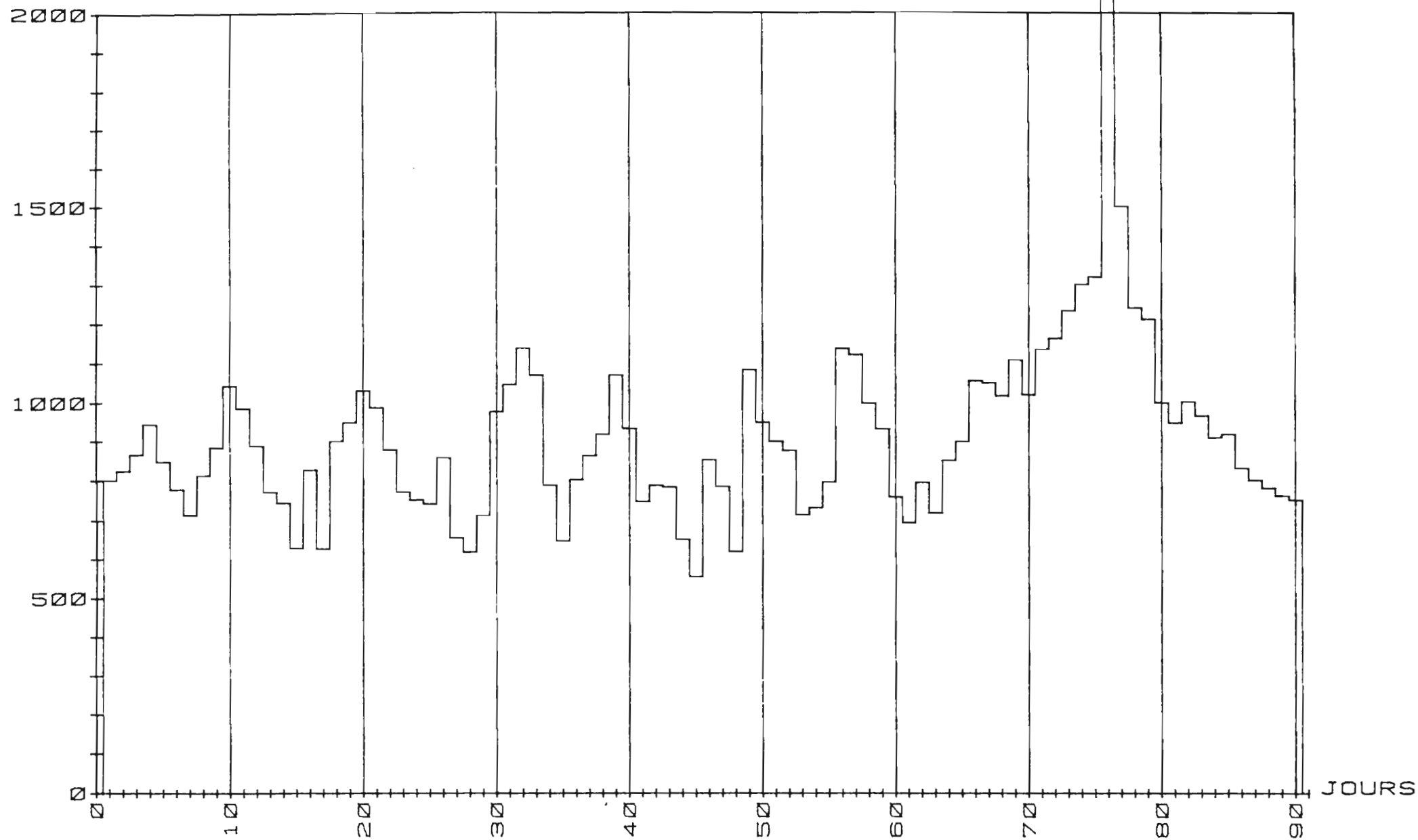
TABLEAU XII



HYDROGRAMME DE LA CRUE DE CHANTIER

M3S-1

LE SINNAMARY A PETIT SAUT



HYDROGRAMME DE LA CRUE DE PROJET

6 EVAPORATION SUR LA RETENUE

Des mesures d'évaporation sur bac enterré du type "COLORADO ORSTOM" (1 m x 0,6 m) ont été faites de 1969 à 1976 dans le cadre de l'étude des bassins versants de la Crique GREGOIRE. La station météorologique était située en clairière près du fleuve SINNAMARY.

Les résultats moyens mensuels et annuels arrondis au millimètre sur 8 années sont les suivants :

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
61	63	70	70	62	60	76	89	98	104	87	70	910

TABLEAU XIII : Evaporation moyenne en millimètres mesurée sur bac COLORADO à la CRIQUE GREGOIRE (1969-76)

Bien que la qualité de ces données ne soit pas en cause, le total annuel paraît singulièrement faible et son utilisation dans un bilan hydrologique conduit à des résultats qui ne sont pas crédibles. Force est de constater que des observations météorologiques faites dans une clairière de 100 m de diamètre ne permettent pas de mesurer le pouvoir évaporant de l'atmosphère par suite du micro-climat d'abbatis dans lequel est installé la station.

Les seules données d'évaporation sur bac disponibles en GUYANE dans un environnement largement découvert sont relevées par la Météorologie Nationale sur l'aérodrome de CAYENNE ROCHAMBEAU, à partir du standard "classe A" du WEATHER BUREAU.

La moyenne annuelle sur 8 années (1966 à 1973) atteint le chiffre de 1798 millimètres et dépasse de 94% la valeur obtenue à GREGOIRE sur le même bac A soit 925 millimètres. La répartition mensuelle est la suivante :

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
144	127	152	154	138	136	150	160	173	182	150	132	1798

TABLEAU XIV : Evaporation mesurée en millimètre à CAYENNE-ROCHAMBEAU sur bac A (Météorologie Nationale 1966-73)

On peut rapprocher l'évaporation annuelle mesurée avec celle calculée pour GREGOIRE avec la formule de PENMAM, soit 1565 mm (M.A. ROCHE 1980). La formule de THORNTHWAITE avait été calculée pour l'ensemble des stations climatologiques de GUYANE en 1963 (H. MADEC) et selon cette étude la future retenue se situerait entre les isolignes 1500 et 1550 millimètres d'évapotranspiration potentielle.

Toutes ces données concordent relativement bien entre elles, et nous prendrons l'évaporation sur bac mesurée à ROCHAMBEAU comme base de calcul pour le bilan hydrologique de la retenue de PETIT SAUT, avec un coefficient de passage à une nappe d'eau libre donnant une évaporation annuelle de 1550 mm soit 0,86.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
E BAC	144	127	152	154	158	136	150	160	173	182	150	132	1798
E RETENUE	124	109	131	132	119	117	129	138	149	157	129	114	1546
P RETENUE	337	290	314	338	474	395	212	132	57	61	130	260	3000
L RETENUE	140	140	156	184	218	210	150	108	75	59	59	101	1600
(P-L)RETENUE	197	150	158	154	256	185	62	24	-18	2	71	159	1400
PERTES	-73	-41	-27	-22	-137	-68	67	114	167	155	58	-45	146

TABLEAU XV : Estimation des pertes par évaporation de la retenue de PETIT SAUT en année moyenne (toutes les valeurs sont exprimées en millimètres)

- Ligne 1 E BAC : Evaporation mesurée à CAYENNE-ROCHAMBEAU sur BAC de classe A du WEATHER BUREAU (1966/73)
- Ligne 2 E Retenue : Evaporation de la retenue (K = 0,86)
- Ligne 3 P Retenue : Pluie sur la retenue. Moyenne sur le site (3000 mm) modulée mensuellement comme ROCHAMBEAU
- Ligne 4 L Retenue : Ecoulement sur la zone d'emprise de la retenue modulé mensuellement comme le SINNAMARY à PETIT SAUT
- Ligne 5 P-L : Déficit d'Ecoulement ou Evapotranspiration réelle sur le site de la retenue
- Ligne 6 Pertes : Pertes nettes de la retenue (E - (P-L)- les valeurs négatives constituent des gains.

Cette évaporation au détriment de l'eau de la retenue viendra se substituer à l'évapotranspiration de la forêt primaire. Cette dernière donnée est connue sur les bassins versants de GUYANE par l'intermédiaire du déficit d'écoulement calculé à l'exutoire des bassins versants représentatifs ou à partir des données du réseau hydrométrique.

Cette méthode a donné des chiffres de l'ordre de 1500 mm pour la MANA et le SINNAMARY (M.A. ROCHE 1980).

En ce qui nous concerne, nous avons rapporté le module moyen estimé à PETIT SAUT ($260 \text{ m}^3/\text{s}$) avec la pluviométrie moyenne interannuelle obtenue à partir des cartes de l'ATLAS de la GUYANE. Selon ces sources, la pluviométrie sur le bassin serait de 2750 mm, d'où l'on tire un déficit d'écoulement de 1390 mm.

Le point faible de toutes ces estimations réside évidemment dans la méconnaissance de la pluviométrie. Toutefois la méthode du bilan hydrologique appliquée aux bassins versants de GREGOIRE (M.A. ROCHE 1980), sur lesquels la pluviométrie était bien connue aboutit à des déficits d'écoulements de 1450 mm environ sur la période 1968 - 76.

En fin de compte nous admettront le chiffre de 1400 mm pour le déficit d'écoulement dans la zone d'emprise de la retenue.

Cette valeur constitue la base de départ pour calculer mois par mois les pertes de la retenue en année moyenne (Tableau XV), éléments nécessaires pour la simulation du fonctionnement de l'aménagement.

La pluie moyenne sur le plan d'eau (3000 mm) produirait ainsi un écoulement de 1600 mm dans la zone d'emprise de la retenue.

Cet écoulement est modulé à l'échelle mensuelle comme les débits du SINNAMARY à PETIT SAUT (Tableau XV ligne 4) alors que les pluies mensuelles sont réparties comme à ROCHAMBEAU (Tableau XV ligne 3).

Les pertes effectives par évaporation que subirait la retenue projetée sont constituées par la différence entre l'évaporation de la nappe d'eau libre et l'évapotranspiration due à la forêt (Tableau XV ligne 6).

Cette différence, soit 146 millimètres est très faible à l'échelle annuelle et il faut noter qu'elle reste du même ordre de grandeur ou inférieure à la précision du bilan.

Toutefois au niveau de l'exploitation de la retenue, la descente du plan d'eau par évaporation ne serait pas tout à fait insensible pendant les 5 mois consécutifs de saison 'sèche' (juillet à novembre) et atteindrait 560 millimètres.

Inversement au cours de 7 mois pluvieux (décembre à juin), l'existence de surfaces noyées ferait gagner un peu d'eau par rapport aux mécanismes naturels, soit 410 millimètres pour la période.

DOCUMENTS CONSULTÉS

- M.A. ROCHE - Etude Hydrologique de SINNAMARY à PETIT SAUT et SAUT TIGRE en vue de l'implantation d'un barrage hydroélectrique - EDF - ORSTOM - 6 pages dactylographiées - 5 fig. 12 tableaux - Novembre 1978.
- P. DUBREUIL et G. HIEZ - Les Régimes Hydrologiques en Guyane Française - ORSTOM 1963.
- Le climat de la Guyane - Normales et Statistiques - METEOROLOGIE NATIONALE - S/Région Guyane - Edition 1977.
- M. HOEPPFNER et J. RODIER - Notice Hydrologique et carte de l'ALTAS DE LA GUYANE - 1976.
- J. DUFRESNE - La pluviométrie de l'année 1976 en Guyane - Revue Guyanaise d'Histoire et de Géographie - n° 4 pages 26-41 - CDPP CAYENNE.
- J. FRANCOU et J. RODIER - Essai de classification des crues maximales observées dans le monde - cahiers d'Hydrologie ORSTOM - Vol IV. n° 3 - 1977 - page 19-46.
- M.A. ROCHE - Evapotranspiration réelle de la forêt amazonienne en Guyane - 13 pages dactylographiées - ORSTOM CAYENNE - Janvier 1980.
- Bilan de vingt cinq années d'études hydrologiques .. dactylographiées - ORSTOM CAYENNE - 1975.
- Fichiers mécanographiques 'DEBITS' du Bureau Central Hydrologique de l'ORSTOM.

ADIEU VAT 1954 à 1957

SAUT TIGRE 1969 à 1976

- M. ROCHETTE - Etude Hydrologique de la MANO RIVER.