

**Centre ORSTOM  
de la Guadeloupe**

— \* \* \* —

**Institut Français  
de Recherche Scientifique  
pour le Développement en Coopération**

— \* \* \* —

**HYDROGRAMMES DE CRUE  
DE LA PETITE RIVIERE A GOYAVES  
A LA COTE 15 m**

— \* \* \* —

par

Marc MORELL, Daniel JOUVE

et Roger CALVEZ

*Pointe à Pitre, janvier 1989*

## SOMMAIRE

	page
<u>PRESENTATION</u>	1
<u>CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT</u>	2
<u>DONNEES DE BASE</u>	
Etalonnage de la station	4
Débits instantanés	5
<u>ANALYSE DES DEBITS DE POINTE</u>	
Distribution des débits de pointe	6
Analyse de la crue du 16 novembre 1986	7
Application de la formule rationnelle	10
Estimation du débit spécifique de pointe de crue en fonction de $I_p$	11
Comparaison des différentes méthodes	11
<u>FORME DES HYDROGRAMMES</u>	12
<u>CONCLUSION</u>	15
<u>ANNEXES</u>	17
Bibliographie	
Débits instantanés 1974–1978 et 1982–1988	



## PRESENTATION

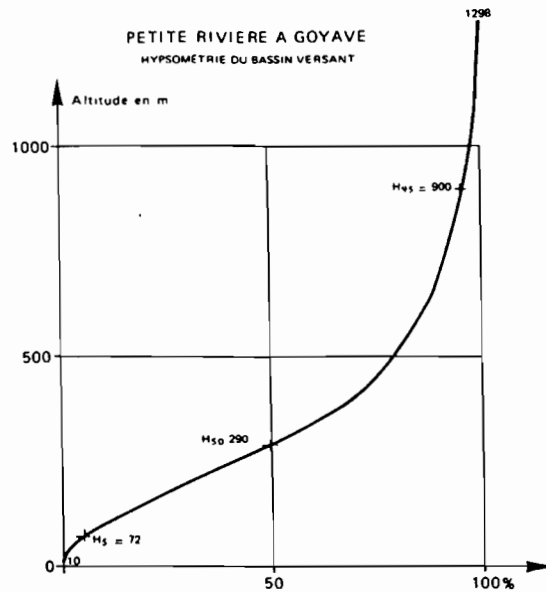
La zone basse du bassin versant de la Petite Rivière à Goyaves est soumise à des inondations fréquentes. L'identification, d'un point de vue hydraulique des secteurs à risques, permettra d'orienter les plans d'occupation des sols et de définir les aménagements nécessaires à la protection contre les inondations des terrains en voie d'urbanisation.

Le BCEOM, qui a la charge de cette étude, a confié, par convention, à l'ORSTOM, le soin de définir les hydrogrammes de crues dont les débits de pointe auraient une période de retour de 10 et 100 ans.

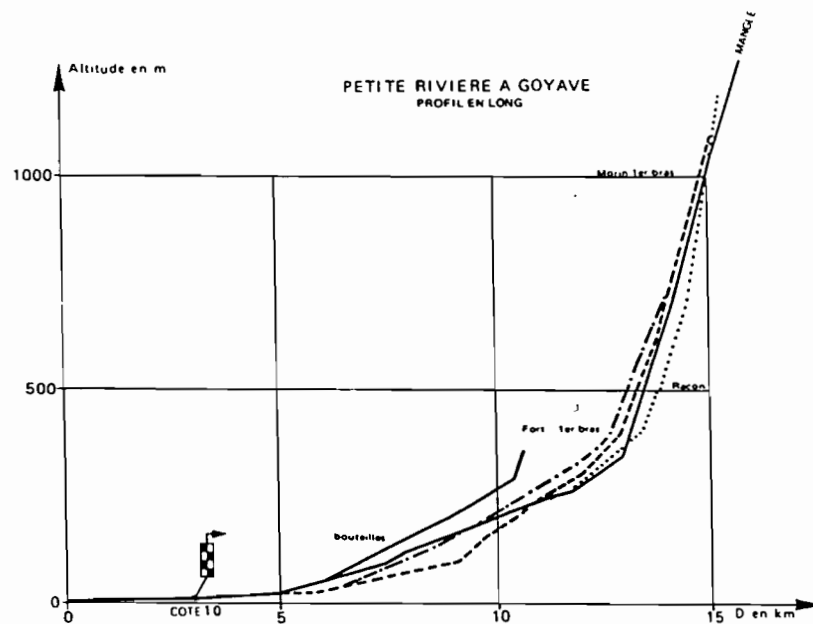
L'ORSTOM a implanté et géré la station limnigraphique de la cote 15 m depuis septembre 1974. De récentes mesures de vitesse d'écoulement en crue sur les bassins versants de la côte au vent de la Basse-Terre ont conduit à revoir les courbes d'étalonnage de hautes-eaux. L'enregistrement des crues observées depuis 1974 permet une analyse statistique des débits de pointe et de la forme des hydrogrammes.

Par ailleurs, l'analyse de l'averse et de la crue du 16 novembre 1986 et l'application de la "méthode rationnelle" permettront de confronter les résultats issus de ces différentes approches.





Son altitude médiane est de 290 m. Le coefficient de compacité de Gravélius (rapport du périmètre du bassin au périmètre du cercle de même superficie) est égal à 1.18 ; il caractérise un bassin de forme ramassée.



L'indice de pente de Roche traduit la pente moyenne du bassin (moyenne pondérée des pentes de surfaces élémentaires) ; il est égal à 0.362 et caractérise, pour la région, un bassin moyennement pentu.

Une végétation de fourrés et savane occupe l'étage supérieur au-dessus de 1100 m (pluviométrie annuelle d'environ 8000 mm). En dessous de 300 à 400 m la forêt hygrophile laisse place à la forêt mésophile. Les sols ferrallitiques occupent la quasi totalité du bassin.

Le bassin versant de la Petite Rivière à Goyaves est soumis à des précipitations dont le montant annuel est compris en année moyenne entre 2800 mm à l'exutoire et 8000 mm en altitude. Il faut noter que cette variation importante (de 1 à 3) est due plus à l'augmentation de la fréquence qu'à l'abondance des pluies d'altitude. La pluviométrie moyenne interannuelle sur le bassin est d'environ 4400 mm.

## DONNEES DE BASE

La station hydrométrique équipée d'un limnigraphe OTT X à rotation hebdomadaire avec une réduction de 1/10, a été mise en service le 1<sup>er</sup> septembre 1974 à la cote 15 m, et fermée en mars 1978 en raison des perturbations créées dans le lit par l'exploitation en gravière des alluvions située en aval.

Le suivi limnigraphique a repris en mars 1982, lorsque, après un affouillement d'environ 3 m, le lit s'est à peu près stabilisé. Ainsi, la liaison hauteur-débit a été fortement modifiée entre 1978 et 1982. Les échelles limnimétriques en place au cours des périodes 1974-1978 puis 1982-1988 sont décalées d'exactly 3 m.

### + étalonnage de la station :

Les récentes mesures de vitesse réalisées sur les bassins de la Basse-Terre conduisent à revoir l'extrapolation des courbes en moyennes et hautes-eaux. Ainsi, concernant la Petite Rivière à Goyaves, les vitesses en crue, admises jusqu'alors, de 1982 à 1988 mais aussi de 1974 à 1978 semblent sous estimées.

L'application de la formule de Manning-Strickler vient confirmer cette hypothèse :

$$U = K R^{2/3} i^{1/2}$$

dans laquelle :

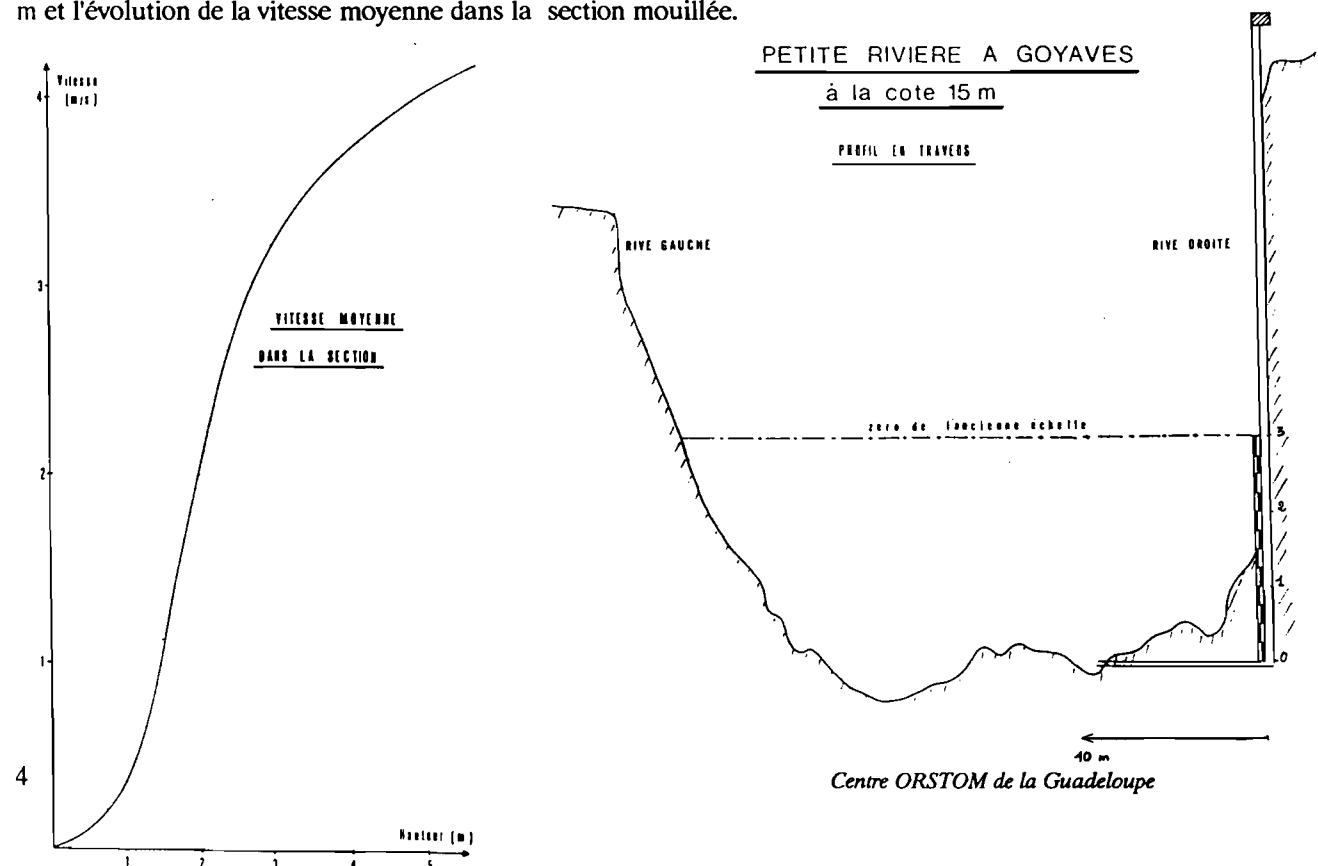
- U : vitesse moyenne dans la section en m/s
- K : coefficient de Strickler inverse du coefficient de rugosité
- R : rayon hydraulique (rapport de la surface mouillée  $\underline{S}$  au périmètre mouillé  $\underline{P}$ )
- i : pente motrice de l'écoulement

Le coefficient de Strickler est pris égal à 20 (rugosité forte). La pente motrice de l'écoulement est estimée à la pente moyenne du lit, soit 1 % mesurée sur le bief de 300 m encadrant la station.

La formule a été appliquée à l'estimation des vitesses des écoulements aux cotes 3 m et 5 m de la nouvelle échelle :

HE : 3 m	S = 87 m <sup>2</sup>	P = 33 m	R = 2.6	U = 3.8 m/s
HE : 5 m	S = 150 m <sup>2</sup>	P = 37.5 m	R = 4	U = 5.0 m/s

Les figures ci-dessous présentent le profil actuel de la section en travers au droit du limnigraphe de la cote 15 m et l'évolution de la vitesse moyenne dans la section mouillée.

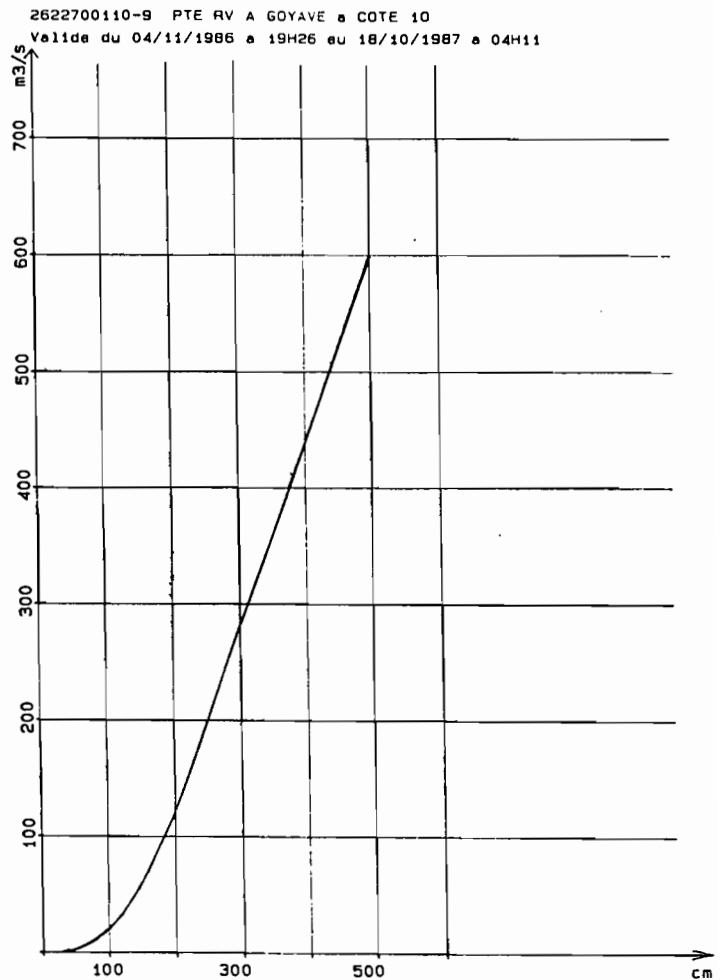
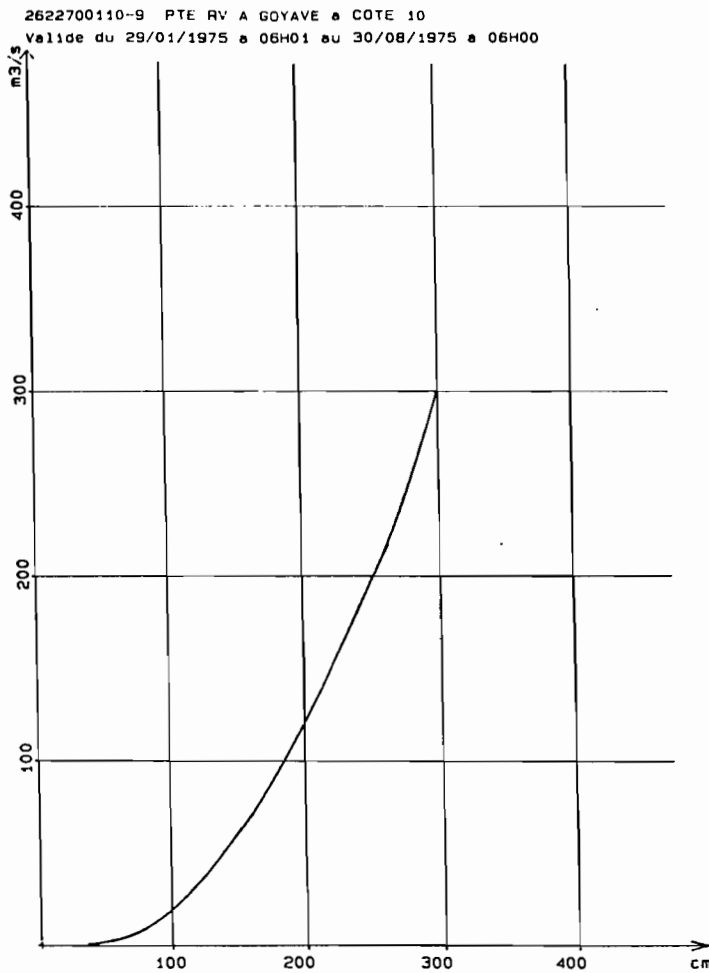


En fait, nous retiendrons, pour la cote 5 m mesurée à l'échelle limnimétrique actuelle, la vitesse de 4 m/s comme vitesse moyenne de l'écoulement au travers de la section au droit du limnigraphe, et donc un débit de  $600 \text{ m}^3/\text{s}$ , et pour 3 m à l'échelle une vitesse de 3.2 m/s soit un débit de  $280 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Ces estimations conduisent à adopter le barème actuel suivant qui correspond à la courbe d'étalonnage :

Barème d'étalonnage – Moyennes et hautes-eaux

Cote à l'échelle en m	1	2	3	4	5
Débit en $\text{m}^3/\text{s}$	12	120	280	440	600



Pour la période 1974-1978, l'extrapolation de la courbe d'étalonnage est faite sur la base de  $300 \text{ m}^3/\text{s}$  à la cote 3 m à l'ancienne échelle limnimétrique. On considère, en effet, que l'affouillement qui a affecté le lit mineur a peu modifié la liaison entre la surface mouillée et la cote lue sur les échelles respectives des périodes 1974-1978 et 1982-1988, mais que la pente motrice de l'écoulement devait être légèrement supérieure avant 1978 :

période 1974-1978 :	HE : 3 m	S mouillée = $87 \text{ m}^2$	V moyenne = 3.4 m/s	Q = $300 \text{ m}^3/\text{s}$
période 1982-1988 :	HE : 3 m	S mouillée = $87 \text{ m}^2$	V moyenne = 3.2 m/s	Q = $280 \text{ m}^3/\text{s}$

+ débits instantanés :

Les débits instantanés de la période 1974-1978 ont été recalculés en fonction du nouvel étalonnage :  $300 \text{ m}^3/\text{s}$  au lieu de  $240 \text{ m}^3/\text{s}$  (réf. 1) à la cote 3 m, pour la crue maximale sur cette période, observée le 2 mars 1975.

Nous disposons ainsi, sur 3 périodes distinctes de 9 années d'observation ininterrompue sans lacune : années 1975 à 1977, années 1982 à 1984, et années 1986 à 1988.





Les valeurs de période de retour  $T$  sont présentées ci-dessous :

Ajustement des débits de pointe supérieurs à 50 m<sup>3</sup>/s - Loi de Goodrich

T en années :	2	5	10	50	100
Débit en m <sup>3</sup> /s :	300	381	445	603	673

Nous retiendrons comme estimations déduites de l'ajustement de la loi de Goodrich, les valeurs suivantes accompagnées d'un intervalle de confiance de 50% :

$$Q_{1/10} : 445 \pm 50 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{1/100} : 675 \pm 85 \text{ m}^3/\text{s}$$

La crue observée le 2 mars 1975 avec 300 m<sup>3</sup>/s, aurait une période de retour de 2 années, alors que le débit de pointe maximal de 597 m<sup>3</sup>/s relevé le 16 novembre 1986 aurait une période de retour de l'ordre de 50 années.

**+ analyse de la crue du 16 novembre 1986 :**

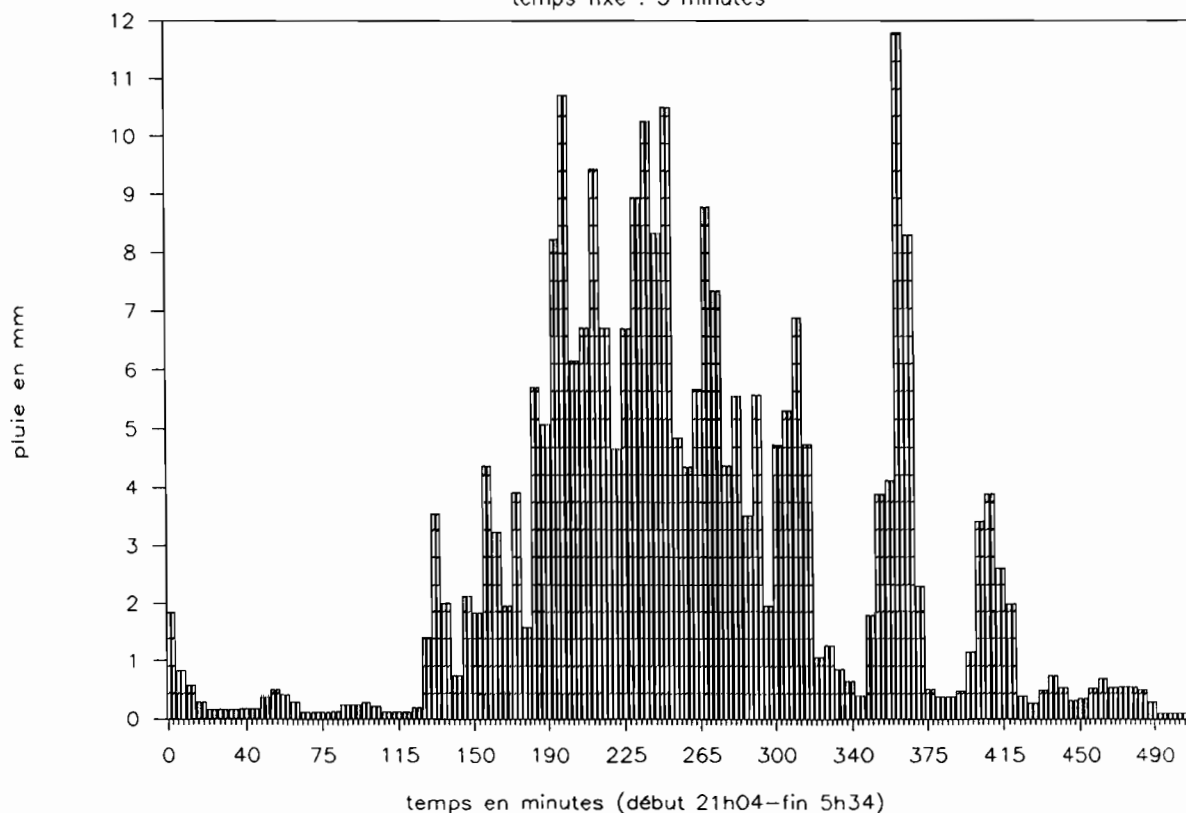
Au cours de l'averse du 16 novembre 1986, qui a intéressé essentiellement la côte au vent de la Basse-Terre, les postes pluviographiques de Merwart (1000 m) et Moreau (100 m) ont fonctionné correctement, ce qui n'a pas été le cas du poste de Frébault (Bouteiller n'était pas en service). Le poste de Merwart équipé d'un appareillage électronique a permis un dépouillement précis du hyétogramme totalisant 275 mm sur la durée de l'averse et un calcul rigoureux des intensités maximales sur différents pas de temps :

Pluviométrie relevée à Merwart

pas de temps en <i>minutes</i>	instant.	1	5	15	30	60	90
intensité maximale relevée ( <i>mm/h</i> )	225	171	142	117	101	97	90
pas de temps en <i>heures</i>	1h30	2	3	4	8		
total maximal relevé ( <i>mm</i> )	135	160	204	240	275		

MERWART 15-16 novembre 1986

temps fixe : 5 minutes



Le poste de Moreau enregistrait dans le même temps une averse de 108 mm. A partir de ces données, et du tracé des isohyètes, nous pouvons déduire les caractéristiques de l'averse du 16 novembre qui a intéressé le bassin :

Averse : durée : 8 h (début 21 h le 15, fin 5 h le 16)  
 lame d'eau précipitée : 160 mm (moyenne estimée sur le bassin)  
 intensité maximale en 1 h 30 : 85 mm

Les caractéristiques de la crue du 16 novembre sont les suivantes :

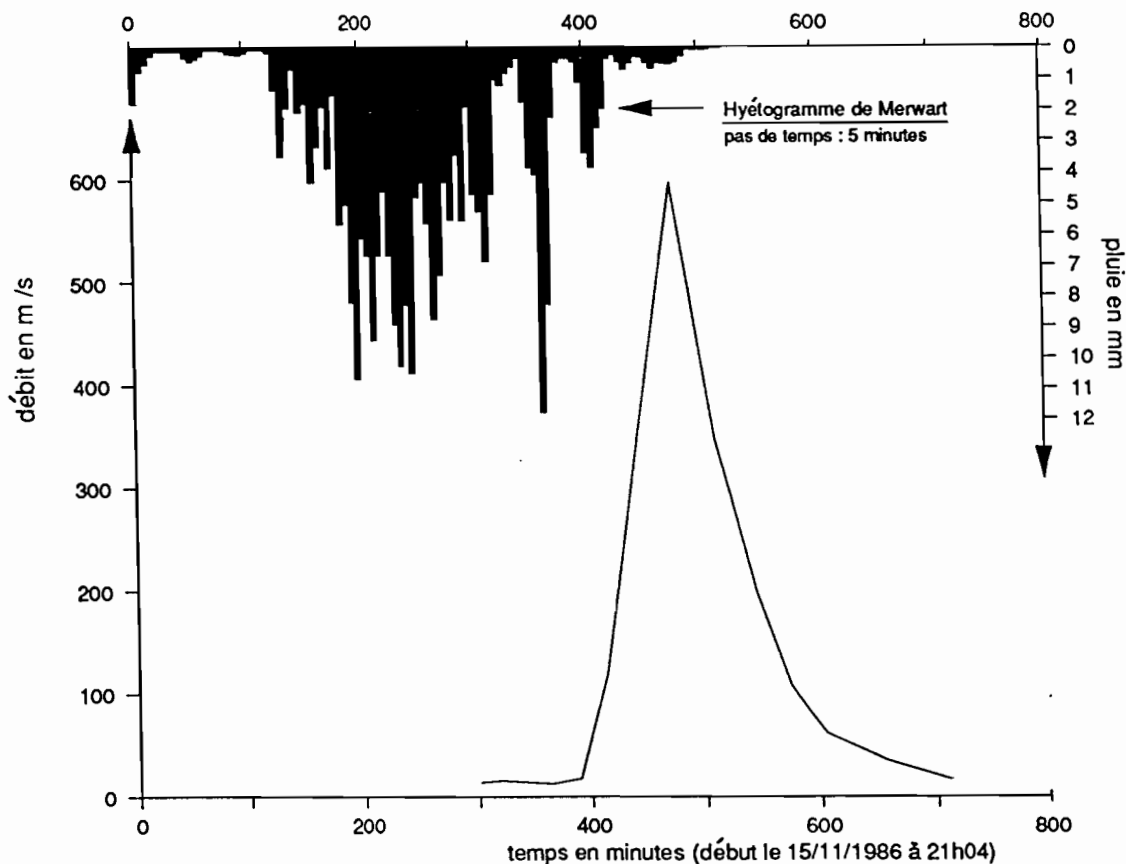
Crue : Q max : écoulé 597 m<sup>3</sup>/s  
 ruisselé 583 m<sup>3</sup>/s  
 Volume : écoulé 3.8 millions de m<sup>3</sup> soit 125 mm  
 ruisselé 3.4 millions de m<sup>3</sup> soit 112 mm

Les temps caractéristiques de la crue sont exprimés en minutes :

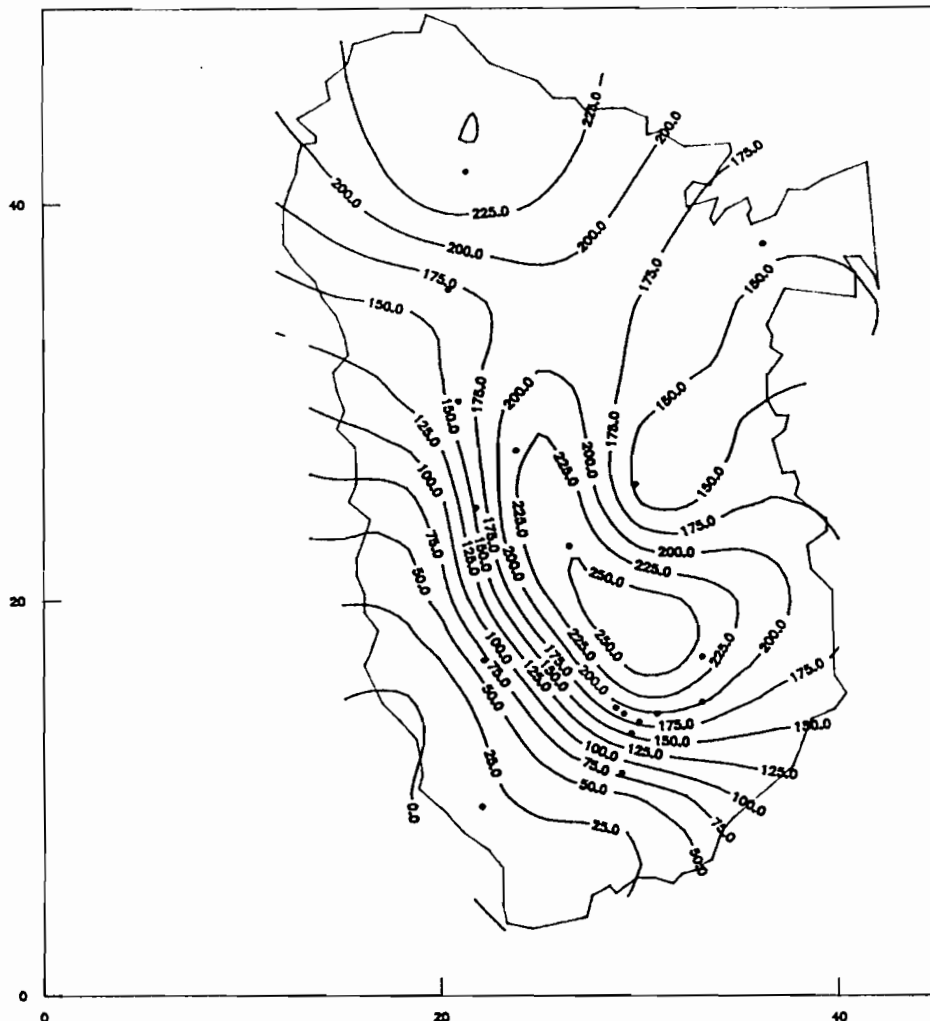
temps de base : 465 ' (7 h 45)  
 temps de montée : 110 ' (1 h 50)  
 temps caractéristique (Vr/Qmax) : 97 ' (1 h 37)

Le coefficient de ruissellement de l'averse serait de 70 %. Le rapport du débit de pointe au débit moyen de ruissellement est de 4.8. D.IBIZA (réf. 2) estimait ce coefficient à 4.2 en moyenne, mais il faut rappeler que la courbe d'étalonnage a été modifiée dans le sens d'une augmentation des forts débits.

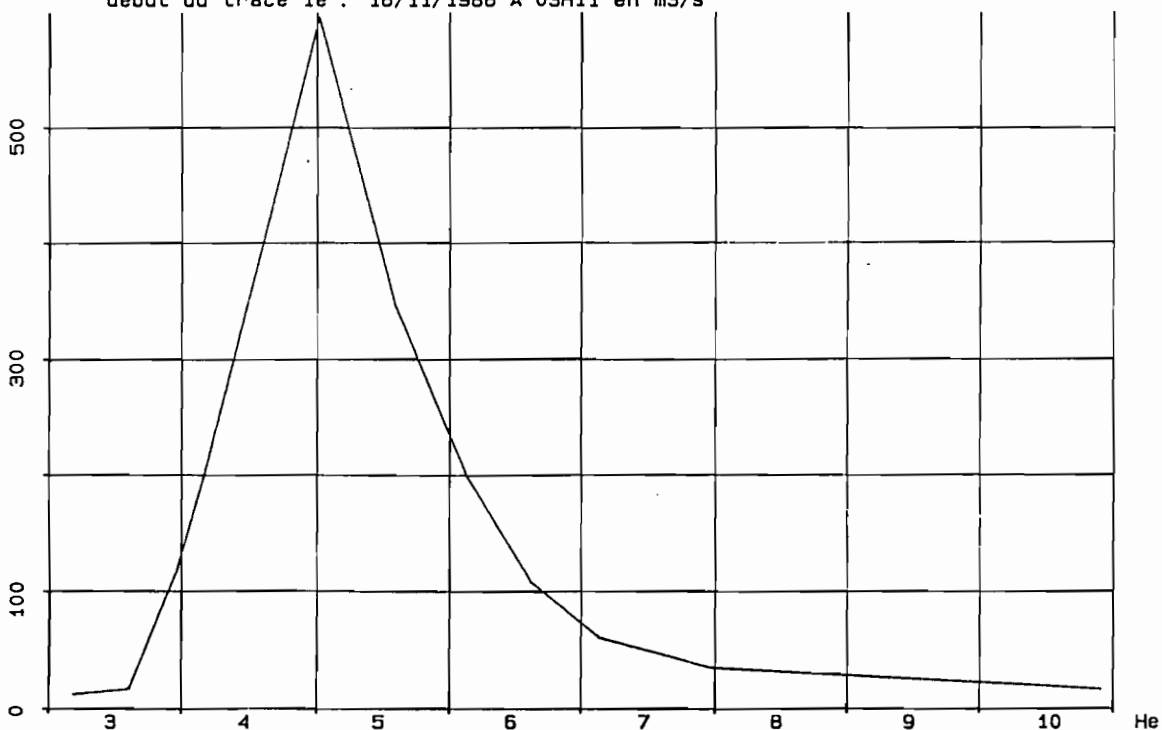
D.IBIZA retient une capacité de percolation pour le bassin de 120 mm/jour (réf. 2), soit 5 mm/h. Cela reviendrait à considérer que la pluie efficace de l'averse du 16 novembre qui a duré 8 h serait égale à 160 mm diminuée de 40 mm, soit de 120 mm. De fait, les calculs précédents conduisent à adopter pour la crue du 16 novembre une lame d'eau infiltrée d'environ 50 mm (valeur proche de l'estimation de D.IBIZA) contribuant à relever le débit de base.



Crue du 16 Novembre 1986 - Isohyètes



2622700110-9 PTE RV A GOYAVE A COTE 10  
 debut du trace le : 16/11/1986 A 03H11 en m3/s



Hydrogrammes de crue de la Petite Rivière à Goyaves

#### + application de la formule rationnelle :

La formule rationnelle permet d'estimer le débit de pointe correspondant à une averse dont l'intensité est évaluée pour une récurrence donnée sur le pas de temps qui correspond au temps de concentration du bassin versant. Cette formule simplificatrice ne fait intervenir ni les caractéristiques géomorphologiques du bassin versant (relief, pente, forme...), ni sa rugosité de surface (couvert végétal), ni les caractéristiques de son réseau de drainage.

Elle permet cependant de prédéterminer un débit de pointe en admettant que la précipitation de fréquence donnée génèrera une crue dont le débit maximal aura la même fréquence.

Cette formule prend en compte l'intensité efficace de précipitation sur le bassin, en fonction de la connaissance acquise sur les distributions ponctuelles intensité-durée-fréquence et de l'application d'un coefficient d'abattement, et un coefficient probable de ruissellement affecté à cette intensité limite.

L'exploitation des données pluviographiques acquises en altitude par l'ORSTOM est en cours. Nous utiliserons pour nos estimations les résultats présentés dans la monographie (réf. 1). Ils concernent essentiellement les postes du Raizet et de Parnasse.

Nous préférons utiliser le "temps caractéristique de base"  $T_c$  défini comme le rapport du volume de la crue au débit maximal, et qui est égal à la moitié du temps de base pour un hydrogramme triangulaire. D.BIZA a calculé sur l'ensemble des crues observées jusqu'en 1978 une valeur pour  $T_c$  de 84 mn, alors que  $T_c$  est égal à 97 mn pour la très forte crue du 16 novembre. Nous retiendrons la valeur de 90 mn soit 1 h 30, comme temps caractéristique des très fortes crues de la Petite Rivière à Goyaves.

- débit de pointe décennal

Pour une durée de 90 minutes, les pluviométries ponctuelles décennales (réf. 1) sont estimées à :

Le Raizet : 85 mm      Parnasse : 100 mm

Nous admettons, à priori, que les précipitations du poste de Parnasse (pluviométrie moyenne interannuelle voisine de 4400 mm) peuvent être considérées comme représentatives du bassin de la Petite Rivière à Goyaves, sans abattement pour compenser sa situation sous le vent. La pluviométrie moyenne sur le bassin décennale sur 90' serait de 100 mm, soit de 67 mm/h. Le coefficient de ruissellement au cours de la partie active de l'averse peut être pris égal à 80% :

$$I = 67 \text{ mm/h} \quad C = 0.8$$

Ainsi, le débit de pointe décennal serait égal à :

$$Q = 0.8 * 0.067 / 3600 * 30.3 * 10^6 = 451 \text{ m}^3/\text{s}$$

- débit de pointe centennal

Les intensités de pluie en 90 minutes sont estimées pour une période de retour de 100 ans à :

Le Raizet : 110 mm      Parnasse : 130 mm

Le raisonnement précédent conduit à adopter un précipitation centennale en 90' de 130 mm, soit de 87 mm/h, pour un coefficient de ruissellement de 85% :

$$I = 87 \text{ mm/h} \quad C = 0.85$$

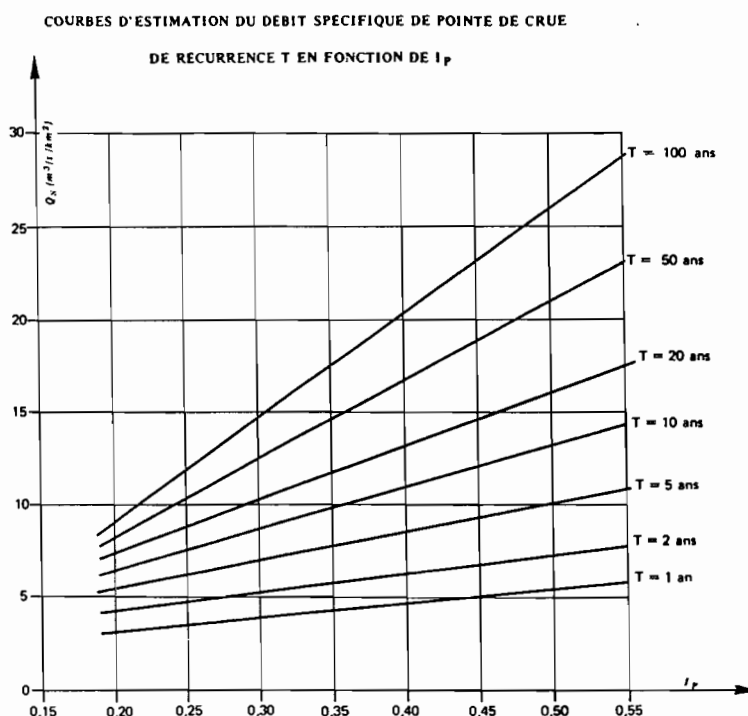
Ainsi, le débit de pointe centennal serait égal à :

$$Q = 0.85 * 0.087 / 3600 * 30.3 * 10^6 = 622 \text{ m}^3/\text{s}$$

### + estimation du débit spécifique de pointe de crue en fonction de $I_p$

L'analyse des débits de pointe relevés sur 19 bassins versants de la Guadeloupe et de la Martinique a permis (réf. 1) de lier le débit spécifique de pointe de crue de période de retour donnée d'un bassin à son indice de pente de Roche  $I_p$ .

Les abaques représentées par la figure ci-dessous permettent de déterminer pour le bassin versant de la Petite Rivière à Goyaves les débits spécifiques de pointe décennal et centennal de crue seraient respectivement de 12 et 18  $m^3/s/km^2$ . Les débits de pointe seraient ainsi de 364 et 545  $m^3/s$  pour le bassin.



### + comparaison des différentes méthodes

Les méthodes d'ajustement statistique des débits de pointe supérieurs à 50  $m^3/s$ , l'utilisation de la méthode rationnelle, l'application des abaques de calcul de débit de pointe spécifique de récurrence donnée ont conduit aux résultats suivants :

	loi de Goodrich	méthode rationnelle	abaques
$Q_{1/10} \text{ m}^3/s$	445	451	364
$Q_{1/100} \text{ m}^3/s$	673	622	545

Compte-tenu du faible nombre d'années d'observations rendant approximative l'estimation de fréquence centennale par l'ajustement statistique, et de l'incertitude liée aux deux autres méthodes, nous estimons que les valeurs issues des différentes méthodes de calcul sont tout à fait comparables.

*Nous retiendrons respectivement les valeurs de 445  $m^3/s$  et 675  $m^3/s$  comme valeurs des débits de pointe décennal et centennal.*

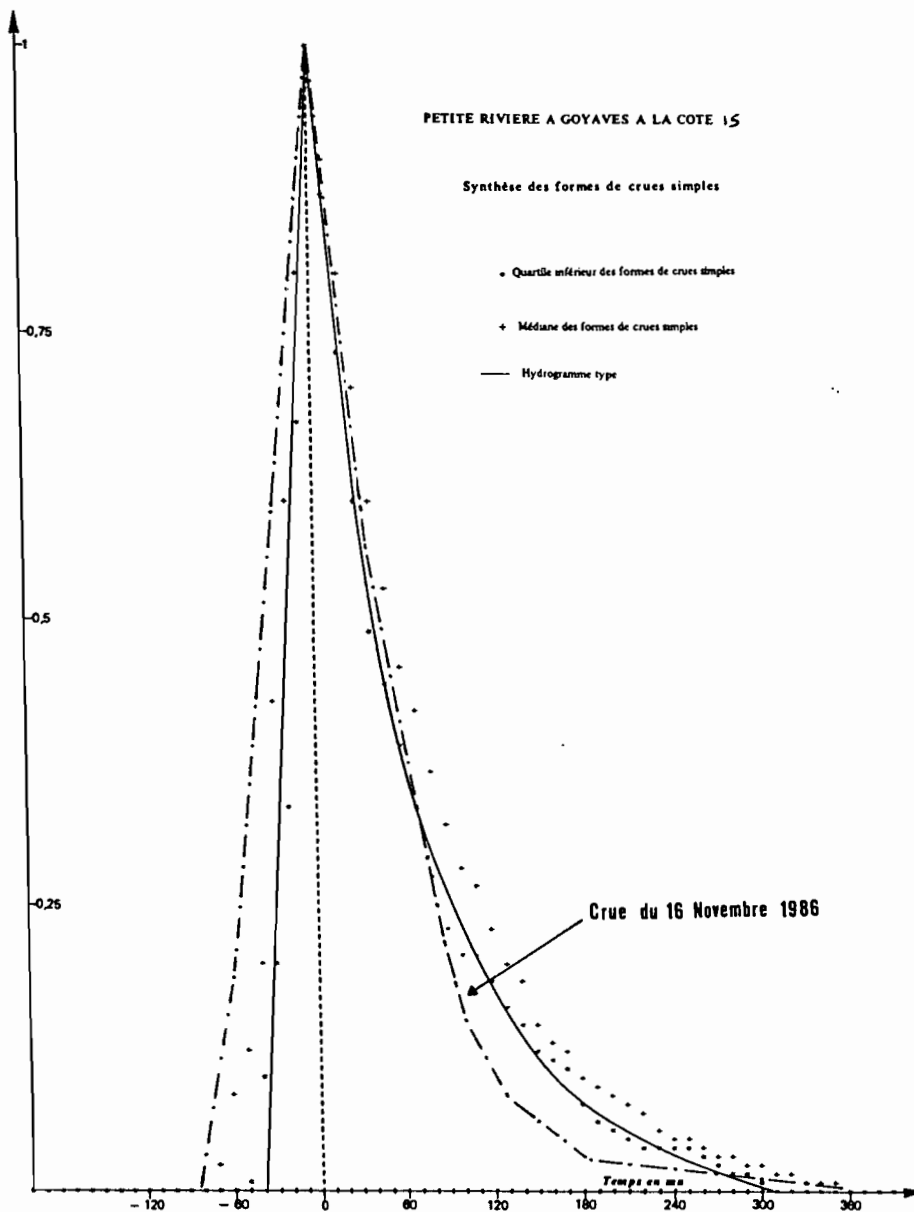
## FORME DES HYDROGRAMMES

P.VAUCHEL (réf. 1) a mis au point un programme qui a permis de traiter les hydrogrammes de crue de la période 1974-1978 pour en déduire un hydrogramme type.

La figure ci-dessous sur laquelle on a superposé les représentations graphiques des hydrogrammes des crues simples de la période 1974-1978 et l'hydrogramme de la crue maximale observée (16 novembre 1986), montre que les formes de crue sont sensiblement invariables.

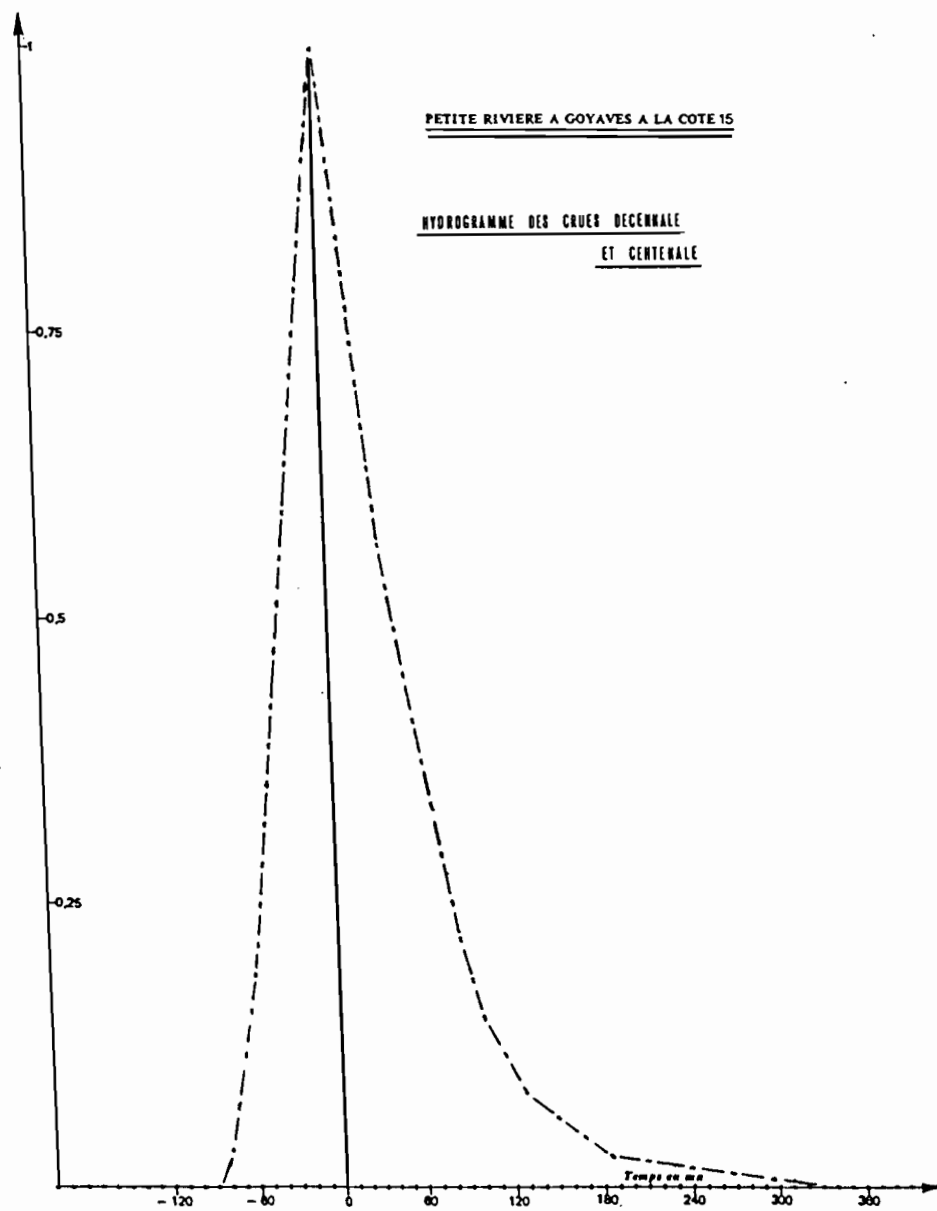
Les caractéristiques de forme des hydrogrammes de la crue décennale et centennale seront voisines des caractéristiques de la crue du 16 novembre :

Temps de base : 420 mn (7 h)  
Temps de montée : 90 mn (1 h 30)  
Temps caractéristique : 90 mn (1 h 30)  
Rapport  $Q_{max}/Q_{moy}$  : 4.8



Les points caractéristiques des hydrogrammes décennal et centennal sont déduits de l'hydrogramme du 16 novembre 1986. Les temps sont exprimés en minutes ; les débits correspondent au ruissellement pur et sont exprimés en  $m^3/s$  :

Temps	$Q_{1/10}$	$Q_{1/100}$
- 90	0	0
- 60	96	146
- 30	267	404
0	445	675
30	276	419
60	165	250
90	86	130
120	44	66
180	16	24
330	0	0







## CONCLUSION

*Cette étude a permis de déterminer les débits de pointe décennal et centennal de la Petite Rivière à Goyaves à la cote 15 m, et la forme des hydrogrammes de crue en fonction des observations réalisées à la station limnigraphique gérée par l'ORSTOM depuis 1974 :*

<i>Débits de pointe :</i>	$Q_{1/10} = 445 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{1/100} = 675 \text{ m}^3/\text{s}$
<i>Forme :</i>	<i>temps de base :</i> 420 mn (7 h) <i>temps de montée :</i> 90 mn (1 h 30) <i>temps caractéristique :</i> 90 mn (1 h 30) <i>rapport <math>Q_{\max}/Q_{\text{moy}}</math> :</i> 4.8

*L'ajustement statistique de la loi de Goodrich à l'échantillon des débits de pointe supérieurs à  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ , relevés sur les 8 années d'observations complètes, est satisfaisant, bien qu'imprécis pour les récurrences rares. La formule rationnelle, dont l'application est justifiée sur ce type de bassin, a confirmé ces estimations.*

*Si nous rapprochons ces résultats de l'estimation de  $300 \text{ m}^3/\text{s}$  faite pour la crue annuelle, nous constatons que le rapport du débit de pointe de la crue centennale à celui de la crue annuelle est faible. Plus que la faiblesse des débits de pointe de faible récurrence, cela souligne en fait une fréquence relativement élevée de fortes crues. Cela s'explique par la configuration du bassin versant à la cote 15m, qui réunit plusieurs sous-bassins générateurs de crues distinctes.*



ANNEXES



## BIBLIOGRAPHIE

1 - P.CHAPERON, Y.L'HOTE, G.VUILLAUME - 1985

Les ressources en eau de surface de la Guadeloupe  
Editions de l'ORSTOM - Collection 'Monographies Hydrologiques' n°7  
ORSTOM, PARIS, 1985

2 - D.IBIZA - 1985

Enquête aux Antilles  
Influence de la forme de l'averse sur la forme de la crue  
Application : méthode globale de prédétermination des crues rares  
Cahiers ORSTOM, sér. Hydrol., vol XXI, n°3, 1984-1985 : 99-131

3 - M.MORELL, M.HOEPFFNER, D.ROSSIGNOL - 1986

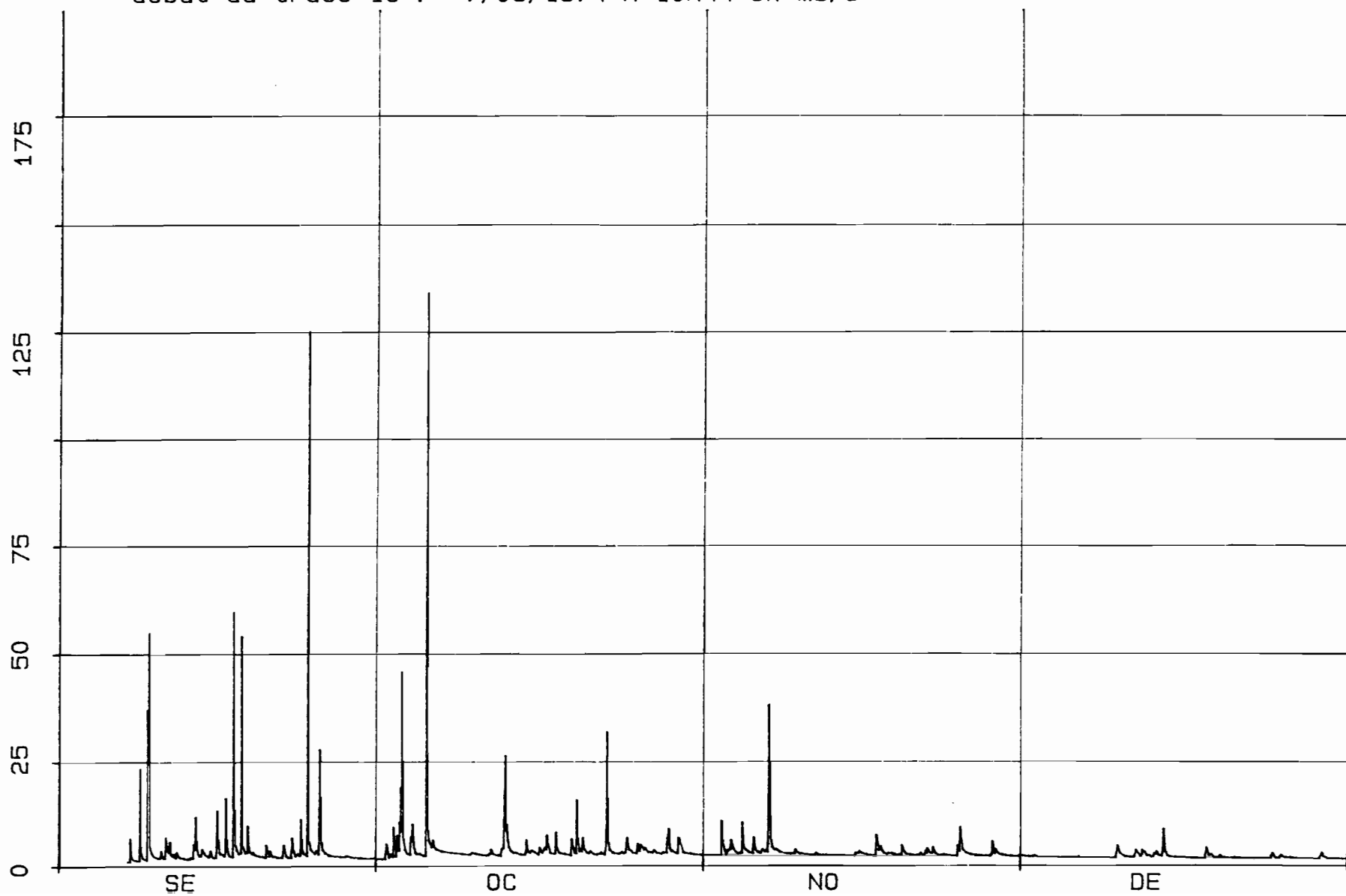
Les crues du 16 novembre 1986 sur la côte au vent de la Basse-Terre  
ORSTOM, Pointe-à-Pitre, novembre 1986



HYDROGRAMMES DES DEBITS INSTANTANES

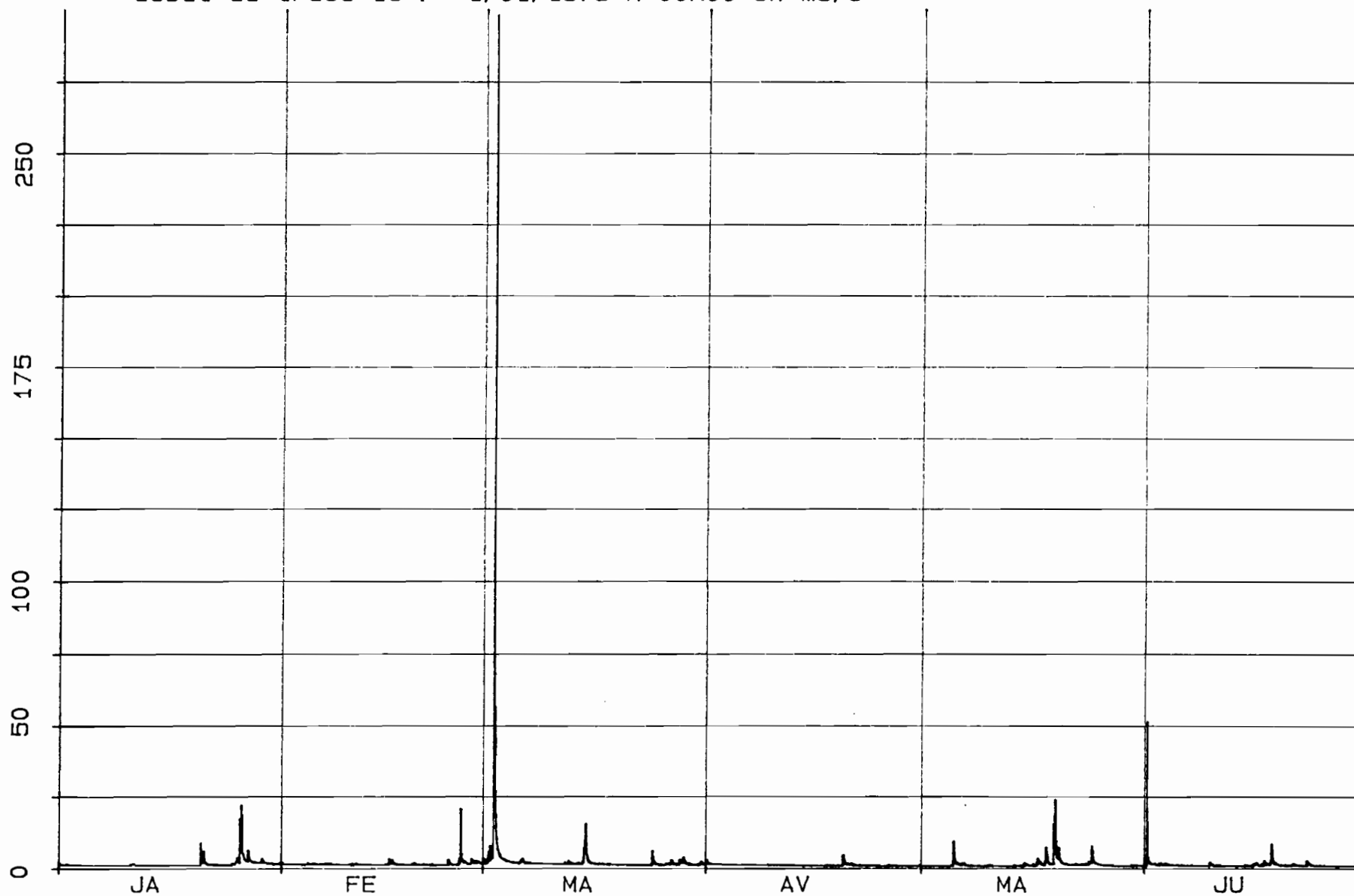


2622700110-9 PTE RV A GOYAVE A COTE 10  
debut du trace le : 7/09/1974 A 10H44 en m3/s



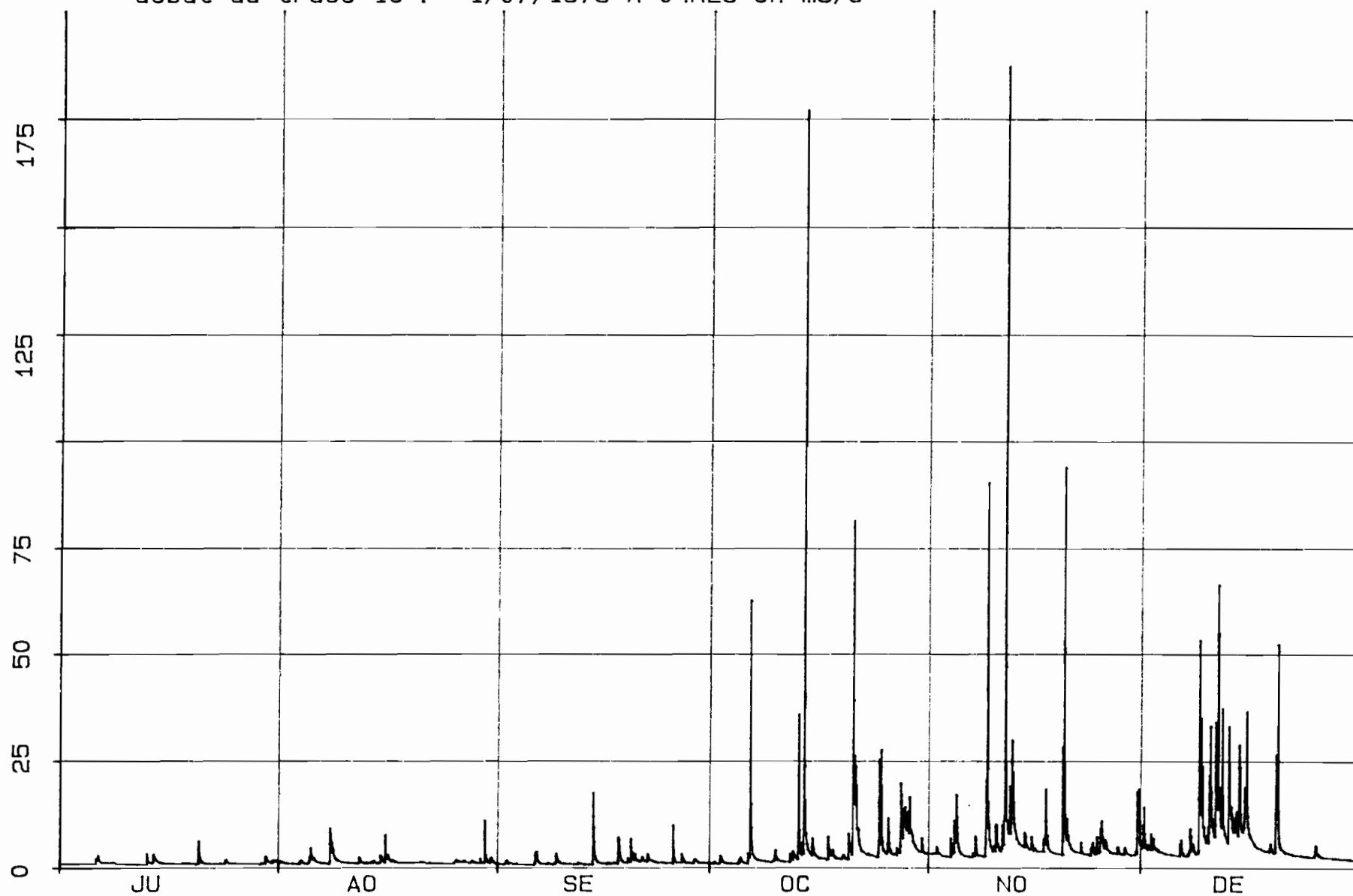
2622700110-9 PTE RV A GOYAVE A COTE 10

debut du trace le : 1/01/1975 A 00H00 en m3/s



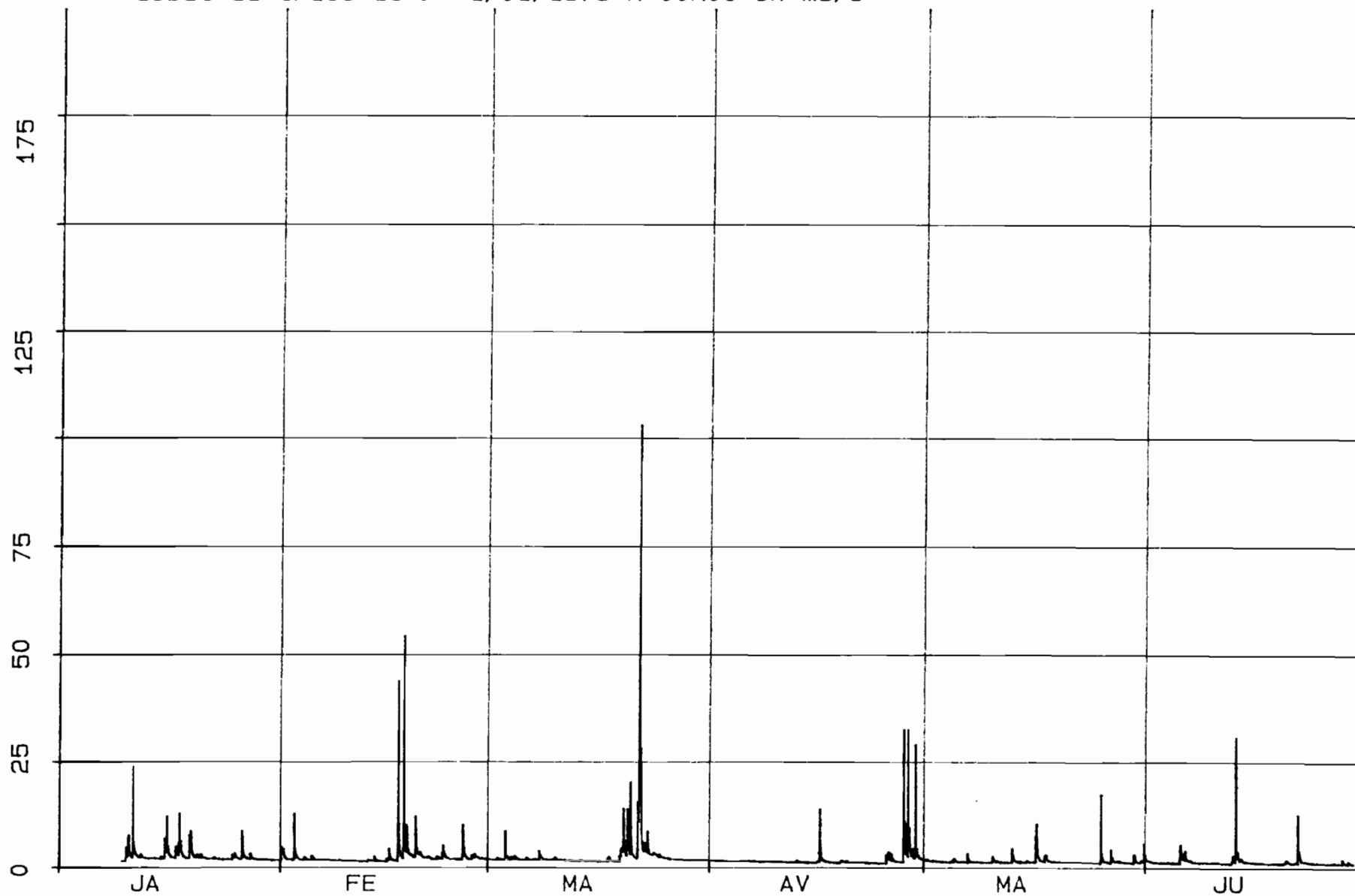
2622700110-9 PTE RV A GOYAVE A COTE 10

debut du trace le : 1/07/1975 A 04H28 en m3/s



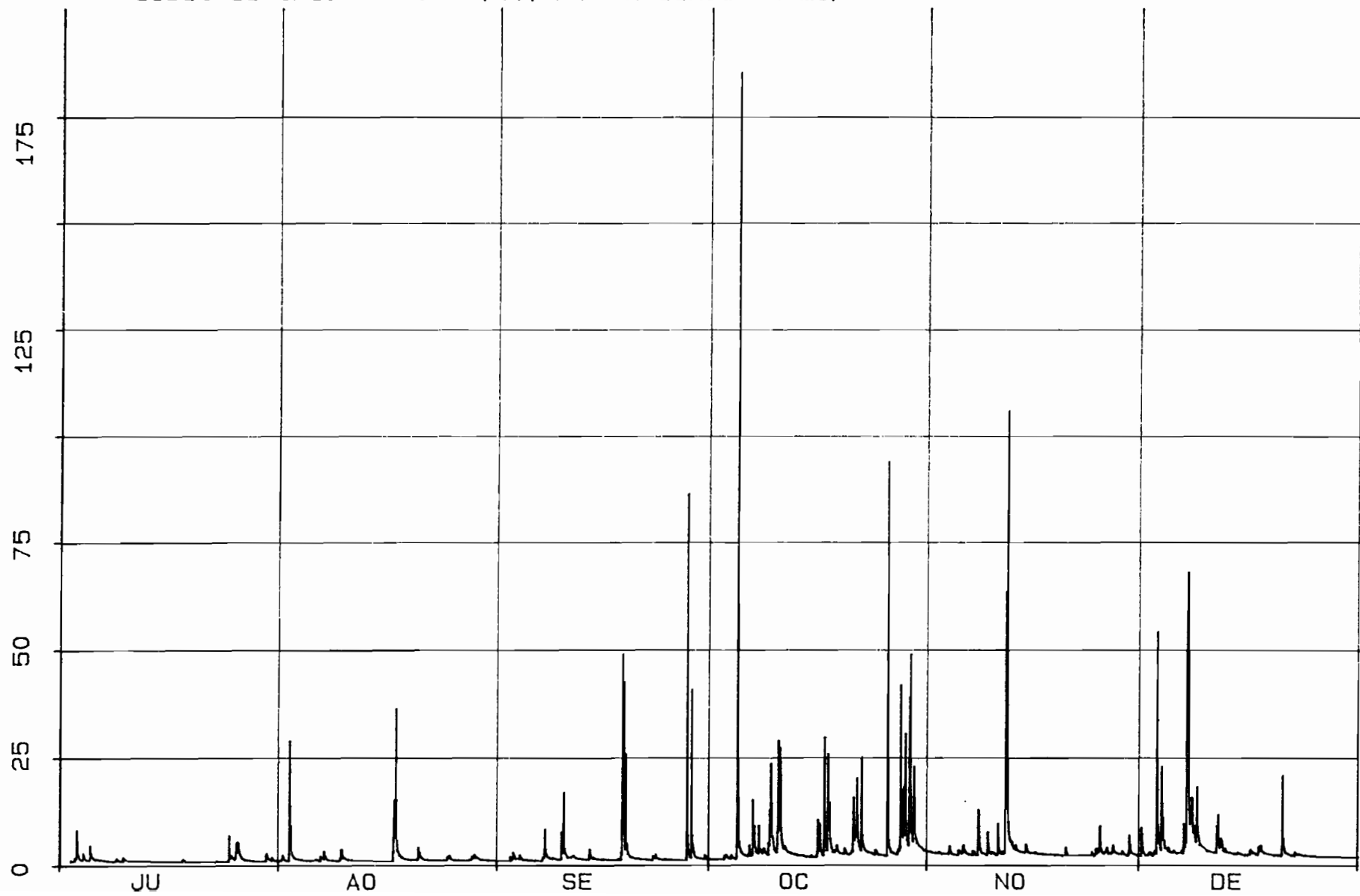
2622700110-9 PTE RV A GOYAVE A COTE 10

debut du trace le : 1/01/1976 A 00H00 en m3/s

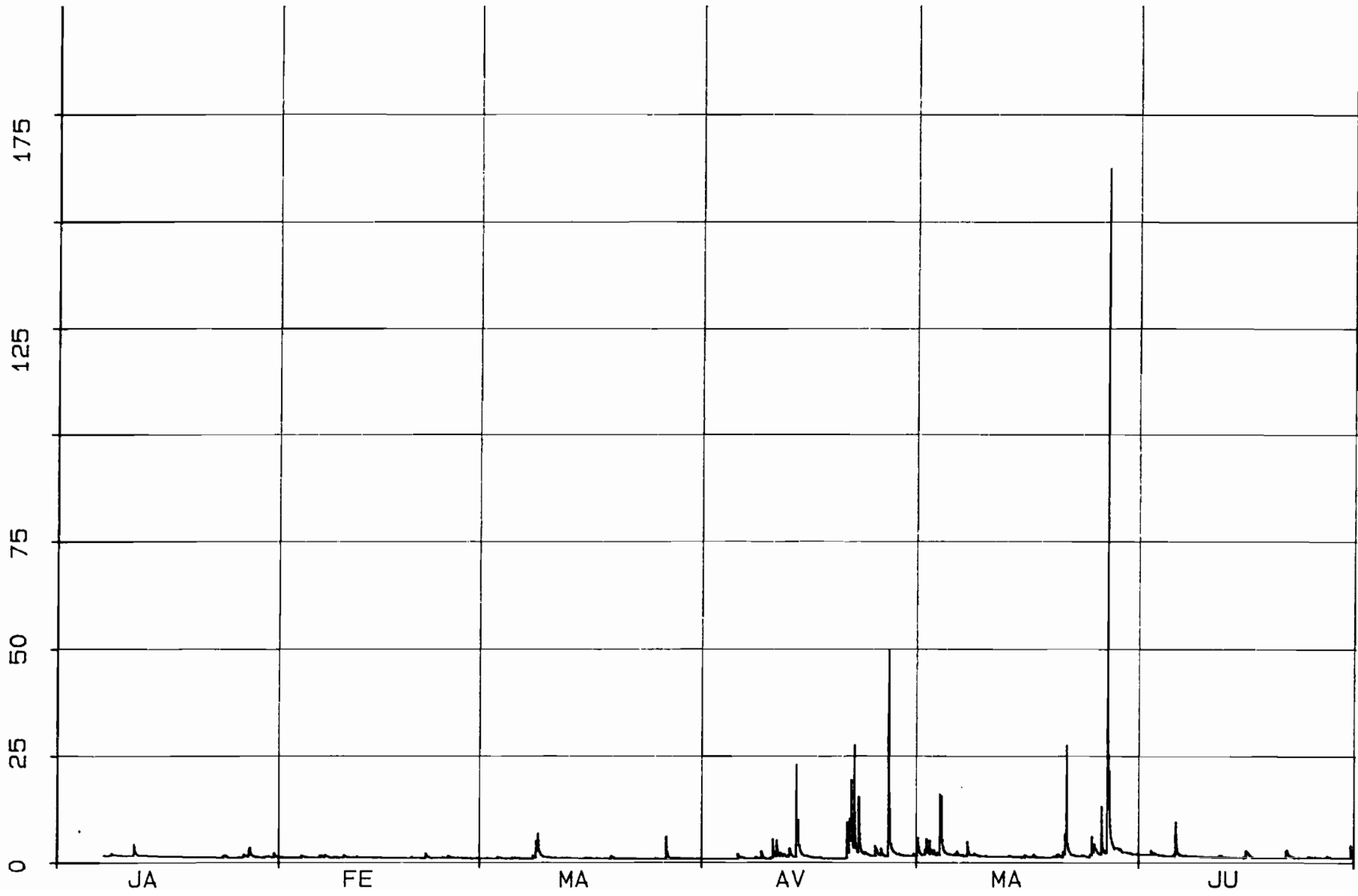


2622700110-9 PTE RV A GOYAVE A COTE 10

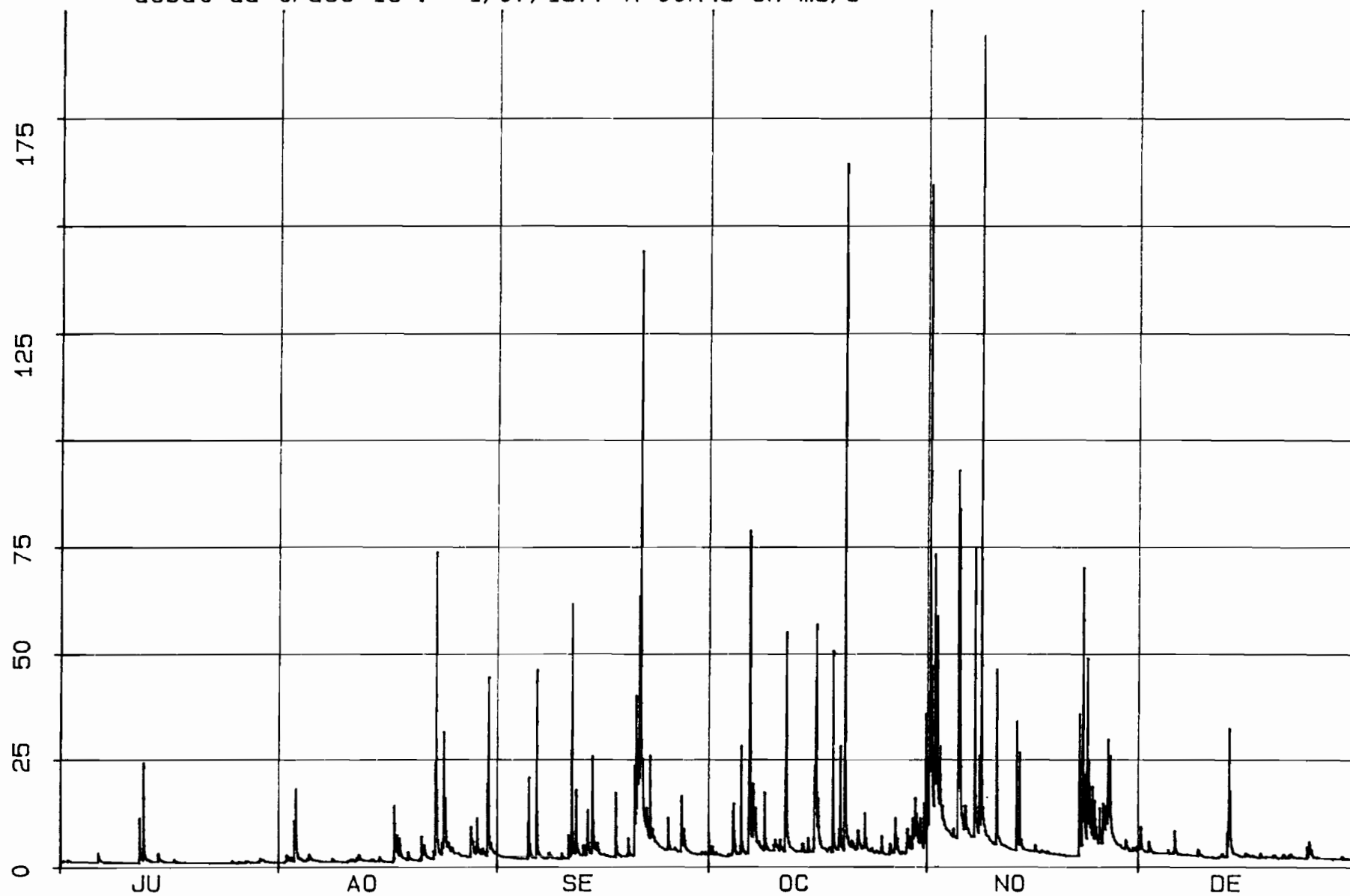
debut du trace le : 2/07/1976 A 11H59 en m3/s



2622700110-9 PTE RV A GOYAVE A COTE 10  
debut du trace le : 1/01/1977 A 00H00 en m3/s

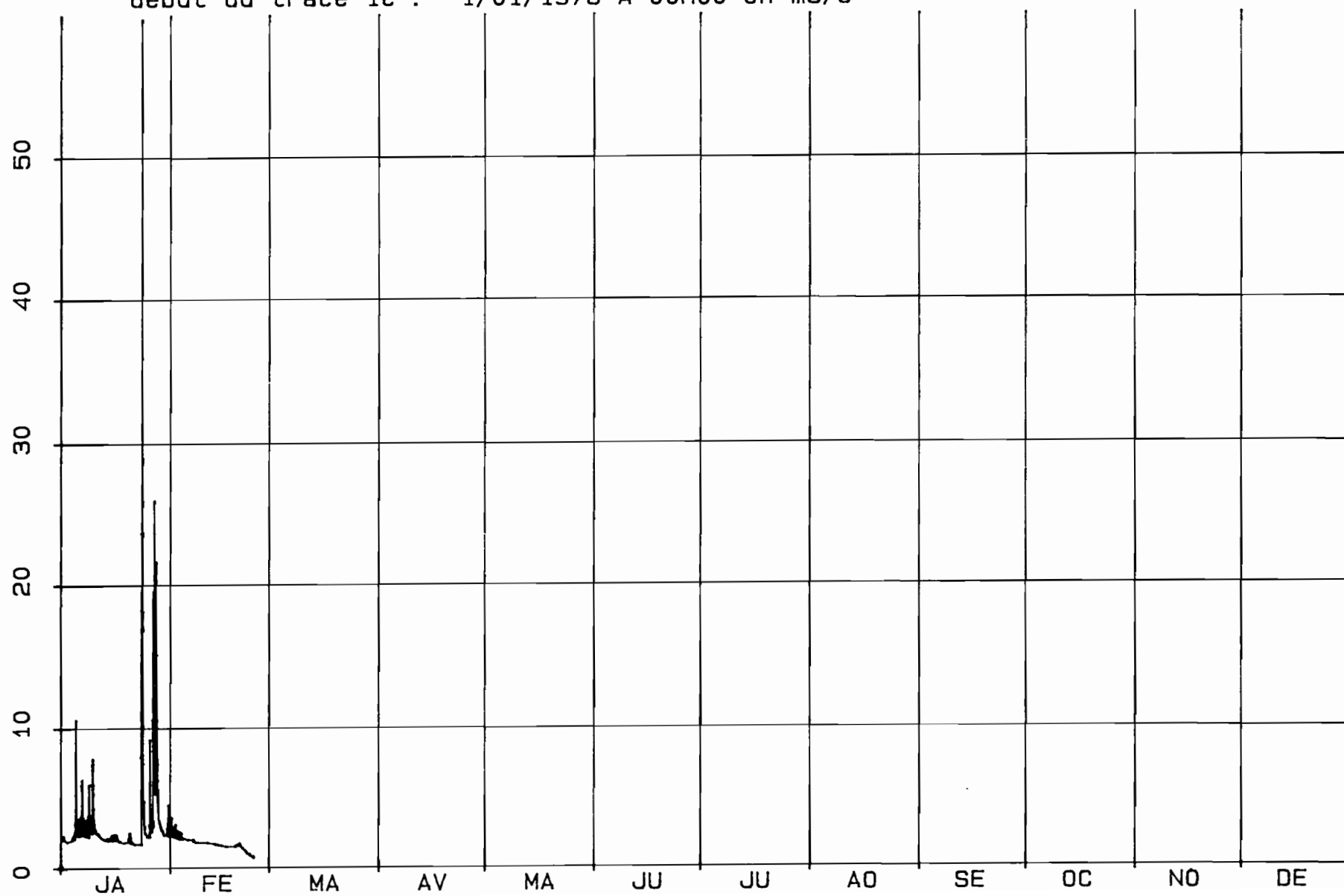


2622700110-9 PTE RV A GOYAVE A COTE 10  
debut du trace le : 1/07/1977 A 00H49 en m3/s



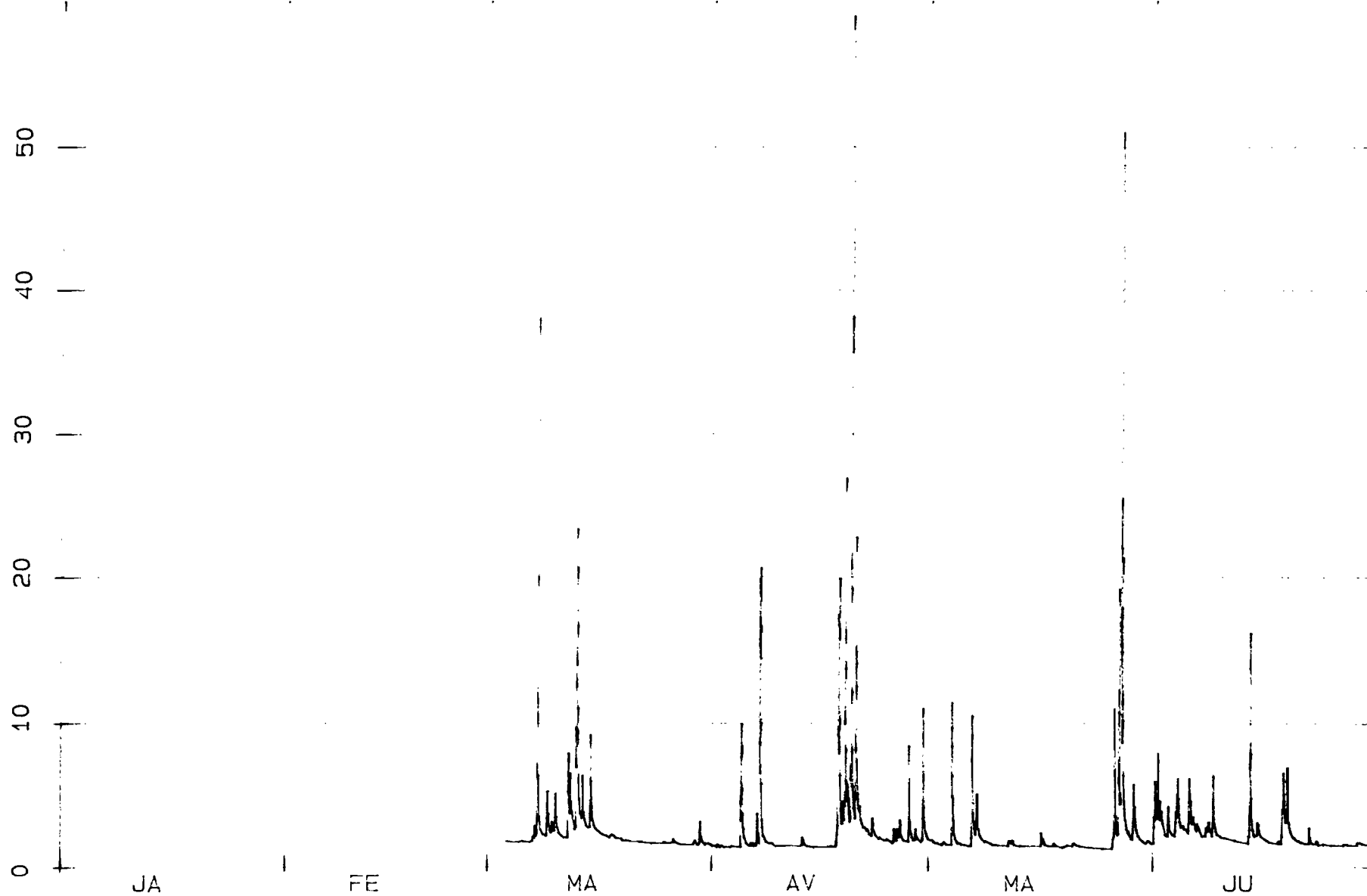
2622700110-9 PTE RV A GOYAVE A COTE 10

debut du trace le : 1/01/1978 A 00H00 en m3/s





2622700110-9 PTE RV A GOYAVE A COTE 10  
debut du trace le : 1/01/1982 A 00H00 en m3/s

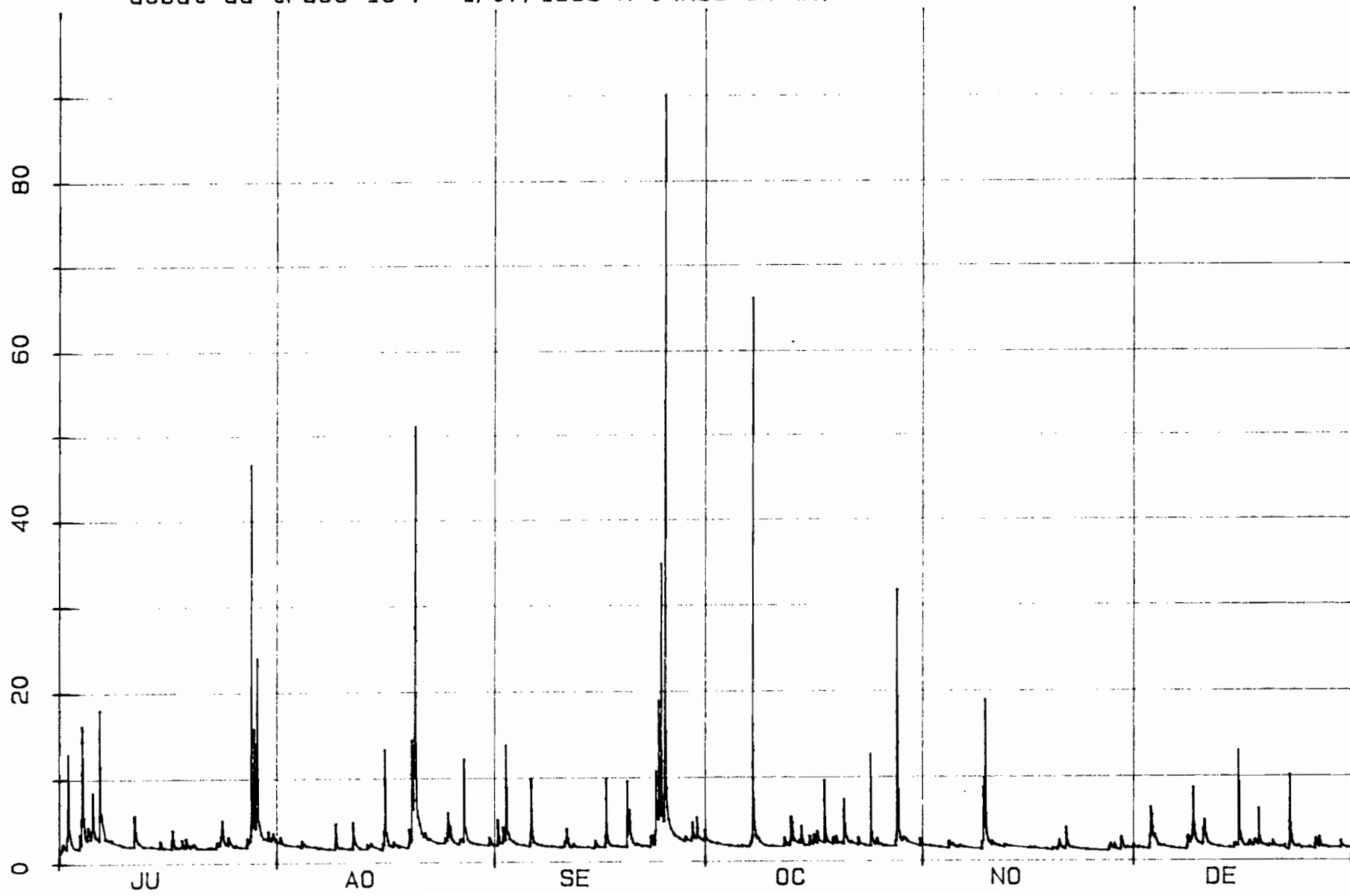






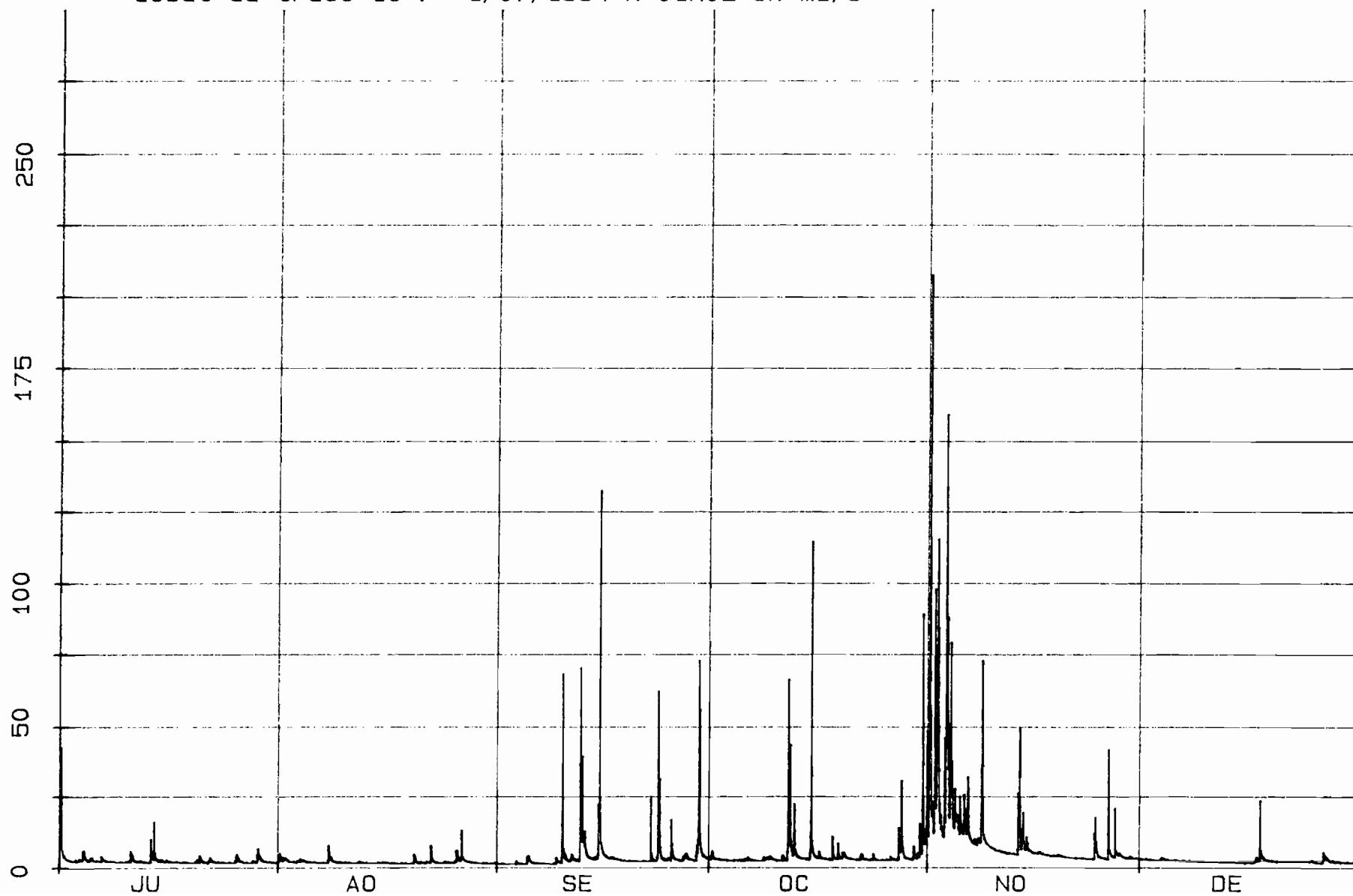
2622700110-9 PTE RV A GOYAVE A COTE 10

debut du trace le : 1/07/1983 A 04H36 en m3/s



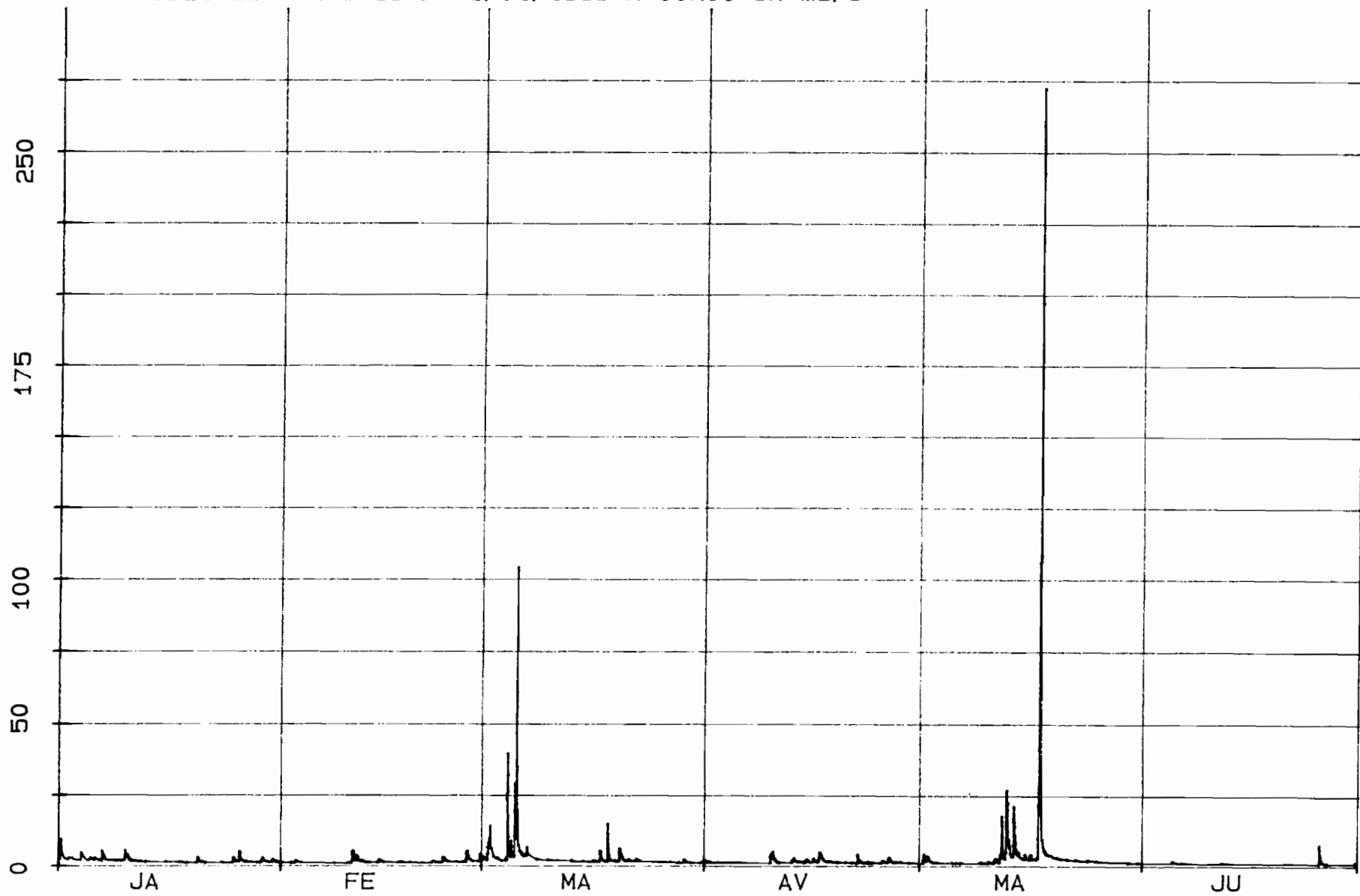


2622700110-9 PTE RV A GOYAVE A COTE 10  
debut du trace le : 1/07/1984 A 01H02 en m3/s

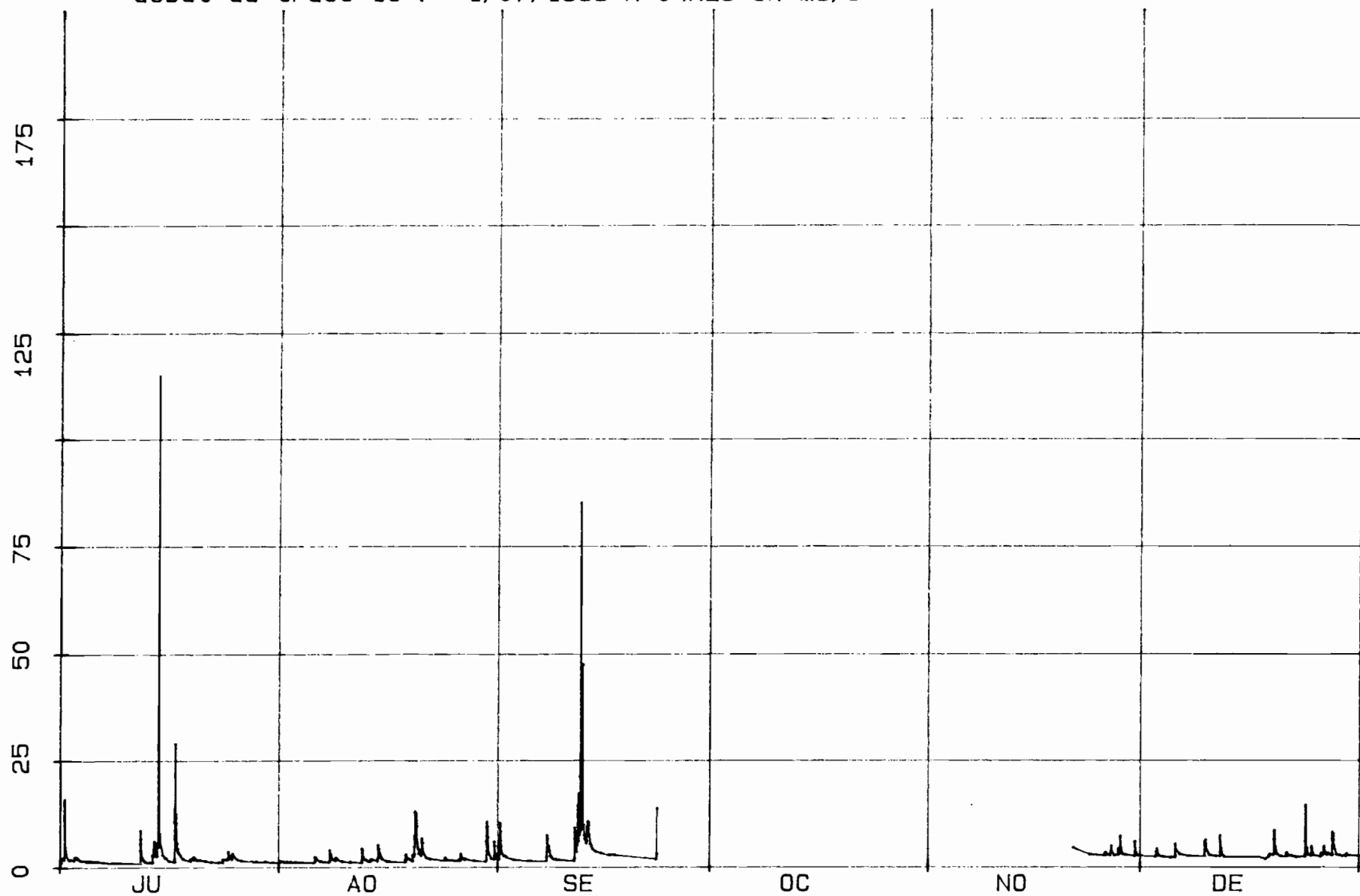


2622700110-9 PTE RV A GOYAVE A COTE 10

debut du trace le : 1/01/1985 A 00H00 en m3/s



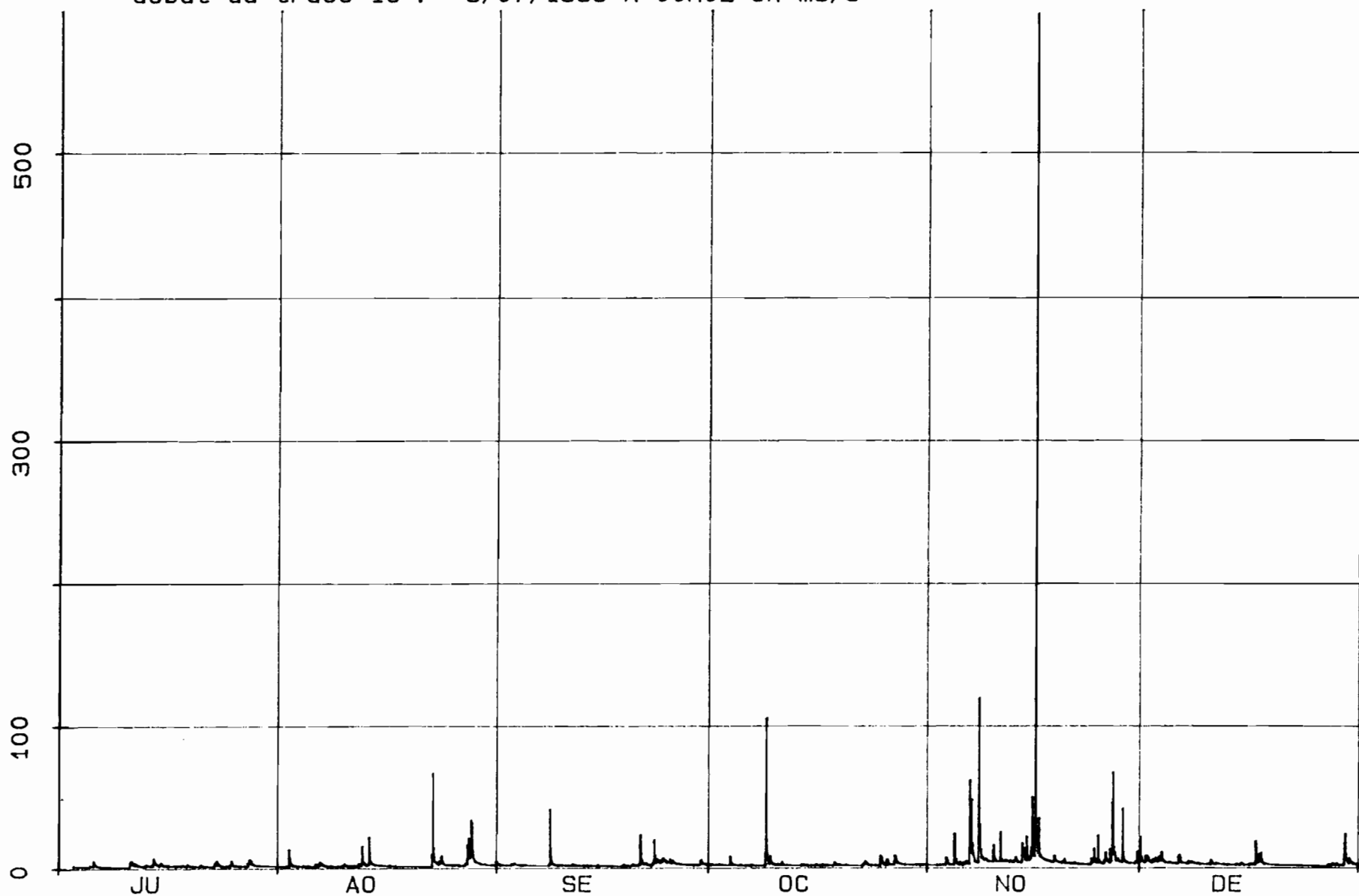
2622700110-9 PTE RV A GOYAVE A COTE 10  
debut du trace le : 1/07/1985 A 04H29 en m3/s



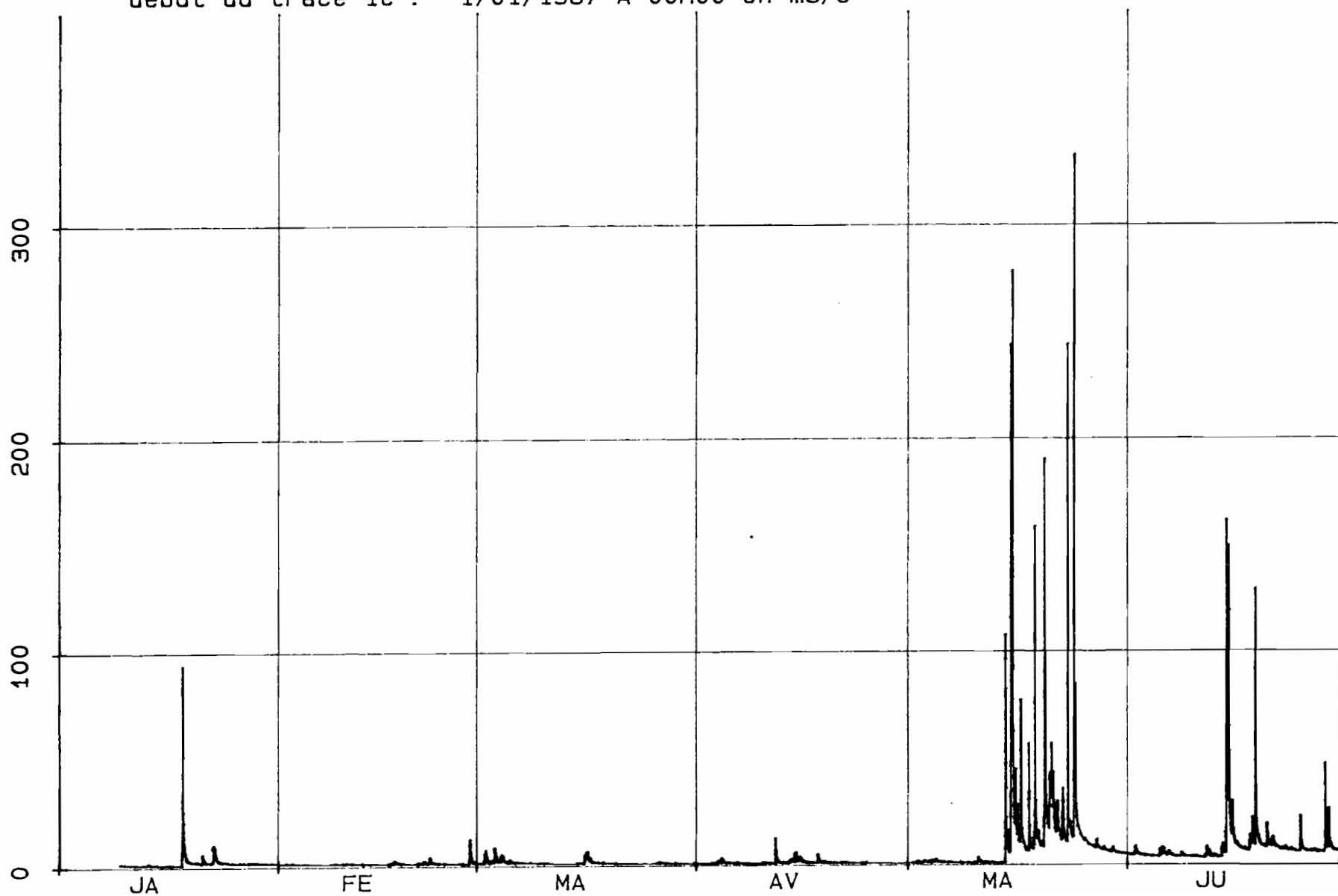




2622700110-9 PTE RV A GOYAVE A COTE 10  
debut du trace le : 3/07/1986 A 00H02 en m3/s

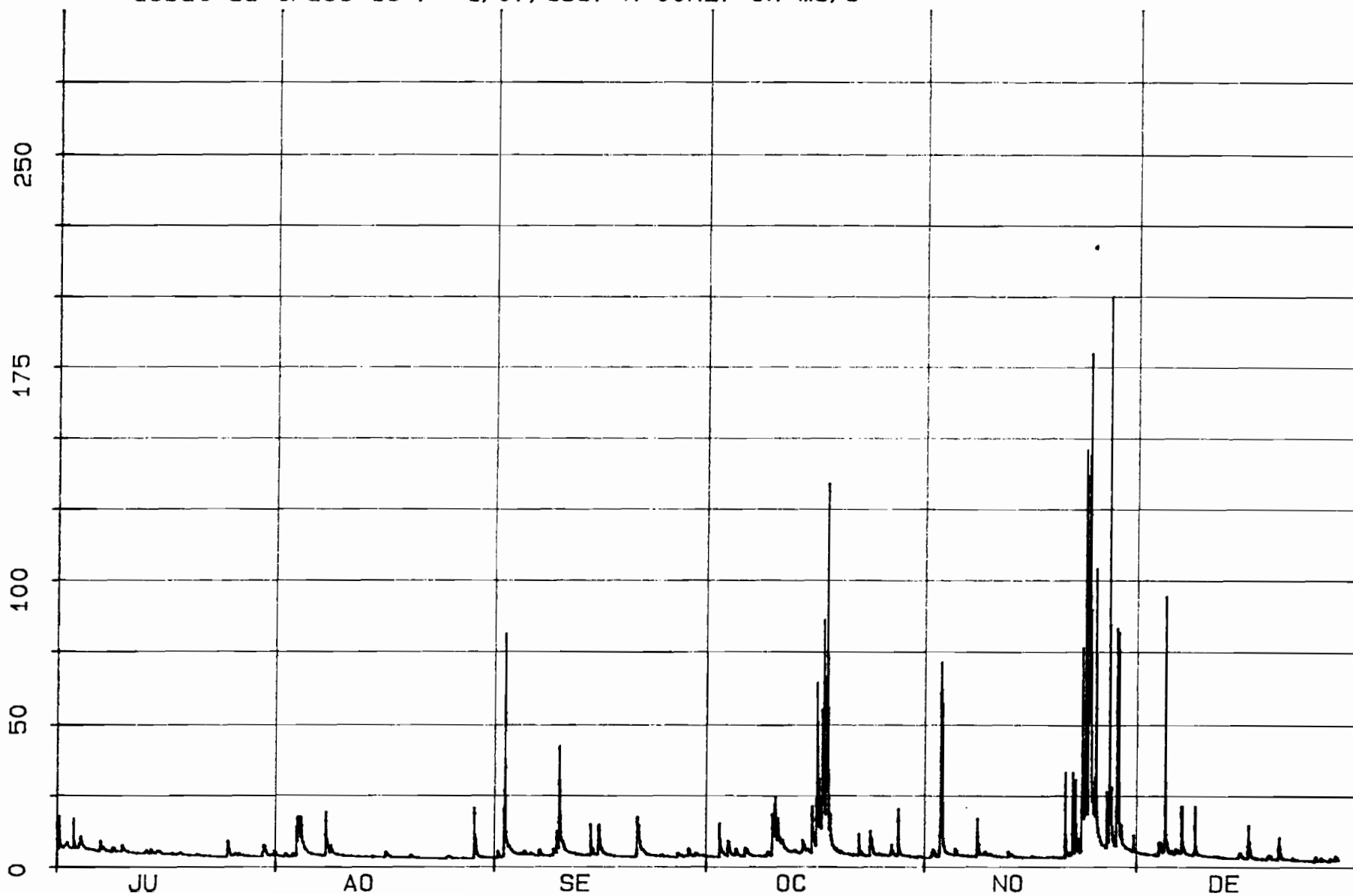


2622700110-9 PTE RV A GOYAVE A COTE 10  
debut du trace le : 1/01/1987 A 00H00 en m3/s

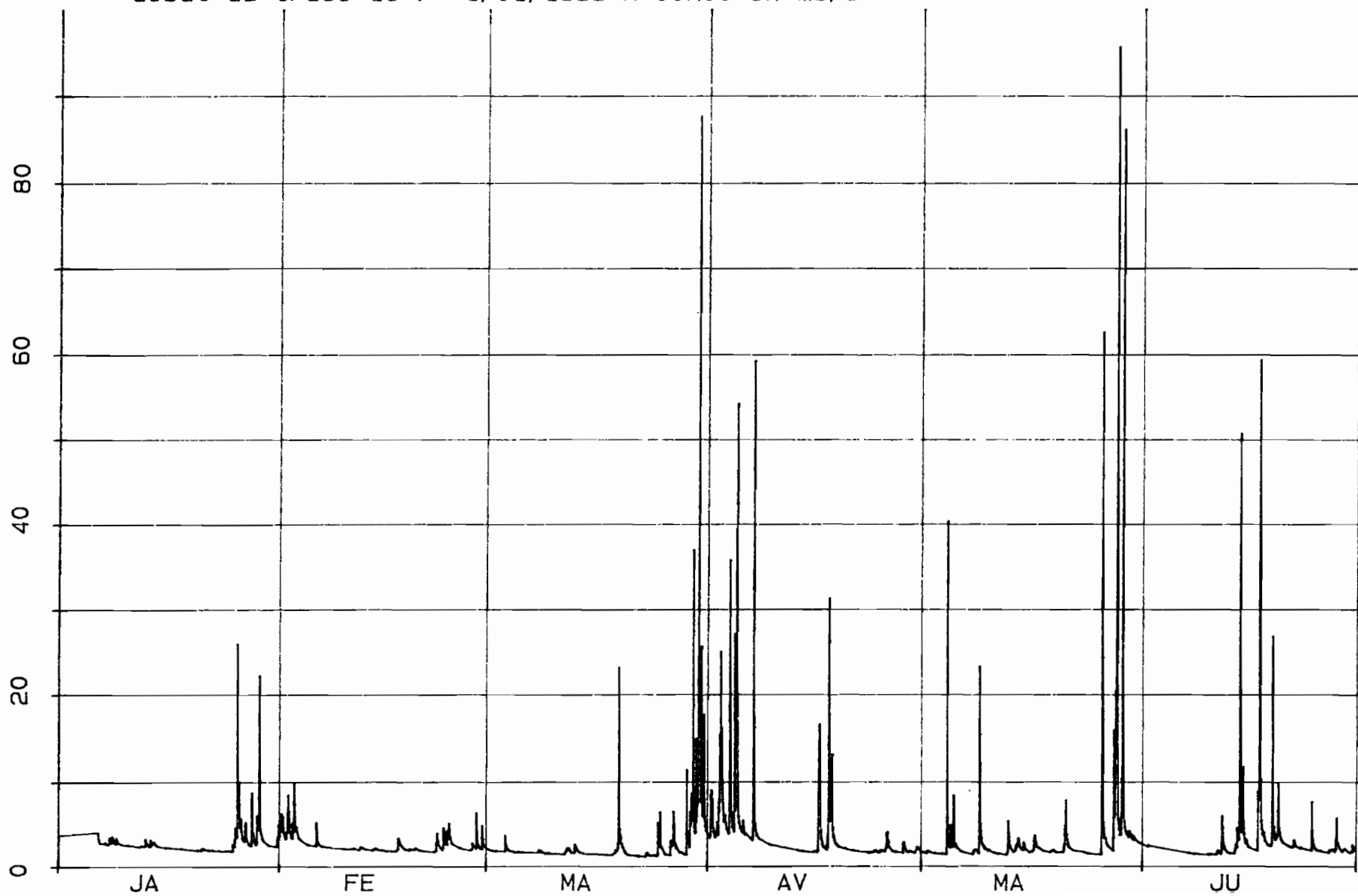


2622700110-9 PTE RV A GOYAVE A COTE 10

debut du trace le : 1/07/1987 A 00H27 en m3/s



2622700110-9 PTE RV A GOYAVE A COTE 10  
debut du trace le : 1/01/1988 A 00H00 en m3/s



2622700110-9 PTE RV A GOYAVE A COTE 10

debut du trace le : 1/07/1988 A 08H56 en m3/s

