

41

87

DEPARTEMENT DE LA REUNION

COMMUNE DU TAMPON

REGIE DEPARTEMENTALE DES TRAVAUX  
AGRIQUES ET RURAUX

SECTION HYDROLOGIE

**LE BRAS DE STE SUZANNE AU  
PONT DU DIABLE**

ETUDE HYDROMETRIQUE COMPLEMENTAIRE

**DEPARTEMENT** DE LA REUNION

--

**COMMUNE** DU TAMPON

---

REGIE DEPARTEMENTALE DES TRAVAUX  
AGRICOLES ET RURAUX

---

SECTION HYDROLOGIE

---

LE BRAS DE SAINTE SUZANNE AU PONT DU DIABLE

---

ETUDE **HYDROMETRIQUE** COMPLEMENTAIRE

---

F. BOCQUEE

# SOMMAIRE

---

## 0 - RESUME

## 1 - PRESENTATION DE L'ETUDE

## 2 - LE CONTEXTE DU SITE D'ALTITUDE 1 065 m

- Localisation : cartes et photos
- Principales caractéristiques du bassin versant
- Quelques aspects qualitatifs

## 3 - HYDROMETRIE

- Bilan des jaugeages réalisés en 1986
- Hydrométrie de divers points d'eau voisins
- Le quantile médian - Analyse des pluies

## 4 - EXTENSION DE L'INFORMATION

- Un modèle approché de prédétermination de l'étiage
- Reconstitution des séries - Les quantiles d'étiage

## 5 - CONCLUSION

## BIBLIOGRAPHIE

----

## R E S U M E

---

La **présente étude, commandée par** les Services Municipaux du **Tampon**, vise à préciser par des mesures de débit effectuées **mensuellement** pendant un cycle de **tarissement, l'étiage** des sources dites du Pont du Diable à **l'altitude** 1 065 m, **site** approximatif du captage projeté.

Après une présentation de **l'hydrologie** générale du site, il est fait état de façon détaillée des mesures de débit réalisées de juillet à décembre 1986 et de leur interprétation.

Les **quantiles** remarquables ou valeurs statistiques atteintes 1 année sur **10** (décennales sèches et **humides**), 1 année sur 2 (médiane) sont **calculés** selon diverses approches aux résultats homogènes.

**Il** en ressort en particulier que **l'étiage** médian est de 210 **l/s**, valeur compatible avec les nouveaux besoins domestiques et agricoles de la Commune.

-----oo0oo-----

## 1 - PRESENTATION DE L'ETUDE

Par lettre de commande en date du 10 juillet 1986 (réf 486/86 **HP/MDB**), Monsieur le Député Maire de la Commune du Tampon confiait à la REDETAR, Section **Hydrologie**, une étude visant à déterminer à partir de fréquentes **mesures**, le débit des sources dites du "Pont du Diable" dont le captage est envisagé à court terme par les Services Municipaux.

Cette étude s'inscrit donc en complément du bilan effectué sur le **bassin** du Bras de la Plaine les 9 et 10 décembre 1985 (\*) et a pour finalité :

- de déterminer les débits vers **l'altitude** 1 065 m, au cours **d'un** cycle de basses eaux (étiage).
- de situer cette chronique par **rapport** aux variables explicatives (pluies à Piton Tortue) afin d'en déterminer les quantiles remarquables (étiage décennal sec **etc...**).

Cette étude a pu être menée à bien grâce à **d'importants** moyens logistiques (hélicoptère de la Société RAS), à la diligence des Services Communaux du Tampon et, à l'occasion **par** la participation du personnel local de la CGE.

**Qu'ils** en soient remerciés.

(\*) cf : Bibliographie (1)

## 2 - LE CONTEXTE DU **SITE D'ALTITUDE 1 065 m**

### 2-1 - Localisation - cartes et photos

Le site du Pont du Diable dans son ensemble et **sous forme ponctuelle**, est visualisé à **partir** des 3 pages **suivantes**, à **savoir** :

- a - un extrait de carte **IGN** au 1/25 000<sup>ième</sup> avec les limites du bassin versant superficiel.
- b - un extrait de plan topographique avec implantation du site de mesures de la présente campagne (2).
- c - 2 photographies : la première prise depuis **l'échelle d'accès** au torrent, la **seconde**, de la section de jaugeage.

Le lecteur est prié de s'y reporter.

### 2-2 - Principales caractéristiques du bassin versant

Situé à **l'extrême** amont du Bras de **Ste-Suzanne**, les sources dites du "**Pont du Diable**" se composent **d'un** ensemble de résurgences jaillissant principalement de la rive gauche 300 m environ à **l'amont** de la cascade **située** au droit de la DZ pour **hélicoptère**.

Elles constituent de fait les sources du Bras de la Plaine, rivière permanente au plus fort débit de toute la zone Sud (étiage médian 3,7 m<sup>3</sup>/s au captage de la SABRAP).

Le bassin versant superficiel limité par la section de jaugeage d'altitude 1 065 m, présente les caractéristiques suivantes :

Superficie : 1,81 km<sup>2</sup>

Pente moyenne du lit principal : 45 %

Géologie : association de paléosols argileux et de coulées massives de basalte à océanite peu fissurées entrecoupées de dykes susceptibles de former des pièges pour **l'écoulement** des eaux (contexte similaire **à** celui de la Source des **Hirondelles**).



Station de Jaugeage

Pluvi-mètre

Grand Brian

Le Bras Ste SUZANNE  
au "Pont du Diable"  
Alt. 1065 m

few Contour



LE BRAS DE **SAINTE-SUZANNE** AU  
"PONT DU DIABLE"

---  
**LE G E N D E**  
---

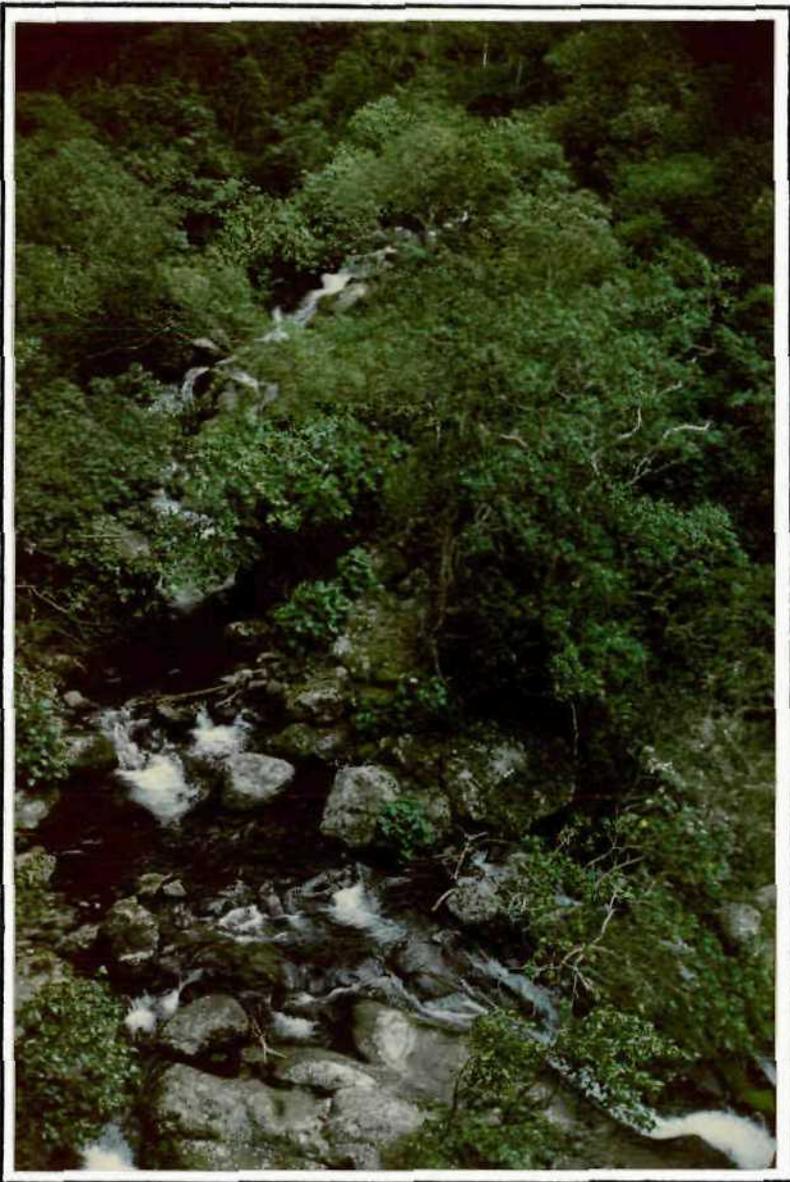


Photo 1 : Vue générale du bief amont à la cascade.  
Le **site** de jaugeage se trouve à la limite **supérieure** extrême de **l'image**.

Photo 2 : Le site de jaugeage, **100 m** environ à l'amont de la **cascade**, à l'**altitude** 1 065 m.  
Noter le repère orange sur le rocher.

PHOTO 1

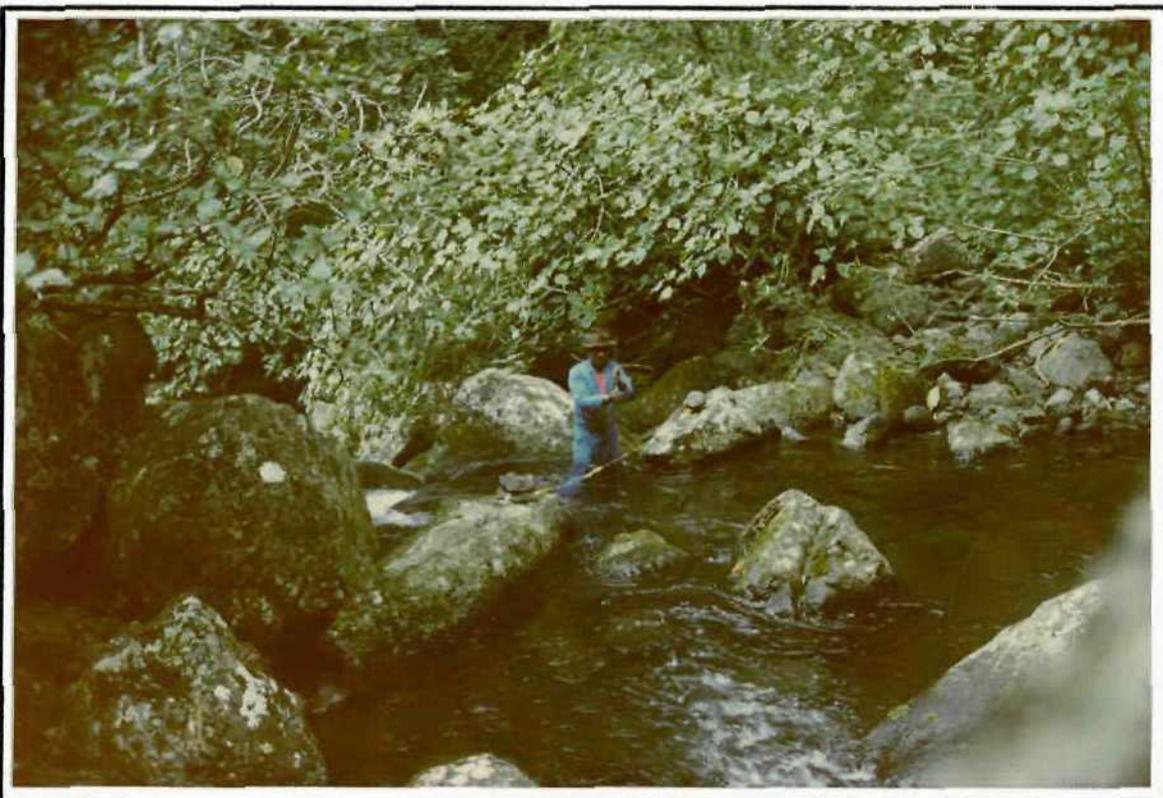


PHOTO 2

## Bilan hydrologique pour l'année 1986 (approche)

- . Précipitation à Piton Tortue (P)  
décembre 1985 → novembre 1986 5 038 mm (100 % P)
- . ETP (d'après BARGEAS - BRGM) (3) 900 mm ( 18 % P)
- . Pluie efficace 4 138 mm
- . Ruissellement (d'après diverses études  
personnelles sur crues cycloniques) 1 008 mm ( 20 % P)
- . Lambe d'eau "infiltrée-résurgée"  
4 138 - 1 008 3 130 mm ( 62 %)
- . Volume "infiltré-résurgé" 5,66 millions de m<sup>3</sup>  
(180 l/s)
- . Superficie théorique calculée du bassin  
versant hydrologique naturel (sur la base  
d'un débit moyen annuel d'eau résurgées  
d'après jaugeages de 230 l/s)  $\frac{230}{180} \times 1,81 = 2,31 \text{ km}^2$   
(soit + 0,5 km<sup>2</sup>)
- . Infiltration profonde (pertes en eau)  
# Néant

Les crues : Elles sont violentes compte tenu de la pente naturelle du bassin et des **précipitations** élevées **recueillies** à la **station** de Piton Tortue voisine -pouvant atteindre, voire dépasser 1 000 mm en 24 heures en période cyclonique- et **n'ont** à ce jour, jamais été jaugées.

On **retiendra**, par analogie avec le bassin du petit bras de Pontho, **voisin**, mais au substratum plus **perméable**, les débits spécifiques suivants à l'altitude 1 065 m :

Crue médiane annuelle : 6 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> = 11 **m<sup>3</sup>/s**  
Crue décennale : 12 **m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>** = 22 **m<sup>3</sup>/s**  
Crue centennale : 25 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> = 45 m<sup>3</sup>/s

Toutefois, le projeteur d'équipements hydrauliques devra être attentif au fait **qu'un** tel contexte géomorphologique est favorable à des effondrements majeurs (de type **MAHAVEL**, ou plus ancien - cf "cataclysme" de la Rivière de **l'Est** en 1927) susceptibles **d'entraîner**, par rupture des barrages naturels ainsi **formés**, des impulsions de crue sans commune mesure avec les **débits** ci-dessus !

## 2-3 - Quelques aspects qualitatifs

Le tableau ci-après résume diverses caractéristiques physicochimiques des eaux prélevées à l'altitude 1 065 m par le BCEOM (analyses effectuées par le LDEHM - St-Denis - Décembre 1986)

1 - Physicochimie
Résistivité : 17 050 ohm.cm
PH : 7,35
Couleur 5 mg/l
Température (in situ) = 14°C
Calcium (Ca++) = 6 mg/l
Magnésium (Mg++) = 2,1
Fer (Fe++) = 0,65
HC03- = 35,4
2 - Bactériologie
Numération sur gélose : 3
Colimétrie sur membrane :
- totaux : 5
- fécaux : 0
Stréptocoques fécaux : 20

### EN RESUME :

Eau de bonne qualité physicochimique nécessitant une stérilisation (chlore) avant mise à consommation.

### 3 - HYDROMETRIE

#### 3-1 - Bilan des jaugeages réalisés en 1986

La Section Hydrologie de la REDETAR, a procédé pendant le second semestre de 1986 à une série de jaugeages au moulinet (**précision 5 %**), de fréquence approximativement **mensuelle**, à la côte 1 065 m.

La section de **jaugeage choisie (cf photo 2)** ne nécessitait **qu'un** léger aménagement destiné à homogénéiser **l'écoulement** des eaux.

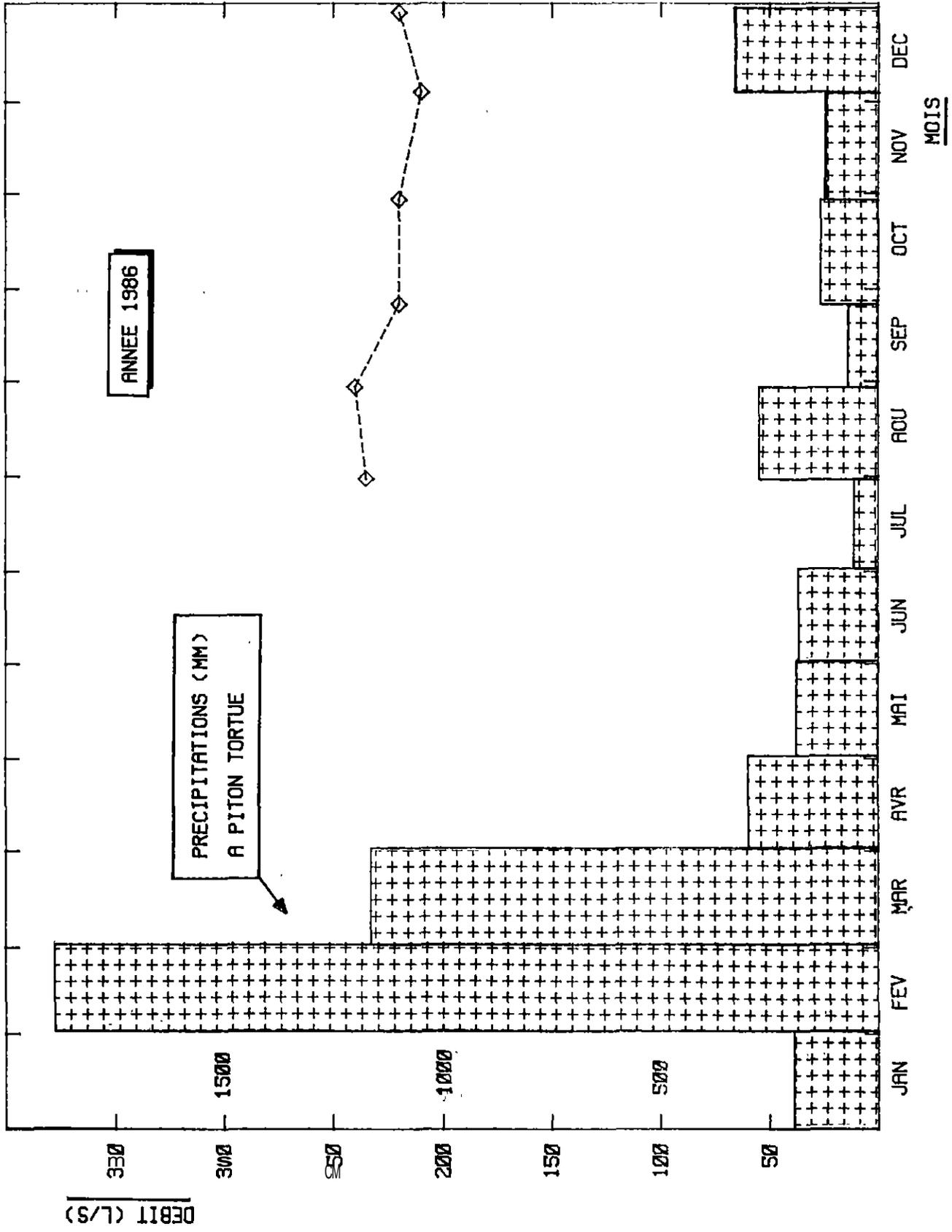
#### Le Bras de Ste-Suzanne à l'altitude 1 065 m

Dates	Débit instantané l/s	REMARQUES
30.07. 86	235	Régime <b>d'écoulement</b> stabilisé
29.08. 86	240	Régime influencé par les fortes précipitations du 18 (146 mm) et 19 (40 mm)
25.09. 86	220	Régime <b>stabilisé</b>
29.10. 86	220	- M -
03.12. 86	210	- " -
29.12. 86	220	Régime <b>légèrement</b> influencé (46 mm le 16)

Ces débits et les **pluies** associées observées à Piton Tortue sous forme :

- mensuelles **jusqu'en** juillet,
- **intermédiaires** aux **jaugeages** au **delà**, sont présentées sur le diagramme ci-après.

Le **décroissance** du régime de tarissement **jusqu'à** son plancher de 210 l/s, début décembre, est **très** nette.



EVOLUTION DU DEBIT DU BRAS STE SUZANNE AU PONT DU DIABLE (ALT. 1085 M)

Compte tenu de la présence de pluies significatives de ruissellement dès le 8 décembre (47 mm), on retiendra **comme** valeur spécifique de **l'étiage** dépassé 11 mois sur 12 en 1986 :

**Q étiage 1986 = 220 l/s**

Pour **mémoire l'étiage** de **1985**, compte tenu des précipitations importantes relevées le 28/11 était de **l'ordre** de 230 l/s (1).

Par **ailleurs**, il est à **noter**, dans cette gamme de débit, un apport **d'environ** 5 à 10 l/s entre la présente section et la **cascade** principale.

### 3-2 - Hydrométrie de divers points d'eau voisins

Simultanément aux jaugeages **précédents**, une seconde équipe effectuait au titre de **contrôle** de tendance, des mesures de débits sur le Bras de Ste-Suzanne, au droit du village de Grand Bassin, complétée en fin **d'année** par un contrôle de la Source des Hironnelles, aux fins de comparaison.

#### Le Bras de Ste-Suzanne à Grand Bassin

(Section de mesure + en amont que celle de 1985)

Dates	Débit instantané l/s	REMARQUES
30.07.86	1 050	
20.08.86	1 070	Vitesses élevées (1,15 m/s)
25.09.86	1 040	
29.10.86	1 010	
03.12.86	910	
29.12.86	990	170 l/s à la Source des Hironnelles

L'équation de régression de ces débits (Y BS5) avec ceux du Pont du Diable (X PD) est satisfaisante :

$$Y_{BSS} = 4,4 X_{PO} + 15,7 \text{ l/s} \quad (R = 0,86)$$

en tenant compte de l'erreur de mesure (5 à 10 % au site de Grand Bassin, ce qui représente 25 à 50 % du débit au Pont du Diable).

Une approche identique a été effectuée à partir des débits relevés au limnigraphe situé en galerie du Bras de la Plaine (Fenêtre). La corrélation est toutefois peu significative compte tenu de la non garantie de prise de l'ensemble du débit naturel\* et de la non permanence du débit pendant 3 des 6 mesures de 1986 (pluies sur l'aval du bassin, non représentatives de l'amont).

Par contre, si nous prenons en compte les débits jaugés en 1984 à la station haute (1), année au tarissement sévère non influencé par des précipitations parasites, il apparaît que le rapport des débits de l'altitude 1 065 m à ceux du Bras de la Plaine à la prise SABRAP, serait de 0,055 (0,175/3,15 m<sup>3</sup>/s), ce qui, rapporté à l'étiage médian de ce dernier (3,7 m<sup>3</sup>/s), conduirait à un débit médian à l'actuelle station de contrôle, de :

$$0,055 \times 3,7 = 203 \text{ l/s}$$

Par ailleurs, la quasi identité du débit de la Source des Hirondelles avec son étiage moyen (165 - 170 l/s) permet a priori d'accorder à l'étiage de 1986 à la station amont, une fréquence sensiblement médiane.

### 3-3 - Le quantile médian - Analyse des pluies

Le débit d'étiage médian interannuel des Sources du Pont du Diable à l'altitude 1 065 m s'établit donc vraisemblablement autour de 210 à 220 l/s.

Tachons d'affiner ce résultat, établi jusqu'ici à partir de considérations de débits à débits -les plus précises- en analysant les pluies explicatives relevées depuis une quinzaine d'années à la station voisine de Piton Tortue, gérée par les services de la Météorologie Nationale.

Ceci est susceptible de permettre de caler en fréquence l'hydraulicité de 1986, à défaut de la préciser quantitativement.

Quelle variable retenir ? Vraisemblablement pas la pluie annuelle brute, qui ne prend pas en compte l'effet tampon de l'aquifère !

\* Considéré comme tel, la Source des Hirondelles étant captée.

A ce propos, la modélisation récente de diverses Rivières de la Réunion en vue de prévoir leurs débits **d'étiage**, a mis en évidence, sur le Bras de la **Plaine**, un effet de mémoire de l'aquifère de 2 **ans**.

En **conséquence**, nous retiendrons comme variables explicatives de **l'étiage** du Bras de la Plaine, et "à priori" de son bassin amont :

P1 = Pluies à Piton Tortue de décembre de **l'année N-1** à avril de **l'année** en cours (N)

P2 = Pluies à Piton Tortue de décembre de **l'année N-2** à novembre de **l'année N-1**

C1 = 2/3 applicable à P1

C2 = 1/3 " à P2

P = 2/3 x P1 + 1/3 x P2

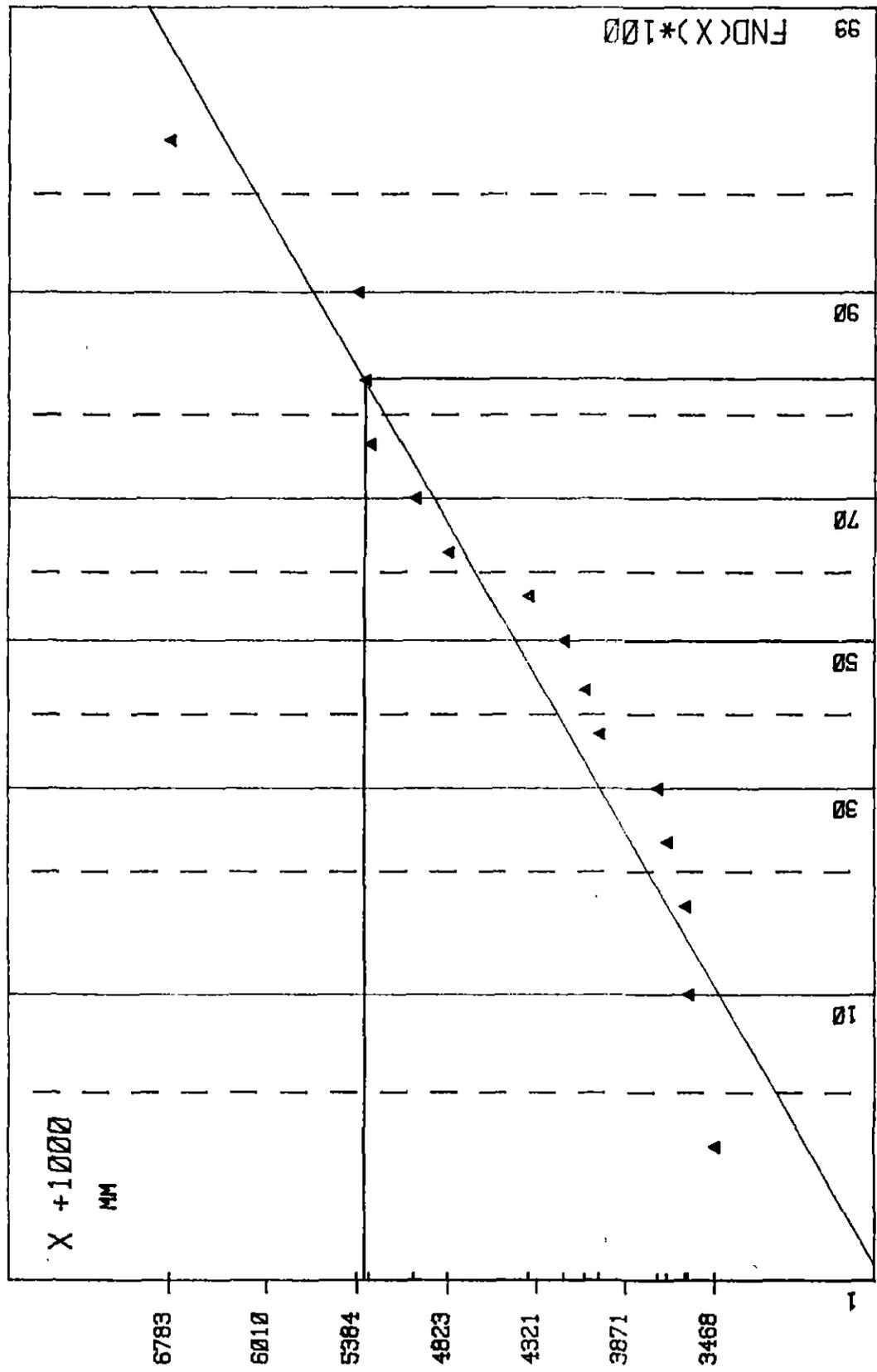
Ces variables sont tabléées ci-après et ajustées à une Loi de GALTON (xo = -1 000) présentée en page suivante.

Il en ressort que la variable explicative de 1986 est légèrement excédentaire, de période de retour environ 5 ans.

Ces propos contribuent donc à retenir comme débit d'étiage médian du BS5 au Pont du Diable (**alt.** 1 065 m), la valeur :

Q = 210 l/s

PLUIES EXPLICATIVES DE L'ETIAGE DU 8. S. SUZANNE A PITON TORTUE  
 AJUSTEMENT A UNE LOI DE GALTON



X DEFICITAIRE (T=10) = 2423.07    X AN = 6407.241    X EXCECUTAIRE (T=10) = 4673.665

Station de référence : Piton Tortue

Année N	Précipitations (mm)		P	REMARQUES
	P1	P2		
1968	2 476	2 927	2 600	Années incomplètes reconstituée d'après Pl. des Cafres
1969	2 262	3 604	2 682	- " -
1970	4 371	3 473	4 031	- " -
1971	1 920	5 257	3 002	- " -
1972	3 437	2 773	3 183	- " -
-	I	- I	-	-
1977	5 051	3 191	4 387	Années complètes
1978	1 644	6 029	3 074	"
1979	2 495	2 489	2 468	"
1980	7 036	3 453	5 783	"
1981	2 390	8 280	4 309	"
1982	3 355	3 491	3 366	"
1983	1 319	5 614	2 723	"
1984	2 743	2 351	2 586	"
1985	3 911	3 780	3 828	"
1986	4 009	5 131	4 339	"

## 4 - EXTENSION DE L'INFORMATION

### 4-1 - Un modèle approché de prédétermination de l'étiage

La Section Hydrologie de la REOETAR, associée au Laboratoire d'Hydrologie Mathématique de Montpellier, a développé un **modèle** de prévision d'étiage sur divers cours d'eau de l'île, à finalité irrigation.

La phase de développement de ce **modèle**, relativement **complexe**, a permis de mettre en évidence différents facteurs explicatifs des débits :

- d'amorce de la phase de tarissement,
- d'étiage (fin novembre).

Concernant le Bras de la Plaine, **les** facteurs présentés en 3-3 **précédemment**, se complètent naturellement de la pluie tombée du début mai de **l'année** en cours jusqu'au mois à partir duquel est émis la prévision.

Dans la mesure où le projeteur dispose d'une mesure de débit en début de phase de tarissement, la précision de l'estimation **n'en** est que meilleure.

Nous utilisons **ci-après** ce modèle en vue de reconstituer des séries d'étiage (**1** valeur/année) puis les analyser statistiquement.

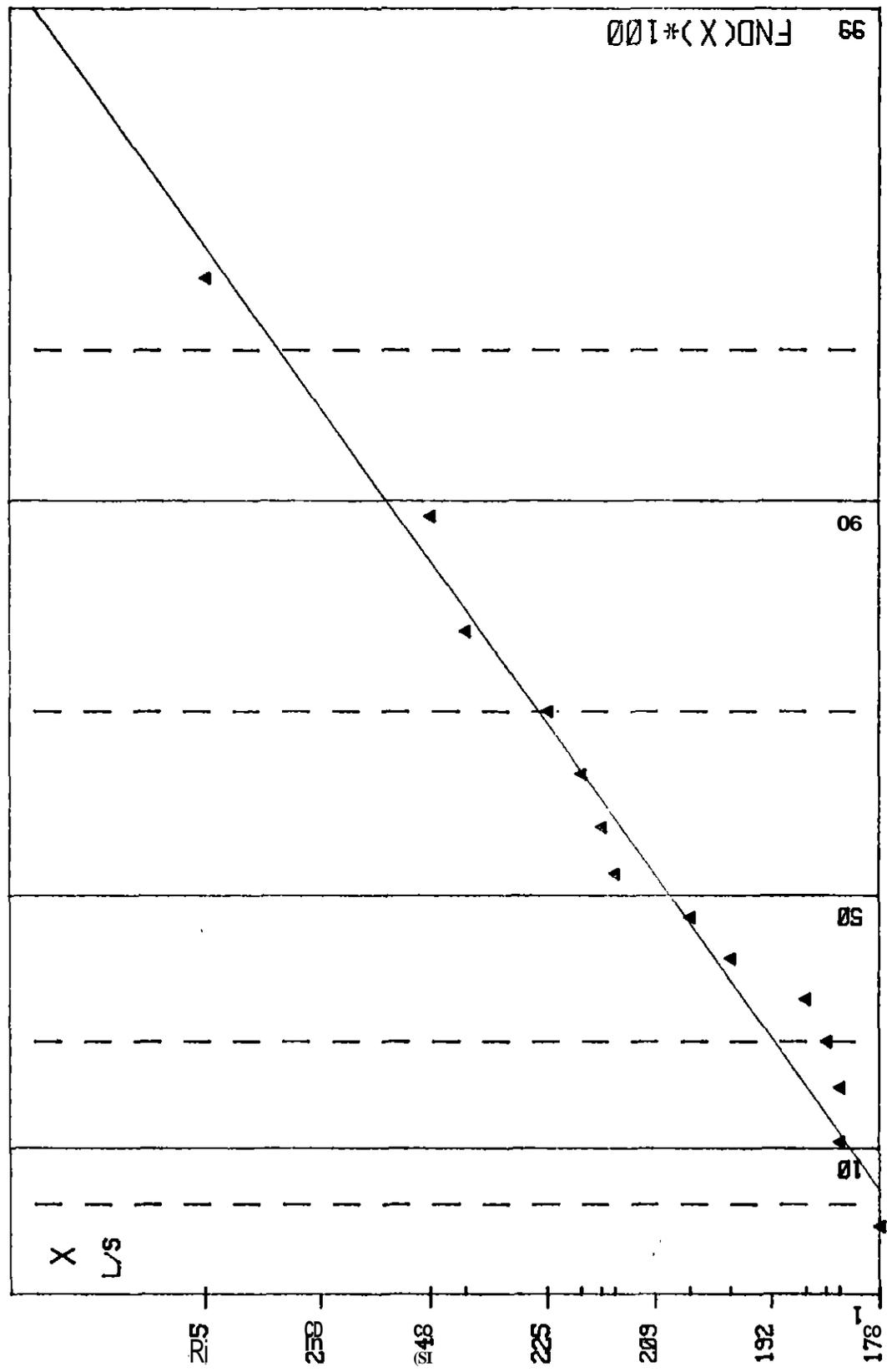
### 4-2 - Reconstitution des séries - Les quantiles d'étiage

Le tableau ci-après résume les débits calculés à partir du modèle SIDER1 (**Simulation des Débits d'Etiage de Rivières pour l'Irrigation**) sur le Bras de la Plaine à la prise **SABRAP**, corrigé par le facteur multiplicatif 0,055 (rapport des **débits** en **régime** permanent avec l'altitude 1 065 m).

Année	Etiage à la prise SABRAP		Pont du Diable (alt. 1 065 m) Etiage calculé l/s
	Calcule	Observé	
1968	3,40 m <sup>3</sup> /s		187
1969	3,60		198
1970	4,0		220
<hr/>			
1972	3,70		204
<hr/>			
1977	4,3	4,4	237
1978	3,2	3,15	176
1979	3,35	3,40	184
1980	5,0	5,0	275
1981	3,90	3,90	215
1982	4,40	4,50	242
1983	3,30	3,60	182
1984	3,30	3,10	182
1985	3,95	3,90	217
1986	4,10	4,15	225

**L'échantillon** des étiages caractéristiques est ajusté ci-après à une Loi de GUMBEL (la Loi de GALTON donne sensiblement les mêmes quantiles).

DEBITS RECONSTITUES DU S.S. SUZANNE AU PONT DU DIABLE (ALT. 1065 M)  
 AJUSTEMENT A UNE LOI DE GUMBEL



X DÉFICITAIRE (T=10) = 179.03 X MOYAN = 205.62 X EXCÉDENTAIRE (T=10) = 247.35

Il en est déduit l'**étiage médian** (206 l/s) dont la **valeur**, quasi identique à l'**estimation** faite en 3-3, confirme le bien fondé des **hypothèses avancées** ainsi que la bonne adéquation du modèle **SIDERI**.

Nous retiendrons donc en définitive les quantiles spécifiques suivants :

Pont du Diable à l'altitude 1 065 m

Etiage <b>décennal</b> sec	= 180 l/s
Etiage médian	= 210 l/s
Etiage <b>décennal</b> humide	= 250 l/s

==oo0==---

## 5 - CONCLUSION

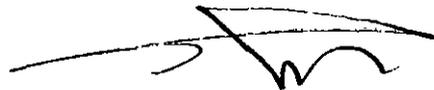
Au terme de cette étude hydrométrique complémentaire des Sources du Pont du Diable en leur site **d'altitude 1 065 m**, il se confirme que les ressources captables **s'élèvent à 210 l/s** en moyenne à **l'étiage**, valeur compatible avec la satisfaction des nouveaux besoins domestiques et agricoles de la Commune du Tampon.

La bonne résistance virtuelle des **aquifères** au **tarissement**, tout comme pour la Source des **Hirondelles**, devrait **limiter les** désagréments dus aux années sèches à venir comme le montre le faible écart de **-13 %** par rapport à la **Normale**, calculé sur les années déficitaires 1903 et 1984.

La mobilisation de cette ressource gravitaire, **c'est-à-dire** son **transfert** du lieu de production aux lieux de consommation devra être soigneusement **étudiée**, en particulier la protection contre les crues et les glissements de **terrain**, éléments vitaux pour la **fiabilité** de cet important projet.

Achévé à **Saint-Denis**, le 13 janvier 1987

**L'INGENIEUR** HYDROLOGUE



**F. BOCQUEE**

## B I B L I O G R A P H I E

---

- (1) Hydrométrie du Bras de la Plaine et de ses affluents - Le Pont du Diable.

Compte rendu de mission des 9, 10 décembre 1985.

F. BOCQUEE - REDETAR - Février 1986.

- (2) Etude APS du Pont du Diable.

**BCEOM** Réunion - Avril 1986.

- (3) Apports de la simulation par modèles hydrologiques - Application à l'évaluation globale de la ressource en eau de **l'île** de la Réunion.

A. BARGEAS - BRGM - Juin 1984.

-----oo0oo-----