

30

1986

DEPARTEMENT DE LA REUNION

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE

REGIE DEPARTEMENTALE DES TRAVAUX
AGRICOLLES ET RURAUX

SECTION HYDROLOGIE

LA DEPRESSION CYCLONIQUE
ERINESTA

ETUDE PONCTUELLE
DES PRECIPITATIONS ET DES CRUES

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE

REDETAR/SECTION HYDROLOGIE

LA DEPRESSION CYCLONIQUE "ERINESTA"
ETUDE PONCTUELLE DES PRECIPITATIONS ET DES CRUES

Du lundi 3 au samedi 8 février 1986, l'île de la Réunion s'est trouvée sous l'influence climatologique du cyclone puis dépression tropicale "ERINESTA".

Cette note se propose de faire un premier constat :

- des précipitations observées à partir de quelques postes représentatifs, et de leur importance relative (analyse fréquentielle).
- des crues provoquées (volumes ruisselés, débits de pointe) à partir des stations limnigraphiques existantes ainsi qu'un aperçu sur l'évolution des nappes phréatiques ou "perchées".

-----oo0oo-----

S O M M A I R E

A - ANALYSE DES PRECIPITATIONS

- A.1 - Zone Nord-Nord-Est
- A.2 - Zone Ouest-Sud
- A.3 - Cilaos et la Plaine des Cafres
- A.4 - Le Sud-Est et l'Est
- A.5 - Résumé

B - ANALYSE DE QUELQUES CRUES REPRESENTATIVES

- B.1 - La crue du Fond Persil (affluent Ravine Trois Bassins)
- B.2 - La crue de la Ravine Blanche et du Bras de Pontho
- B.3 - La crue de la Rivière du Mât et du Grand Bras des Chevettes
- B.4 - Quelques évolutions piézométriques ponctuelles

C - APPROCHE DES DEBITS DE POINTE SUR DIVERS COURS D'EAU

D - CONCLUSION

E - ANNEXES

A - ANALYSE DES PRECIPITATIONS

Les précipitations journalières suivantes ont été observées en divers postes pluviométriques gérés par le Service Météorologique Régional.

A.1 - Zone Nord-Nord-Est

A.1.1 - Relevés

STATION	PLUIES DU JOUR (mm arrondis)						TOTAL	MAXI CELESTINA	
	3.2	4.2	5.2	6.2	7.2	8.2		24h (*)	6 jours
X Gillot	23	21	90	45	57	51	287	149	355
X Montagne St-Denis	7	22	68	70	74	19	260	188	418
X Menciol	30	18	82	69	61	7	267	256	530

REMARQUES

Il s'agit des "pluies du jour" ou pluies relevées de 7 h à 7 h arrondies au mm : par exemple, 90 mm ont été relevés à Gillot du 5 (7 h) au 6 (7 h).

Dans un souci de synthèse la plus complète de l'information existante (les stations ne disposent pas toutes de pluviographes), nous avons retenu le cycle 7 h - 7 h comme référence, notamment pour l'analyse fréquentielle.

Le lecteur devra donc garder à l'esprit que la correspondance de la variable analysée (ou variate) avec la pluie de même durée mais d'origine des temps variable, est d'autant meilleure que sa durée est plus longue.

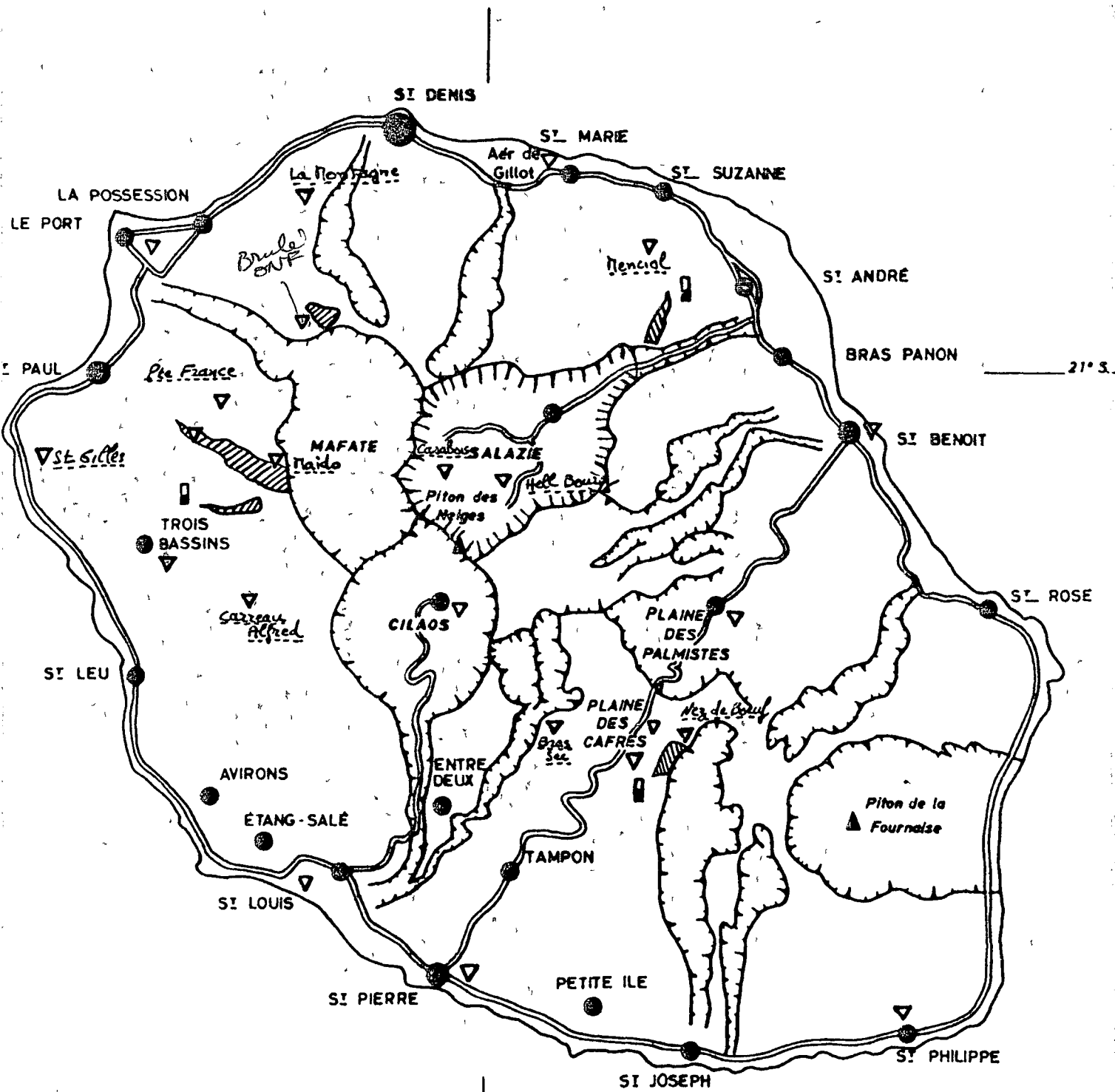
A.1.2 - Interprétation

Les précipitations maximales sont relevées du 5 au 7 et restent bien en deça de la normale, tant pour les pluies de 24 heures (7 h - 7 h répertoriées par la suite par *) que pour les pluies de 6 jours consécutifs.

Le rappel des précipitations homologues de la dépression cyclonique CELESTINA (janvier 1985), sensiblement voisines de la normale à Gillot et Menciol (1) le confirme par ailleurs.

(1) La dépression cyclonique CELESTINA - Etude ponctuelle des précipitations et des crues - F. BOCQUEE (DDA) 1985.

L'ILE DE LA REUNION



LEGENDE

- ▽ Station Pluviométrique
- ▭ " Limnimétrique
- ▨ Bassin Hydrographique

55° 30' E



ECHELLE : 1 / 350 000

A.2 - Zone Ouest et Sud

A.2.1 - Relevés

STATION	PLUIES DU JOUR (mm arrondis)						TOTAL	MAXI CELESTINA	
	3.2	4.2	5.2	6.2	7.2	8.2		24h (*)	6 jours
X Le Port	0	10	20	34	84	9	157	163	253
X Saint-Gilles	0	3	21	14	66	-	104	120	179
Saint-Pierre	0	21	10	12	56	1	100	48	75
Δ X Dos d'Ane	3	16	85	66	29	213	412		
uniquement X Petite France	2	5	74	59	210	63	413	560	902
/ Palmiste Guillaume	1	7	29	74	158	64	333		
/ Maïdo	3	27	88	59	141	179	497	535	814
X Trois Bassins	0	7	23	39	76		145	237	506
Δ X Carreau Alfred	0	17	86	72	288	98	561	325	642

A.2.2 - Interprétation

Les précipitations maximales sont relevées le 7 et le 8, dates coïncidant avec le passage de la dépression au plus près des côtes Ouest et Sud de l'île.

Celles-ci sont d'une manière générale bien inférieures à celles provoquées par CELESTINA.

Les stations situées dans la tranche d'altitude 1 200 - 1 600 m reçoivent les plus fortes averses (> 200 mm), le record régional étant détenu par Carreau Alfred, avec 288 mm le 7.

L'analyse fréquentielle des maximums sur 24 heures (*) à Carreau Alfred ainsi qu'à la Petite France, présentée aux pages suivantes, montrent la quasi identité des périodes de retour (Fnd = 65 % soit Tr = 1,5 an), voisines de la médiane, ce qui démontre donc le caractère ordinaire de ces averses, contrairement à celles observées lors de CELESTINA, de période de retour voisine de 20 ans à la Petite France (Hauts de St-Paul).

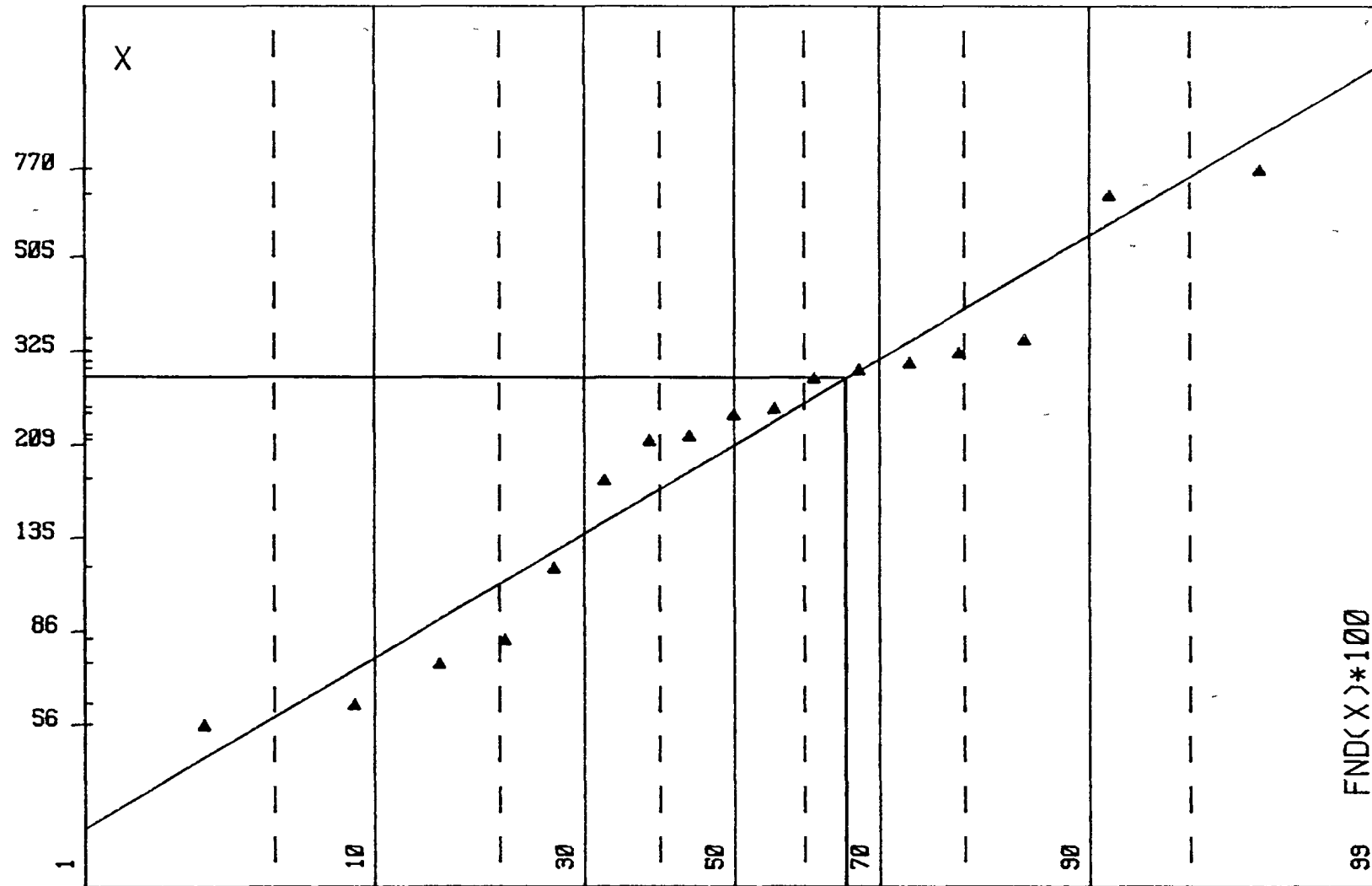
Quant aux précipitations relevées sur le littoral, elles s'avèrent nettement inférieures à la normale à St-Gilles et à St-Pierre, et voisines sur la côte Nord-Ouest (la Possession, le Port).

REMARQUE

La variate de 1986 est provisoirement assimilée à celle d'ERINESTA.

PLUIES DE 24 HEURES (7H-7H) A CARREAU ALFRED

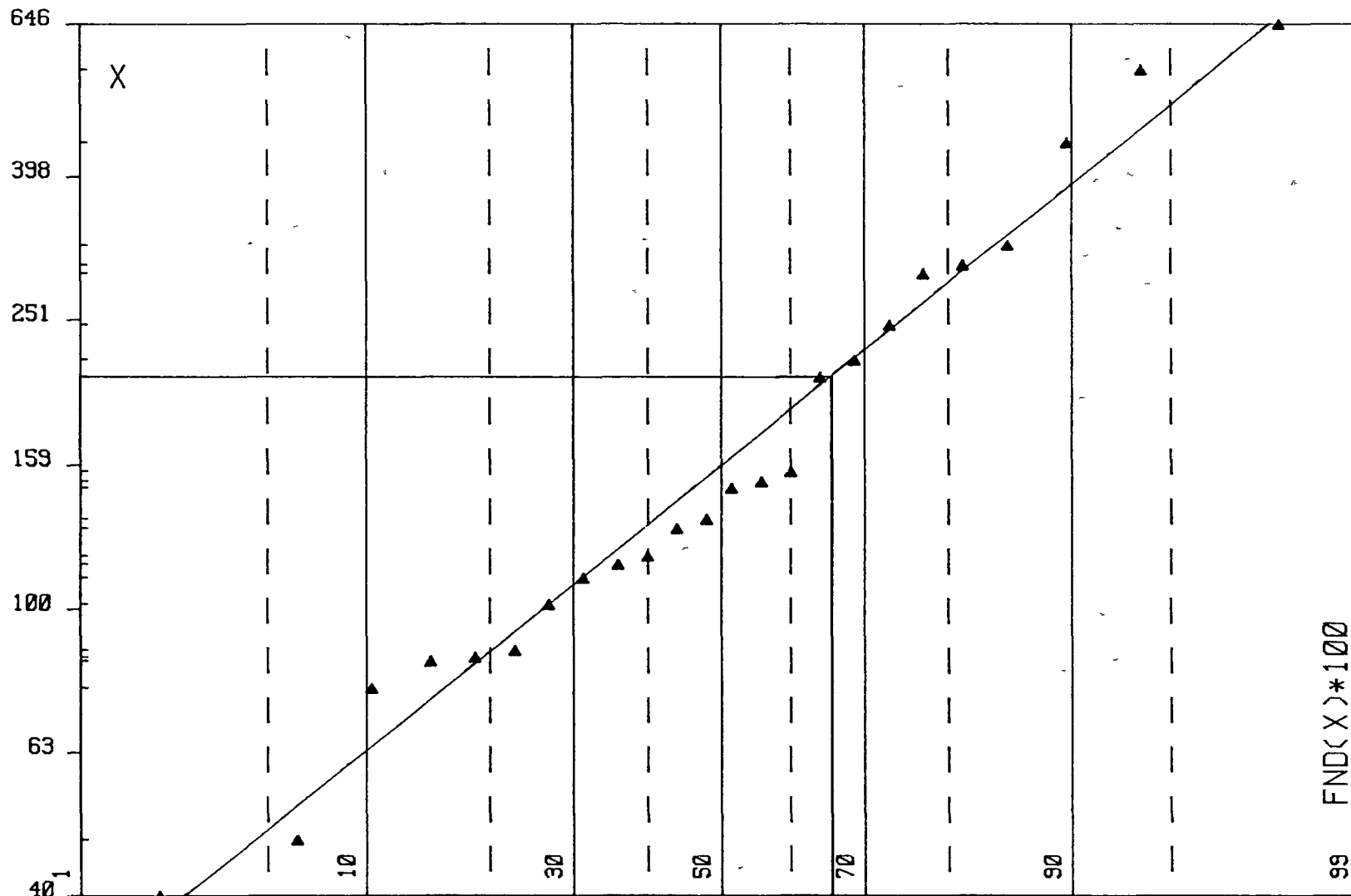
AJUSTEMENT A UNE LOI L/NORMALE



X DEFICITAIRE (T=10) = 76 833 X MEDIAN = 205 657 X EXCEDENTAIRE (T=10) = 550 476
 X DEF (T=100) = 34 428 X EXC (T=100) = 1228 506
 VARIATE 1986 = 288

PLUIES DE 24 HEURES (7H-7H) A LA PETITE FRANCE

AJUSTEMENT A UNE LOI L/NORMALE



X DEFICITAIRE (T=10) = 62 536 X MEDIAN = 156 654 X EXCEDENTAIRE (T=10) = 392 424
 X DEF (T=100) = 29 577 X EXC (T=100) = 829 712
 VARIATE 1986 = 210

A.3 - Cilaos - La Plaine des Cafres

A.3.1 - Relevés

STATION	PLUIES DU JOUR (mm arrondis)						TOTAL	MAXI CELESTINA	
	3.2	4.2	5.2	6.2	7.2	8.2		24h (*)	6 jours
Cilaos	11	89	254	213	1 015	67	1 649	362	721
Plaine des Cafres					(703)			280	854
Bras Sec	3	45	202	255	830	33	1 368		
Piton Rouge	14	73	179	204	650	70	1 130		
Nez de Boeuf	24	88	177	200	630	526	1 645	447	1 300
Piton Tortue	56	185	375	235	730	123	1 704		

A.3.2 - Interprétation

Ce secteur, avec celui de Grand Ilet (Casabois), est de loin le plus sollicité par ERINESTA.

Il suffit d'en juger d'après les ajustements des pluies maximales annuelles de 24 heures (*) présentés aux pages suivantes :

CILAOS : maxi = 1 015 mm

C'est la 3ème valeur la plus élevée de l'échantillon, dépassée seulement lors des cyclones de 1958 et de 1964. Cet événement est supérieur à "HYACINTHE" sur 24 à 48 heures et inférieur au delà !

La période de retour du phénomène est supérieure à 15 ans, ce qui est par ailleurs conforme aux résultats présentés dans l'étude des courbes IDF (DDE), rappelée ci-dessous.

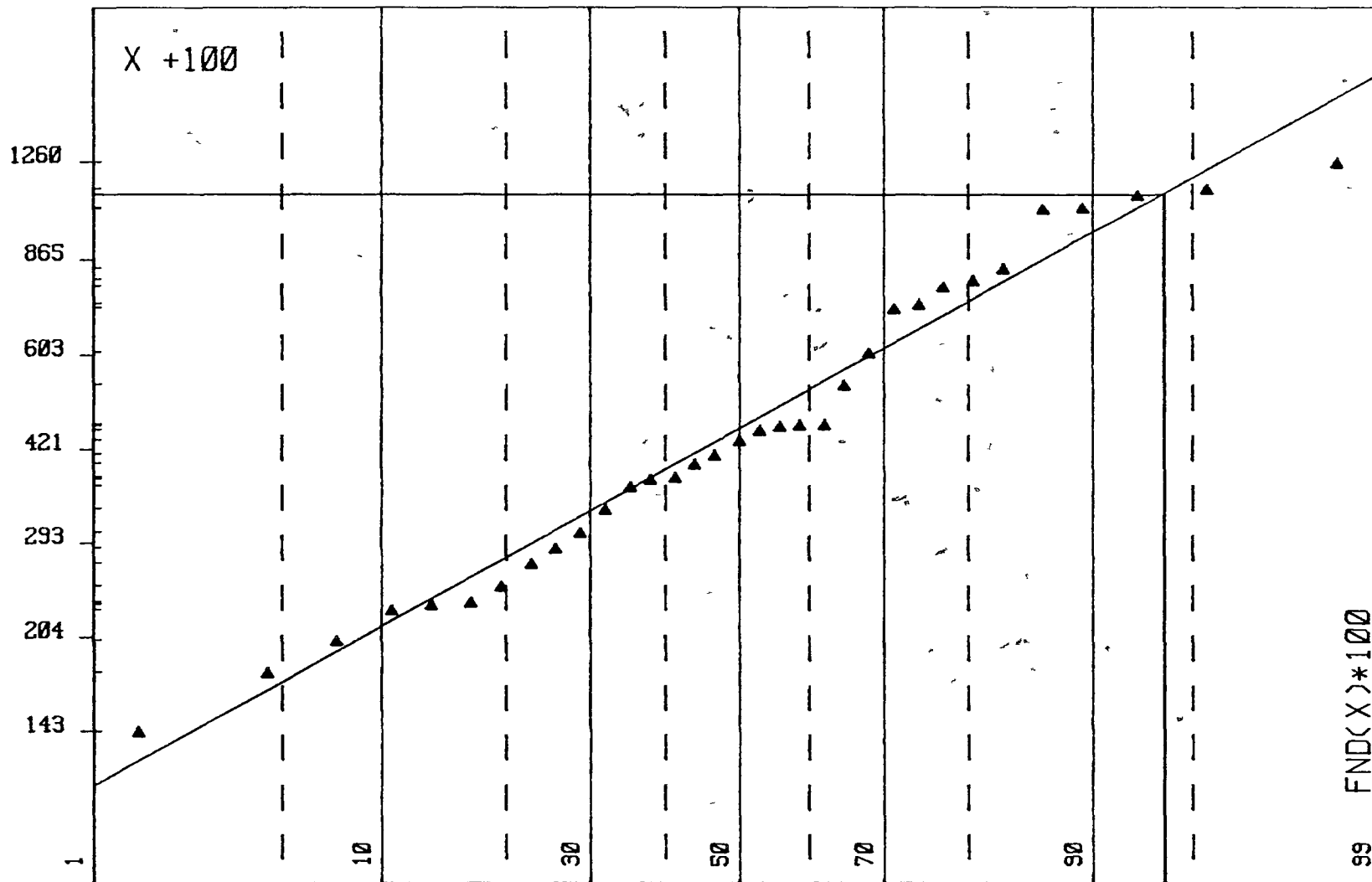
A noter cependant que le maximum observé sur 1 heure soit 70 mm (le 7 de 21 heures à 22 heures) n'aurait selon cette étude qu'une période de retour de 2,5 ans !

Pluies génératrices de crues à la Réunion : MM. DURET - BESSETTE - DDE 1982.

PLUIES DE 24 HEURES (7H-7H) MAXI ANNUELLES A CILAOS

X / ... PRR

AJUSTEMENT A UNE LOI DE GALTON



X DEFICITAIRE (T=10) = 111 945 X MEDIAN = 350 821 X EXCEDENTAIRE (T=10) = 858 928
 X DEF (T=100) = 14 542 X EXC (T=100) = 1674 362
 VARIATE 1986 = 1015

PLAINE DES CAFRES (27è km)

Compte tenu du mauvais fonctionnement de la station, la pluie maximale du 7 a été calculée par interpolation des données aux stations les plus voisines :

Piton Rouge (650 mm), Bras Sec (830 mm) et Nez de Boeuf (630 mm), soit $1/3 (650 + 830 + 630) = 703$ mm.

La période de retour du phénomène est déduite de l'excellent ajustement à une loi de GUMBEL, soit $Tr = 12$ ans valeur voisine des résultats de l'étude DDE précitée.

Cette valeur n'est dépassée que par 3 évènements survenus lors des cyclones de 1952, 1966 et 1973.

L'intensité maximale sur 1 heure à Piton Rouge, station située sur le bassin hydrographique du Petit Bras de Pontho, est observée le 7 de 15 h 15 à 16 h 15 (50 mm) ainsi que de 23 heures à 0 heure ($Tr = 2$ ans d'après étude DDE).

Au Nez de Boeuf, par contre, on observe 75 mm en 1 heure ($Tr \sim 4$ ans).

Notons enfin que sur des durées inférieures à 48 heures, ces précipitations sont supérieures à celles de "HYACINTHE" (1 000 mm contre 924 mm) et que les maxi observés lors de CELESTINA sont très largement dépassés !

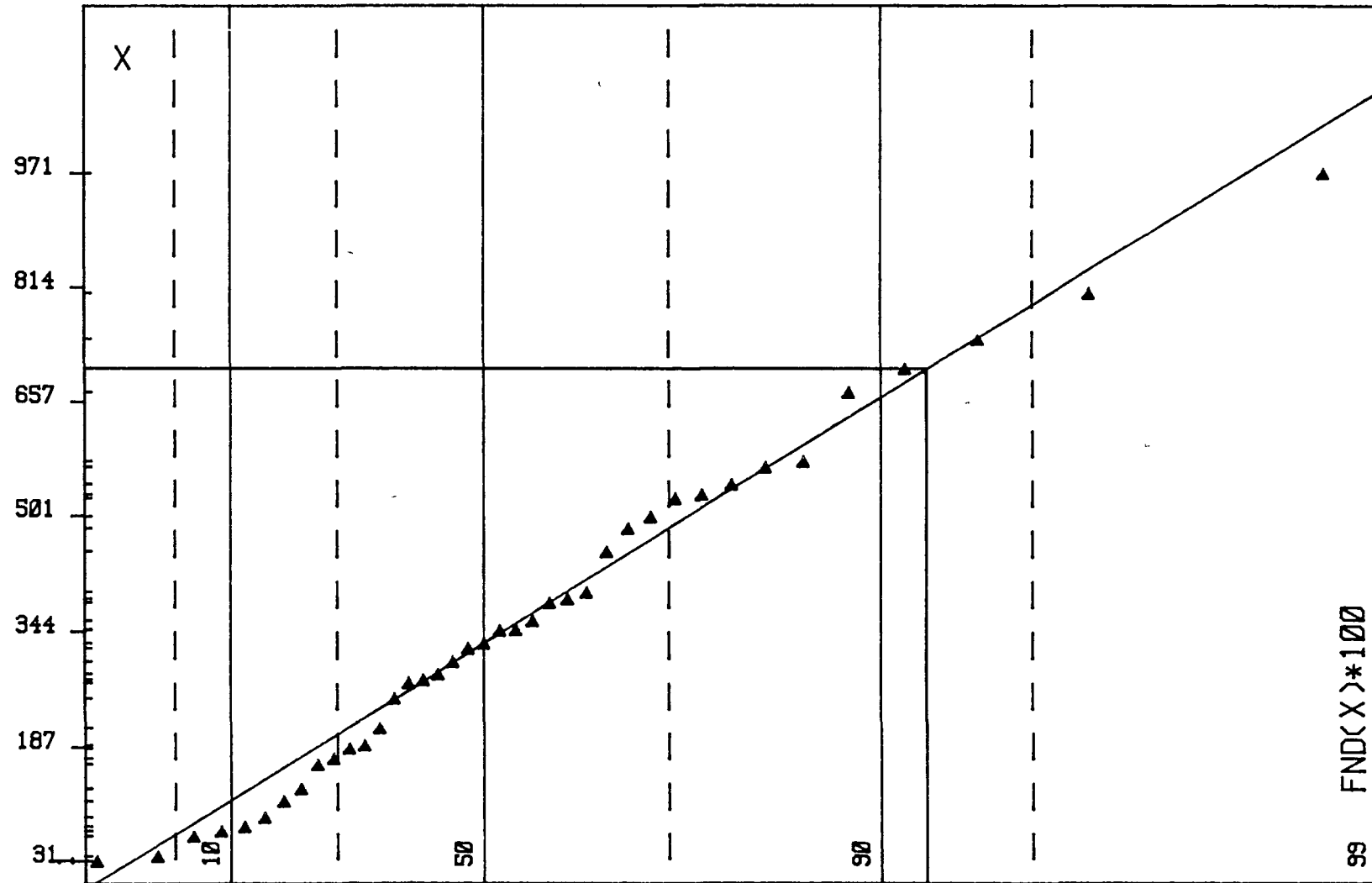
A.4 - Le Sud-Est et l'Est

A.4.1 - Relevés

STATION	PLUIES DU JOUR (mm arrondis)						TOTAL	MAXI CELESTINA	
	3.2	4.2	5.2	6.2	7.2	8.2		24h(*)	6 jours
St-Philippe	24	7	14	13	244	32	334	162	353
St-Benoit	26	8	48	34	45		161	160	417
Plaine des Palmistes	40	115	243	174	445	85	1 102	380	1 068
Hell Bourg	39	112	278	173	370	116	1 088	380	921
Casabois Grd Ilet	29	97	239	204	996	290	1 855		

PLUIES DE 24 HEURES (7H-7H) A LA PL.DES CAFRES (27 EME KM)

AJUSTEMENT A UNE LOI DE GUMBEL



X DEFICITAIRE (T=10) = 104 31 X MEDIAN = 318 85 X EXCEDENTAIRE (T=10) = 655.49
 X DEF (T=100) = -19 55 X EXC. (T=100) = 1075 4
 VARIATE 1986 = 703

A.4.2. - Interprétation

Si l'on excepte le résultat remarquable de Casabois - Grand Ilet, qui détient le record des totaux sur 6 jours analysés dans la présente note, il reste que ce secteur reçoit des précipitations :

- nettement inférieures à la Normale sur la côte (St-Benoit).
- voisines à très légèrement supérieures sur les plateaux associés, comme en témoigne la période de retour excédentaire de l'ordre de 3 ans, déduite de l'ajustement des pluies de 24 heures* à la Plaine des Palmistes.

Les pluies du 7 à Casabois (996 mm) sont d'autant plus remarquables que la station voisine de Hell Bourg enregistre une valeur nettement inférieure (370 mm), confirmant ainsi la grande variabilité spatiale de ce type de précipitation.

Il serait par ailleurs intéressant de pouvoir rapprocher ces résultats de ceux de la Nouvelle (Cirque de Mafate), inconnus à l'heure actuelle, ce qui permettrait éventuellement de confirmer l'épicentre des plus fortes averses au niveau de la chaîne des Salazes !

A.5 - En résumé

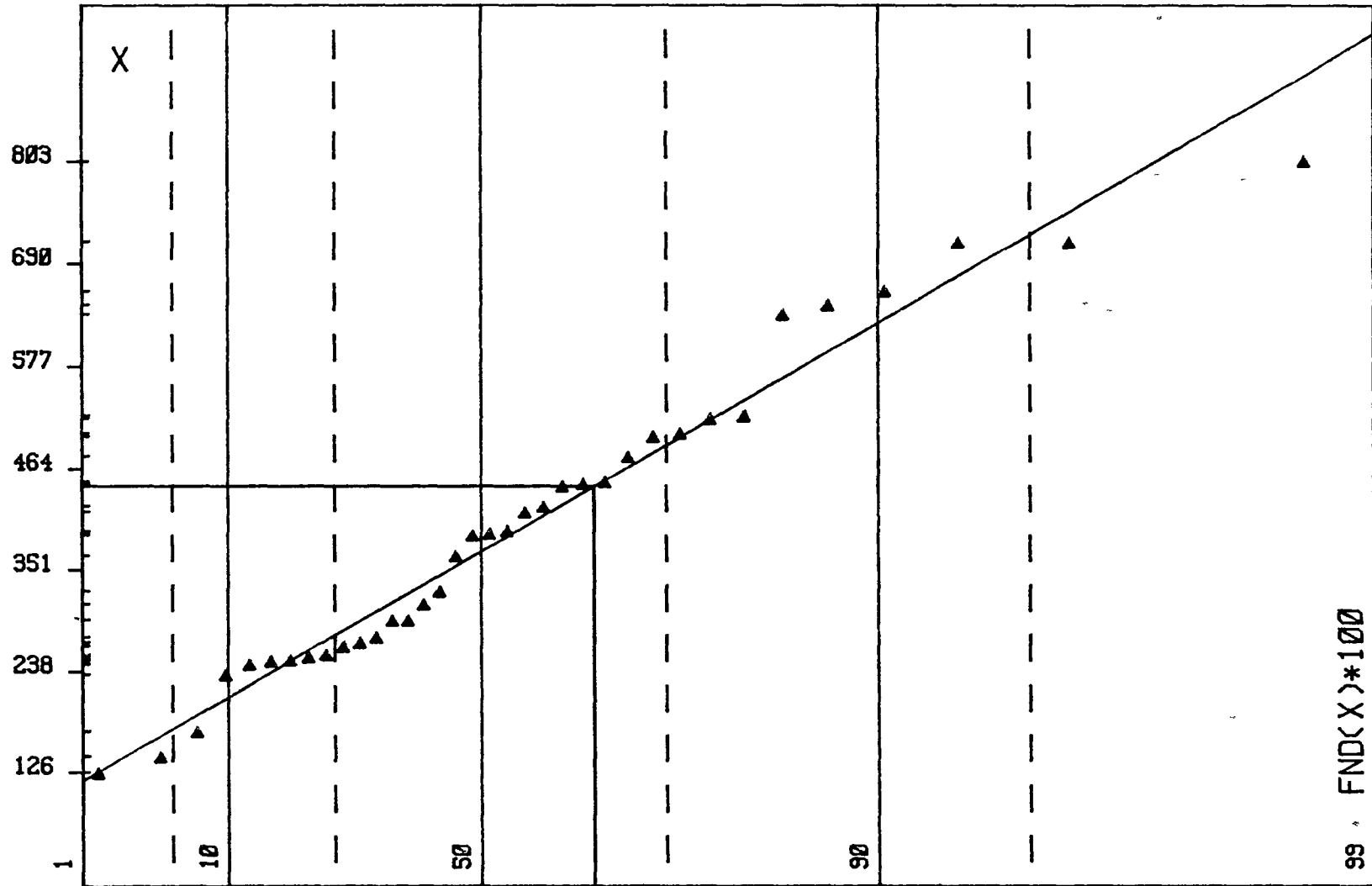
Il apparait au terme de cette analyse ponctuelle que les secteurs géographiques les plus arrosés par ERINESTA sont respectivement le Cirque de Cilaos, la Plaine des Cafres et la limite des Cirques de Salazie et de Mafate.

Les pluies observées y sont supérieures à 600 mm en 24 heures et 1 100 mm en 6 jours, résultats remarquables car non observés depuis 1980, année de référence (cyclone HYACINTHE).

-----oo0oo-----

PLUIES DE 24 HEURES (7H-7H) A LA PL DES PALMISTES

AJUSTEMENT A UNE LOI DE GUMBEL



X DEFICITAIRE (T=10) = 211 83 X MEDIAN = 371 91 X EXCEDENTAIRE (T=10) = 623 09
 X DEF (T=100) = 119 41 X EXC. (T=100) = 936.4
 VARIATE 1986 = 445

B - ANALYSE DE QUELQUES CRUES REPRESENTATIVES

Les limnigrammes de crue, ou diagrammes des hauteurs d'eau en fonction du temps, observés sur diverses stations gérées par la Section Hydrologie de la DDA, associée à la REDETAR, sont exploités le long des pages suivantes :

Il en est déduit .

- les débits de pointe (absolus et spécifiques),
- les volumes d'eau écoulés,
- divers paramètres.

Les stations faisant l'objet de cette analyse et qui seront considérées en première approximation comme représentatives d'un secteur géographique déterminé, sont les suivantes :

- le Fond Persil, affluent de la Ravine des 3 Bassins (Hauts de Trois Bassins - 0,75 km²),
- la Ravine Blanche à la Grande Ferme (Plaine des Cafres - 4,2 km²),
- la Rivière du Mât au Pont de l'Escalier (91 km²) et le Grand Bras St-Jean (1,9 km²).

En complément, il sera présenté une analyse sommaire de divers bassins hydrographiques (le Bernica à Tan Rouge, la Ravine à Marquet au Dos d'Ane, le Bras de Pontho à la Plaine des Cafres), ainsi qu'une approche des évolutions piézométriques de 2 nappes d'eau caractéristiques : le Dos d'Ane et la Plaine du Gol.

B.1. - Zone Ouest

B.1.1. - La crue du Fond Persil (affluent Ravine 3 Bassins)

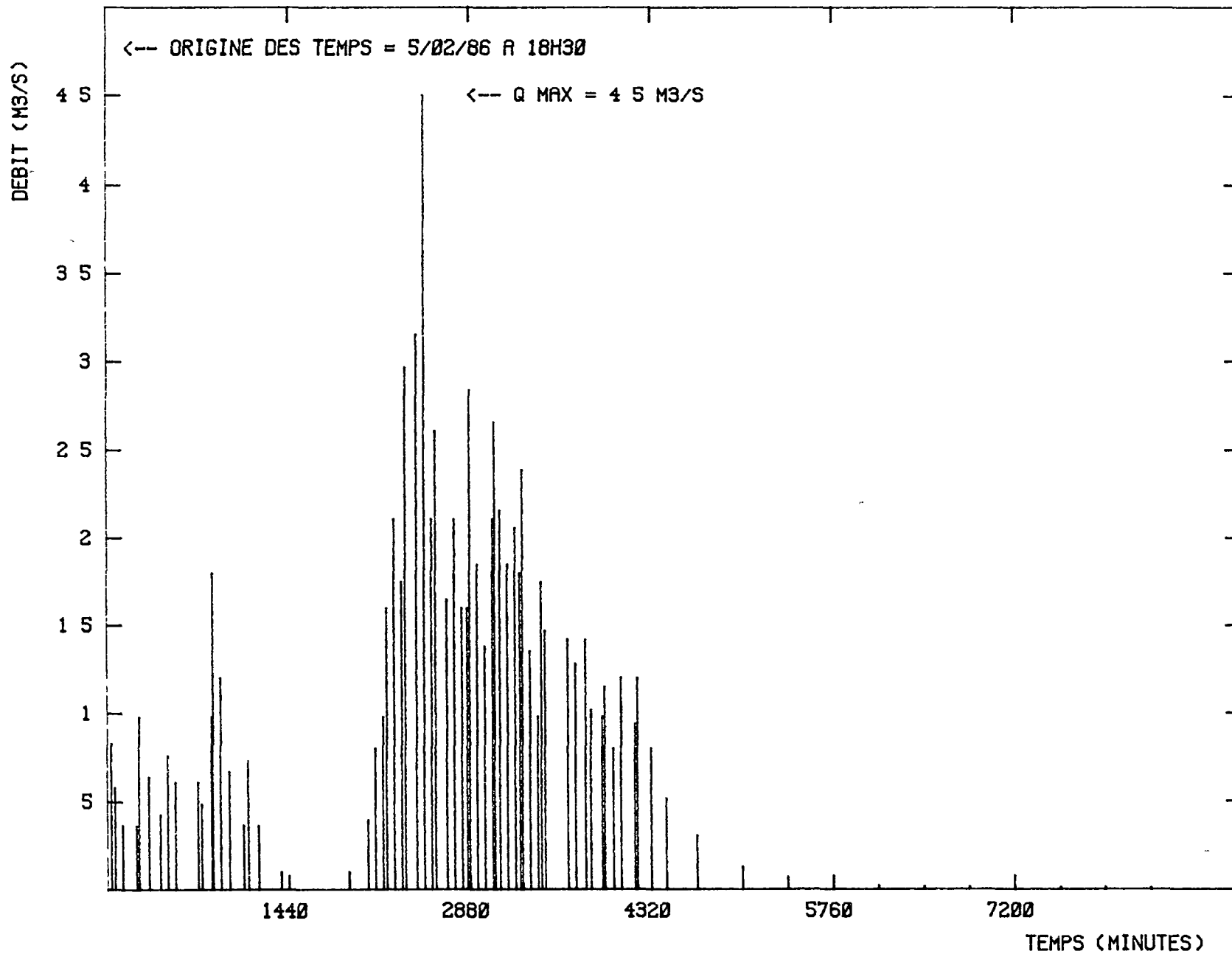
Ce cours d'eau caractéristique des ravines des Hauts de l'Ouest à fait l'objet en novembre 1982 d'une étude (*) destinée à quantifier les apports par ruissellement pour l'approvisionnement d'une retenue collinaire.

Les caractéristiques géomorphologiques ainsi que les statistiques de ruissellement ne seront pas rappelées ci-dessous ; le lecteur intéressé étant prié de s'y reporter.

B 1.2. - L'hydrogramme

Déduit du limnigramme brut et de la courbe de tarage du seuil déversoir de contrôle, l'hydrogramme résultant est reporté à la page suivante.

(*) cf étude hydrologique du Fond Persil - octobre 1984 (DDA).



HYDROGRAMME DE CRUE DU FOND PERSIL ('ERINESTA')

L'écoulement débute le 5 à 18 h 30 pour s'achever complètement le 11 vers 20 heures, alors que la phase de ruissellement pur s'achève le 9 vers 0 heure.

Le niveau maximum atteint est de 0,96 m, ce qui correspond à 4,5 m³/s ou 6 m³/s/km².

Il s'est produit le 7 à 12 h 30 en parfaite synchronisation avec l'intensité maxi observée sur ½ heure à Carreau Alfred.

Le volume d'eau écoulé est déduit de l'intégration de l'hydrogramme, soit $V = 300\ 000\ \text{m}^3$, pour une pluie utile de 544 mm observée du 5 (12 h) au 9 (0 h), d'où un volume d'eau précipité de 408 000 m³.
400 000 m³/km²

Estimation du coefficient d'écoulement et du C de la formule rationnelle.

Le coefficient d'écoulement CE est de $\frac{300\ 000}{408\ 000} = 0,74$

valeur sensiblement identique à celle observée lors de CELESTINA (0,67) pour des pluies voisines.

Cette valeur relativement élevée peut s'expliquer par le substratum quasi imperméable du 1/3 amont du bassin, formé de dalles de laves basaltiques, ainsi que par le recouvrement forestier très dense (cryptomérias) à partir de la ligne domaniale voisine.

Le coefficient C de la formule rationnelle s'établit à partir de l'averse explicative du débit de pointe, soit 32 mm, pour un temps de concentration de 30 à 45 minutes, soit :

$$C = \frac{4,5 \times 1,8}{32 \times 0,75} = 0,34$$

valeur homologue à celle observée lors de CELESTINA (0,38).

Par ailleurs, l'application du modèle $V\ (\text{m}^3) = 70\ P_{\text{mm}}^{1,29}$ (*), fournit 237 000 m³, valeur de 20 % inférieure à l'écoulement réel.

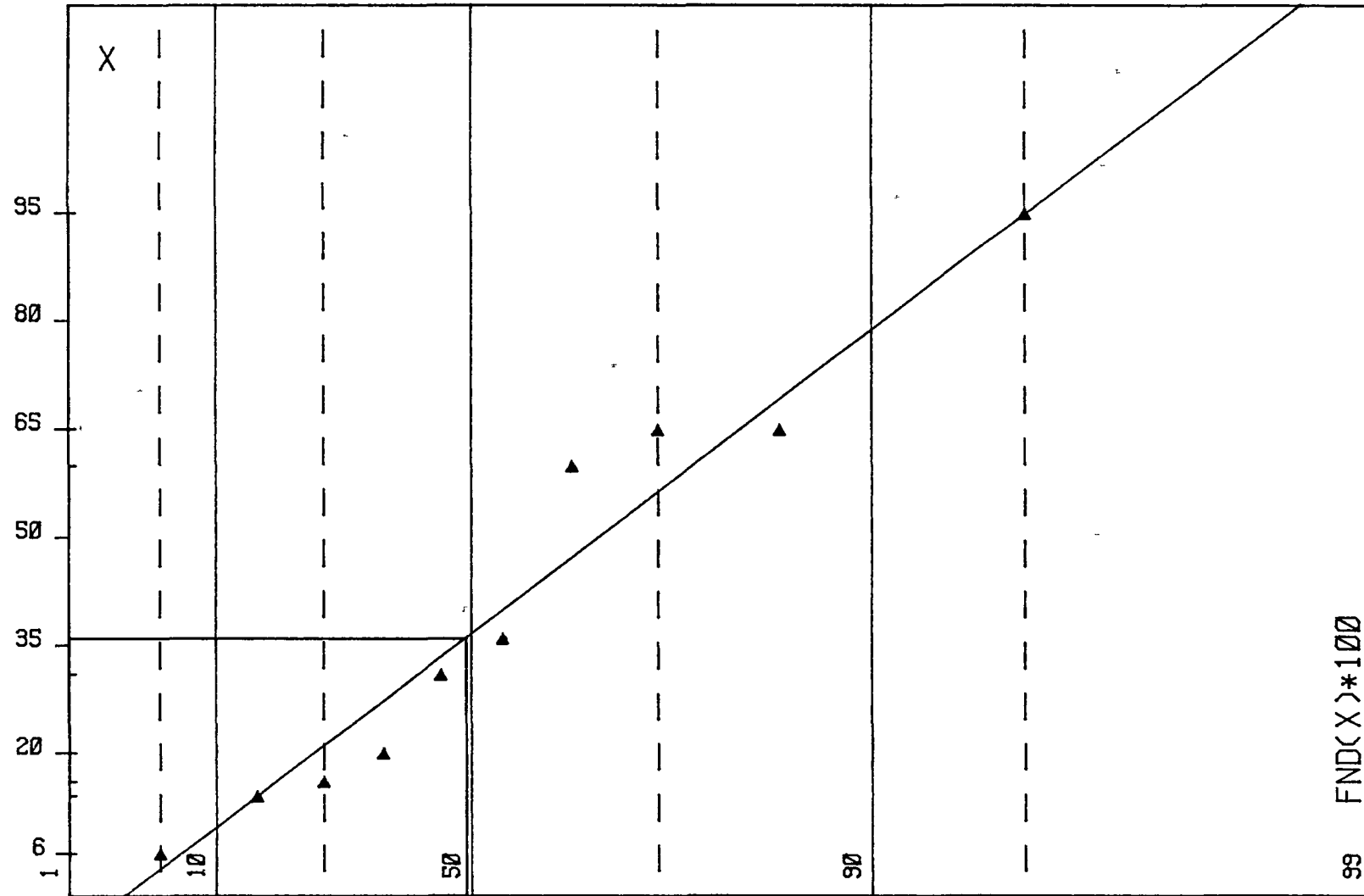
B.1.2. - La crue du Bernica (Tan Rouge)

Suite à une défaillance de l'horlogerie, seul le débit de pointe peut être connu.

Il correspond à une élévation du plan d'eau par rapport au déversoir de contrôle de 1,43 m ou 36 m³/s, résultat quasi identique à la normale comme l'indique l'ajustement des crues maximales annuelles observées depuis 1976.

DEBITS MAXIMUMS ANNUELS DU BERNICA A TAN ROUGE (M3/S)

AJUSTEMENT A UNE LOI DE GUMBEL



X DEFICITAIRE (T=10) = 8 87 X MEDIAN = 36 04 X EXCEDENTAIRE (T=10) = 78 66

X DEF (T=100) = -6 81 X EXC (T=100) = 131 83

VARIATE 1986 = 36

On en déduit les quantiles suivants, qui constituent une base de calcul intéressante pour tout projeteur d'équipements locaux, d'autant plus qu'il sont fondés sur des données de terrain (*).

Q max annuel médian	= 36 m3/s (5,2 m3/s/km2)
Q max annuel excédentaire de période de retour 10 ans	= 78 m3/s (11,4 m3/s/km2)
Q max annuel excédentaire de période de retour de 100 ans	= 132 m3/s (19,1 m3/s/km2)

Il va de soi que ces valeurs pourront être légèrement supérieures dans le cas de bassin de plus faible étendue (≤ 6 m3/s/km2 pour le Q max annuel médian du Fond Persil - 0,75 km2) ou notablement inférieures dans le cas de Grands Bassins (≥ 20 km2) ou l'abattement des précipitations peut être considérable !

Estimation du volume écoulé.

En l'absence d'enregistrement continu, nous avons procédé au calcul théorique par application d'un modèle statistique du même type que celui précédemment rappelé .

$$\text{Résultat } V = 460 P^{1,29} = 1\ 114\ 000 \text{ m}^3.$$

avec P utile = 420 mm établie en pondérant les précipitations de Maïdo (2/3) et de Palmistes Guillaume (1/3).

On en déduit le coefficient d'écoulement suivant :

$$CE = \frac{1\ 114\ 000}{0,42 \times 6,910^6} = 0,38$$

valeur qui paraît satisfaisante compte tenu, rappelons le, de précipitations très moyennes, contrairement à celles de CELESTINA ou le CE calculé s'élevait à 0,53.

Le calcul du coefficient C de la formule rationnelle pose par contre problème car irréaliste (1).

En effet, compte tenu d'une averse de 32 mm au Maïdo sur un temps de concentration de 1 h 30 à 2 heures, C s'établirait à :

$$C = \frac{36 \times 7,2}{32 \times 6,9} = 1$$

L'application de la valeur de C calculée lors de CELESTINA (0,56) conduit par ailleurs à un débit de pointe de :

$$Q = \frac{0,56 \times 32 \times 6,9}{7,2} = 17 \text{ m}^3/\text{s}$$

résultat nettement trop faible.

(*) La variate de 1986 étant provisoirement assimilée à celle d'ERINESTA.

L'explication tient probablement dans la mauvaise représentativité des intensités de pluie à partir des stations limitrophes du bassin ; le Maïdo et Palmistes Guillaume.

B.1.3. - La crue de la Ravine à Marquet (Dos d'Ane)

L'évènement relevé n'a rien d'exceptionnel, car inférieur à la normale saisonnière.

Le débit de pointe est de 4,5 m³/s (2 m³/s/km²) nettement inférieur à CELESTINA (11 m³/s).

B.2 - La Plaine des Cafres

B.2.1. - La crue de la Ravine Blanche (Grande Ferme - Plaine des Cafres)

La crue débute le 6 à 7 h 30 pour s'achever le 11 à 11 h 30. Elle présente plusieurs pics, dont le plus important se situe le 7 à 16 h 30, soit + 1,36 m par rapport au "0" de déversoir de contrôle de largeur 9,0 m.

Le débit calculé d'après la courbe de tarage est de 30 m³/s ou 7,1 m³/s/km², ce qui est nettement plus important que pour CELESTINA (11 m³/s et 2,6 m³/s/km²).

Le volume ruisselé est de 1,36 millions de m³, ce qui représente 21 % du volume d'eau précipité d'après la pluviométrie simultanée au Nez de Boeuf (pluie utile = 1 533 mm). → 3 20 000 m³/km²

Ce résultat, sensiblement double de celui observé lors de CELESTINA, reste malgré tout relativement faible, ce qui s'explique très probablement par le contexte géomorphologique de ce bassin très perméable et ramifié.

Le coefficient C de la formule rationnelle s'établit à :

$$C = \frac{30 \times 3,6}{75 \times 4,2} = 0,34$$

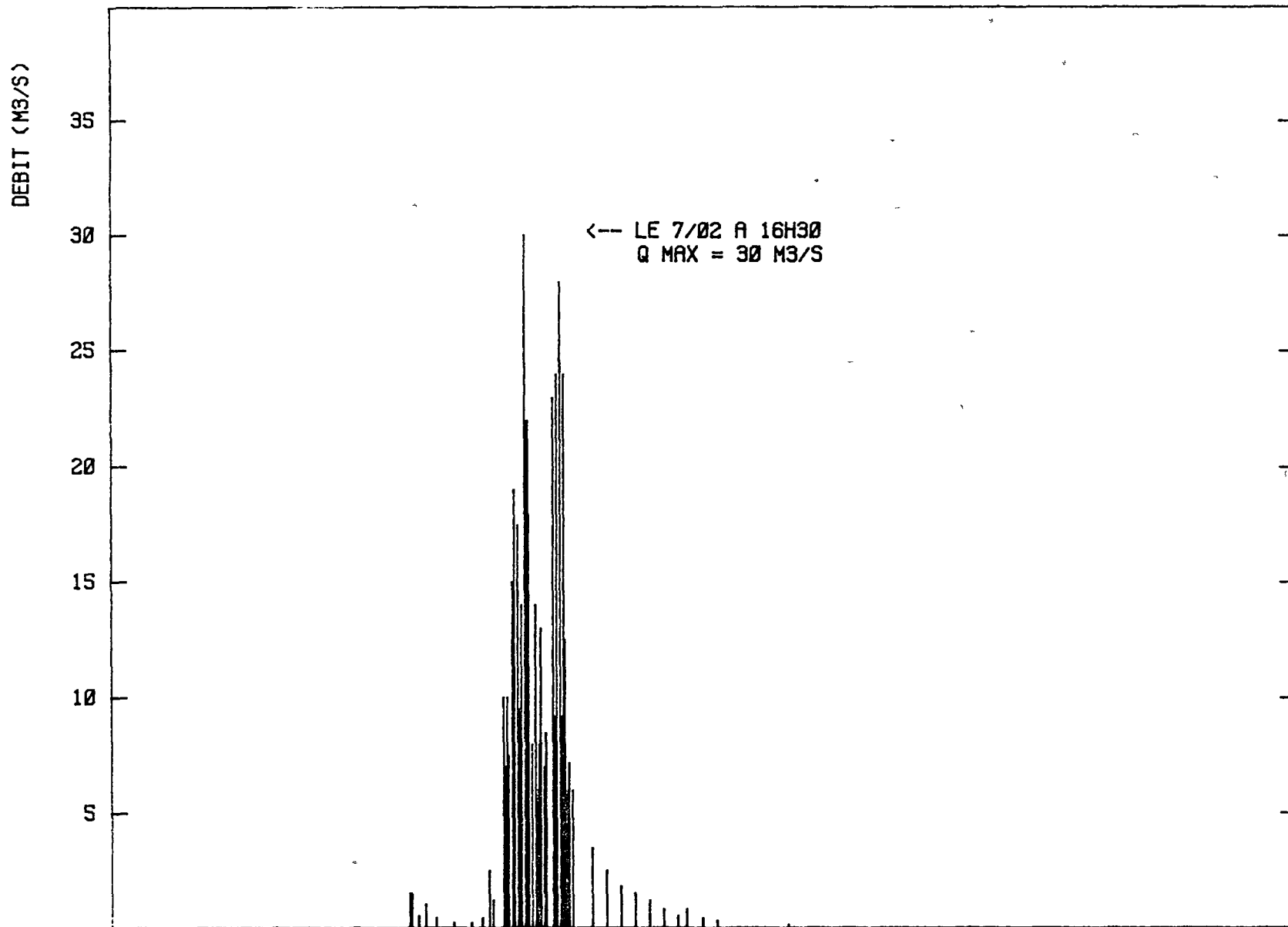
pour une intensité horaire maximal de de 75 mm/h.

Tout projeteur d'aménagements hydrauliques intéressé par les crues sur le plateau de la Plaine des Cafres devra retenir l'ordre de grandeur de ce coefficient pour des évènements de période de retour décennale '1

B.2.2. - La Crue du Petit Bras de Pontho (retenue des Herbes Blanches)

Il est rappelé que la station de mesure se trouve sur le Petit Bras qui reçoit en partie les eaux du Grand Bras.

Compte tenu de la non connaissance des apports dérivés, il ne peut être fourni de coefficient d'écoulement ni de débit spécifique.



TEMPS

CRUE DE LA RAV BLANCHE (PL DES CAFRES) DU 6/02 (7H30) AU 11 (11H30)

Toutefois et d'après la SOBEA, gestionnaire de la retenue de Herbes Blanches, et contrôle à posteriori par M. VICTOIRE Hydrométricien de la REDETAR, la dérivation s'est presque entièrement colmatée après 48 heures environ de fonctionnement.

Le débit de pointe alors enregistré (le 7 à 10 heures) est de 7,4 m³/s (5,9 m³/s/km²) correspondant pour + de 95 % aux apports du Petit Bras.

Ce débit de pointe est par ailleurs conforme au résultat du calcul :

$$Q = C I A = \frac{0,34 \times 40 \times 1,25}{2,4} = 7,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

avec C = 0,34 (= C Ravine Blanche)

I = 40 mm sur TC du Petit Bras = 40 minutes

S = 1,25 km².

Le volume écoulé, ininterprétable rappelons le, est de 376 000 m³.

B.3. - La Zone Est

B.3.1. - La Rivière du Mât au Pont de l'Escalier

Une station hydrométrique équipée d'un limnigraphe NEYRTEC à injection d'air, a été mise en service fin décembre 1985, 40 m à l'aval du Pont de l'Escalier.

Malgré quelques aléas de fonctionnement, la partie la plus significative du ruissellement a été parfaitement enregistrée, notamment du 7 (12 h) au 8 (12 h).

L'hydrogramme correspondant est présenté à la page suivante avec les caractéristiques suivantes :

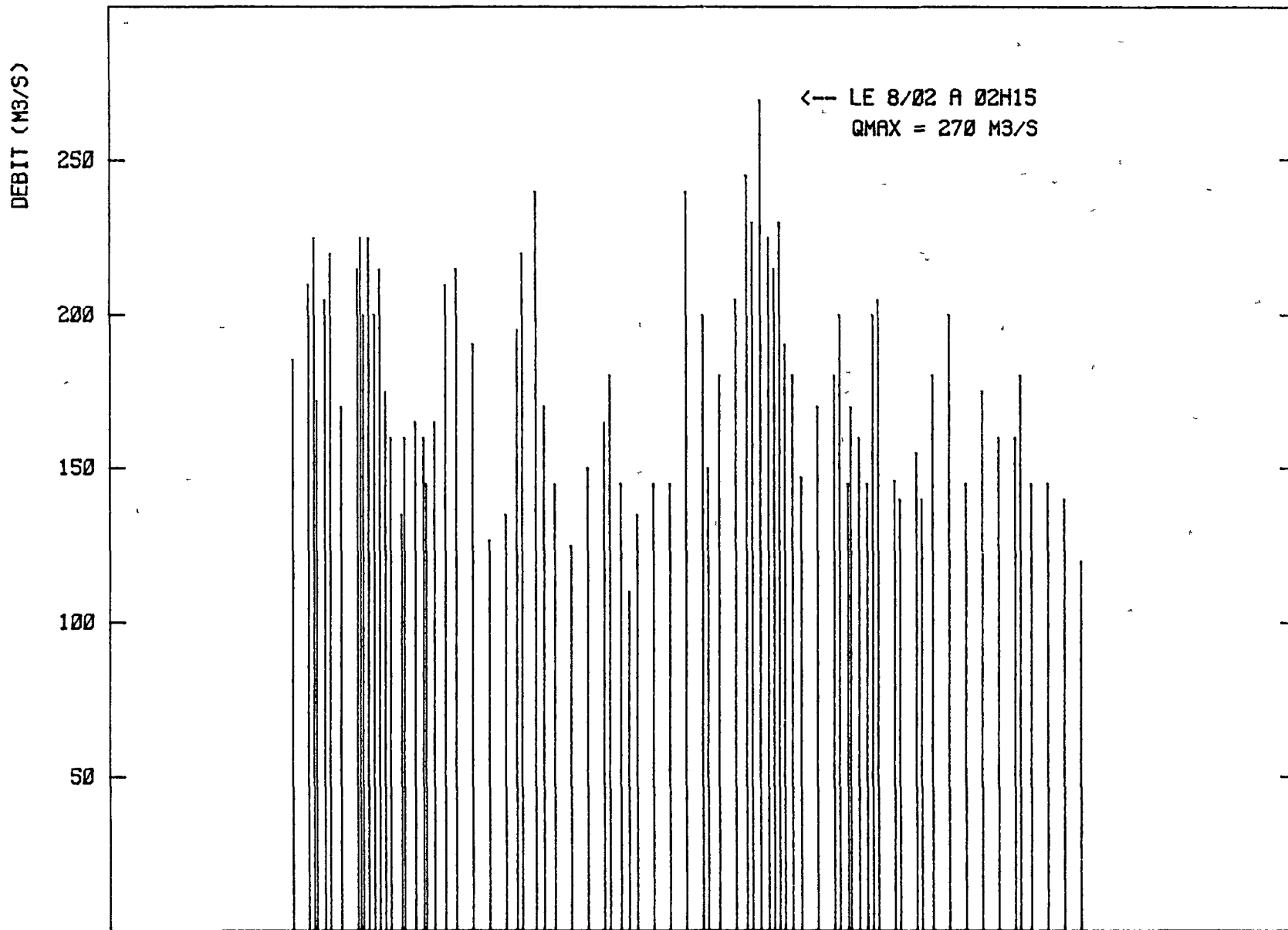
Débits de pointe .

le 7 à 19 h 25 : Q = 240 m³/s

le 8 à 02 h 15 : Q = 270 m³/s (3 m³/s/km²)

ces débits étant calculés d'après mesure de la section mouillée (# 45 m² pour H max) et de la vitesse moyenne mesurée au flotteur, soit 6 m/s¹

Volume écoulé correspondant . V = 14,7 millions m³ auquel il convient de soustraire l'écoulement de base, soit 0,5 millions de m³.



CRUE DE LA RIV DU MAT DU 7/02/86 (12H) AU 8/02/86 (12H).
(PONT DE L'ESCALIER)

Quelques aspects déterministes

- le temps de concentration est estimé par comparaison du pluviogramme de Casabois au limnigramme du Pont de l'Escalier, soit 1 h 30 à 2 heures, correspondant à une vitesse moyenne dans le bief concerné (14 km) de 3 m/s à 2 m/s.
- compte tenu de l'écart important entre les pluies relevées le 7 (12 h) au 8 (12 h) à Casabois, à l'Ouest du Cirque (933 mm) et celles de Hell Bourg (334 mm), nous retiendrons en première approximation une lame d'eau précipitée de $\frac{1}{2}$ (P Casabois) + $\frac{1}{2}$ (P Hell Bourg) = 630 mm.
- le volume d'eau précipité s'élève donc à $0,63 \text{ m} \times 91 \cdot 10^6 \text{ m}^2 = 57,3$ millions de m³, d'où un coefficient d'écoulement de $14,2/57,3 = 25 \%$.
- sur $T_c = 2$ heures, les intensités des pluies sont encore très différentes : 132 mm à Casabois contre 35 à Hell Bourg.

A défaut de renseignements complémentaires et compte tenu de superficies drainées sensiblement identiques, nous retiendrons pour l'intensité explicative moyenne sur 2 heures :

$$I = \frac{132 + 35}{2} = 83,5 \text{ mm}$$

calcul da $\frac{300 + 125}{2} = 212,5$

d'où un débit de pointe estimé par la formule rationnelle (avec C retenu en première approximation à 0,25 compte tenu de la relative homogénéité de la crue sur l'intervalle d'étude) :

$$Q = \frac{0,25 \times 83,5 \times 91}{7,2} = 263 \text{ m}^3/\text{s}$$

NB la surf totale du BV consiste par
- Fleurs jaunes } 750 m
- Riv Nat } amont complet
et de 84,7 km²

valeur à rapprocher des 270 m³/s de pointe enregistrés

Nous retiendrons donc pour ce type d'évènement, relativement important (la pluie maximale sur 24 heures continues est de 1 050 mm à Casabois) un coefficient C de l'ordre de 0,25 à 0,30, résultat en conformité avec ce type de bassin fortement érodé, à faible couvert forestier et au substratum constitué de formations détritiques fortement perméables.

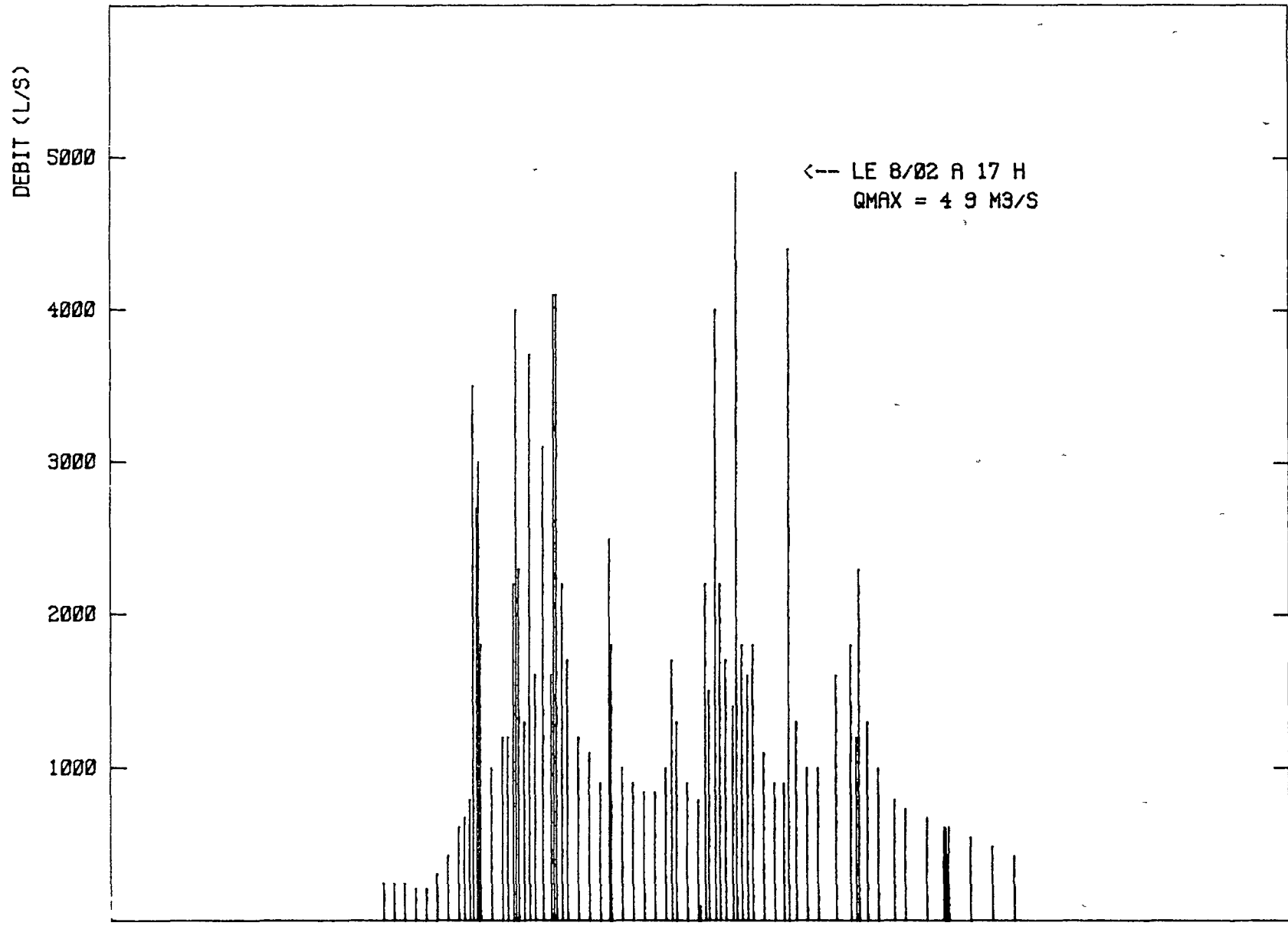
B.3.2 - Le Grand Bras St-Jean

Ce bassin hydrographique a été présenté dans l'étude des crues de CELESTINA et nous n'y reviendrons pas.

L'hydrogramme, établi à la page suivante, entre le 5 (0 h) et le 10 (0 h) n'attire pas de commentaires particuliers.

Le débit de point s'élève en effet à 4,9 m³/s (12 m³/s pour CELESTINA) soit 2,6 m³/s/km² et le volume écoulé brut de 496 000 m³ (366 000 m³ nets).

Le coefficient d'écoulement calculé d'après les pluies de Menciol quelques km plus au Nord est irréaliste (84 %) du fait très probablement d'averses bien supérieures enregistrées sur l'amont du bassin, qui s'étend en direction du Cirque de Salazie dont le versant nord fut copieusement arrosé (cf pages précédentes).



CRUE DU GRAND BRAS ST JEAN DU 5/02/86 (0H) AU 10/02 (0H)

B.4 - Quelques évolutions piézométriques ponctuelles

Depuis le début 1985, la Section Hydrologie de la REDETAR dispose d'une cellule spécialisée en hydrométrie souterraine dont les missions sont homologues à celle d'hydrologie de surface.

Plus de 35 points d'eau (piézomètres, forages, puits) regroupés pour l'essentiel sur la Plaine du Gol et la côte Ouest permettent de suivre les fluctuations de l'aquifère côtier afin d'en connaître à terme les caractéristiques hydrodynamiques nécessaires à la planification de l'exploitation de ces ressources en vue de les protéger des intrusions d'eaux saumâtres.

La piézométrie de 2 points d'eau, considérés à priori comme représentatifs :

- d'une "nappe perchée" : le Dos d'Ane
 - d'un aquifère libre côtier : le PIB 2 (St-Louis).
- ~~ceci~~ c'est la nappe qui est libre, pas l'aquifère*

relevée par M. ADAM DE VILLIERS (VAT), est présentée aux pages suivantes.

LE DOS D'ANE

Dans le cadre du programme départemental 1981-1983 d'études et de recherches en eau, un forage de reconnaissance converti depuis peu en exploitation, associé à un piézomètre, a été foré par la REDETAR au Grand Coin.

Les relevés effectués par le BRGM en 1983 et 1984, années particulièrement sèches, montrent que la profondeur de la nappe d'eau libre était toujours égale ou supérieure à 8,0 m par rapport au sol, alors que les relevés de 1985 (REDETAR) montrent que pendant le 1er semestre, celle-ci était inférieure à 8,0 m, démonstration évidente de l'influence des pluies intenses de CELESTINA sur le Dos d'Ane.

Cette remontée est également visible depuis la fin 1985 (pluies précoces de fin novembre et décembre occasionnant de petites crues sur la Ravine à Marquet) et culmine le 12 février 1986, suite au passage d'ERINESTA, avec 4,87 m.

La faible capacité de l'aquifère associé est toutefois démontrée par la profondeur maximale atteinte, soit environ 11 m, tant en 1983 qu'en 1985.

LE PIB 2 (les Cocos - St-Louis)

Il s'agit d'un forage d'étude réalisé en 1981 dans le cadre du programme départemental d'études des ressources en eau.

Le niveau piézométrique est relevé périodiquement depuis janvier 1985 et de façon continue depuis mai 1985, compte tenu de la pause d'un limnigraphe à flotteur.

Relevés du
BRGM
 Ref Etude 85 REU 18

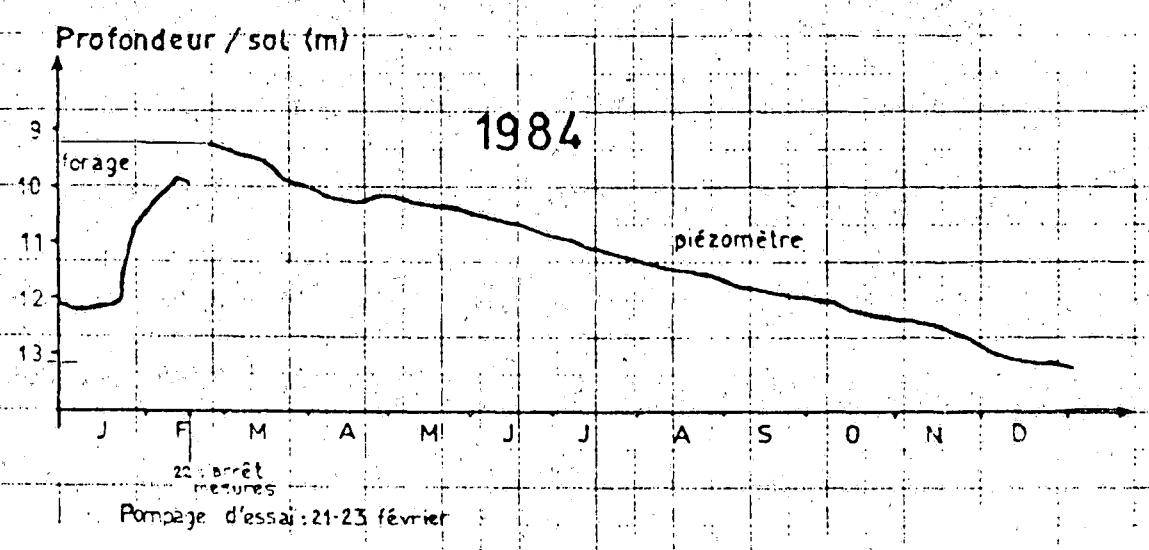
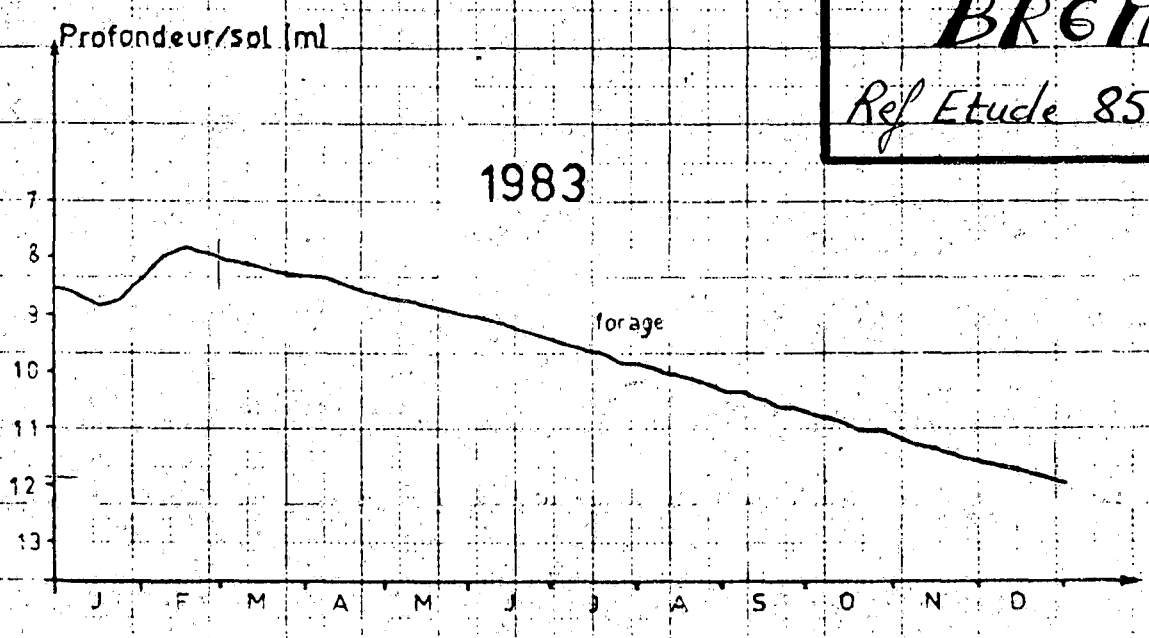
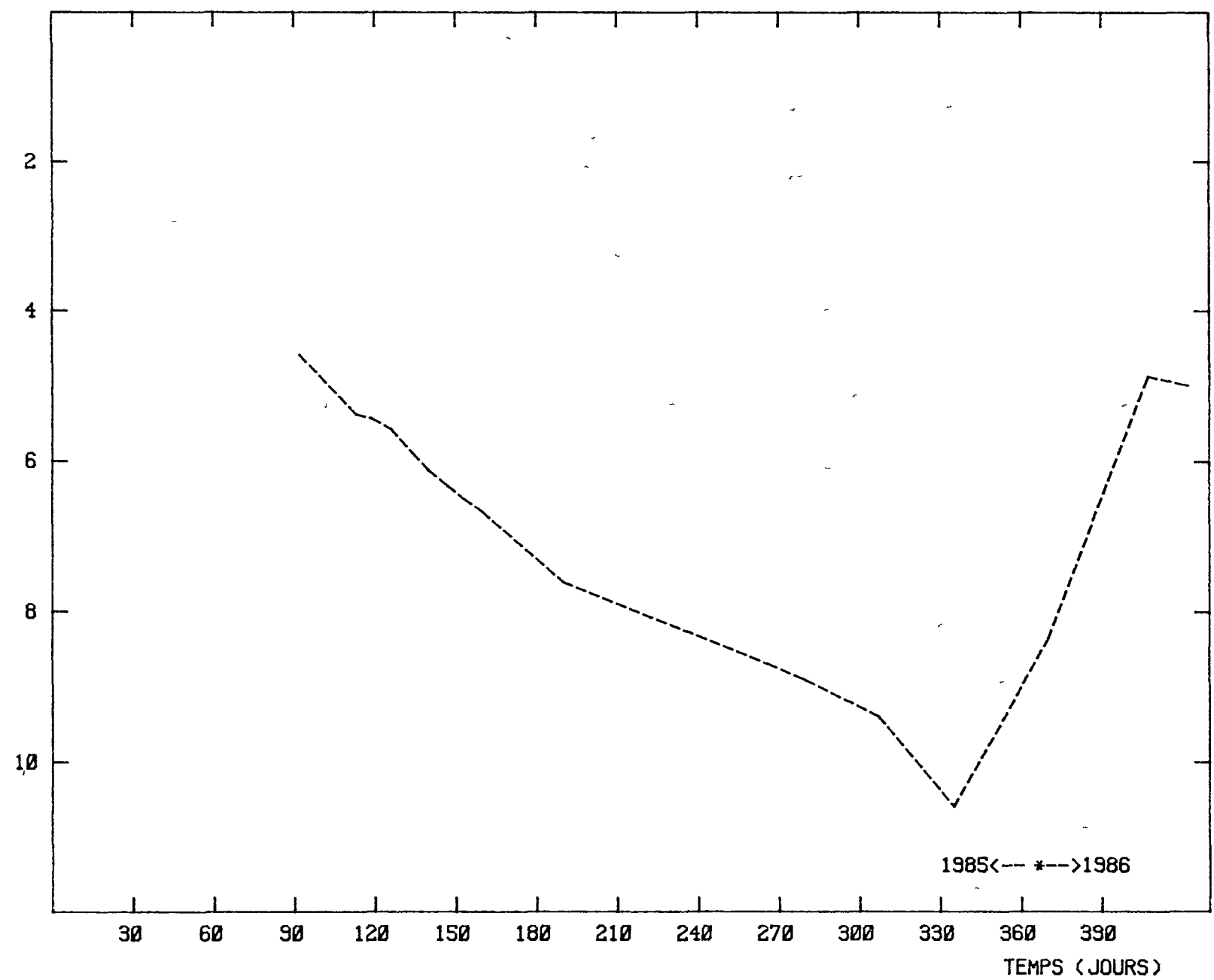


Fig. 10 : Evolution du niveau piézométrique de la nappe de Grand Coin (1983-84)

PROF DU PLAN D'EAU (M)

←-- ALTITUDE
APPROXIMATIVE
1066 M



EVOLUTION DU PLAN D'EAU--GRAND COIN (DOS D'ANE)
(ANNEE 1985-FEV 1986)

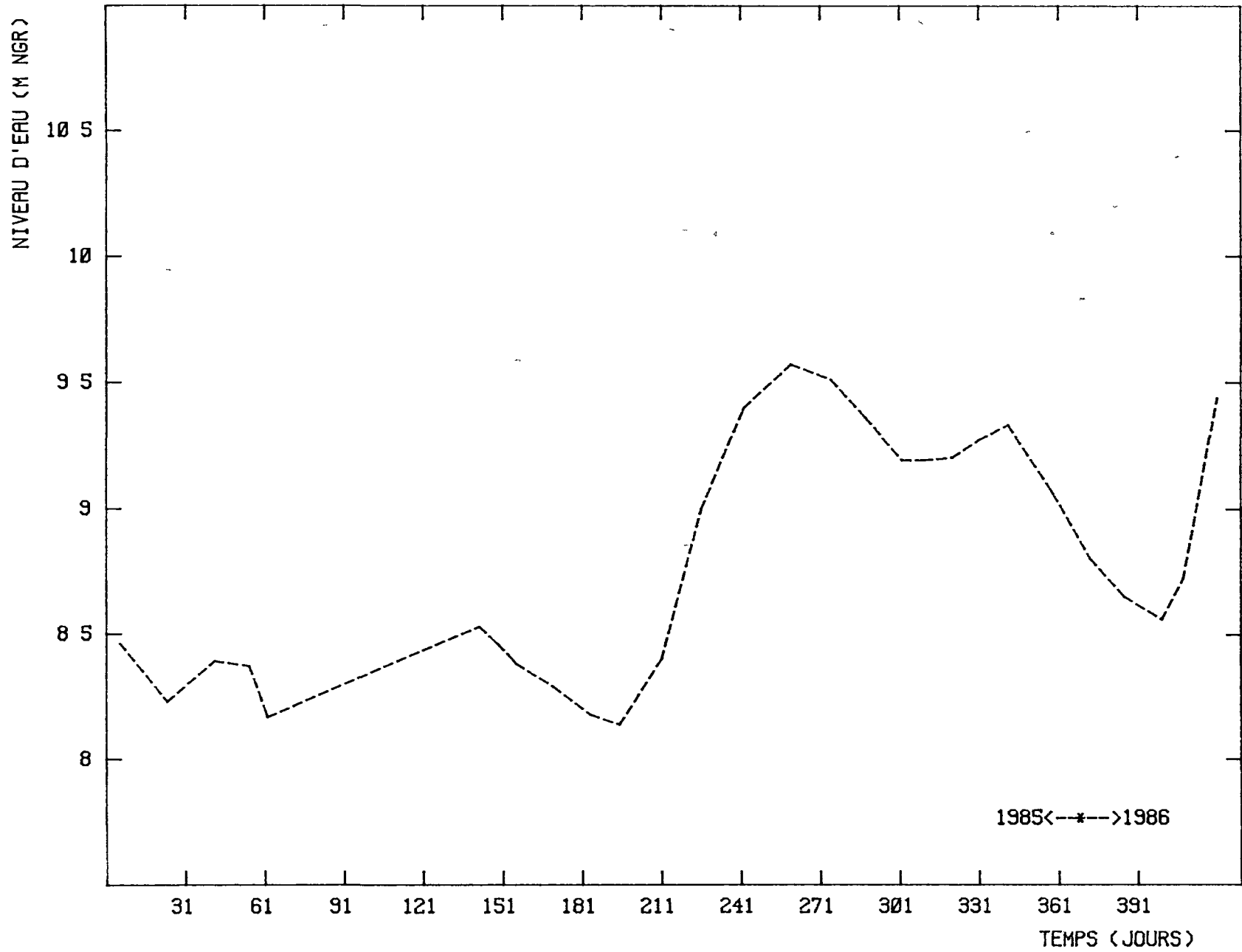
INTERPRETATION

- Les niveaux piézométriques caractéristiques de l'année 1985 sont les suivants :

- . Maxi = 9,51 m NGR (septembre)
- . Moyen annuel = 8,80 m NGR
- . Mini = 8,14 m NGR (juillet)

- La décroissance observée depuis octobre 1985 (9,33) jusqu'à fin janvier 1986 (8,65) est suivie d'une remontée sensible (9,5 m) fin février 1986, ce qui tend à montrer l'effet immédiat des précipitations, ou des infiltrations à partir de la Rivière St-Etienne voisine.

---==oo0oo==---



EVOLUTION DU PLAN D'EAU -- FORAGE PIB2 ST LOUIS COCOS --

(PERIODE D'OBSERVATION = JANV 85-FEV 86)

C - APPROCHE DES DEBITS DE POINTE SUR DIVERS COURS D'EAU

Le tableau des pointes de crue atteintes sur divers cours d'eau non équipés d'une station de mesure, est présenté ci-dessous.

Ce sont des valeurs calculées d'après .

- les relevés de délaissées et l'application de la formule de MANNING-STRICKLER, avec les réserves habituelles en régime torrentiel,
- extension des débits spécifiques déduits des analyses précédentes

Cours d'Eau	Station	Qp m ³ /s	Qps m ³ /s/km ²	Remarques
Petit Bras de Cilaos	Au Pavillon	110	7,2	
Grand Bras de Cilaos	- " -	410	6	
Bras de la Plaine	Prise SABRAP	270	6	
Rivière du Mât	Pont RN2	540	3,7	
Rivière Sainte-Suzanne	Radier Niagara	36	1,6	

L'erreur relative maximale est de l'ordre de 20 %.

NOTES DE CALCUL

- **Petit Bras de Cilaos (au Pavillon)** : selon section mouillée (25 m²) x par la vitesse moyenne calculée sur bief (4,4 m/s). Le débit spécifique est conforme à celui de la Ravine Blanche (Plaine des Cafres) compte tenu des précipitations supérieures mais aussi de l'atténuation -toutes choses égales par ailleurs- du coefficient de ruissellement du fait de la plus grande superficie du bassin (15,3 km²).

A noter que la passerelle vers l'Ilet Haut a été partiellement submergée

- **Grand Bras de Cilaos (Pavillon)** section mouillée non connue - déduction du Qs à partir du Petit Bras de Cilaos.
- **Bras de la Plaine (prise SABRAP)** section en travers imprécise compte tenu de multiples bras au droit du Pont de l'Entre Deux . Qs comparable au Grand Bras de Cilaos.

- **Rivière du Mât (pont RN2)** . la section de mesure se trouve au droit de la prise d'eau d'irrigation. Elle a été décomposée en 3 sous sections d'importance décroissante

. section centrale (seuil déversoir) de largeur .
 $35 \text{ m} \times 3,0 \text{ m} \times 4 \text{ m/s} = 420 \text{ m}^3/\text{s}$

. section rive droite (coursier) de largeur .
 $11,7 \text{ m} \times 2,0 \text{ m} \times 4,5 \text{ m/s} = 105 \text{ m}^3/\text{s}$

. petite section de débordement côte rive gauche au débit estimé de $15 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q_t = 420 + 105 + 15 = 540 \text{ m}^3/\text{s}$$

correspondant à un débit spécifique de $3,7 \text{ m}^3/\text{s}$, valeur comparable aux $3 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ au Pont de l'Escalier, compte tenu des apports du Bras de Caverne et du Bras des Lianes dont les bassins reçoivent des précipitations plus élevées que celui de la Rivière du Mât à l'amont du Pont de l'Escalier.

On remarquera par ailleurs que le débit au Pont de la RN2 est le double de celui de l'Escalier ($540/270$).

- **Rivière Saint-Suzanne (au Niagara)** . selon section mouillée + mesure de vitesse au moulinet, en décrué.

-----oo0oo-----

D - CONCLUSION

Au terme de cette étude, il apparait que les pluies et crues provoquées par le passage à proximité de l'île, de la dépression cyclonique ERINESTA, sont remarquables par leur importance sur le Cirque de Cilaos, la Plaine des Cafres et la limite des Cirques de Salazie et Mafate.

La période statistique de retour d'un tel évènement sur ces régions est en effet supérieure à 10 ans.

Le Nord et l'Ouest par contre n'ont été que très peu sollicités, contrairement à la tendance observée lors de la dépression CELESTINA en janvier 1985.

Ces pluies ont-elles contribué sensiblement à réalimenter les nappes perchées -qui conditionnent les débits de base de la quasi totalité des cours d'eau- et les aquifères côtiers, de plus en plus sollicités du fait de 2 années récentes de sécheresse ?

On peut d'ores et déjà répondre par l'affirmative pour les rivières du Sud-Ouest et du Sud de l'île, à alimentation souterraine prédominante, dont le cas type est le Bras de la Plaine.

De même, quelques échantillons des fluctuations piézométriques relevées au Dos d'Ane et sur la Plaine du Gol confirment cette tendance.

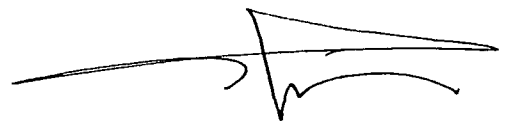
Par contre, les petits bassins hydrographiques des Hauts de l'île dont le débit constitue souvent la seule ressource vitale à la desserte des populations des Hauts (cas type = Bras de Jeanne aux Avirons) présentent naturellement un effet de réservoir limité vite saturé par des averses d'intensité moyenne.

Ce type de bassin reste donc bien plus sensible à quelques mois de sécheresse continue comme ce fut le cas d'août à octobre 1985, malgré les pluies abondantes du début de saison.

En définitive et compte tenu de l'absence de possibilités significatives de stockage des eaux de ruissellement (bien que le remplissage des petites retenues d'eau assure d'ores et déjà les besoins de leurs propriétaires pour la prochaine saison sèche); il se confirme que les potentialités des réservoirs naturels que sont les nappes de base, constituent, sous réserve d'une bonne connaissance de leurs caractéristiques spatio temporelles, la meilleure garantie pour la satisfaction des besoins croissants des usagers.

Achévé le 27 février 1986

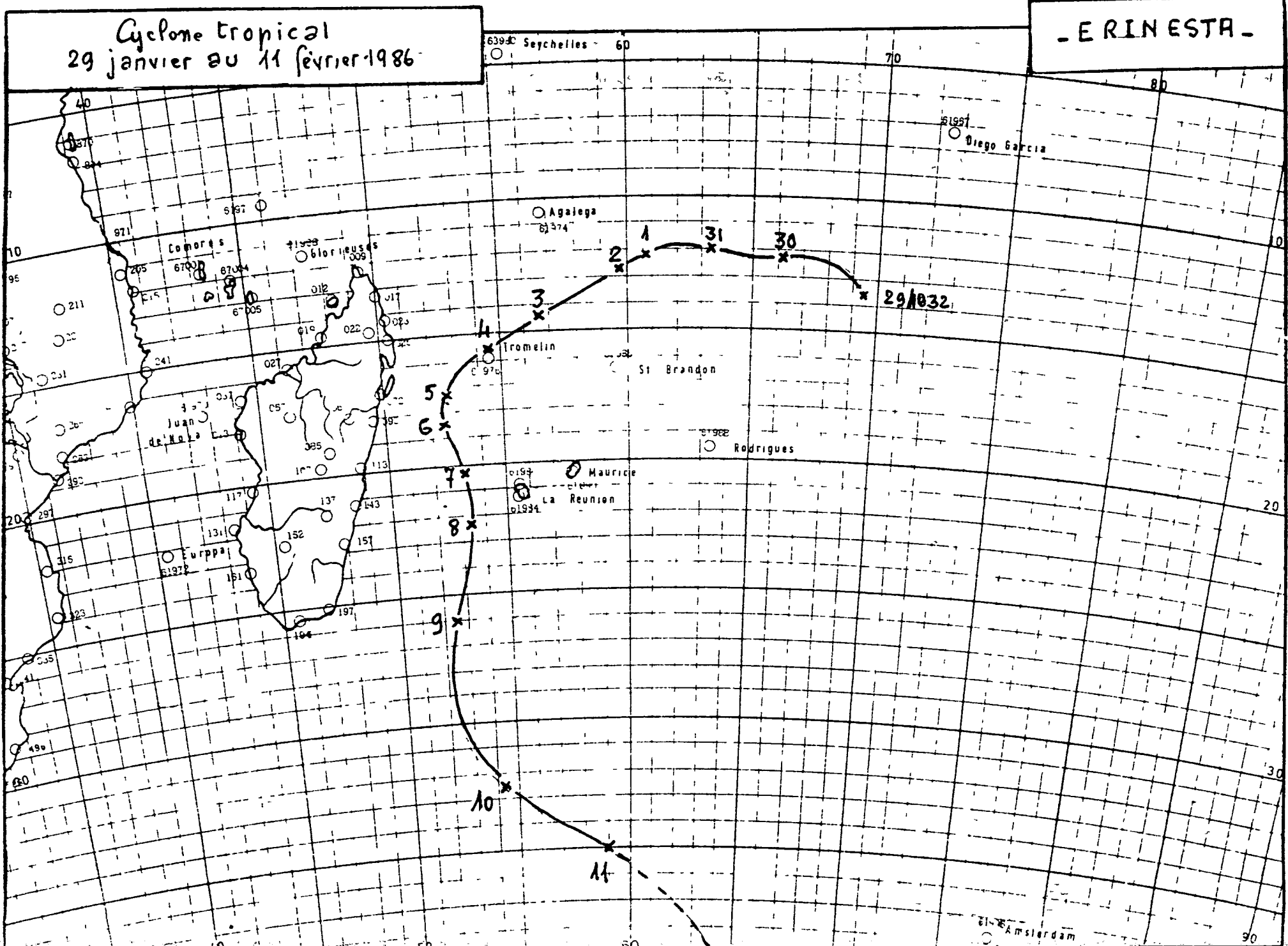
L'Ingénieur Hydrologue



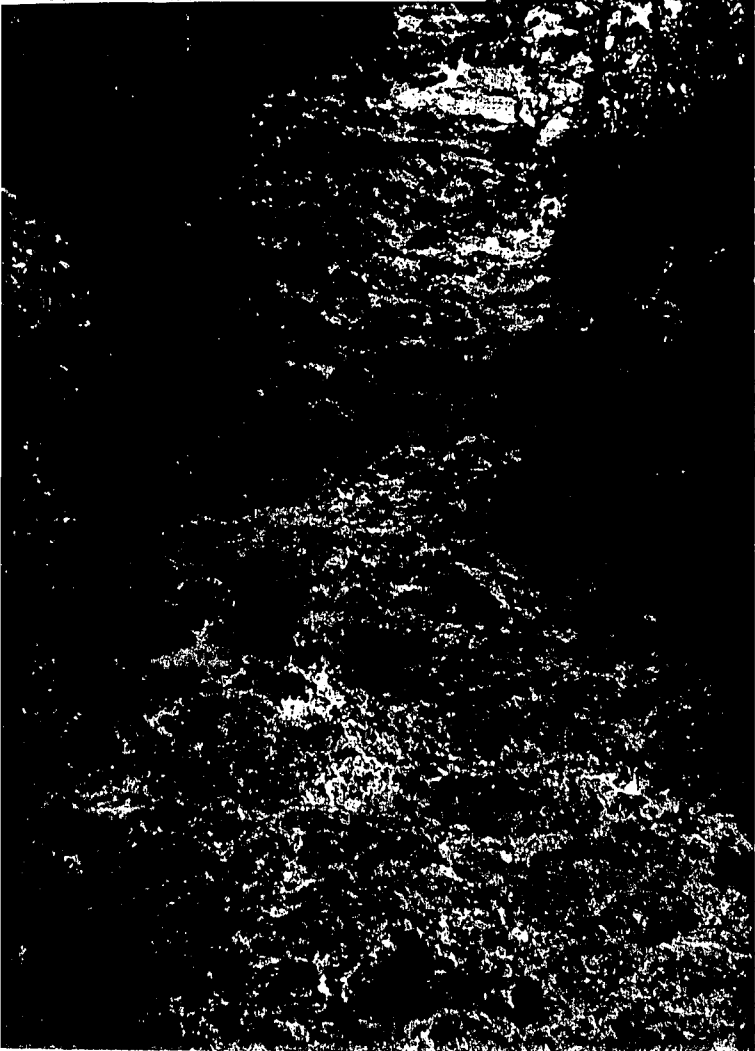
F BOCQUEE

Cyclone tropical
29 janvier au 11 février 1986

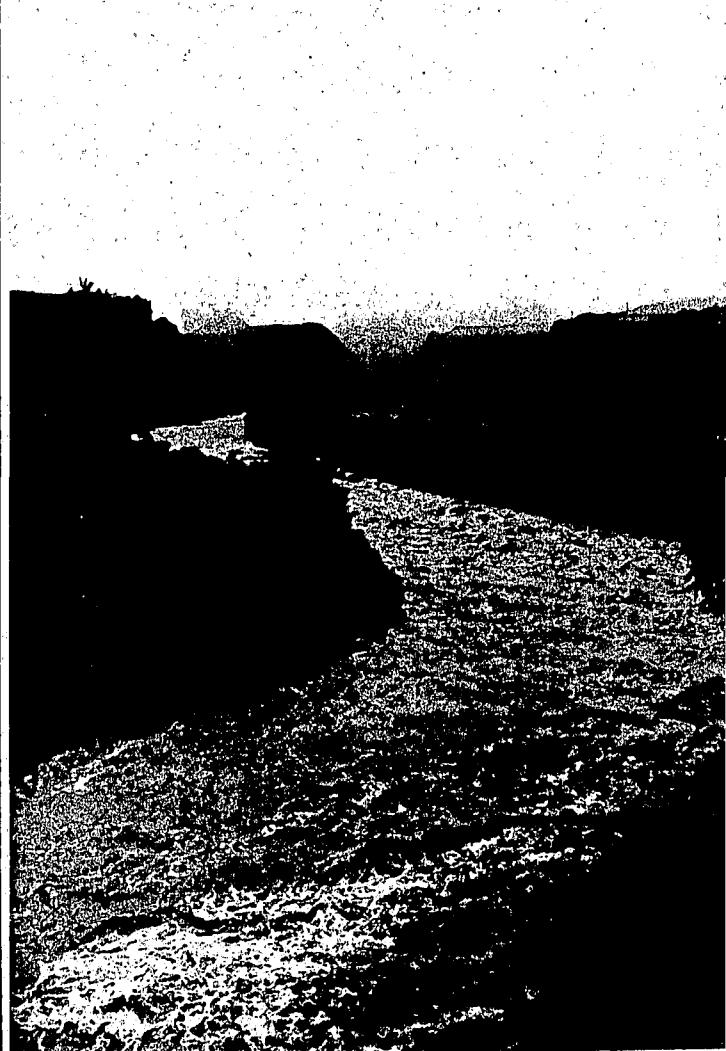
- ERIN ESTRA -



RIV DU MAT (PT ESCALIER)
7/02/86 11H15. (ERINESTA)



RIV DU MAT (AMONT PT EX RN2)
7/02/86 11H35 (ERINESTA)



RIV DU MAT (BARRAGE)
7/02/86 11H35

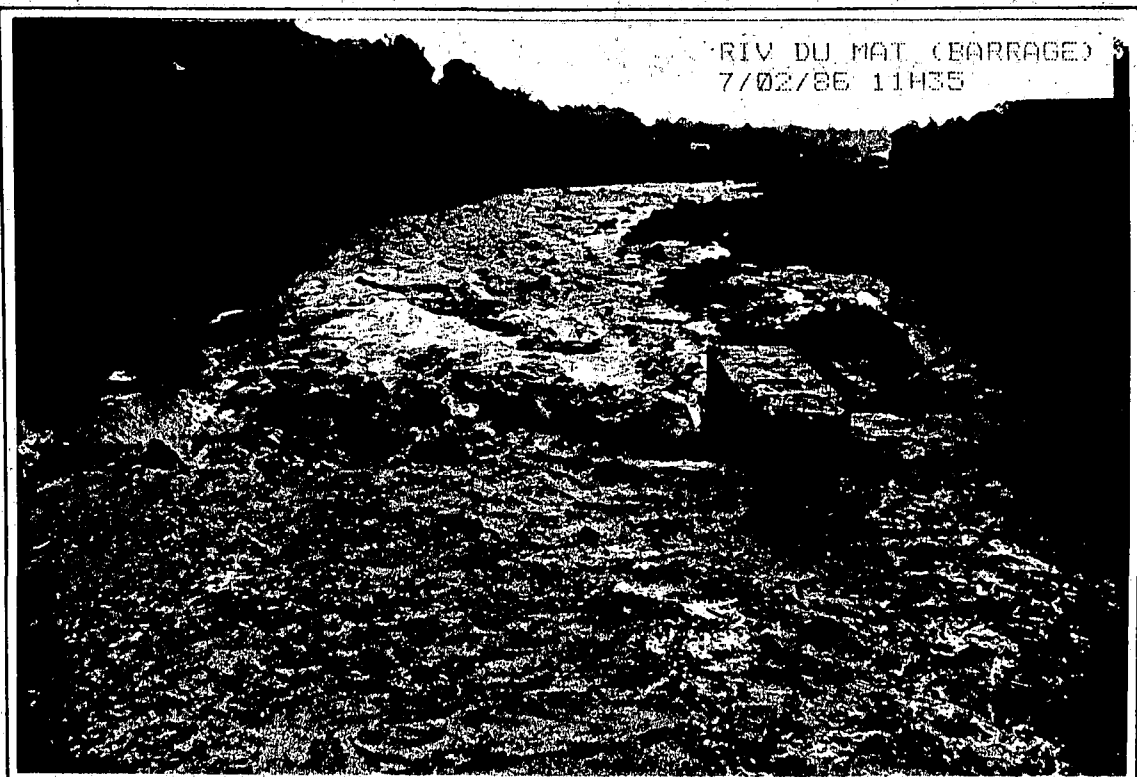


TABLEAU DES PLUIES MAXIMALES ANNUELLES
DE 24 HEURES (7H-7H) EN MM ARRONDIS

REF METEOROLOGIE NATIONALE

P F REF *CILAOS MAXI/24H/AN* *PDE MAXI/* *PL BALD MAXI/* *MONTRANE MAXI/*

ANNEE	PETITE FRANCE	CARREAU ALFRED	CILAOS	PL DES CAFRES	PL DES PALMISTES	MONTRANE ST DENIS
1948				114		
1949				38		
1950				398		
1951			300	500	392	
1952			740	971	313	271
1953			128	66	295	123
1954			207	186	235	90
1855			960	276	422	162
1956			150	190	328	210
1957			189	288	416	185
1958			1041	670	803	183
1959			355	484	448	188
1960			624	525	504	164
1961				31	395	236
1962				359	276	143
1963	86		511	214	257	87
1964	300		1160	576	523	156
1965	40		364	329	635	123
1966	646		957	807	714	410
1967	78		267	384	126	84
1968	116		103	131	250	130
1969	111		236	172	270	135
1970	445	770		389	295	158
1971	156	220	280	544	246	170
1972	248	215	440	347	478	231
1973	292	300	704	744	645	252
1974	130	75	80	92	266	175
1975	102	250	337	453	660	198
1976	85	62	133	79	367	162
1977	222	346	685	568	450	276
1978	119	179	135	164	172	104
1979	134	310	364	304	390	206
1980	320	684	635	530	714	229
1981	148	243	277	322	251	150
1982	151	118	314	346	500	192
1983	88	56	43	73	144	73
1984	48	84	173	255	254	187
1985	560	325	362	80	645 → 520	270
1986	210	288	1015	(703)	445	89

1987 626 1010 1017 1180 510

N B les Maxi de 1986 sont provisoirement assimilés à ceux de ERINESTA !

↑
GALON
D99 = 460