

LES CATASTROPHES NATURELLES DANS LES REGIONS INTERTROPICALES

ETUDES SUR LES CYCLONES FAITES PAR L'ORSTOM AUX
ANTILLES ET EN NOUVELLE-CALEDONIE

Par J.C. KLEIN * et J.A. RODIER *



Fonds Documentaire IRD Cote : Bx 25862 Ex : unique

Les cyclones provoquent d'immenses dommages dans les régions où ils sévissent non seulement par l'extrême violence des vents qui les caractérisent mais encore par les pluies torrentielles qui les accompagnent et les crues qui en résultent.

L'ORSTOM s'est attaché plus particulièrement dans les territoires et les départements d'Outre-Mer à la connaissance de ces crues, à celle des averses qui leur ont donné naissance et aux relations entre ces précipitations et les volumes de ruissellement dont ils sont responsables. Le but pratique de ces recherches est la mise au point de méthodologies de calcul des crues exceptionnelles de diverses fréquences pour la construction et l'aménagement d'ouvrages de toutes natures : ponts, aménagements hydroélectriques, protection de zones habitées etc...

Les pluies cycloniques sont caractérisées par leur continuité dans le temps et l'extension relativement grande de la superficie couverte simultanément par les précipitations. Souvent l'intensité maximale instantanée n'est pas extrêmement élevée, bien moins que 100 mm/heure, mais pour certaines averses cycloniques elles peuvent être très fortes. Il est certain qu'au cours de la fameuse averse d'AURERE à la REUNION qui a totalisé 1 800 mm en 24 heures l'intensité a dû certainement dépasser 100 mm/heure pendant une durée dépassant plus d'une heure. Par ailleurs, il est fréquent que les épisodes pluvieux se succèdent : on peut en observer trois par exemple de plusieurs jours chacun, en trois semaines. Le second et le troisième trouvent un sol complètement saturé. Enfin dans les îles présentant un relief important comme

* Maître de Recherche Principal à l'ORSTOM

* * Président du Comité Technique d'Hydrologie de l'ORSTOM.

les ANTILLES ou la NOUVELLE-CALEDONIE, la hauteur de précipitation pour une averse donnée croît rapidement avec l'altitude et varie considérablement avec l'exposition.

I. ACTIVITES DE L'ORSTOM :

L'effort de l'ORSTOM s'est exercé dans quatre directions :

- 1° L'aménagement de réseaux complémentaires de pluviomètres et de pluviographes en montagne ;
- 2° L'aménagement et l'exploitation d'un réseau de stations de jaugeage avec étude systématique des crues en période de cyclones ;
- 3° L'aménagement de bassins représentatifs pour l'étude fine de la distri-

Elles sont publiées quelquefois dans les Cahiers de l'ORSTOM.

La mesure directe des crues sur les stations de jaugeage en période de cyclones présente de sérieux problèmes. Il faut d'abord être à la station et y séjourner dans des conditions acceptables et ensuite disposer d'un équipement convenable c'est à dire d'un limnigraphe qui ne puisse pas être mis hors service dès le début de la crue, d'une station téléphérique de jaugeage utilisant un poids de lestage suffisant et ensuite d'une base de mesure aux flotteurs permettant d'apprécier les vitesses superficielles sur toute la largeur de la rivière dès qu'elles dépassent 5 à 6 m/s et qu'il n'est plus possible d'utiliser le moulinet. Ce problème a été à peu près résolu en NOUVELLE-CALEDONIE où les rivières sont relativement importantes et le charriage des blocs de rochers ou d'arbres flottants assez limité. A côté de la station de mesure est parfois installé un petit baraquement solidement amarré par des câbles d'aciers, que les hydrométristes rejoignent dès l'annonce du cyclone. Pour les stations relativement stables de cette île un cyclone suffit pour étalonner la courbe de tarage dans sa partie haute et on peut alors démonter le téléphérique et le remonter à une autre station car évidemment il n'est pas possible d'équiper la totalité des stations de jaugeages en même temps ce qui serait d'un coût prohibitif. Dès l'annonce des cyclones les diverses brigades de mesures sont ainsi réparties sur un certain nombre de stations, les autres stations du réseau étant visitées dans le plus bref délai après la pointe de crue ce qui permet de faire quelques jaugeages de hautes eaux, de changer les feuilles de limnigraphes, de repérer la cote maximale si le limnigraphe a été endommagé. En même temps on procède à la visite des pluviomètres, pluviographes et totalisateurs.

Aux ANTILLES, les conditions sont plus difficiles, les rivières ayant en général de très petits bassins, présentent leurs pointes maximales de crue peu de temps après le maximum de la pluie; donc les conditions de travail à l'extérieur sont assez défavorables; en plus le nombre de blocs charriés et de débris flottants est très important et sur de si petits cours d'eau si les flotteurs naturels sont nombreux, il est par contre difficile de trouver de bonnes bases de mesures aux flotteurs. Pour ces diverses raisons, il n'a pas encore été possible de mettre au point aux ANTILLES la même organisation de mesures directes des débits de crues en période de cyclone. On se contente le plus souvent de relevés à postériori : pente de la ligne d'eau,

des résultats fort imprécis pour de très petits cours d'eau. Ces relevés sont faits en même temps que la visite des appareils hydrométriques et pluviométriques semblable à celles qui sont faites en NOUVELLE-CALEDONIE après les cyclones avec cette différence que les tournées sont aux ANTILLES beaucoup plus courtes.

Les bassins versants représentatifs sont d'exploitation difficile, la grande variabilité des précipitations (de 1800 à 5000 mm par an à la DUMBEA) exigerait une très forte densité de pluviomètres, or ceux-ci ne

En NOUVELLE-CALEDONIE, on a pu seulement recueillir des renseignements d'ordre plus ou moins qualitatif sur les niveaux atteints lors du cyclone de 1948 et pas au-delà.

II RESULTATS OBTENUS :

On a pu évaluer les débits et procéder à une estimation grossière des coefficients d'écoulement pour les plus importants cyclones aux ANTILLES depuis 1963, en NOUVELLE-CALEDONIE depuis 1959. Dans ce territoire il ne s'agit pas pour les débits de simples estimations mais de détermination relativement précise des débits de pointe puisqu'un certain nombre de stations ont fait l'objet de mesures de très hautes eaux.

Malheureusement une analyse statistique directe des valeurs maximales annuelles des débits ne peut pas conduire à une évaluation correcte des valeurs de très faible fréquence. Il faudrait pour cela disposer de séries d'observations de 70 à 100 ans pour commencer à faire une étude sérieuse alors que les observations directes ne portent que sur une vingtaine d'années.

Les enquêtes historiques ne permettent d'y remédier que dans une assez

STATION	Superficie km ²	Débit de la crue décennale m ³ /s	Débit spéci. l/s.km ²	Débit DOROTHY m ³ /s	Crue maximale obs. m ³ /s	Crue maximale l/s.km ²	Période de retour
Riv. BLANCHE Pt ALMA	4,3	70	16 300	105-130	105-130	{ 24 000 30 000	50 à 100 ans
LEZARDE	13,0	153	11 800	265-320	265-320	{ 21 000 24 000	100 ans
MADAME	14,3	128	9 000	250-300	250-300	{ 18 000 21 000	100 ans
CAPOT à MARIE AGNES	16,5	170	10 300	185-200	275	16 700	60 ans
CAPOT à St BABIN	34,1	285	8 350	350-400	480	14 100	60 ans
LORRAIN	25,0	285	11 400	400-500	400-500	{ 16 000 20 000	150 ans
LEZARDE au SOUDON	62,5	366	5 860	725-875	725-875	{ 11 600 14 000	100 à 150 ans

Depuis 1724, on a identifié 4 crues vraiment exceptionnelles : celle du 9 au 11 novembre 1724, celles du 23 avril 1865, du 2 décembre 1895 et du 20 au 21 août 1970. Il est peu probable qu'une autre crue d'une telle importance ait échappé à cette enquête, mais ce n'est pas rigoureusement impossible. On ne peut pas classer ces quatre événements catastrophiques mais il est prudent d'admettre pour le moment qu'au moins deux d'entre eux ont produit des débits plus élevés que ceux du cyclone DOROTHY.

A l'aide des relevés pluviométriques et de l'enquête historique, on a pu pour un certain nombre de stations procéder à une étude statistique de caractère qualitatif pour laquelle ont été calculés les débits spécifiques pour les périodes de retour : 0,25, 0,50, 1 an, 2 ans, 5 ans, 10 ans, 20 ans, 50 ans et 100 ans. En divisant ces débits spécifiques par le débit spécifique de la crue annuelle, on trouve pour les diverses stations, à quelques variantes près correspondant à des conditions physiographiques nettement différentes des conditions moyennes, les valeurs adimensionnelles suivantes :

Temps de récurrence	0,25	0,50	1	2	5	10	20	50	100
Débits adimensionnels	0,48	0,68	1	1,45	2,20	2,75	3,50	4,50	5,30

Cette étude a permis de mettre au point le graphique suivant pour la détermination du débit de pointe de fréquence donnée dans des conditions moyennes.

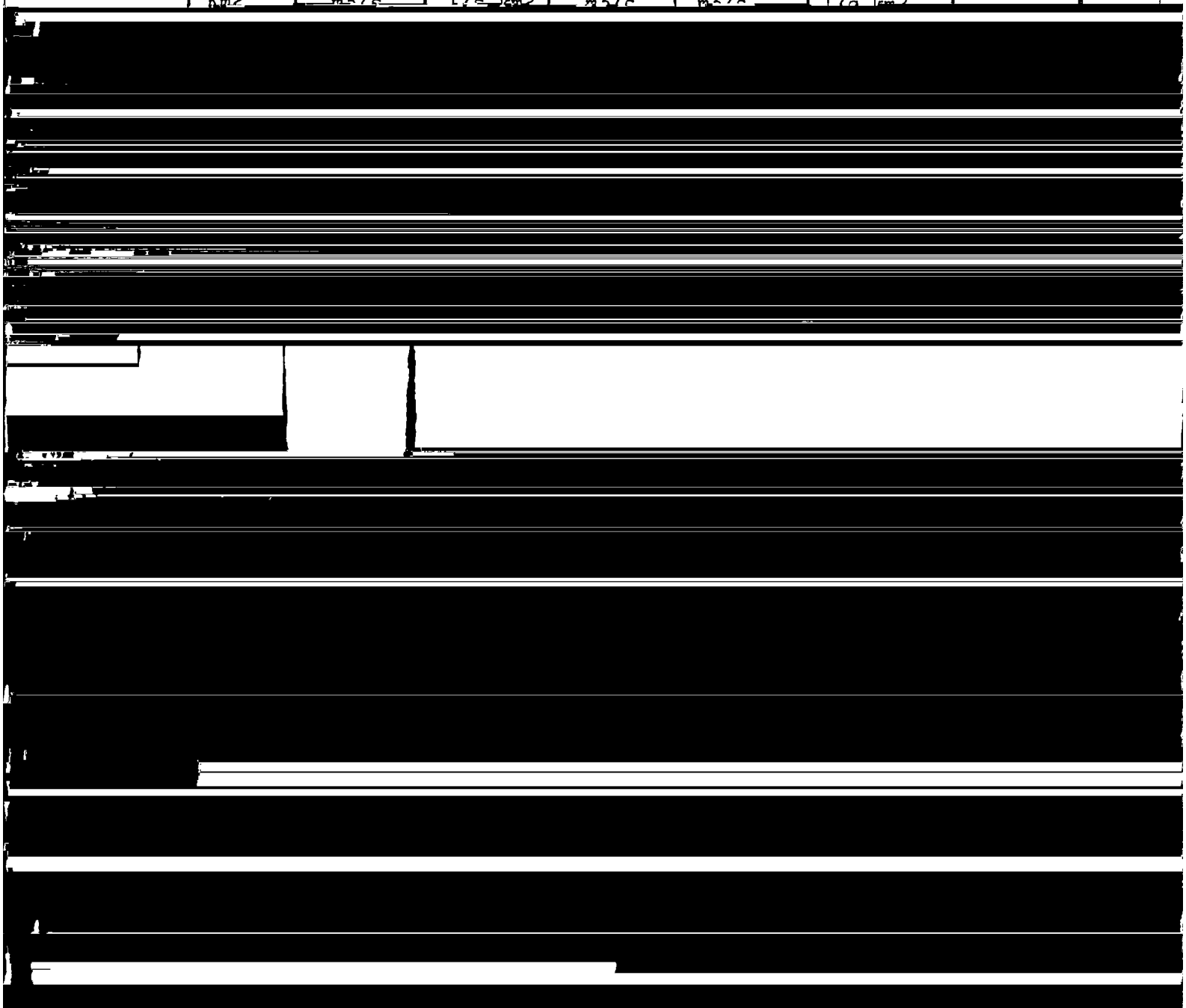
En Guadeloupe : Les recherches historiques et l'interprétation ont été moins poussées qu'en MARTINIQUE, puisque c'est à l'occasion de la mise au point de la monographie hydrologique de la MARTINIQUE qu'elles ont été faites et que la même étude pour la GUADELOUPE commence seulement. Cependant on peut donner les principaux résultats dans le tableau ci-dessous :

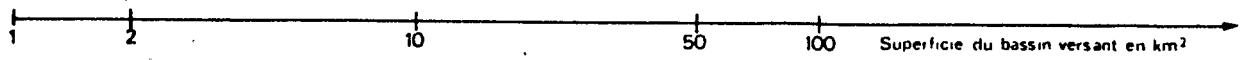
STATION	Superficie km ²	Crue décennale débit en m ³ /s	Débit sp. en l/s.km ²	Maximum observé	Débit sp. en l/s.km ²	Période de retour
GRANDE GOYAVE	54,3	410	7 500	600-1956	11 000	100 ans ?
GRANDE GOYAVE	37,5	243	7 500	{ 1956 ? 450-1963	8 000	20 ans ?
VIEUX HABITANTS	8,9	62	7 000	{ 1956 ? 85-1963	9 500	50 ans
GRAND CARBET	7	70	10 000	92-1963	13 000	50 - 75 ans

Les autres résultats obtenus lors d'études particulières d'aménagements seront repris dans la monographie hydrologique de la GUADELOUPE. On notera en particulier les observations et estimations faites sur les petits bassins

certainement de fréquence très supérieure à celles qui correspondent au cyclone DOROTHY en MARTINIQUE. Les bassins étudiés sont de superficies nettement plus élevées. On a obtenu les résultats présentés dans le tableau ci-contre :

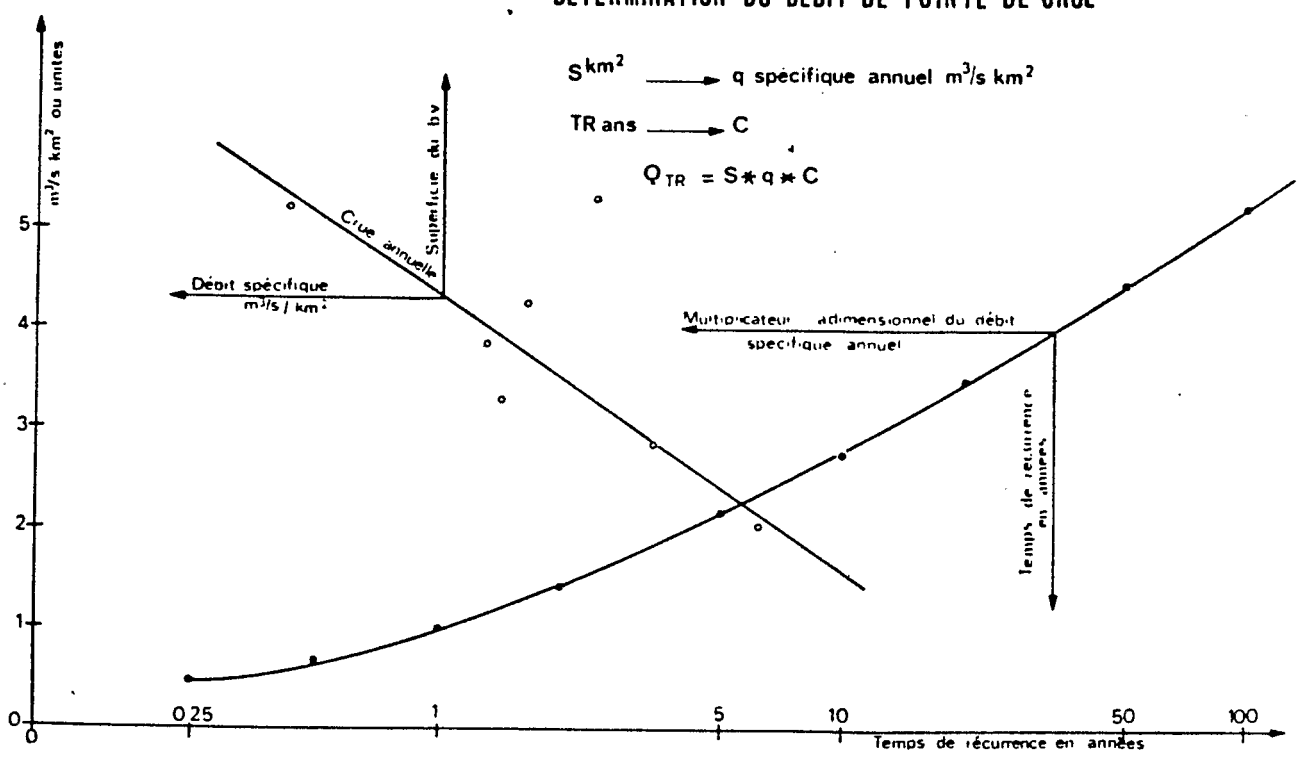
RIVIERES	Superficie Km ²	Débit de la crue décennale m ³ /s	Débit spéc. l/s km ²	Débit ALLISON m ³ /s	Débit max. m ³ /s	Débit spéc. l/s km ²	Période de retour
----------	-------------------------------	---	------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	-------------------





Département de la MARTINIQUE

DETERMINATION DU DEBIT DE POINTE DE CRUE



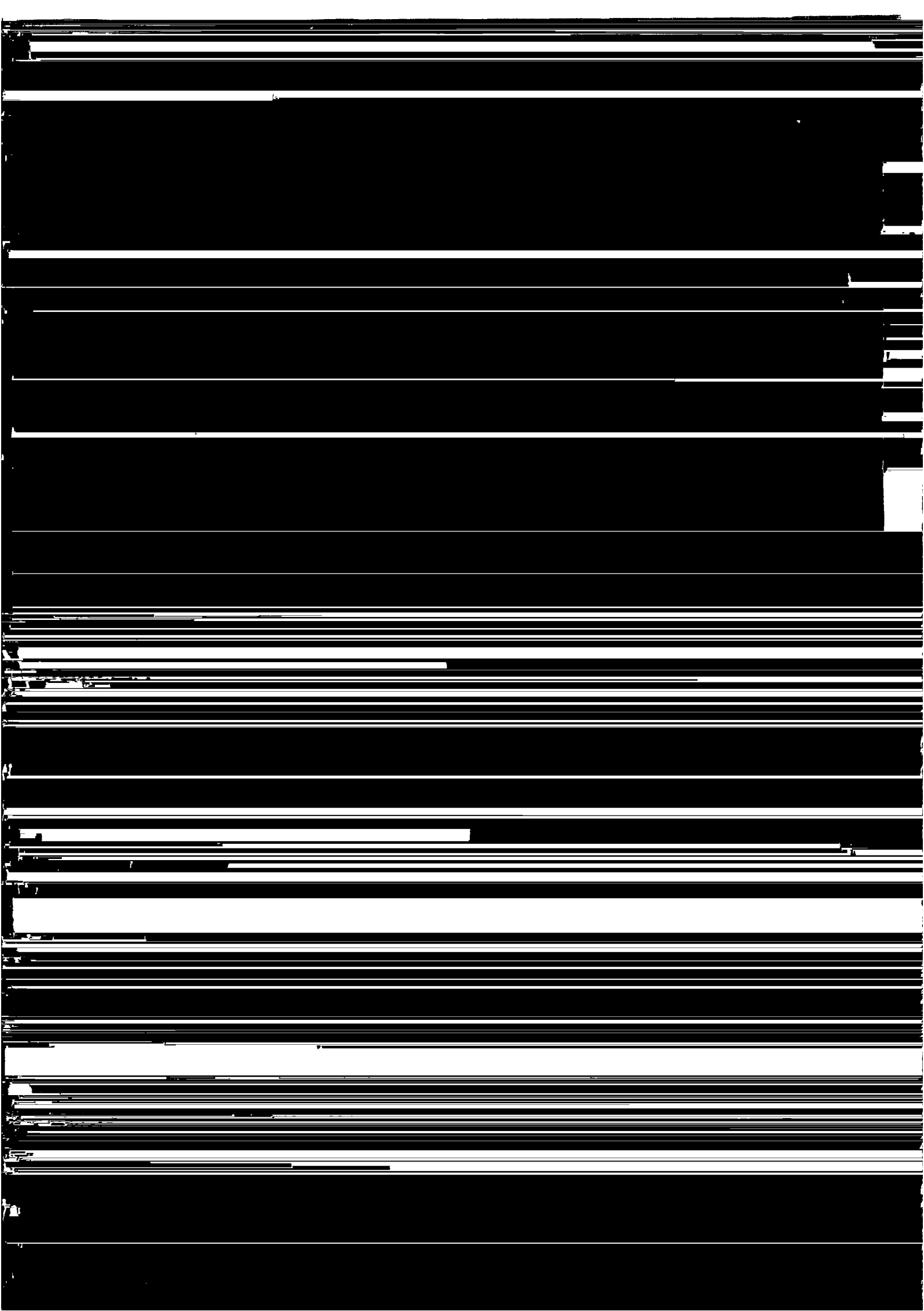
Pour des bassins de 27,5 km la crue décennale varie en débits spécifiques de 12 500 à 18 000 l/s.km² (Rivière des MARSOUINS) ceci tient à des pentes plus fortes et des précipitations cycloniques plus abondantes en 24 heures.

Les coefficients de ruissellement doivent être considérés comme le rapport entre le ruissellement mesuré à la station de mesure et la hauteur de précipitations moyennes telle qu'elle résulte des mesures dans les pluviomètres lesquelles peuvent être notablement inférieures à la pluie au sol. On trouve malgré des couvertures forestières importantes en montagne des coefficients très élevés qui sont parfois surestimés pour la raison citée plus haut. Mais ces valeurs sont précieuses car elles peuvent permettre théoriquement une estimation des crues à partir des relevés pluviométriques : malheureusement les longues séries pluviométriques valables n'existent le plus souvent que pour des postes en plaine. Il faut alors calculer les précipitations en altitude à partir des précipitations en plaine ce qui est quelque peu hasardeux. Des résultats statistiques intéressants ont cependant pu être dégagés à partir des observations faites aux pluviographes d'altitude de MARTINIQUE et on espère aboutir d'ici peu à des résultats analogues en GUADELOUPE.

On a pu dégager quelques valeurs du coefficient d'écoulement en période de grands cyclones. En MARTINIQUE, les précipitations des cyclones DOROTHY, BEULAH et EDITH ont atteint : jusqu'à 403 mm en 24 heures pour la station du MORNE-BELLEVUE lors du cyclone DOROTHY et 450 mm en 48 heures pour la même station lors du cyclone BEULAH. L'étude d'ensemble des crues cycloniques conduit pour la crue centennale à un coefficient de ruissellement de 90 % pour un bassin de 5 km² (hauteur précipitée 67 mm en 0,6 heure) et de 51 % pour un bassin de 50 km² (hauteur précipitée 197 mm en 2 heures).

En GUADELOUPE, on a trouvé des précipitations maximales de 460 mm en 24 heures. Pour la crue centennale on trouverait pour la GRANDE RIVIERE A GOYAVES (54 km²) un coefficient de ruissellement compris entre 70 et 80 %, on trouverait certainement encore un peu plus pour le GRAND CARBET.

En NOUVELLE-CALEDONIE au cours du cyclone ALLISON (7-8 mars 1975) les précipitations maximales ont atteint à un poste de la DUMBEA-Est jusqu'à 787,5 mm entre le 5 et le 9 mars, dont 569 mm en 24 heures. L'intensité maximale n'a pas dépassé 75 mm/heures à ce poste, ce qui est bien caractéristique





AVANT-PROPOS

Ce 10ème BULLETIN DE LIAISON DE LA SOCIETE D'ETUDE, DE LA PROTECTION ET DE L'AMENAGEMENT DE LA NATURE DANS LES REGIONS INTERTROPICALES (SEPANRIT), après une brève présentation des activités de notre Association depuis sa création en 1971, rend compte du VIe Colloque de la SEPANRIT, tenu du 2 au 7 avril 1979 à SAINT-DENIS DE LA REUNION, grâce à la collaboration efficace et amicale de la SOCIETE REUNIONNAISE POUR L'ETUDE ET LA PROTECTION DE LA NATURE (SREPN), sur le thème :

LES CATASTROPHES NATURELLES

Effets et impacts sur le Milieu et sur les Populations

Ce Colloque, présidé par Monsieur le Recteur PAULIAN, Président de la SEPANRIT s'est orienté, dès les allocutions d'ouverture, puis au fil des communications, des excursions et d'une exposition d'ouvrages et de cartes des Atlas des DOM, autour de trois grands thèmes :

- volcans et séismes
- cyclones

Les effets du cataclysme et les méthodes de prévision et de prévention furent successivement envisagés pour chaque thème.

Après qu'une synthèse ait été dressée, le colloque a été clôturé par la tenue d'une Assemblée Générale et du Conseil d'Administration de la SEPANRIT.

LE COMITE DE REDACTION

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
<u>PRESENTATION DE LA SEPANRIT</u>	1
Compte-rendu du VI ^e Colloque de la SEPANRIT	
- Calendrier général.....	5
- Liste des participants.....	9
 <u>ALLOCUTIONS D'OUVERTURE</u>	
- Docteur MARTIN.....	13
- Monsieur le Recteur PAULIAN.....	19
- Monsieur le Préfet LANDOUZY.....	25
 <u>I - VOLCANS ET SEISMES</u>	29
1° <u>Effets</u> :	
. Le risque volcanique en régions inter-tropicales. Le cas des Petites Antilles. P. ALLARD et J.L. ROUYER.....	31
. La crise volcanique de la Soufrière de la Guadeloupe en 1976-1977 et ses effets sur l'Environnement. G. WERTER.....	47
. Prévision des cataclysmes volcaniques et protection des populations. H. TAZIEFF.....	61
. L'activité volcanique et la pérennité de certains types de végétation à La Réunion. T. CADET.....	65
. Surveillance et prévention à la Soufrière de la Guadeloupe. M. FEUILLARD.....	73
2° <u>Prévisions</u>	
. La prévision des séismes et des éruptions volcaniques Etat actuel des recherches, succès et échecs. C. BLOT.....	87
. Les volcans et les hommes. Réflexion pour une organisa- tion internationale de la protection contre le danger des volcans. R. ROSE-ROSETTE.....	101
. Le diagnostic de l'expert dans l'évaluation du risque volcanique. J.C. SABROUX.....	107
. Vers une gestion du risque volcanique ? Réflexion à partir de l'expérience du contrôle du risque industriel. F. FAGNANI et J. BARTHOLOMOT.....	121
. Résumé des discussions sur les volcans.....	135

.../...

II - <u>CYCLONES</u>	137
1° <u>Effets</u> :	
. Effets des cyclones en Nouvelle -Calédonie.	
A. SARROTE.....	139
. Etudes sur les cyclones faites par l'ORSTOM aux Antilles et en Nouvelle-Calédonie.	
J.C. KLEIN et J.A. RODIER.....	141
. Fréquence des fortes houles australes dans le Sud de l'île de La Réunion (Océan Indien).	
R. ROBERT.....	151
. Ciguatera et catastrophes naturelles.	
R. BAGNIS.....	159
2° <u>Prévention</u> :	
. Prévision et prévention des cyclones dans le Sud-Ouest de l'Océan Indien.	
M. MALICK.....	169
. Pluviométrie à Djibouti et influence des cyclones.	
P. BARRERE.....	171
III - <u>ACTIONS ANTHROPIQUES</u>	177
. Incendies et vaine pâture dans les Hauts de l'Ouest à La Réunion.	
J.M. MIGUET.....	179
. Incidences de la sécheresse sur l'équilibre des milieux naturels au Sahel : étude écodynamique de la région de Maradi (Niger).	
J.P. BLANCK et A.R. CLOOTS-HIRSCH.....	187
. La pollution de l'environnement apportée par l'homme	
R. RANGASAMY.....	205
. L'évolution récente et actuelle des milieux naturels au Cameroun occidental et méridional.	
S. MORIN.....	211
. Les pestes végétales de l'île de La Réunion.	
R. LAVERGNE.....	237
. Problèmes de santé dans les désastres naturels.	
S.W.A. GUNN.....	241
SYNTHESE DES TRAVAUX.....	247
COMPTE-RENDU DE L'ASSEMBLEE GENERALE.....	251
MEMBRES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.....	259