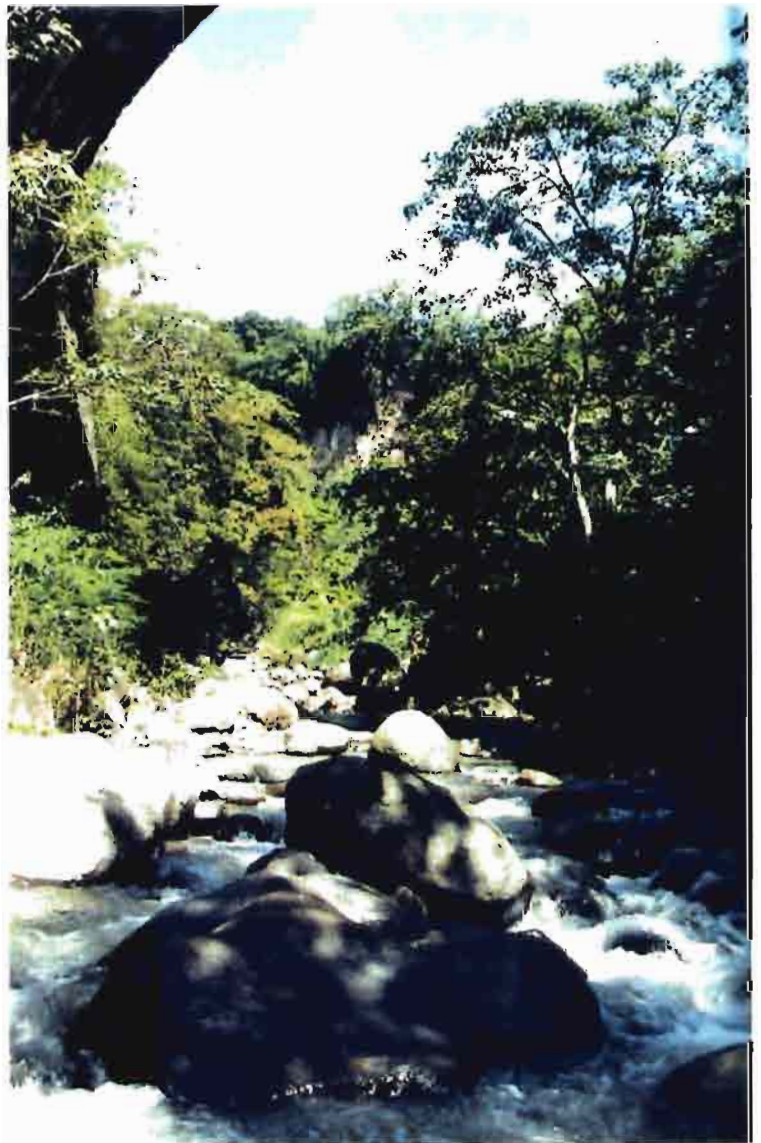


Centre ORSTOM
de la Guadeloupe

**Ouragans,
crues,
et inondations
en Guadeloupe**

par
Marc Morell
Ingénieur Hydrologue



*Colloque international
des 22-24-25 et 26 mai 1990*

**LES RISQUES NATURELS ET TECHNOLOGIQUES,
DANS LE BASSIN CARAIBÉEN**

*Médecins du Monde Antilles
Université Antilles-Guyane
Conseil scientifique du parc naturel régional de la Martinique*

Cette note a pour objet de présenter un aperçu sur le risque naturel que représente l'excès d'eau aux Antilles Françaises, à partir des observations réalisées en Guadeloupe.

Après une description sommaire des phénomènes ouragans, crues et inondations, et une présentation historique des principaux évènements ayant intéressé l'île depuis le début du siècle, l'information hydropluviométrique acquise depuis les années 1950 permet une approche objective du risque d'apparition des crues.

Ce document ne constitue pas pour autant une étude probabiliste des évènements, mais tend, à partir d'observations quantifiées, à établir les relations entre les précipitations extrêmes observées et les phénomènes que sont ouragans, crues et inondations.

1 L'eau : risque naturel

La Guadeloupe est soumise à des risques naturels multiples dont les manifestations les plus récentes sont :

- l'éruption phréatique de la Soufrière en 1976, et ses conséquences socio-économiques ;
- la secousse tellurique de mars 1985, sans gravité ;
- et le cyclone HUGO, dernier en date et son cortège de désolation.

Plus fréquentes, les crues, et les inondations constituent un risque naturel causant des dégâts souvent importants et parfois mort d'hommes.

Les crues sont des phénomènes engendrés par de fortes pluies, et qui se traduisent, en Guadeloupe, par une augmentation forte et soudaine des débits des cours d'eau. Les glissements de terrain sont souvent consécutifs de mêmes précipitations.

Les ouragans, les crues et les inondations remarquables ont été recensés en grand nombre depuis le 17^{ème} siècle. Plus récemment, depuis une cinquantaine d'années, sont collectées des données précises sur les précipitations. Depuis 20 à 30 années, le suivi continu de la plupart des rivières et ravines a permis de collecter une information conséquente sur les régimes hydrologiques des cours d'eau guadeloupéens.

Il est donc possible aujourd'hui de conduire une analyse des événements hydrologiques exceptionnels qui ont touché la Guadeloupe au cours de ces dernières décennies, et de comparer, notamment, les effets des ouragans et des averses intenses qui ont donné lieu à de très fortes crues.

Historiquement, quelles relations observe-t-on entre ouragans, crues, et inondations ? Mais auparavant ...

2 Quelques éléments de géographie et définitions

* La Guadeloupe

L'archipel de la Guadeloupe comprend :

- la Guadeloupe "continentale" composée de la Basse-Terre et de la Grande-Terre
- Marie Galante, la Désirade, les Saintes
- et les îles du Nord : Saint-Martin et Saint-Barthélemy

La Guadeloupe se caractérise par des paysages très diversifiés :

- la Grande-Terre, île au relief faiblement modelé, est drainée par des ravines dont l'écoulement ne se manifeste qu'en période de pluies abondantes ;
- la Basse-Terre, île montagneuse aux pitons dépassant 1000 m d'altitude, est drainée par de nombreuses rivières pérennes, dont l'écoulement est soutenu, en l'absence de précipitation, par les résurgences de petites nappes d'eau souterraines perchées.

La structure géologique, comme la couverture pédologique, sont toutes aussi diversifiées :

- calcaires récifaux recouverts de sols argileux en Grande-Terre ;
- socle volcanique en Basse-Terre recouvert de sols plus ou moins dégradés.

Forêt mésophile en dessous de 3 m de précipitation annuelle, hygrophile au-dessus de 3 m d'eau par an, fourrés en altitude, les bananeraies occupent une place prépondérante en Basse-Terre ; savanes pâturées, cultures cannière et maraîchère couvrent la Grande-Terre.

Sur ce milieu naturel très contrasté, la pluviométrie est elle-même très variable. Les pluies ont un cumul annuel qui évolue :

- entre 1 m vers la Pointe-des-Châteaux, à l'extrême Est de la Grande-Terre,
- à plus de 11 m sur les sommets de la Soufrière,
- pour redescendre à 1 m en Côte-sous-le-vent.

Aussi, cette diversité des paysages et des conditions climatiques impose-t-elle des réponses différentes des rivières de la Basse-Terre et des ravines de la Grande-Terre aux fortes précipitations.

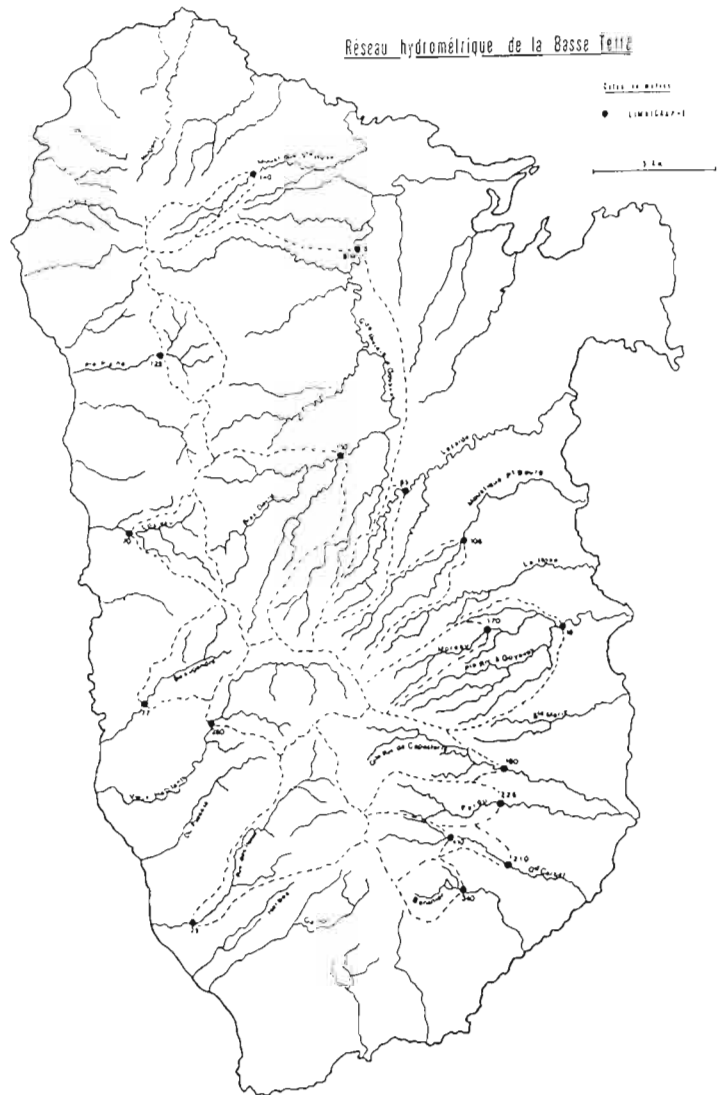
* Les bassins versants

Le bassin versant, relatif à une section donnée d'une rivière, est la surface à l'intérieur de laquelle l'eau de pluie s'écoule vers cet exutoire. Cette définition est applicable en Basse-Terre pour des bassins versants à forte pente bien délimités, comme en Grande-Terre où les limites des bassins versants sont parfois difficiles à déterminer. En zone urbaine, les quartiers (espaces verts, toitures des bâtiments, chaussées etc...) constituent tout ou partie de bassins versants drainés par un réseau de conduites et de canaux.

Les bassins versants des rivières de la Basse-Terre, au niveau de leurs embouchures en mer, ont des superficies s'échelonnant entre quelques km² et 130 km² pour la Grande Rivière à Goyaves. En Grande-Terre, le plus grand bassin versant est celui de la ravine Gachet avec 64 km².

Trois paramètres importants caractérisent un bassin versant :

- la superficie exprimée généralement en km² ;
- l'indice de pente qui exprime le relief du bassin et son aptitude à un écoulement rapide ;
- le temps de concentration qui est le temps de parcours le plus long d'une goutte d'eau vers l'exutoire.



Les bassins versants de la Basse-Terre

3 Les phénomènes : précipitations, ouragans, crues et inondations

* Précipitations

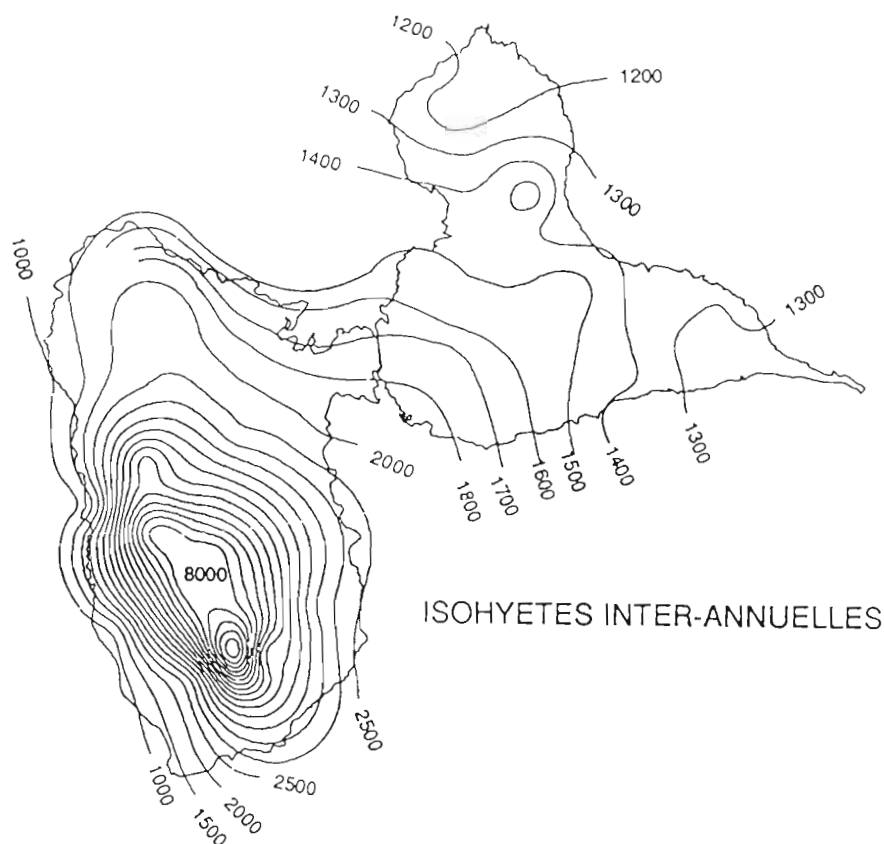
En Guadeloupe, de façon schématique, les très fortes crues et les inondations s'observent lorsque les précipitations sont intenses sur des durées qui peuvent être relativement courtes, inférieures à la journée.

En effet, compte-tenu de la faible superficie des bassins versants de la Guadeloupe (on l'a vu, quelques km² à quelques dizaines de km²), l'importance et la forme des crues sont fonction des hauteurs d'eau précipitées au cours de durées inférieures au temps de concentration qui sont de l'ordre de l'heure ou de quelques heures.

C'est pourquoi les hydrologues préfèrent, aux pluviomètres classiques (mesure de la pluie journalière), utiliser des pluviographes qui permettent d'enregistrer en continu les précipitations et de mesurer leurs intensités sur de très faibles pas de temps allant de la minute à quelques heures.

Les hyétogrammes sont les graphiques qui représentent le dépouillement sur de petits pas de temps des précipitations enregistrées.

L'information est obtenue à partir de 35 pluviographes implantés par l'ORSTOM dont le tiers est à une altitude supérieure à 1000 m, et par le pluviographe du Raizet (Service de la Météorologie Nationale).



ISOHYETES INTER-ANNUELLES

La pluviométrie annuelle sur la Guadeloupe

Malgré la relative petite superficie de l'île, les événements pluviométriques sont variables dans l'espace. Ils accompagnent le passage d'ondes tropicales, de dépressions ou d'ouragans, mais peuvent être engendrés par la présence de cellules convectives localisées mais très actives.

L'effet orographique se manifeste essentiellement par une augmentation de la durée des précipitations de faible intensité en altitude, cependant les effets de pente augmentent dans des proportions sensibles les fortes intensités de précipitation.

* Les ouragans

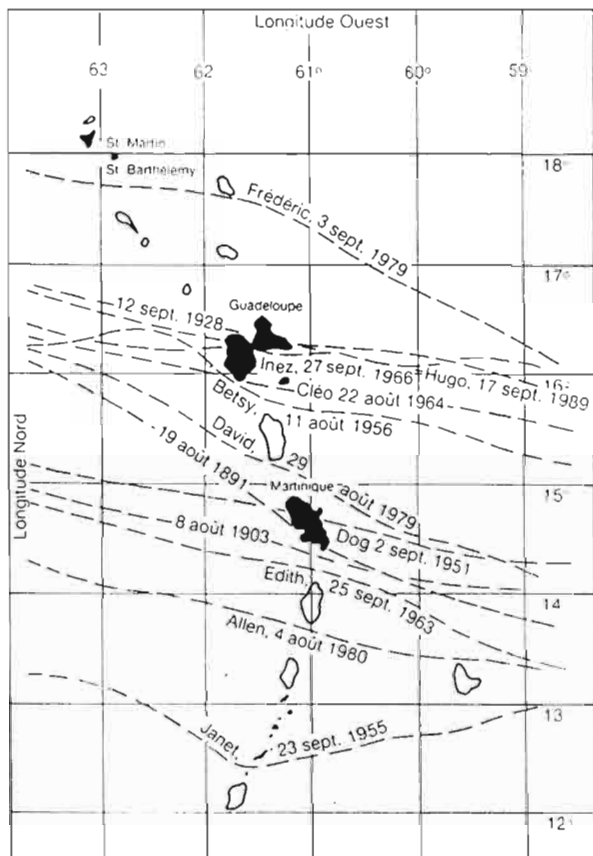
Par convention internationale le terme "cyclone tropical" désigne dorénavant toute perturbation tourbillonnaire, caractérisée par la vitesse moyenne de ses vents, qui peut être :

- inférieure ou égale à 62 km/h pour une dépression,
- comprise entre 63 et 117 km/h pour une tempête,
- ou supérieure ou égale à 118 km/h pour un ouragan.

Formation des ouragans dans l'Atlantique Nord

Les ouragans qui intéressent l'Arc des Petites Antilles, naissent généralement au large du Sénégal, au Sud des îles du Cap-Vert. Parfois issus d'ondes tropicales formées sur l'Afrique de l'Ouest, une des principales conditions de leur formation est la température de la mer qui doit être supérieure à 27 °C sur plusieurs dizaines de mètres de profondeur.

Trajectoire



Trajectoire des cyclones dans les Petites Antilles (1888-1989).

Les ouragans ont, dans l'hémisphère Nord, une rotation en sens inverse des aiguilles d'une montre. Ils traversent l'Atlantique Nord en moins d'une semaine, avec une vitesse moyenne de l'ordre de 10 noeuds, suivant une trajectoire Est-Ouest, qui dévie généralement vers le Nord-Ouest à l'approche de la Caraïbe. Trois ouragans sont passés sur la Guadeloupe depuis le début de ce siècle (le cyclone de septembre 1928, INES en septembre 1966, et HUGO en septembre 1989). Par ailleurs, dans le même temps, une dizaine d'ouragans ont affecté le département, causant des dégâts plus ou moins importants.

Le graphique ci-contre présente la trajectoire des ouragans qui ont intéressé les Antilles Françaises. La période de retour d'ouragans passant à moins de 150 kilomètres de la Basse-Terre ou de la Grande-Terre, et causant des dommages importants, est de l'ordre de dix années. La moitié d'entre eux passent en septembre, le tiers en août. Le risque augmente en remontant l'Arc des Petites Antilles du Sud vers le Nord.

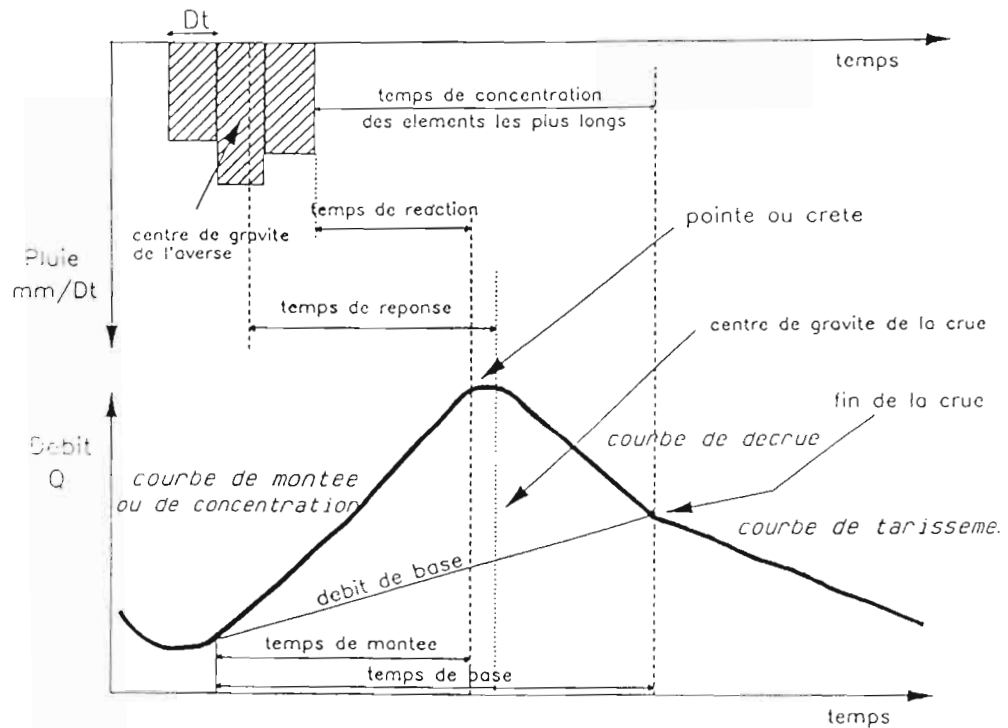
* Les crues et inondations

Définitions

La notion de crue est liée à celle d'écoulement rapide d'importantes quantités d'eau, dans les rivières dans le milieu naturel, ou dans les canalisations ou canaux de drainage en zone urbanisée.

Les paramètres qui caractérisent une crue sont :

- le débit de pointe : débit maximal atteint par le cours d'eau exprimé en m³/s ou en l/s
- le rapport du débit de pointe au débit moyen de la crue
- les temps caractéristiques :
 - . temps de montée : entre le début de la crue et le débit de pointe
 - . temps de base : durée totale de la crue
- le volume de la crue à laquelle on associe un coefficient de ruissellement (rapport du volume d'eau écoulé au volume d'eau précipitée sur le bassin).



Représentation idéalisée des durées caractéristiques dans une relation pluie-débit

Schéma d'une crue simple

On observe des inondations lorsque les cours d'eau gonflent, au point de déborder de leurs lits pour envahir des zones généralement de faible altitude et de faible pente (cours aval des rivières de la Basse-Terre, bas-fonds de Grande-Terre). En zone urbaine, les inondations intéressent le plus souvent les quartiers les plus bas, aux réseaux d'évacuation pluviale mal entretenus, sous-dimensionnés, ou de trop faible pente pour évacuer rapidement les quantités d'eau qui leur parviennent. Les inondations sont en Guadeloupe souvent provoquées par des embâcles se formant au niveau des ouvrages de franchissement.

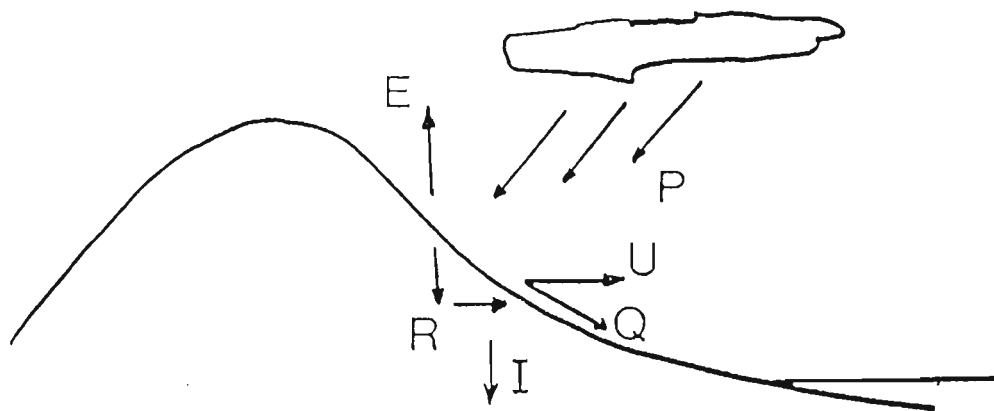
L'inondation est caractérisée par une hauteur d'eau maximale atteinte au cours d'un événement dans une zone donnée.

. Genèse des crues en Guadeloupe

Lorsqu'il pleut sur un bassin versant, une première fraction de la pluie est interceptée par le couvert végétal. L'eau qui atteint le sol s'infiltré dans des proportions qui dépendent de l'état de saturation initial du sol et de sa capacité de percolation. L'eau infiltrée va alimenter les nappes souterraines, une fraction sera reprise par évapotranspiration. La fraction de l'eau qui ne s'infiltré pas va ruisseler sur le sol et contribuer à l'écoulement du cours d'eau.

En Basse-Terre, les sols sont pratiquement toujours saturés (la capacité maximale de percolation est estimée à 5 mm/h) ; les bassins versants sont pentus, les averses sont fréquentes et abondantes. Ainsi, les crues seront nombreuses, et leur écoulement sera rapide. Les crues seront parfois dévastatrices, et souvent très chargées en boues et en débris végétaux.

En Grande-Terre, en l'absence de pluies, les sols se dessèchent et forment des fentes de retrait. Les bassins versants sont de faible pente. Les écoulements n'apparaîtront que lorsque des pluies préalables auront saturé les sols. Les écoulements seront lents, mais constitueront d'importants volumes d'eau inondant les zones basses mal drainées.



P : Précipitation	I : Infiltration profonde
E : Evapotranspiration	U : Prélèvement AEP, irrigation...
R : Stockage, destockage	Q : Ecoulement

Schéma des phénomènes liés à la genèse d'une crue

Quelques exemples vont permettre de souligner que de très fortes crues et inondations peuvent apparaître en toute saison.

Répartition saisonnière des crues

Sur le Bras-David, le débit maximum instantané, 547 m³/s, a été observé le 16 novembre 1986, engendré par la dépression stationnaire sur le flanc au vent de la Basse-Terre. Cependant en février 1982, généralement mois de carême, a été observé un débit instantané très important de 453 m³/s.

Le bassin versant de la ravine Gachet a une forte probabilité de voir ses crues maximales apparaître à partir du mois d'août, c'est pourtant le 17 juillet 1979 que le débit de pointe a atteint sa valeur maximale (période 1974-1988).

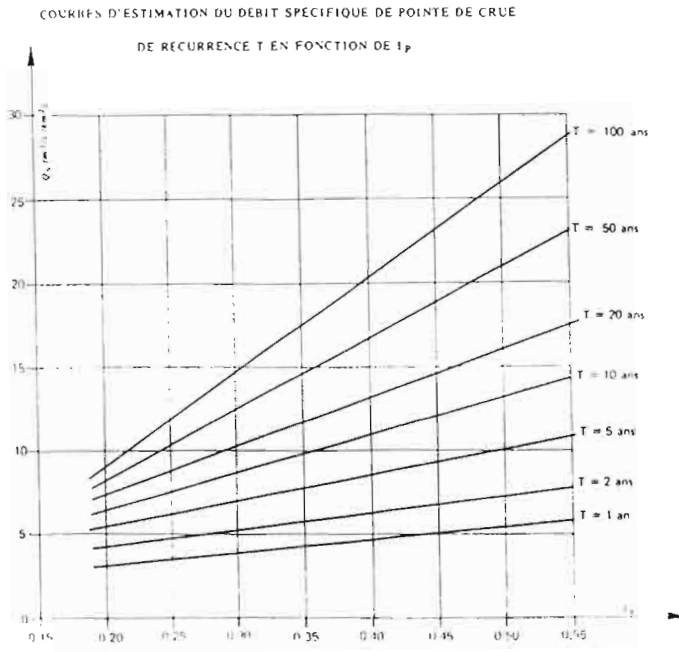
Ces exemples prouvent que si, généralement, les fortes crues apparaissent en saison pluvieuse, il n'est pas exclu d'assister à des phénomènes rares, en toute saison.

Evaluation des risques d'apparition des crues

Aucune technique ne permet actuellement de prévoir les averses exceptionnelles isolées se manifestant en dehors du passage d'onde ou de dépressions, et encore est-il plus délicat de prévoir que telle ou telle région sera affectée par une crue.

Par contre, à partir de l'analyse statistique des événements observés, il est possible de calculer l'occurrence des crues, autrement dit d'évaluer le caractère exceptionnel ou non de tel événement, et de lui attribuer une période de retour (durée moyenne entre deux événements semblables).

C'est depuis les années 1950 que la mise en place du réseau hydrométrique a permis de connaître l'ampleur et la distribution des crues des principaux cours d'eau de la Guadeloupe.



Courbes d'estimation des débits de pointe des crues

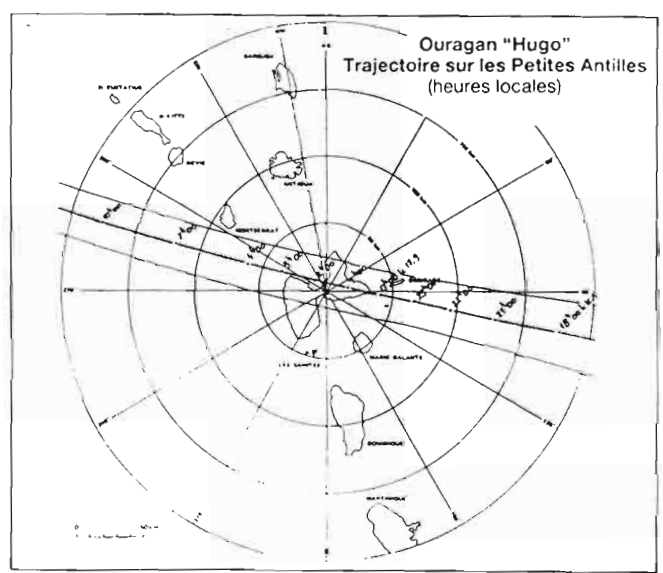
Les courbes ci-contre permettent de déterminer les débits de pointe en fonction de l'indice de pente des bassins, en les modulant en fonction de l'abondance de leurs précipitations.

En effet, les études conduites par l'ORSTOM ont prouvé que les débits de pointe des cours d'eau de la Basse-Terre étaient, pour une même période de retour, essentiellement fonction de la pente des bassins versants (6 à 30 m³/s/km² pour la crue centennale).

En Grande-Terre les débits de pointe sont, pour les crues centennales, de l'ordre de quelques m³/s/km² selon la taille des bassins.

4 L'ouragan HUGO

* Caractéristiques



Trajectoire de l'oeil de l'ouragan HUGO

Après une évolution classique, l'ouragan Hugo a frappé la Guadeloupe dans la nuit du 16 au 17 septembre 1989.

L'oeil de l'ouragan HUGO, zone de calme de 37 kilomètres de diamètre, a balayé la Désirade, la Grande-Terre, puis le Nord de la Basse-Terre.

Lorsque l'oeil de l'ouragan traversa la Grande-Terre puis le Nord de la Basse-Terre, entre 1 h et 2 h du matin, la pression atmosphérique chuta à 943 hectopascals (pression normale : 1 013 hp).

En Grande-Terre, les vents de secteur Nord ont soufflé très fortement dans la première partie de la nuit, dépassant 200 km/h, puis se sont orientés de secteur Sud avec une violence extrême, plus de 300 km/h, après le passage de l'oeil.

HUGO fut, sans doute, aussi puissant que le cyclone qui ravagea la Guadeloupe le 12 septembre 1928 (936 mb dans l'oeil), provoquant la perte de 1 200 vies humaines. Grâce à l'information diffusée par les services de la Météorologie Nationale du Raizet, les guadeloupéens purent se préparer à endurer le plus fort cyclone de ces dernières décennies, et à préserver leur vie. On eut cependant à déplorer cinq victimes et plusieurs centaines de blessés.

Les communes de la Grande-Terre et du Nord de la Grande-Terre ont été terriblement dévastées. Les dégâts causés aux habitations, aux équipements publics, aux infrastructures côtières, aux réseaux électriques et téléphoniques sont considérables et ont été essentiellement la conséquence des vents extrêmement violents qui ont atteint des vitesses supérieures à 300 km/h. La population sinistrée sans abris se comptait par plusieurs dizaines de milliers de personnes. Il s'agit probablement de l'ouragan le plus puissant du siècle, dépassant en violence l'ouragan de septembre 1928. Les cultures bananières ont été détruites à 90 %, la canne à sucre touchée à 70 %. Les infrastructures touristiques ont subi des dommages très importants.

L'analyse des précipitations qui ont accompagné l'ouragan HUGO, mesurées à l'aide de 35 pluviographes ORSTOM, dont 10 étaient dans la trajectoire de l'oeil, montre que les précipitations ont été globalement importantes, sans cependant atteindre de fortes intensités sur des pas de temps inférieurs à 2 h :

250 mm ont été relevés sur 12 h,
plus de 300 mm sur 2 jours dans le Nord de la Grande-Terre et sur les sommets de la Basse-Terre.

Il faut noter qu'à l'occasion du passage de dépressions, tempêtes et surtout ouragans, la vitesse très forte des vents induit un déficit de captation des pluviomètres et pluviographes. Les mesures sous-estiment considérablement les quantités d'eau transportées dans l'atmosphère et ne sont pas toujours représentatives des quantités d'eau qui atteignent le sol.

* Les précipitations accompagnant HUGO en Grande-Terre

Le passage de l'oeil de l'ouragan sur la Grande-Terre a été repéré très précisément en notant pour chaque poste la durée sans pluie. Les précipitations relevées sans interruption au poste de Campêche confirment que ce poste se trouvait à la limite extrême Nord de l'oeil.

Seuls les postes ORSTOM du Nord de la Grande-Terre, équipés d'enregistreurs mécaniques de type Précis-Mécanique à déroulement journalier (20 mm/h), de Beauplan, Campêche, Gros-Cap et Sainte-Marguerite ont parfaitement fonctionné, ainsi que celui de Barot situé plus au Sud.

Dans la région du Moule, à l'Est de la Grande-Terre, les postes de Retenue I et Retenue II, situés sur les berges de la retenue de Letaye-Amont, n'ont enregistré respectivement que 108 et 117 mm, avant que leurs bagues d'impluvium ne soient arrachées par le vent.

Dans le Nord de la Grande-Terre, l'enregistrement du poste des Mangles a été perturbé par les vents qui ont incliné la guérite. Il a été relevé un total de 261.5 mm sur les journées des 16 et 17 septembre.

Plus près de Pointe-à-Pitre, l'enregistreur électronique de Port-Blanc a eu son cône de réception arraché. Seuls 70 mm ont été enregistrés avant l'interruption de l'enregistrement. A Bombo, 188 mm ont été relevés au seau du pluviographe dont l'enregistrement n'est pas exploitable.

Les relevés pluviométriques journaliers entre le 12 et le 18 septembre sont présentés de 8 h à 8 h pour les postes qui sont restés opérationnels pendant le passage de l'ouragan.

Relevés pluviométriques de 8 h à 8 h – Grande-Terre, septembre 1989

Date	12	13	14	15	16	17	18
Barot	50.5	1.0	9.0	9.0	204.0	89.0	–
Beauplan	10.0	2.5	0.5	1.0	144.5	22.5	0
Campêche	6.0	0.5	0.5	0.5	266.0	26.0	0
Groscap	6.5	2.5	0	1.5	256.5	37.0	0
Ste-Marguerite	4.0	8.0	1.0	4.0	170.5	35.0	1.0

Ces relevés sont détaillés d'heure en heure sur la période du passage du cyclone, et précisent la durée du passage de l'oeil.

Le passage de l'ouragan HUGO en Grande-Terre
16 et 17 septembre 1989

Heure	20-21	21-22	22-23	23-24	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
Barot	3.5	5.0	3.5	25.5	31.0	12.5	4.5	18.0	21.5	32.0	28.5	22.5
Beauplan	0.5	3.5	5.0	9.0	40.0	36.0	1.0	2.5	1.5	5.5	8.0	16.0
Campêche	1.0	3.5	6.0	13.0	49.5	31.0	51.0	16.5	11.5	26.0	34.0	13.5
Gros-Cap	2.0	5.0	7.0	19.5	61.5	10.0	21.5	8.0	14.0	44.0	42.0	15.5
Ste-Marguerite	1.5	2.0	3.5	8.0	37.0	4.5	5.0	4.0	11.5	31.0	42.0	14.0

Par ailleurs, les durées sans précipitation observées pendant le passage de l'oeil de l'ouragan sont récapitulées dans le tableau suivant.

HUGO en Grande-Terre – Cumuls de précipitations en mm

Poste	Pj 16-09 8 h – 8 h	Pj 17-09 8 h – 8 h	P ouragan 20 h – 8 h	Instants caractéristiques	
				Début Pluie	Interruption pluie
Barot	204.0	89.0	–	20h20	–
Beauplan	144.5	22.5	128.5	20h55	1h45 – 2h30 (45')
Campêche	266.0	26.0	256.5	20h50	sans
Gros-Cap	256.5	37.0	250.0	20h35	1h20 – 2h05 (45')
Ste-Marguerite	170.5	35.0	164.0	20h25	1h10 – 1h45 (35')

Une averse de 78 mm en 30 mn a été relevée au pluviographe de Retenue I avant le passage de l'oeil. Il en a été de même pour Dubédou dont l'enregistrement n'est pas exploitable, les premières pluies étant tombées vers 20 h et la bague soulevée vers 21 h.

On retiendra que les précipitations de la journée du 16 septembre (du 16 à 8 h au 17 à 8 h) relevées en Grande-Terre sont comprises entre 150 et 250 mm. La période de retour associée à ces valeurs ponctuelles est de 10 et 50 années.

Les totaux pluviométriques en 2 jours s'échelonnent entre 200 et 300 mm, avec des périodes de retour comprises entre 20 et 100 années. Il est certain que la probabilité d'occurrence de telles lames d'eau précipitées simultanément sur l'ensemble de la Grande-Terre est faible, correspondant probablement à une période de retour de l'ordre d'une cinquantaine d'années.

Les graphiques des pages suivantes présentent les hyétogrammes heure par heure des averses recueillies aux postes ORSTOM de la Grande-Terre.



Le réseau pluviographique de l'ORSTOM et le passage de l'ouragan

* Les précipitations accompagnant HUGO en Basse-Terre

La station de réception directe ARGOS, en service au Centre ORSTOM de Pointe-à-Pitre, n'a pas subi de dommages lors du passage de l'ouragan, l'antenne ayant été abaissée lorsque l'alerte a été donnée. Cependant son fonctionnement a été interrompu au cours de la durée pendant laquelle le Centre a été privé d'électricité. Les trois émetteurs ARGOS étaient toujours en fonctionnement après le passage de HUGO ; le poste de Merwart a fourni des relevés corrects, totalisant 600 mm sur 2 jours. L'encombrement des traces par de multiples débris végétaux enchevêtrés a rendu particulièrement difficile l'accès des postes d'altitude. Une tournée de contrôle a été réalisée en hélicoptère.

Les impluviums de nombreux pluviographes en Basse-Terre ont été obturés par des débris végétaux, et ont parfois débordé (Dent de l'Est, Gaba, Frébault, Morne léger). Le poste Oedipe de la Citerne a eu son cône arraché par le vent après un enregistrement de 70 mm de pluie. Le poste de Tarissan a eu sa carte émettrice en panne.

En Basse-Terre, les enregistreurs mécaniques à déroulement journalier de Bananier, Bêtes Rouges, Congo, Echelle, Moscou, Tambour ont parfaitement fonctionné ainsi que les enregistreurs électroniques de Cote 130 (Bras David), Grand-Carbet.

Les tableaux ci-dessous présentent les hauteurs relevées pendant les journées des 13 au 18 septembre, au cours du passage de l'ouragan, heure par heure, et récapitulent les cumuls entre 20 h le 16 et 8 h le 17.

Relevés pluviométriques de 8 h à 8 h
Basse-Terre, septembre 1989

Date	13	14	15	16	17	18
Bananier	10.0	5.0	1.5	112.0	42.5	0
Belcourt	5.0	0	0	67.5	102.5	10.5
Bêtes Rouges	2.5	0.5	28.5	121.0	48.0	0
Citerne	23.0	20.0	9.5	>128	>88	-
Congo	3.5	39.0	2.0	115.0	110.0	128.0
Cote 130	11.0	5.0	4.0	59.5	-	-
Dent de l'Est	52.0	20.5	19.5	188.5	>200-	-
Echelle	20.5	10.5	4.5	153.0	116.0	1.5
Frébault	17.5	26.5	18.0	67.5	10.5	3.0
Gaba	14.0	5.0	6.0	>44.5	-	-
Grand-Carbet	18.5	6.0	3.0	138.0	107.0	0
Jardin-Botanique	1.5	1.0	0.5	122.5	-	-
Merwart	21.5	21.0	12.5	313.5	284.5	15.5
Moscou	5.0	24.0	2.5	188.0	87.5	0.5
Morne Léger	6.0	4.5	7.0	>70.0	-	-
Petite Plaine	1.5	0.5	35.0	87.5	90.5	0.5
Tambour	7.5	3.0	10.5	161.5	168.0	0.5

Le passage de l'ouragan HUGO en Basse-Terre
16 et 17 septembre 1989

Heure	20-21	21-22	22-23	23-24	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
Bananier	0	3.5	4.5	4.5	8.5	7.0	9.5	24.0	20.5	7.0	0.5	0
Belcourt	0.5	3.0	4.0	4.5	8.5	16.5	1.0	7.5	4.0	3.5	1.0	4.0
Bêtes Rouges	4.5	0.5	7.5	9.5	1.5	6.5	11.5	2.0	5.5	5.5	5.5	0
Congo	5.5	6.0	5.5	10.0	21.0	8.0	3.0	11.5	5.0	2.5	0	5.5
Echelle	0	6.0	4.0	7.5	23.5	14.0	9.0	26.0	15.0	12.0	2.5	4.0
Grand-Carbet	0.5	4.0	2.5	5.5	6.0	7.0	9.0	24.5	14.5	16.5	1.0	3.0
Merwart	2.5	11.5	13.5	18.5	16.0	27.0	44.5	29.5	35.0	22.5	20.5	12.5
Morne Léger	0.5	6.0	3.0	4.5	6.0	16.0	6.0	3.0	1.0	0.5	0	0
Petite Plaine	0.5	4.0	2.5	4.5	8.0	7.0	9.0	24.5	14.5	16.5	1.0	3.0
Tambour	0.5	6.5	4.0	7.5	7.0	19.0	13.5	14.5	18.5	21.5	10.5	9.0

HUGO en Basse-Terre - Cumuls de précipitations en mm.

Poste	PJ 16-09 8h - 8h	Pj 17-09 8h - 8h	P ouragan 20h - 8h	Instants caractéristiques	
				Début Pluie	Interruption pluie
Bananier	112.0	42.5	89.5	21h20	-
Congo	115.0	110.0	83.5	20h15	-
Echelle	154.0	116.0	123.5	21h10	-
Tambour	161.5	168.0	132.0	20h40	-

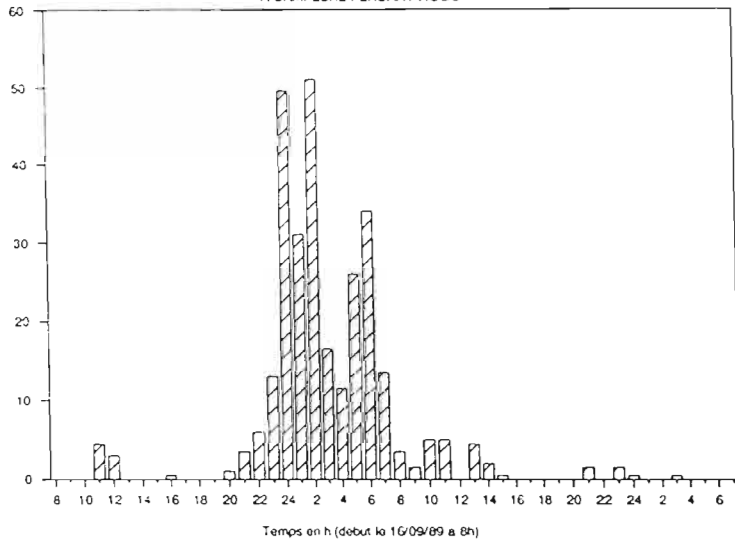
La pluviométrie journalière maximale a été relevée au poste de Merwart (1000 m d'altitude) avec 313.5 mm, inférieure au record relevé au poste de Congo lors du passage du cyclone DAVID avec 435 mm le 29 août 1979.

A Merwart on relève un total très fort sur deux jours de 599 mm. Cette valeur ne peut cependant être confirmée par d'autres observations. Elle correspondrait à un record observé en Guadeloupe.

Les diagrammes ci-dessous représentent les hyétogrammes de quelques postes pluviographiques, et les courbes isohyètes au pas de 25 mm pour les cumuls des 16 et 17 septembre de 8 h à 8 h.

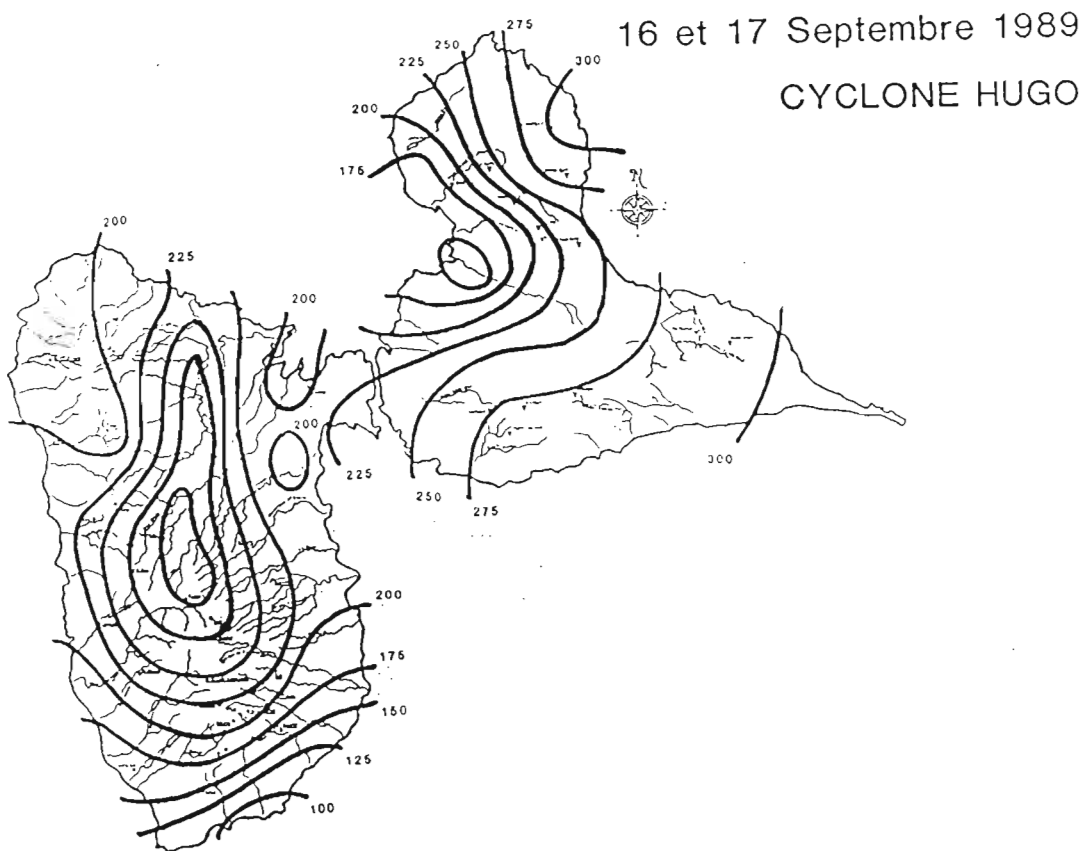
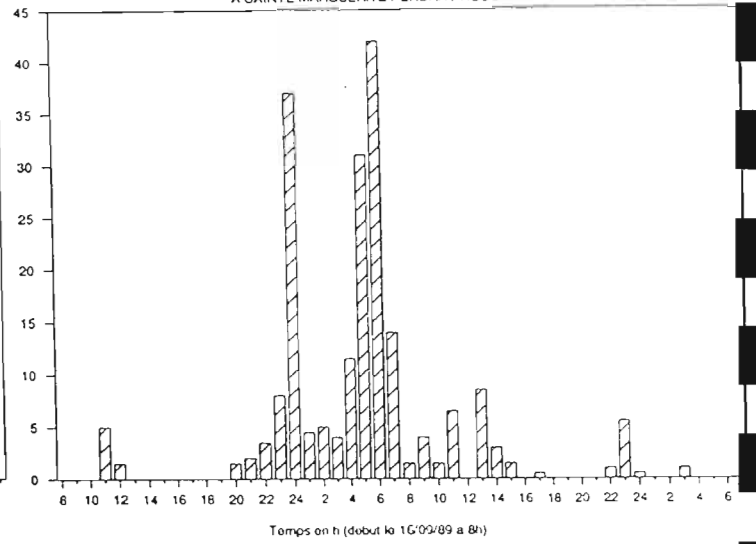
HAUTEUR DE PLUIE CUMULEE SUR 1 h

A CAMPECHE PENDANT HUGO



HAUTEUR DE PLUIE CUMULEE SUR 1 h

A SAINTE MARGUERITE PENDANT HUGO



* Interprétation

Les intensités maximales de précipitation observées sur des périodes de 30, 60 et 120 minutes, lors du passage de l'ouragan, sont respectivement de 156, 93 et 53 mm au poste de Retenue I à l'Est de la Grande-Terre. Ces fortes valeurs ne semblent atteintes, voire dépassées en Basse-Terre, qu'à Merwart. Les intensités auraient atteint à Merwart 222 mm/h en une minute, 160 mm/h en 10 mn, 134 mm/h en 30 mn, 94 mm/h en une heure, et 128 mm en 2 heures. Par contre, en 2 jours, les sommets de la Basse-Terre ont reçu d'importantes quantités d'eau : probablement près de 400 mm sur la Soufrière, et près de 600 mm à Merwart, à proximité de la trajectoire de l'oeil. Cela confirme que si les dépressions, tempêtes, et ouragans sont généralement accompagnés de fortes précipitations, leur caractère exceptionnel se manifeste par l'importance des quantités d'eau précipitées pendant des laps de temps supérieurs à quelques heures, et souvent à la journée, et sur des zones étendues.

* Relevés limnimétriques et débits de pointe

Les cotes maximales relevées aux stations de la Grande-Terre et de la Basse-Terre permettent d'évaluer les débits de pointe correspondants.

Grande-Terre

En Grande-Terre, les précipitations de l'ouragan HUGO ont intéressé des sols qui n'étaient pas saturés ; on totalise seulement quelques 5 à 10 mm sur les 3 jours qui précédèrent le passage de l'ouragan.

Relevés hydrométriques – Grande-Terre

Rivière	Station	Heure	Cote maximale en cm	Débit en m ³ /s
Grande-Ravine	RN 1		192	95
Gachet	RN 6		260	9
Renéville	Pombiray		145	3

Les crues de la ravine Gachet ont été laminées par la mise en eau de la retenue située quelques centaines de mètres en amont. Le débit de pointe de 9 m³/s est donc un débit écrêté.

Basse-Terre

En Basse-Terre, les crues furent de fréquence décennale dans le Nord, et de fréquence annuelle dans le Sud. Trois limnigraphes furent endommagés : les sondes des enregistreurs du Bras David de la rivière Moreau et de la rivière Moustique Petit-Bourg.

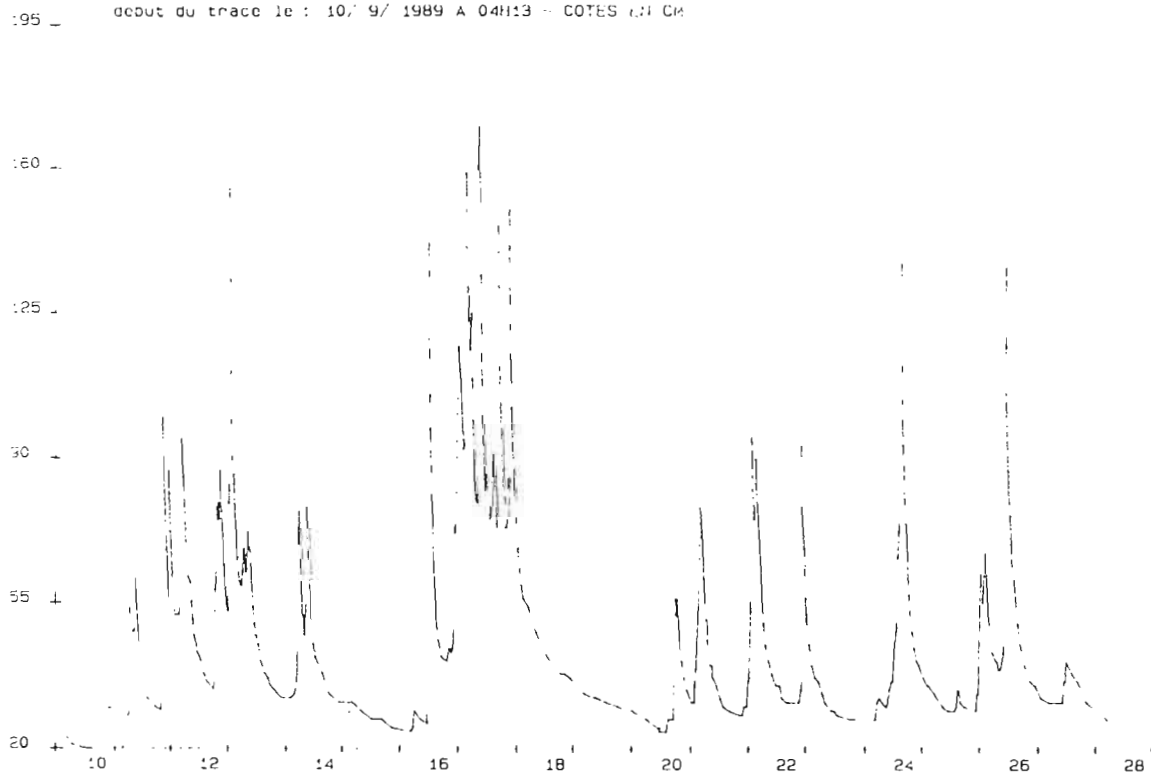
Relevés hydrométriques – Basse-Terre

Rivière	Station	Heure	Cote maximale en cm	Débit en m ³ /s
Grand-Carbet	cote 410	10h20	173	80
Grand-Carbet	cote 210	04h20	231	120
Bananier	cote 340	03h20	125	0.6
Capesterre	cote 190	11h15	156	100
Petite Rivière à Goyaves	cote 5	10h50	266	160
Lézarde	cote 85	-	190	120
Bras David	cote 130	-	247	343
Grande Rivière à Goyaves	cote 250	11h40	177	-
Grande Rivière à Goyaves	cote 10	13h05	613	(1000)
Petite-Plaine	cote 125	02h40	163	28
Lostau	cote 75	17h15	143	28
Beaugendre	cote 77	17h15	156	60
Vieux-Habitants à Barthole	cote 250	-	220	380
Rivière des Pères	cote 25	11h10	178	119

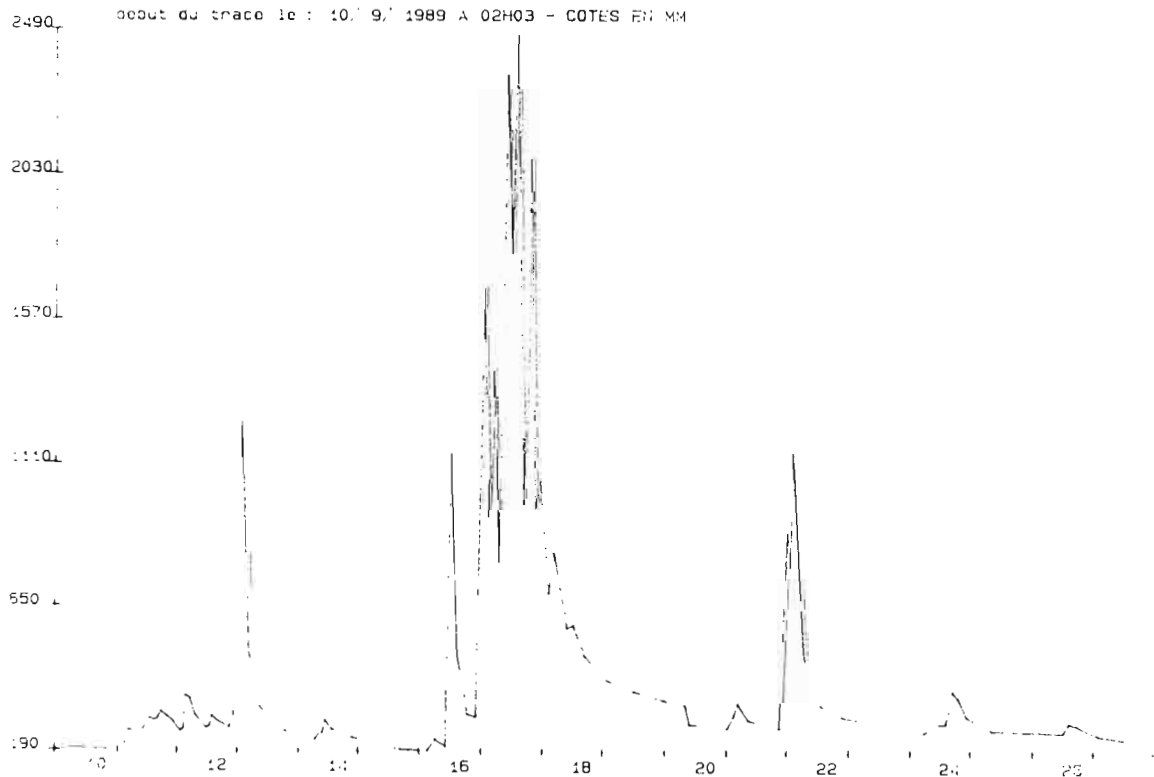
Les débits spécifiques sont restés inférieurs à $11 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ (Grand-Carbet cote 410). La répartition relativement homogène des précipitations et leur abondance sur des pas de temps supérieurs à plusieurs heures expliquent le débit de pointe très fort de la Grande Rivière à Goyaves à Bonne-Mère de l'ordre de grandeur de $1000 \text{ m}^3/\text{s}$.

Les hydrogrammes de crue du Grand-Carbet à la cote 410 et du Bras David à la cote 130 sont présentés ci-après.

26229001:10-9 RV DU GD CARBET A BARRAGE COTE 410
debut du trace le : 10/ 9/ 1989 A 04H13 - COTES EN CM



2623101505-9 B DAVID ST JEAN A COTE 130
debut du trace le : 10/ 9/ 1989 A 02H03 - COTES EN MM



5 Les événements remarquables

* Les ouragans

Le tableau ci-dessous récapitule les ouragans, qui ont affecté la Guadeloupe au cours de ce siècle.

Liste des ouragans ayant affecté la Guadeloupe au XX^{ème} siècle

Ouragan	Date	Intervalle	Trajectoire
-	11/08/1915	15 ans	entre Dominique et Guadeloupe
-	12/09/1928	13 ans	Grande-Terre
BETSY	11/08/1956	28 ans	Basse-Terre
CLEO	22/08/1964	12 ans	Basse-Terre
INES	27/09/1966	2 ans	Pointe-à-Pitre
DAVID	29/08/1979	13 ans	Dominique
HUGO	17/09/1989	10 ans	Grande-Terre, Nord B-T

L'amélioration de la fiabilité des prévisions de trajectoire et d'intensité des cyclones a permis de diminuer très nettement les pertes en vies humaines :

- le cyclone du 12 septembre 1928, 1200 morts
- l'ouragan INES du 27 septembre 1966, 27 morts
- l'ouragan HUGO du 17 septembre 1989, 5 morts

Le Centre Météorologique de Miami a la charge de la surveillance et de la prévision des cyclones sur l'Atlantique Nord, la mer des Caraïbes, le Golfe du Mexique et la partie orientale du Pacifique Nord.

Les îles du Nord ont, elles aussi, été fréquemment affectées par des ouragans, dont FREDERIC, le 3 septembre 1979.

Des relevés pluviométriques fiables ont été effectués en Guadeloupe depuis les années 1920-1930. Ils permettent d'affirmer que le plus souvent les ouragans sont accompagnés de fortes précipitations.

* Valeurs maximales de précipitations

La valeur maximale de précipitation journalière relevée en Guadeloupe a été mesurée lors du passage de l'ouragan DAVID le 29 août 1979, avec 438.5 mm au poste de CONGO en Basse-Terre. Lors du passage de l'ouragan INES, 313 mm étaient relevés à DUCLOS le 27 septembre 1966.

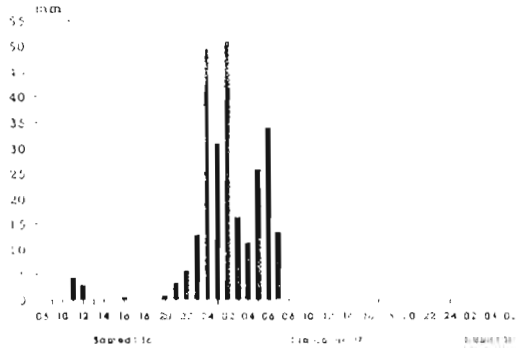
A titre d'information, les records s'établissent à plus de 700 mm/jour à Porto-Rico ou Cuba, à 1690 mm en 24 h en Nouvelle-Calédonie, et à 1870 mm en 24 h à la Réunion.

. Basse-Terre

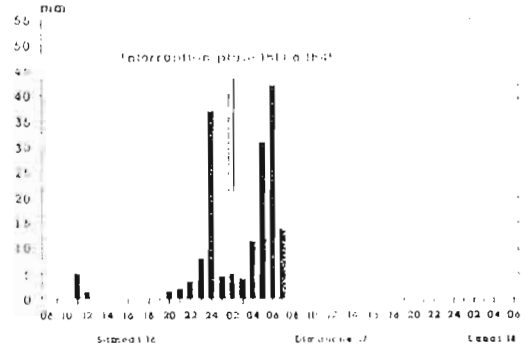
Les précipitations sont plus fortes sous le vent de la Basse-Terre quand l'ouragan passe au Sud (cas de DAVID), et plus fortes au vent de la Basse-Terre lorsque le cyclone passe au Nord (cas de HUGO).

Concernant les intensités de précipitation sur de faibles pas de temps inférieurs à la journée, les intensités maximales de 12 h à 10 mn ont été relevées lors du passage de la tempête HELENA, au poste ORSTOM de Parnasse (1969-1974) en Basse-Terre.

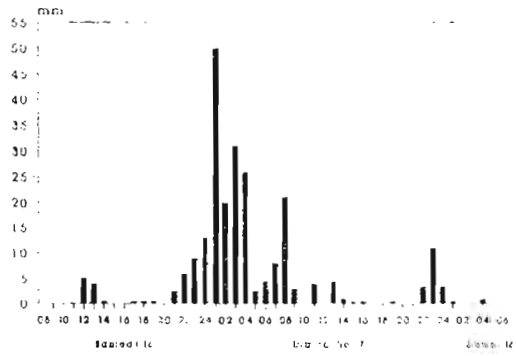
ANSE BERTRAND Campeche ORSTOM
Total de l'épisode: 293.0 mm



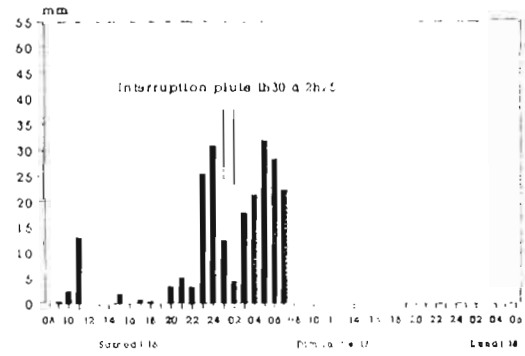
MOULE Ste Marguerite ORSTOM
Total de l'épisode: 203.5 mm



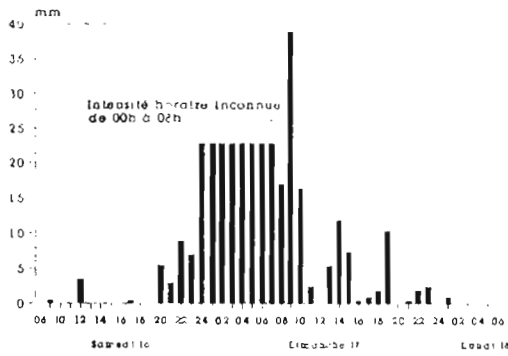
ABYMES Boyvinières
Total de l'épisode: 218.5 mm



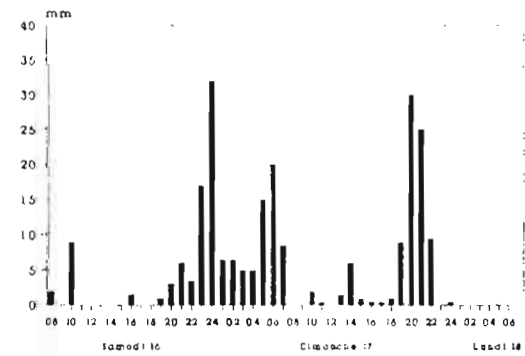
SAINTE ANNE Barot ORSTOM
Total de l'épisode: 293.5 mm



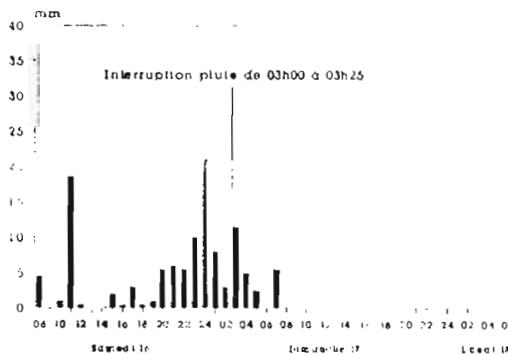
STE ROSE Belle Riviere
Total de l'épisode: 331.5 mm



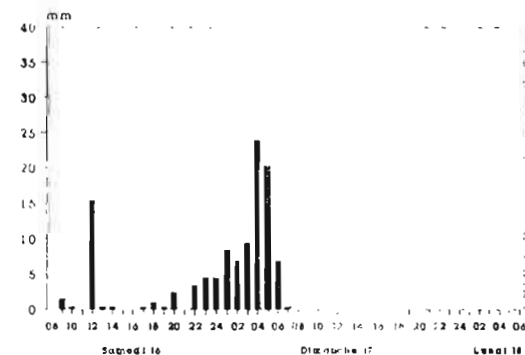
BAIE MAHAULT Destrellan
Total de l'épisode: 225.5 mm



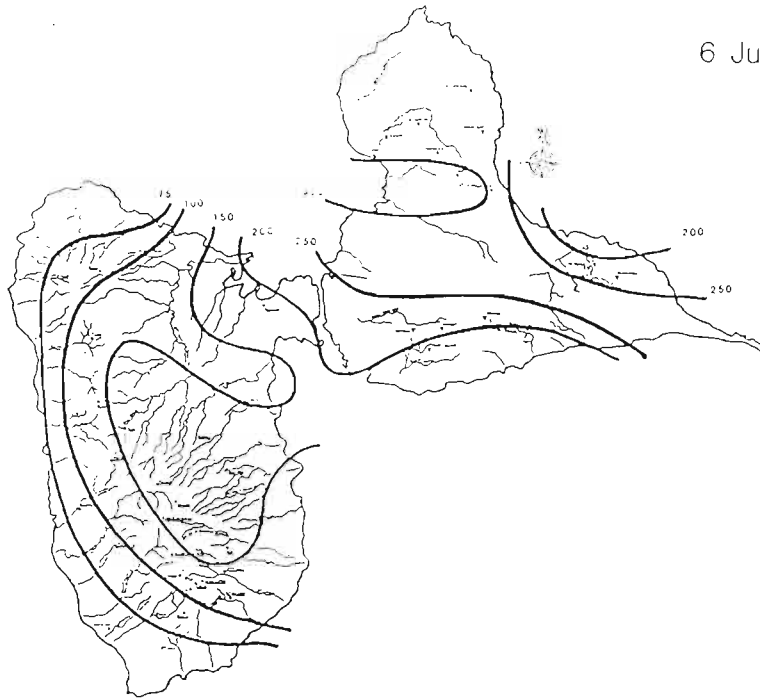
BOUILLANTE Congo ORSTOM
Total de l'épisode: mm



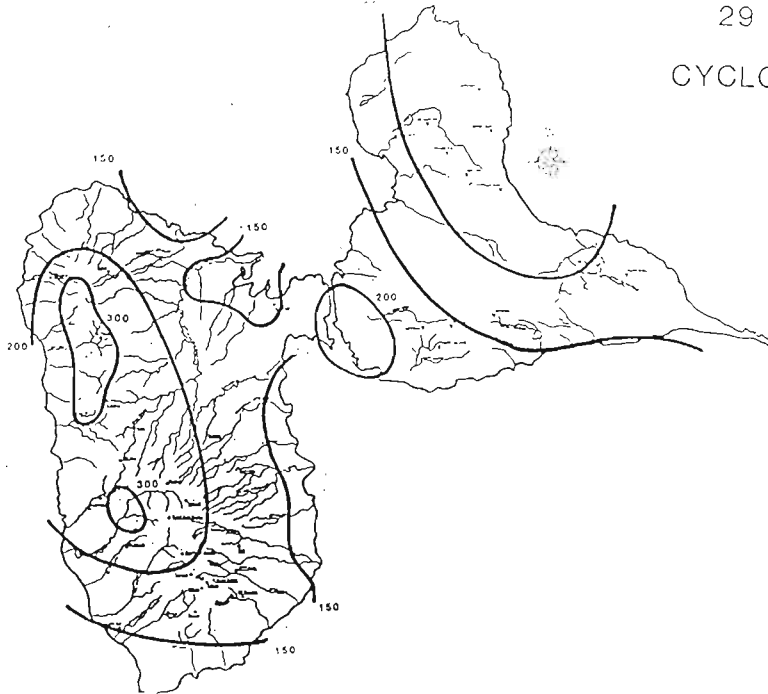
CAPESTERRE Bananier ORSTOM
Total de l'épisode: mm



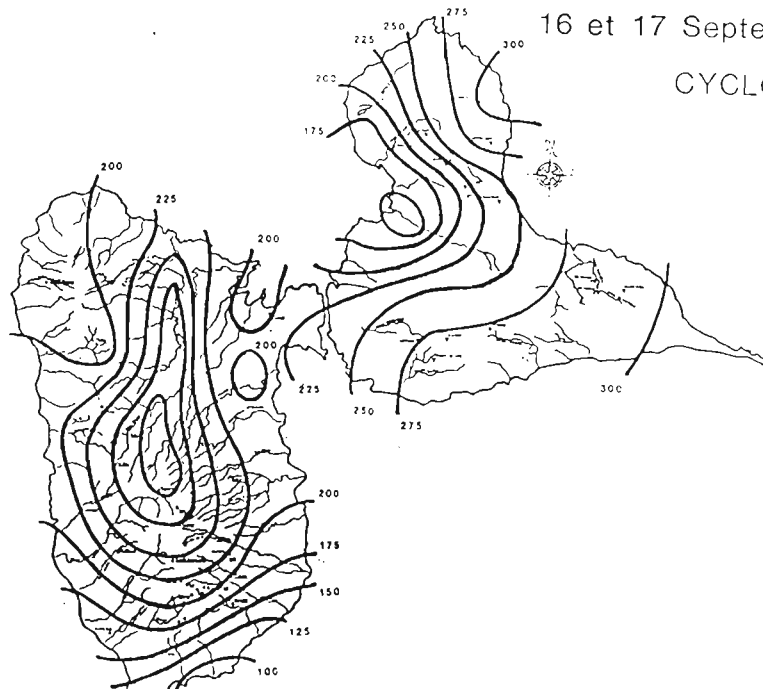
6 Juillet 1966



29 Aout 1979
CYCLONE DAVID



16 et 17 Septembre 1989
CYCLONE HUGO



* Crues et inondations

Historique des crues et inondations

Liste des événements ayant provoqué crues et inondations

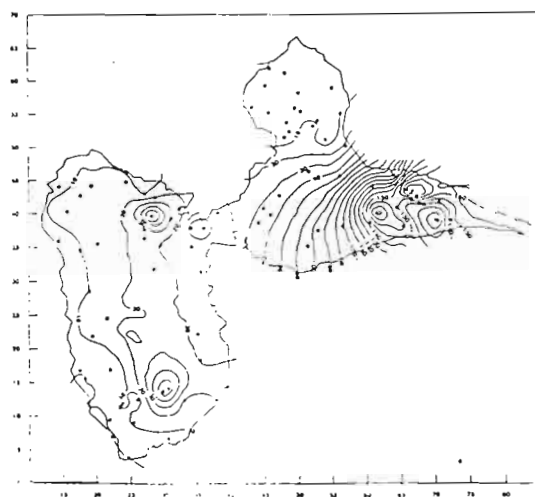
Date	Localisation	Observations
23-09-1906	Pointe-à-Pitre	inondations bas-quartiers
22-04-1927	la Basse-Terre	fortes précip. et crues
10-1927	Côte-sous-le vent	fortes précip. et crues
12-09-1928	Guadeloupe	fortes précip., peu d'inondation
09-1949	Guadeloupe	fortes précip. liées à dépressions stat.
29-07-1951	la Basse-Terre	fortes précip. sur les sommets de la B-T
12-08-1956	la Basse-Terre	BETSY fortes précip.
27-10-1963	la Basse-Terre	HELENA précip. exception., fortes crues
06-07-1966	Guadeloupe	très fortes précipitations
27-09-1966	Guadeloupe	INES fortes précip., faibles crues
29-08-1979	Guadeloupe	DAVID fortes précip., forts vol. crues
07-09-1981	la Basse-Terre	fortes précip., fortes crues
02-05-1981	la Grande-Terre	inondations dans la région de St ^e -Anne
16-11-1986	la Basse-Terre	très fortes précip. et crues au vent
17-09-1989	Guadeloupe	HUGO fortes précip., faibles crues

On remarquera notamment que les ouragans de 1928, du 11 août 1915, CLEO (le 22 août 1964), INES (le 27 septembre 1966), et notamment DAVID (29 août 1979) et même HUGO (17 septembre 1989), n'ont pas été accompagnés de crues dont les débits de pointe étaient exceptionnels, ou d'inondations catastrophiques.

A contrario, certains événements pluviométriques de courte durée (quelques heures), souvent engendrés par des dépressions stationnaires, ont été particulièrement intenses et ont provoqué des crues et des inondations importantes, comme, on l'a vu, en 1966, 1981 ou 1986.

L'inondation exceptionnelle du 2 mai 1981 en Grande-Terre

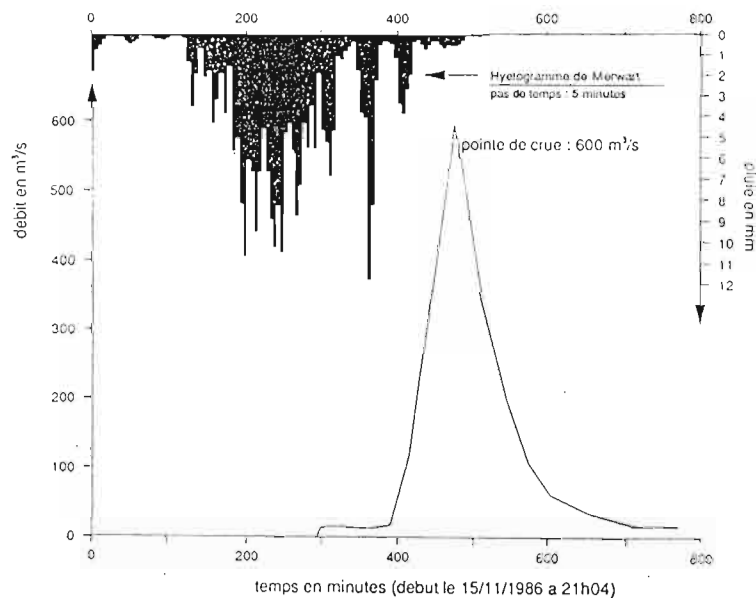
Le 2 mai 1981, une cellule convective très active engendrait des précipitations très fortes mais limitées dans l'espace. On relevait sur la région de Sainte-Anne et Saint-François, près de 200 mm en quelques heures, 138 mm exactement en 2 heures au poste de Douville. Avec une période de retour supérieure au siècle, sur d'aussi faibles pas de temps, les inondations ont été particulièrement importantes, dans cette région.



La précipitation exceptionnelle du 2 mai 1981 en Grande-Terre

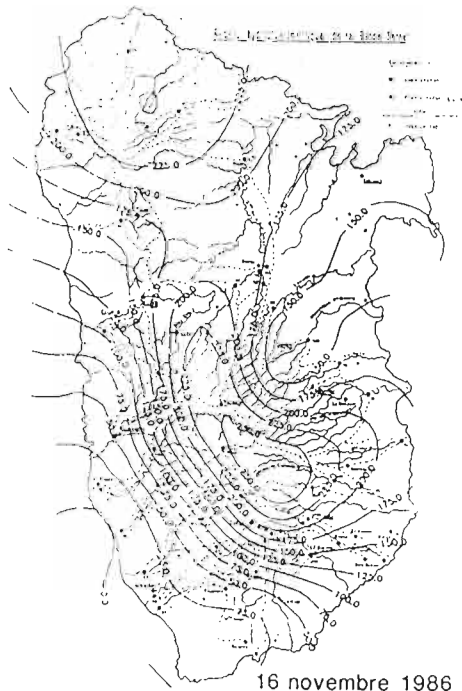
La crue du 16 novembre 1986

Les crues du 16 novembre 1986 sur la Côte au vent de la Basse-Terre ont été violentes, en particulier celle de la Petite Rivière à Goyaves qui a été remarquable par les inondations qu'elle a provoquées.



Petite Rivière à Goyaves à la cote 10 La crue exceptionnelle du 16 novembre 1986

Les graphiques ci-contre représentent la forte crue de la Petite Rivière à Goyaves le 16 novembre 1986 et l'averse qui l'a engendrée. L'analyse de la distribution spatiale des précipitations fait apparaître que le noyau des précipitations était centré sur le haut-bassin de la Petite Rivière à Goyaves.



L'averse exceptionnelle du 16 novembre 1986

Le hyéogramme enregistré à Merwart situé à 1000 m d'altitude montre des précipitations abondantes (275 mm en 8 h) :

- 29 mm en 15 mn
- 50 mm en 30 mn
- 97 mm en 1 h
- 135 mm en 1 h et demie

Le débit de pointe d'une crue est lié à la quantité d'eau maximale précipitée sur une durée inférieure au temps de concentration du bassin, qui est égal à 90 mn sur ce bassin de 30 km². Or, 135 mm représente une valeur exceptionnelle qui n'a été dépassée qu'une seule fois lors de la tempête HELENA avec 142 mm mesurés à Parnasse. Le débit de pointe estimé à 597 m³/s aurait une période de retour de l'ordre de 50 années.

L'analyse statistique et l'étude de cette crue a permis aux hydrologues de l'ORSTOM de calibrer les débits de pointe de la Petite Rivière à Goyaves, qui ont été estimés respectivement à 15 et 22.5 m³/s/km² pour les crues décennale et centennale.

Les crues du Grand-Carbet à la cote 410

Le limnigraphe du Grand-Carbet a été implanté en 1961 à la cote 410. Il a permis l'enregistrement de toutes les principales crues sur trois décennies.

Le bassin versant du Grand-Carbet à la cote 410, d'une superficie de 7.3 km², est le plus arrosé de la Guadeloupe avec 7 300 mm en moyenne interannuelle. Le module est de 1.35 m³/s, correspondant à une lame d'eau écoulée par le bassin-versant de 6 000 mm d'eau.

Le tableau suivant présente les crues dont les débits de pointe sont supérieurs à 100 m³/s.

Grand-Carbet à la cote 410
Liste des débits de pointe de crue supérieurs à 100 m³/s

Date	Q m ³ /s	observation	Date	Q m ³ /s	observation	Date	Q m ³ /s	observation
15-01-62	113		05-10-76	166		20-12-82	163	
25-09-62	113		23-11-77	159		25-05-83	112	
27-10-63	167	HELENA	27-01-78	146		28-10-84	103	
30-07-65	101		18-06-78	119		03-11-84	157	
25-07-66	114		30-08-79	144	DAVID	08-11-84	106	
07-09-66	112		03-09-79	137	FREDERIC	15-05-85	149	
27-09-66	150	INES	13-04-80	112		14-07-85	137	
11-06-68	107		06-10-80	125		27-09-85	106	
22-09-69	107		13-11-80	150		05-10-85	161	
27-11-69	139		29-11-80	129		28-10-85	127	
08-07-70	153		17-04-81	163		29-10-85	122	
23-07-70	116		14-07-81	137		01-11-85	102	
21-03-71	130		09-08-81	190		11-11-85	105	
01-09-72	113		07-09-81	187		01-05-86	108	
12-06-73	143		26-01-82	116		07-01-87	106	
09-09-74	143		04-04-82	126		28-06-87	111	
20-11-75	122		04-05-82	125		23-11-87	102	
08-07-76	132		06-06-82	108		05-04-88	112	
19-09-76	101		07-11-82	163				
27-09-76	126		27-11-82	133				

Cet inventaire confirme que de nombreuses fortes crues ne sont pas liées au passage d'ouragans et apparaissent même en dehors de l'hivernage. Ainsi, on dénombre une crue de 146 m³/s à la fin du mois de janvier 1978 et une crue de 130 m³/s en mars 1971.

Le débit maximum a été observé le 9 août 1981 avec 190 m³/s, alors que le débit de pointe de la crue engendrée par les pluies qui ont accompagné HUGO était seulement de 79 m³/s.

Les crues du Bras David

Le Bras David a fait l'objet d'un suivi hydrologique à DUCLOS à la cote 110 de 1973 à 1987. La station de la cote 130, équipée d'un appareillage de mesures de débit par téléphérique a été implantée en 1982.

La superficie du bassin versant est de km² à la cote 130, et de km² à la cote 110. Les valeurs des débits de pointe des très fortes crues sont voisins aux deux stations. Le tableau suivant présente les débits de pointe supérieurs à 150 m³/s, à DUCLOS jusqu'en 1981, à la cote 130 à partir de 1982.

Bras David aux cote 110 et 130
Liste des débits de pointe de crue supérieurs à 150 m³/s

Date	Q m ³ /s	observation	Date	Q m ³ /s	observation	Date	Q m ³ /s	observation
12-06-73	258		27-09-78	296		29-11-82	158	
15-08-73	304		28-10-78	180		31-12-82	392	
06-06-74	177		29-08-79	392	DAVID	20-08-83	162	
31-08-74	400		10-11-79	388		16-06-84	342	
14-09-74	272		23-11-79	292		15-09-84	214	
05-10-74	170		02-01-80	158		08-11-84	347	
20-05-75	250		17-04-81	236		06-03-85	160	
22-03-76	185		17-05-81	267		27-09-85	259	
07-08-76	218		26-05-81	328		05-10-85	246	
19-09-76	157		04-06-81	291		06-11-86	228	
05-10-76	280		05-07-81	263		14-05-87	262	
11-10-76	167		09-08-81	158		15-06-87	176	
24-10-76	173		07-09-81	354		29-06-87	208	
12-11-76	174		18-11-81	186		17-10-87	168	
23-08-77	169		29-12-81	350		24-11-87	329	
21-09-77	185		27-05-82	195		16-08-88	186	
23-11-77	165		18-07-82	189		17-09-89	343	HUGO
24-01-78	166		19-11-82	453				

Interprétation

Sur le Grand-Carbet à la cote 410, depuis 1973, 44 crues ont eu un débit de pointe instantané supérieur à 100 m³/s, correspondant à peu près à la crue annuelle médiane.

Sur la même période, on relève seulement 17 crues aux mêmes dates ayant des débits de pointe supérieurs à 150 m³/s sur le Bras David. Ce débit de 150 m³/s est inférieur au débit de pointe de la crue annuelle médiane, voisin de 250 m³/s.

Concernant les évènements majeurs de la période 1973-1989, on relève pour le Grand-Carbet des débits de pointe de 190 m³/s le 9-08-81, 187 m³/s le 7-09-81, 166 m³/s le 5-10-76, et 163 m³/s les 17-04-81, 7-11-82, et 20-12-82. A ces dates, on ne relève pour le Bras David que 2 crues dont le débit de pointe est supérieur à celui de la crue annuelle : 280 m³/s le 5-10-76, et 354 m³/s le 7-09-81.

Réciproquement aux évènements rares observés sur le Bras David du 19-11-82 avec 453 m³/s, et du 31-08-74 avec 400 m³/s ne correspondent aucune crue supérieure à 100 m³/s sur le Grand-Carbet.

Les évènements sont encore moins liés entre Basse-Terre et Grande-Terre, : l'averse du 2 mai 1981, par exemple, exceptionnelle en Grande-Terre, n'a évidemment conduit à aucune observation remarquable en Basse-Terre.

Ainsi, les fortes crues ne sont simultanées que lorsque les averses qui les engendrent présentent une certaine homogénéité spatiale, ce qui, en fait, s'observe rarement.

Par ailleurs, on remarque que les crues maximales ont été observées le 9 août 1981 sur le Grand-Carbet avec 190 m³/s, et le 19 novembre 1982 sur le Bras-David avec 453 m³/s, indépendamment donc du passage d'ouragans.

6 Conclusion

En conclusion, nous retiendrons que si les ouragans peuvent engendrer de très fortes crues en Basse-Terre, occasionnant d'importants dégâts, les risques liés aux forts écoulements et aux inondations sont permanents. Notamment, sur les bassins versants de faible superficie (quelques km²), l'apparition des très fortes crues sera aléatoire, liée à des situations météorologiques particulières et indépendante du passage de dépressions ou d'ouragans.

En Grande-Terre, les ouragans sont susceptibles de provoquer, là aussi, d'importants dégâts par les eaux, mais, plus encore qu'en Basse-Terre, les fortes crues pourront être provoquées par de forts orages ou des dépressions stationnaires localisées.

Ainsi, les informations hydrométriques confirment que la forte hétérogénéité spatiale des averses intenses conduit à écarter en Basse-Terre comme en Grande-Terre l'hypothèse d'une simultanéité des crues exceptionnelles.

Il convient donc d'attirer l'attention sur la nécessité de prendre en considération le risque de crue ou d'inondation dans l'élaboration des plans d'occupation des sols, et de mettre en œuvre des mesures préventives efficaces tant au niveau des collectivités que des personnes concernées, dans les zones à risque déjà occupées. Une cartographie des zones susceptibles d'être inondées s'impose.

Actuellement, l'ORSTOM poursuit l'analyse probabiliste des événements hydropluviométriques observés. Cependant, les études s'orientent vers une modélisation des écoulements à de petits pas de temps qui prendrait en compte les caractéristiques géomorphométriques des bassins versants déterminées à l'aide d'un modèle numérique de terrain (MNT). Cette méthode déterministe devrait permettre de préciser les relations pluie-débit et d'estimer les débits de pointe de faible probabilité et la forme des crues associées des bassins versants sur lesquels on ne disposerait pas d'information hydrométrique.

7 Bibliographie

KLEIN (J-C.) – 1971

Recensement des inondations aux Antilles Françaises
ORSTOM

CHAPERON (P.) et al. – 1985

Les ressources en eau de surface de la Guadeloupe
ORSTOM

ZAHAR (Y.) – 1987

Analyse spatio-temporelle du Gradex et prédétermination des crues sur le bassin versant du Grand-Carbet
ORSTOM

ZENKER (B.) – 1987

Evaluation et prédétermination des débits de crue
ORSTOM – DDE

MORELL (M.) – 1988

Note sur les débits de pointe de la ravine Gachet au pont RN6
ORSTOM

MORELL (M.) et al. – 1989

Hydrogrammes de crue de la Petite Rivière à Goyaves
ORSTOM

MORELL (M.) – 1989

Quelques aspects sur les crues et inondations en Guadeloupe
Rencontres "Ecole et développement" – 24 et 25 octobre 1989
ORSTOM – Conseil Général

ROSSIGNOL (D.) – 1989

Régimes pluviographiques de la Guadeloupe
ORSTOM

SERVICE METEOROLOGIQUE INTERREGIONAL ANTILLES GUYANE – 1990

L'ouragan HUGO

Table des matières

1 L'eau : risque naturel	1
2 Quelques éléments de géographie et définitions	1
* La Guadeloupe	1
* les bassins versants	2
3 Les phénomènes : précipitations, ouragans, crues et inondations	2
* Précipitations	2
* Les ouragans	3
. Formation des ouragans dans l'Atlantique Nord	4
. Trajectoire	4
* Les crues et inondations	4
. Définitions	4
. Genèse des crues en Guadeloupe	5
. Répartition saisonnière des crues	6
. Evaluation des risques d'apparition des crues	6
4 L'ouragan HUGO	7
* Caractéristiques	7
* Les précipitations accompagnant HUGO en Grande-Terre	8
* Les précipitations accompagnant HUGO en Basse-Terre	10
* Interprétation	13
* Relevés limnimétriques et débits de pointe	13
. Grande-Terre	13
. Basse-Terre	13
5 Les événements remarquables	15
* Les ouragans	15
* Valeurs maximales de précipitations	15
. Basse-Terre	15
. Grande-Terre	16
. Récapitulatif des valeurs extrêmes de précipitation	16
.	17
* Crues et inondations	17
. Historique des crues et inondations	17
. L'inondation exceptionnelle du 2 mai 1981 en Grande-Terre	17
. La crue du 16 novembre 1986	18
. Les crues du Grand-Carbet à la cote 410	19
. Les crues du Bras David	20
. Interprétation	21
6 Conclusion	22
7 Bibliographie	23