



INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

**CONSEIL GENERAL**  
**DE LA GUADELOUPE**

INSTITUT FRANCAIS  
DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR  
LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

--- \* \* \* ---

**COLLOQUE DES 18, 19 ET 20 AVRIL 1989**

**GESTION RATIONNELLE DES RESSOURCES NATURELLES**  
**ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT : RECHERCHE - FORMATION**

--- \* \* \* ---

**Variabilité et gestion des ressources en eau de surface**

par

Marc Morell

Ingénieur hydrologue - Directeur du Centre ORSTOM de la Guadeloupe

--- \* \* \* ---

ORSTOM - BP 1020 - 97178 - POINTE A PITRE  
TEL : (590) 82 05 49  
TELEX : 919 231  
TELECOPIE : (590) 91 73 94

*Pointe à Pitre, avril 1989*

## Variabilité et gestion des ressources en eau de surface

Marc Morell<sup>1</sup>

### Résumé

Les activités de l'ORSTOM dans la région Caraïbe sont présentées sommairement. En Guadeloupe, l'ORSTOM a su développer depuis plusieurs années, avec ses moyens propres et le soutien des Assemblées Locales, des recherches avancées en hydrologie.

Dans un milieu insulaire tropical contrasté, présentant une forte variabilité spatio-temporelle des précipitations et des ressources en eau de surface, il est montré l'intérêt de gérer un réseau hydro-pluviométrique automatisé, et de développer des recherches sur les mécanismes qui régissent les précipitations et les écoulements, afin de fournir les bases d'une planification de la gestion des ressources en eau. L'expérience de la Guadeloupe est exemplaire à travers les technologies de pointe utilisées, et les moyens importants mis à la disposition des programmes de recherche scientifique poursuivis :

- relation entre la distribution spatio-temporelle des précipitations et les types de temps,
- influence du relief sur la répartition des précipitations,
- modélisation des écoulements de surface,
- et du fonctionnement des systèmes d'eau.

L'ORSTOM peut faire bénéficier ses partenaires caraïbéens des résultats de ses recherches, de son savoir-faire, et des technologies qu'il maîtrise, en assurant des missions :

- d'expertise et de conseil auprès des services gestionnaires de pays voisins,
- de participation à des colloques ou séminaires relatifs au contrôle et à la gestion de l'eau,
- de formation de cadres aux méthodes modernes d'acquisition et de traitement des données,
- de collaboration à l'implantation et au suivi de réseaux de mesures hydro-pluviométriques,
- et en offrant à des chercheurs, français ou étrangers des moyens performants d'analyse.

### Summary

The ORSTOM activities in the Caribbean are briefly introduced. In Guadeloupe, ORSTOM has developed advanced research for many years, with the help of his own means, and the support of the Local Assemblies.

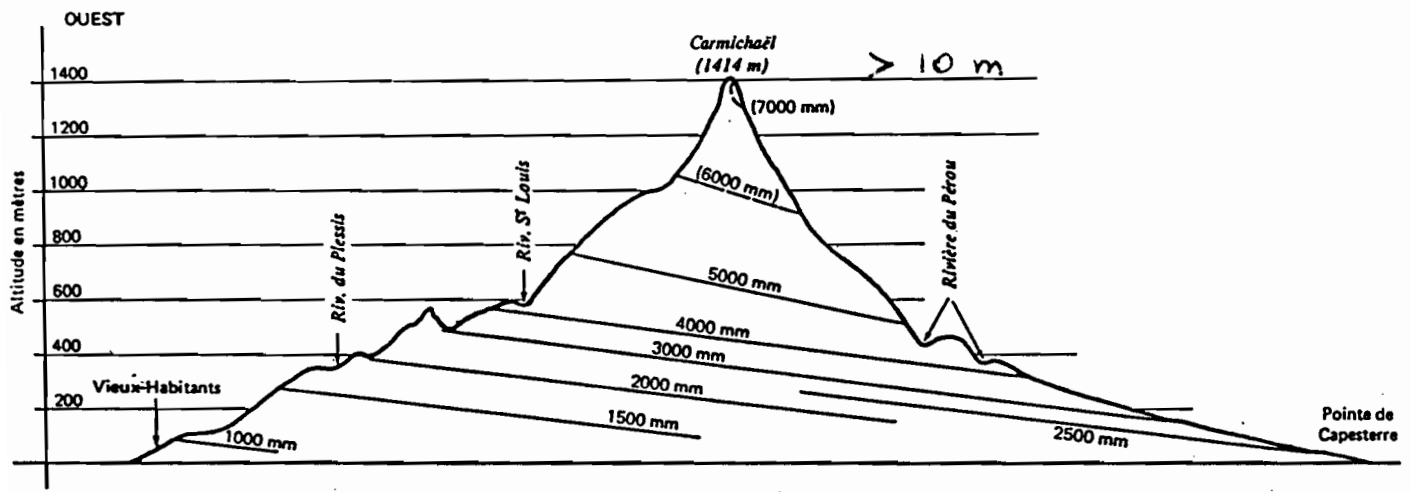
In a contrasted tropical island, with a large spatiotemporal variability of rainfalls and water surface resources, we indicate the interest in controlling an automated hydrological and rain gauge network, and in developing research on mechanisms which rule rainfall and runoff, in order to give a basic to planning for water resources management. The experience in guadeloupe is an example for the latest technology used, as well as for the important means available to the scientific research programs we are carrying on :

- relation between the spatiotemporal supply of rainfalls and the type of weather,
- influence of relief on the rainfalls distribution,
- modelling of the surface runoff,
- and of the water system functioning.

ORSTOM can make his Caribbean partners benefit by the results of its research, its experience, and the technologies it masters while operating mission of:

- expert evaluation and advice for the administrative service in the neighbouring countries,
- participation in colloquia or seminars relating to water resources control or management,
- technicians training for modern methods of acquisition and data processing,
- collaboration on implantation and exploitation of a network for hydrology and rain gauge measures,
- and to give french or foreign researches some effective means of analysis.

-----  
1. Ingénieur hydrologue à l'ORSTOM,  
Directeur du Centre ORSTOM de la Guadeloupe, Représentant de l'ORSTOM



«COUPE PLUVIOMETRIQUE» AU SUD DE LA BASSE TERRE

(Passant par le Garmichaël, latitude 16° 3' 26")

## Présentation de l'ORSTOM

L'ORSTOM, Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération, est un établissement public à caractère scientifique et technologique (E.P.S.T.). Il est placé sous la double tutelle des Ministères de la Recherche et de la Coopération.

Il a pour mission de conduire des recherches de base finalisées, contribuant au développement des régions de la zone intertropicale par l'étude des milieux physiques, biologiques et humains, et de mener des actions de formation à la recherche, et par la recherche. Ces études et ces actions de formation sont engagées en fonction de choix scientifiques et technologiques définis en accord avec des partenaires français et étrangers.

## Les activités de l'ORSTOM dans les Antilles Françaises

En Amérique Latine et dans les Caraïbes travaillent environ 150 chercheurs de l'ORSTOM, dont le quart est affecté aux Antilles Françaises. Les recherches pluridisciplinaires entreprises par l'ORSTOM aux Antilles Françaises s'appuient sur des disciplines aussi diverses que :

- la démographie : dynamique des populations dans la Caraïbe...
- la nutrition : consommation alimentaire et état nutritionnel...
- l'océanographie : pôle océanologique et halieutique caraïbe (UAG, IFREMER, ORSTOM)
- l'entomologie : incidence des insectes sur les productions agricoles...
- la pédologie : cartographie, rôle de la matière organique dans l'érodibilité des sols...
- l'hydrologie : monographies régionales, physique de l'atmosphère, modélisation...

C'est dans ce dernier domaine, science dont l'objet est au sens large l'étude du cycle de l'eau dans la nature, que s'est identifié en Guadeloupe un pôle d'excellence forgé sur la base de 30 années d'expérience acquise en milieu insulaire tropical.

## L'hydrologie en Guadeloupe

### Introduction

Dans un contexte insulaire, aux limites géographiques rigoureuses et aux ressources naturelles renouvelables, mais finies au sens mathématique du terme, l'économie de l'eau nécessite une attention toute particulière.

Les eaux de surface, s'écoulant dans les rivières ou stockées dans des étangs ou dans des retenues artificielles, constituent une ressource naturelle, généralement facilement exploitable, et dont l'abondance est liée au climat et aux caractéristiques physiques de leurs bassins versants.

Les disponibilités en eau de surface d'une île représenteront, tout à la fois, un potentiel, des contraintes, et une limite à son développement socio-économique.

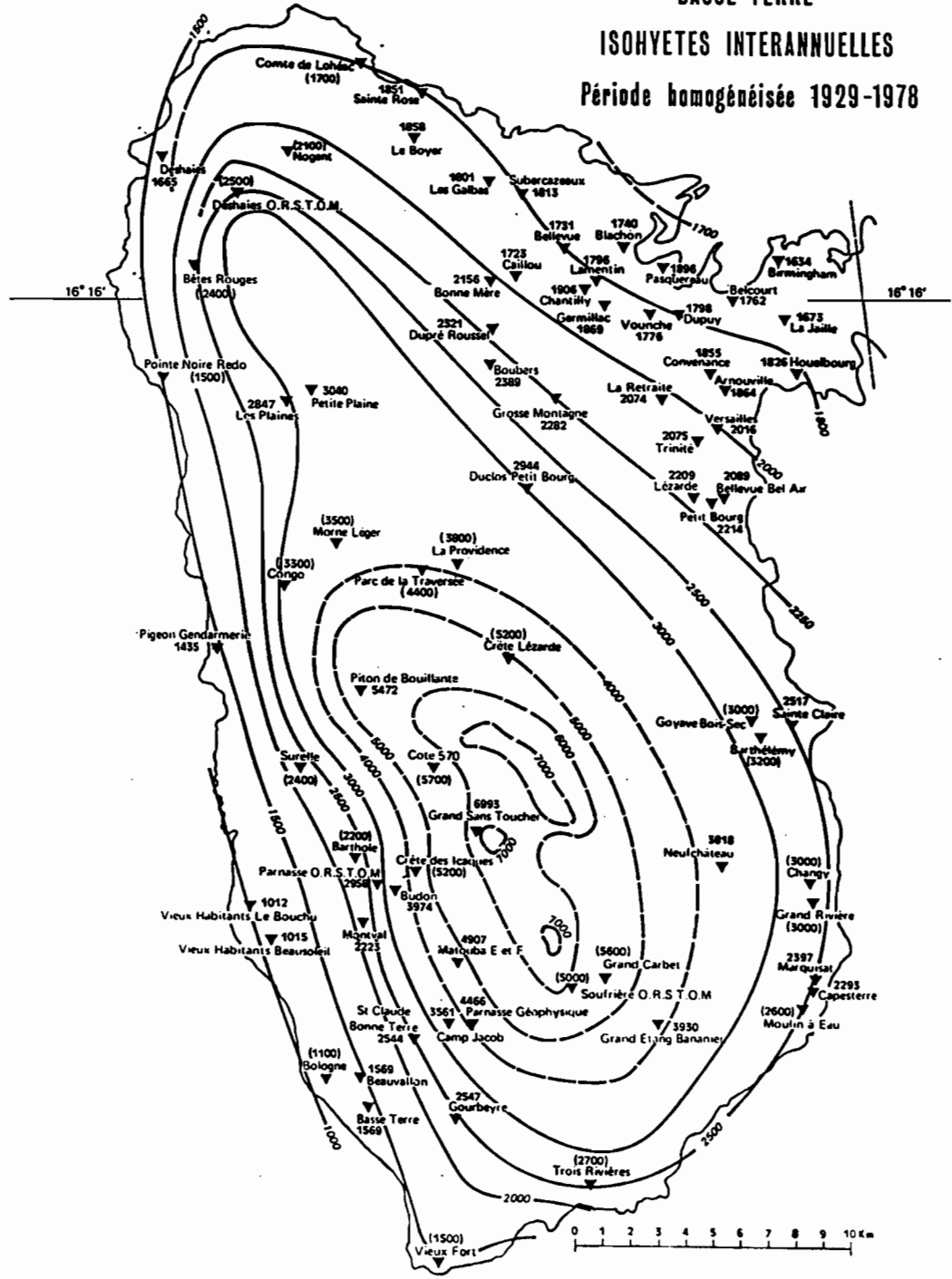
C'est pourquoi, il revient aux services gestionnaires de définir une stratégie visant :

- à inventorier la ressource en eau, et évaluer sa variabilité,
- à en préserver la qualité,
- et à planifier sa gestion.

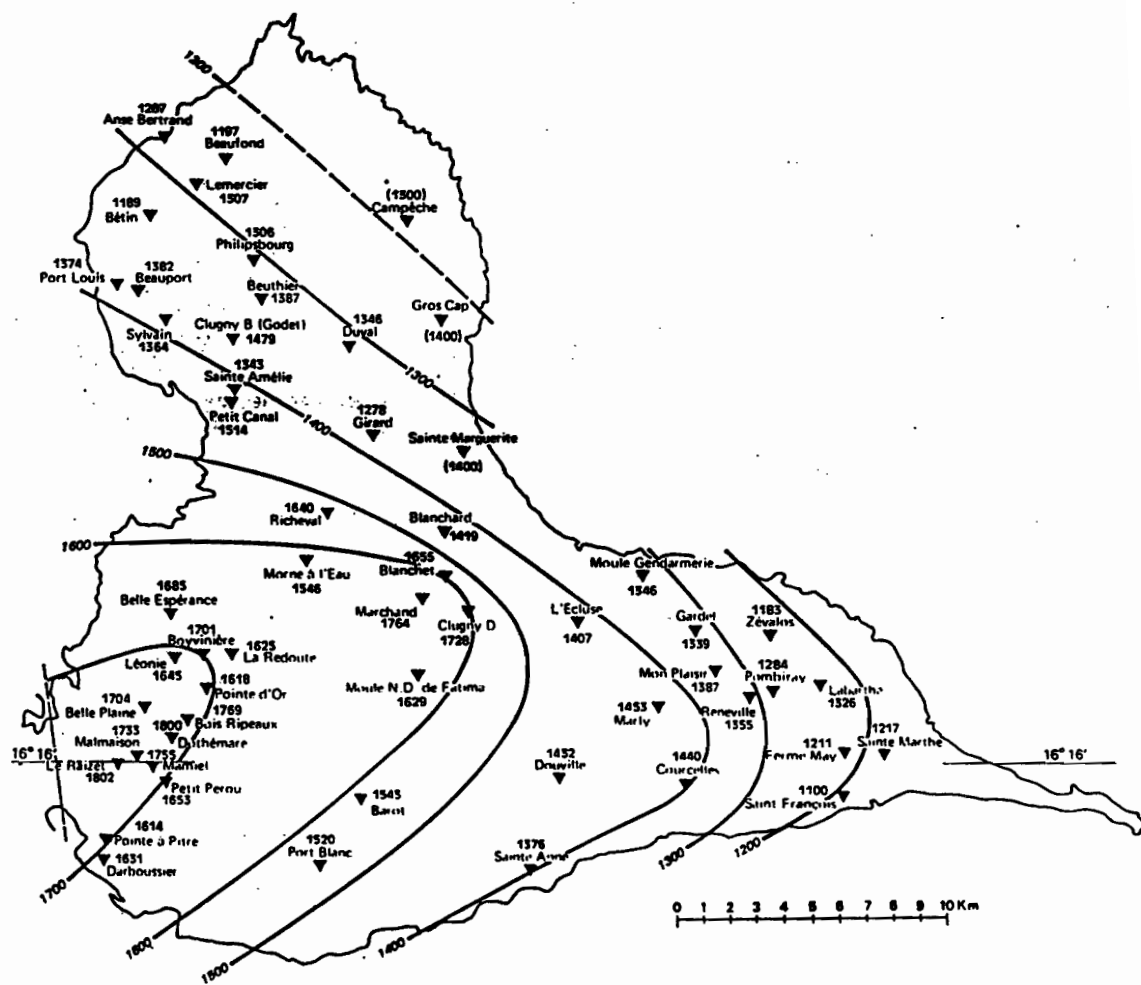
Etablir un *inventaire des ressources en eau de surface* et évaluer leur *variabilité spatio-temporelle*, nécessite le suivi sur plusieurs années d'un réseau de stations de mesures hydro-pluviométriques. Le choix des types d'appareillage, de leurs sites d'implantation, et de la durée de leurs observations dépendra de la nature des problèmes posés et des propriétés du milieu physique étudié.

Sous l'aspect des *risques naturels*, il convient d'analyser les conditions de formation et les caractéristiques des crues dévastatrices, afin d'en maîtriser les effets. Ces études sont nécessaires au dimensionnement des ouvrages de franchissement, de protection ou de stockage, et à la cartographie des zones inondables.

**BASSE-TERRE**  
**ISOHYETES INTERANNUELLES**  
 Période homogénéisée 1929-1978



**GRANDE-TERRE**  
**ISOHYETES INTERANNUELLES**  
 Période homogénéisée 1929-1978

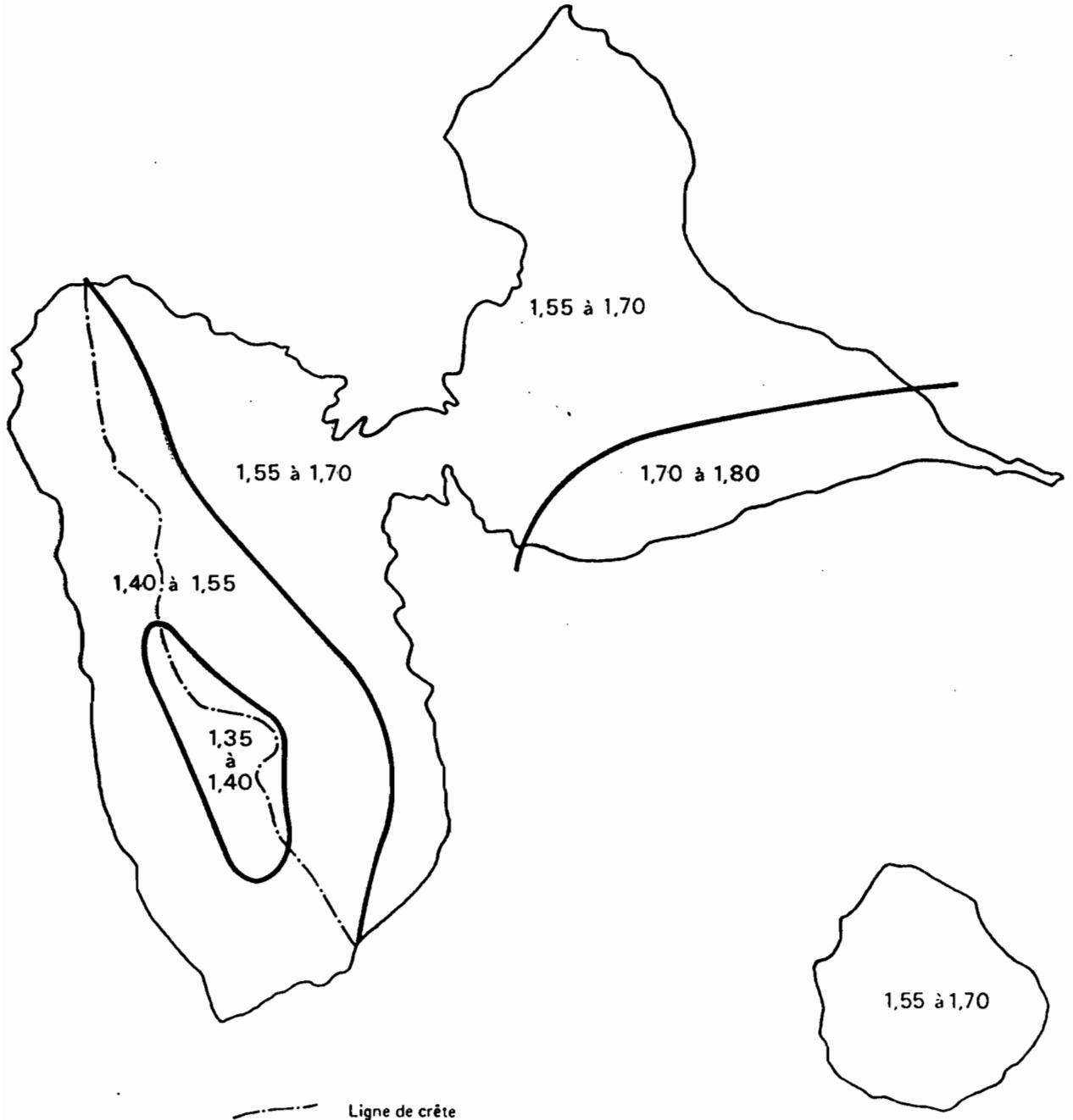


**LÉGENDE DES FIGURES 3-1, 3-2 et 3-3**

- ▼  
 1378
 
 Pluviométrie moyenne interannuelle, homogénéisée sur la période 1929-1978, pour une série d'au moins 6 années
  
- ▼  
 (1400)
 
 Pluviométrie moyenne interannuelle, estimée pour une série de moins de 6 années (ou pour une station non retenue dans l'homogénéisation)

VARIATION DU COEFFICIENT D'IRRÉGULARITÉ

INTERANNUELLE K3



Préserver la *qualité des ressources en eau de surface* impose de réaliser une étude spécifique de leur environnement et des conditions de leur renouvellement, puis d'identifier les sources de pollution, et, enfin, de définir des objectifs de qualité.

Finalement, la *planification de la gestion des ressources en eau de surface* prendra en compte les étapes précédentes, et s'appuiera sur une analyse prospective des besoins des différents usagers. La planification consistera à définir une politique qui visera à respecter au mieux les exigences, d'apparence contradictoire, de la protection de l'environnement (maintien de débits minimums dans les cours d'eau) et du développement économique (satisfaction des demandes).

Les choix concernant la *localisation et le dimensionnement des aménagements* à implanter (prises d'eau, conduites de transfert, retenues de régularisation ou de stockage, canaux d'irrigation etc...), et la définition des règles d'une *gestion en temps réel* (décisions à prendre au jour j) seront basées sur les résultats d'une modélisation mathématique du fonctionnement des systèmes d'eau.

#### Variabilité des ressources en eau de surface

La Guadeloupe présente un site exceptionnel d'études en milieu tropical insulaire, par la diversité de ses sols, de son climat, et des caractéristiques physiographiques de ses bassins versants.

La Grande-Terre est une île calcaire au relief faiblement modelé, d'une superficie de 570 km<sup>2</sup>. Elle est soumise à des précipitations dont les totaux annuels, en année normale, varient entre 1200 mm dans l'Est et le Nord, et 1700 mm sur Pointe à Pitre. La pluviométrie décennale sèche (d'une période de retour de 10 années), représente 65 à 75 % de la moyenne interannuelle. L'optimisation des productions agricoles nécessite un apport d'eau complémentaire par irrigation lorsque les déficits pluviométriques pénalisent la croissance des cultures.

La Basse-Terre, d'une superficie de 950 km<sup>2</sup>, culmine à 1467 m d'altitude. La chaîne montagneuse, d'orientation Nord-Sud crée un effet de barrière aux vents d'Est, et engendre un phénomène orographique (soulèvement des masses d'air). La pluviométrie moyenne inter-annuelle passe de 2 m sur le littoral de la côte au vent, à 10 m sur les sommets, pour redescendre à 1 m en côte sous le vent.

Globalement, la Guadeloupe, par la présence de ses terres, multiplie par 2 à 3 fois la pluviométrie sur l'océan qui l'entoure (estimée à 900 mm par an).

Les comportements hydrologiques des bassins versants de la Grande-Terre et de la Basse-Terre sont, eux-mêmes, très différents. Les ravines de la Grande-Terre ne coulent que lorsque de fortes averses, après avoir saturé les sols argileux, provoquent le ruissellement des bassins. En revanche, les rivières de la Basse-Terre ont un écoulement permanent, alimenté par le ruissellement sur le sol en saison pluvieuse, et soutenu par les résurgences des nappes d'eau souterraines en saison sèche.

Ainsi, en Guadeloupe, la majeure partie des approvisionnements en eau potable, destinés à l'aquaculture, à l'industrie et surtout à l'irrigation, provient des rivières pérennes de la Basse-Terre. Cependant, ces ressources sont variables :

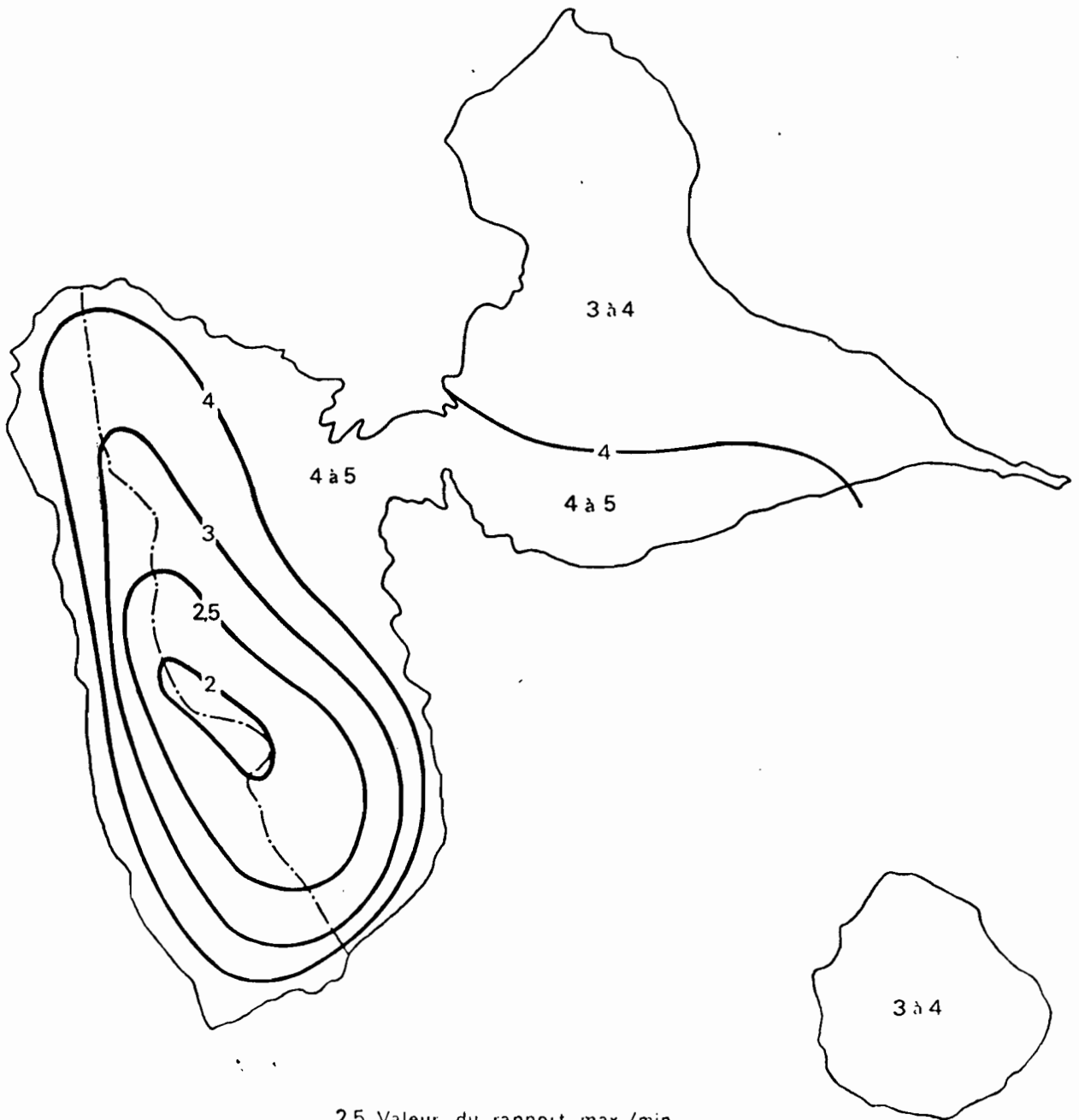
- dans le temps, puisque directement liées aux précipitations,
- et dans l'espace, les bassins versants étant de taille et d'aptitude à l'écoulement variables, et situés dans des zones plus ou moins arrosées.

C'est pourquoi, l'ORSTOM a procédé à l'inventaire des ressources en eau de surface des principaux bassins versants, et à l'étude de leur variabilité. L'ORSTOM gère actuellement un réseau de 24 stations hydrométriques et un réseau de 40 postes pluviométriques, dont 10 sont implantés à une altitude supérieure à 1000 m. Ces réseaux, en cours d'automatisation, permettent de collecter en continu une information hydro-pluviométrique dense, à l'aide d'enregistreurs électroniques, dont certains sont équipés d'émetteurs ARGOS (télétransmission par satellite). Le Centre ORSTOM dispose, à Pointe à Pitre, d'une station de réception directe ARGOS, et recueille ainsi des informations pratiquement en temps réel, en provenance de Guadeloupe, de Guyane et même d'Afrique.



RAPPORT DE LA PLUVIOMÉTRIE MOYENNE MENSUELLE

MAXIMALE A LA MINIMALE



Les données informatisées sont traitées au fur et à mesure de leurs acquisitions, et les délais nécessaires à leur analyse, par des logiciels spécifiques performants, sont ainsi très courts.

Ces moyens en matériel d'acquisition, de traitement et d'analyse permettent à l'ORSTOM de répondre aux besoins du Département en matière d'études liées à la connaissance des précipitations à différents pas de temps (distribution saisonnière, pluviométrie journalière, intensités exceptionnelles etc...), et à la connaissance des écoulements (apports annuels et mensuels, phases de tarissement ou de crues...).

Nous avons souligné plus haut la forte variabilité spatiale des précipitations au pas de temps annuel :

- 1,2 m de pluviométrie dans l'Est et le Nord de la Grande-Terre,
- 10 m sur les sommets de la chaîne montagneuse,
- 1 m sur le littoral sous le vent.

Dans le temps, d'une année sur l'autre, la pluviométrie annuelle varie en fonction des perturbations de la circulation générale de l'atmosphère et des effets locaux convectifs (réchauffement des masses d'air sur les terres) et orographiques (élévation des masses d'air sous l'influence des vents ascendants sur les reliefs). Il est, alors, remarquable que les îles de faible dimension, ou au relief peu marqué, sont affectées d'une plus grande irrégularité pluviométrique que les îles montagneuses.

En effet, le *coefficient d'irrégularité* (rapport de la pluviométrie décennale humide à la pluviométrie décennale sèche) varie de 1.8 dans l'Est et le Nord de la Grande-Terre, à 1.4 sur les sommets de la Basse-Terre. De même, la variabilité saisonnière, au sein d'une année, diminue dans les régions les plus arrosées. Ainsi, le rapport des totaux pluviométriques du mois le plus humide au mois le plus sec varie de 5 en Grande-Terre à seulement 2 en Basse-Terre.

Concernant les ressources en eau de surface des plus grands bassins versants de la Guadeloupe, les coefficients annuels d'écoulement (rapport du volume d'eau écoulé dans une rivière au volume d'eau précipité sur son bassin versant), varient, en année normale, de 5 % en Grande-Terre, à plus de 60-70 % en Basse-Terre.

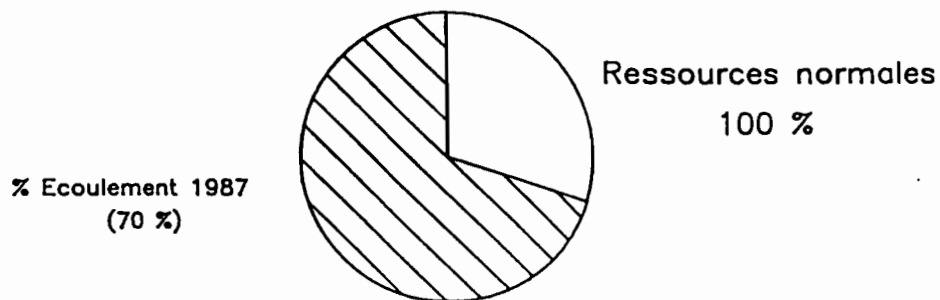
Finalement, non seulement les ressources en eau de surface d'une île telle que la Grande-Terre sont nettement moins abondantes que celles d'une île comme la Basse-Terre (dans un rapport de l'ordre de 1 à 100), mais, de plus, sont-elles plus dépendantes des aléas climatiques et donc plus irrégulières dans le temps.

#### Programmes de recherche scientifique

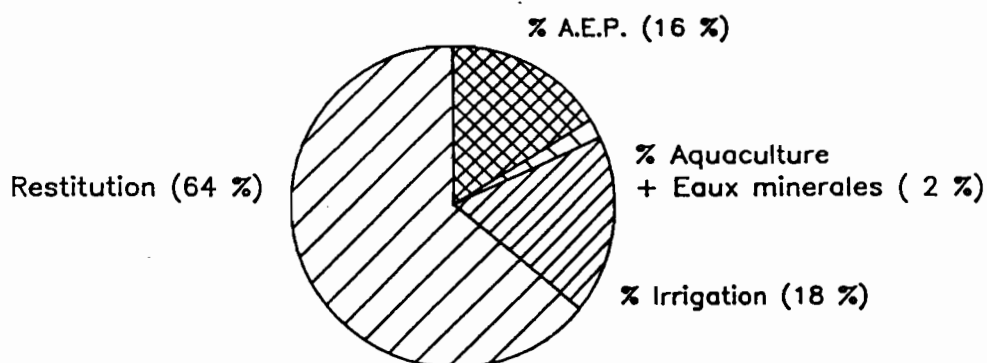
Après avoir établi l'inventaire des ressources disponibles, l'ORSTOM axe, aujourd'hui, ses recherches hydrologiques en Guadeloupe sur les thèmes de recherche suivants :

- relations entre la variabilité spatio-temporelle des précipitations et les types de temps,
- influence du relief sur la répartition des précipitations,
- simulation du fonctionnement hydrodynamique des bassins versants,
- et modélisation mathématique de la gestion des systèmes d'eau.

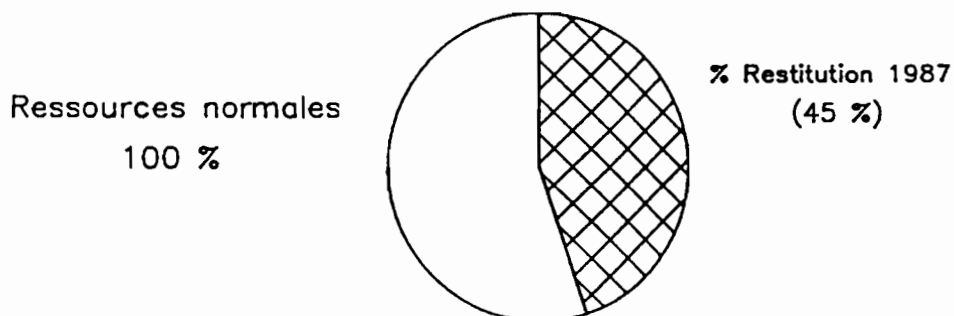
Les chercheurs de l'ORSTOM ont effectué des travaux utilisant des méthodes récentes de géo-statistique pour étudier les *relations entre la variabilité spatio-temporelle des précipitations et les types de temps*, à partir des données de pluviométrie journalière disponibles, et des profils verticaux de l'atmosphère obtenus à partir des radio-sondages effectués par la Météorologie Nationale. Ces études ont débouché sur la mise en évidence de classes de précipitations liées à la structure de l'atmosphère, et d'une relation existant entre les phénomènes 'El nino' (échauffement du Pacifique équatorial Est) détectables dès les mois d'octobre ou novembre, et les sécheresses exceptionnelles observées en Guadeloupe, au cours des carêmes des années suivantes (janvier à avril).



Les ressources des bassins versants en 1987



Utilisation des ressources en 1987



Fraction des ressources normales  
restituées en 1987

*L'influence du relief sur la répartition des précipitations* est étudiée à partir d'une analyse fine des averses ; les premiers résultats laissent penser que l'augmentation de la pluviométrie en altitude est due aux faibles intensités pluviométriques que l'on observe sur des durées plus longues qu'en plaine, plus qu'à une apparition plus fréquente de fortes intensités de précipitation, ou qu'à une augmentation de ces dernières, comme il pouvait être permis de le penser. Cela souligne, par ailleurs, que la contribution des averses de forte intensité à la pluviométrie annuelle est bien supérieure dans les zones faiblement arrosées que dans les régions montagneuses.

La *simulation du fonctionnement hydrodynamique des bassins versants* a été faite pour certains bassins de la Grande-Terre et de la Basse-Terre au pas de temps mensuel ou journalier. Les travaux s'orientent vers l'élaboration d'un modèle adapté aux bassins versants montagneux et qui prendrait, notamment, en compte la forte variabilité spatiale des précipitations sur de faibles pas de temps.

En Basse-Terre, l'aménagement de retenues permettra de régulariser les disponibilités des cours d'eau en étiage. En Grande-Terre, sont aménagés des réservoirs-tampons (Letaye-Amont en service depuis 1978, Gachet mis en eau dès 1989). Il s'agit là d'un schéma classique qui consiste à prendre l'eau là où elle se trouve pour l'acheminer vers des régions où elle fait défaut. Encore faut-il que ce transfert s'effectue dans les conditions optimales, définies plus haut, à savoir de protection de l'environnement et de satisfaction optimale des besoins. Le Département de la Guadeloupe assisté de la Direction de l'Agriculture et de la Forêt s'y attache depuis bientôt 20 années avec l'appui des services techniques et des instituts de recherche en place. C'est ainsi, que parmi les décisions les plus récentes, dès le mois de mai 1989, une équipe d'ingénieurs de l'ORSTOM s'attèlera à l'élaboration d'un système expert d'aide à *la gestion d'hydro-aménagements*. Ce système-expert sera appliqué à l'optimisation des règles de gestion des ouvrages destinés à l'irrigation de la Grande-Terre, en prenant en compte la variabilité de la disponibilité de la ressource, et une évolution des besoins. Il sera possible de la transposer à l'analyse du fonctionnement d'autres systèmes d'eau en Guadeloupe, ou dans d'autres régions.

Par ailleurs, l'ORSTOM peut apporter le concours des compétences de ses chercheurs dans l'étude des écosystèmes terrestres et aquatiques, et de leur évolution. L'action de l'homme sur le milieu peut conduire à des altérations importantes des états de surface des bassins versants, à des modifications des régimes hydrologiques, ou des équilibres écologiques de la faune et de la flore aquatiques. La connaissance que l'ORSTOM a acquise des milieux tropicaux et équatoriaux en Afrique, dans le Pacifique, aux Antilles, en Guyane, ou en Amérique Latine peut être mise à profit par nos partenaires de la région Caraïbe.

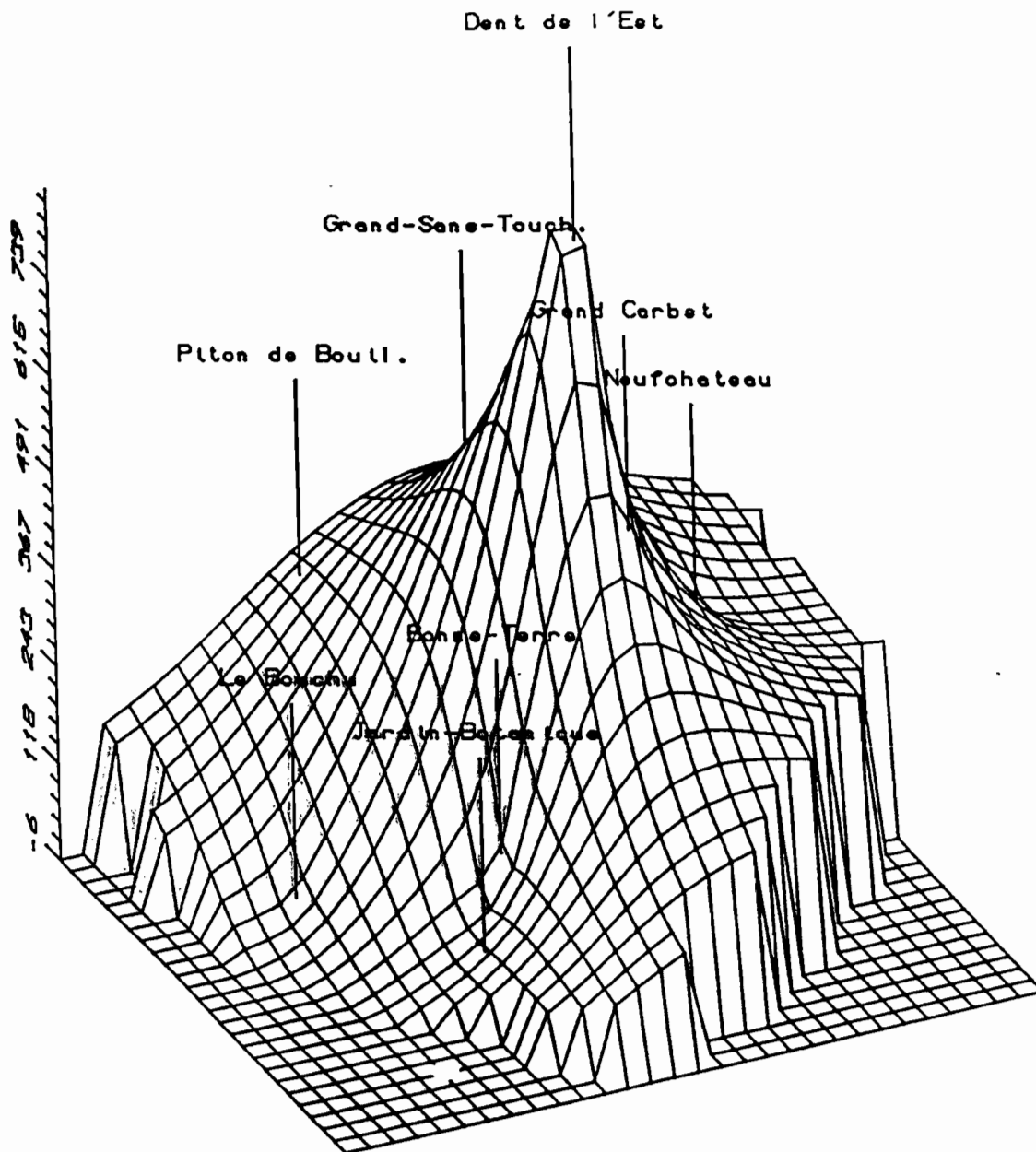
### Conclusion

Comme on l'a vu précédemment, la densité des informations hydro-pluviométriques acquises en Guadeloupe, les technologies de pointe utilisées, les récents acquis des programmes de recherche poursuivis, son savoir-faire en matière de modélisation des écoulements et des systèmes d'eau, et sa capacité à faire appel à des experts dans de multiples disciplines touchant à l'étude des écosystèmes, permet à l'ORSTOM d'assurer des actions de transfert de connaissance, sous l'aspect :

- d'expertise ou de conseil auprès des services gestionnaires des ressources en eau,
- de formation de personnel d'encadrement technique,
- de collaboration à l'implantation et au suivi de réseaux de mesures hydro-pluviométriques,
- de participation à des colloques ou séminaires,

en privilégiant, chaque fois que cela sera possible, le développement d'un réel partenariat, et d'une collaboration sur des objectifs de recherche communs.

Au-delà de ses actuelles capacités, précédemment décrites, le Centre ORSTOM de la Guadeloupe pourra être amené à diversifier ses actions en fonction des demandes exprimées par nos partenaires caraïbéens, dans la mesure où ces dernières s'inscriront dans le cadre des missions attribuées à l'Institut, de recherche et de formation pour le développement en coopération, et où elles seront concertées avec les organismes français intervenant dans la région.



Pluviométrie cumulée de février à mars 1987 dans le sud de la Basse-Terre

Représentation en 3 dimensions en mm

## Variability and management of surface water resources

Marc Morell<sup>1</sup>

### Summary

The ORSTOM activities in the Caribbean are briefly introduced. In Guadeloupe, ORSTOM has developed advanced research for many years, with the help of his own means, and the support of the Local Assemblies.

In a constricted tropical island, with a large spatiotemporal variability of rainfall and water surface resources, we indicate the interest in controlling an automated hydrological and rain gauge network, and in developing research on mechanisms which rule rainfall and runoff, in order to give a basis to plan water resources management. The experience in Guadeloupe is an example for the latest technology used, as well as for the important means available to the scientific research programmes we are carrying on :

- relation between the spatiotemporal supply of rainfalls and the type of weather,
- influence of relief on the rainfall distribution,
- modelling of the surface runoff,
- and of the water system functioning.

ORSTOM can make his Caribbean partners benefit by the results of its research, its experience, and the technologies it masters while operating mission of:

- expert evaluation and advice for the administrative service in the neighbouring countries,
- participation in colloquia or seminars related to water control,
- technicians training for modern methods of acquisition and data processing,
- collaboration on implantation and exploitation of a network for hydrology and rain gauge measures,
- and to give French or foreign research some effective means of analysis.

### Résumé

Les activités de l'ORSTOM dans la région Caraïbe sont présentées sommairement. En Guadeloupe, l'ORSTOM a su développer depuis plusieurs années, avec ses moyens propres et le soutien des Assemblées Locales, des recherches avancées en hydrologie.

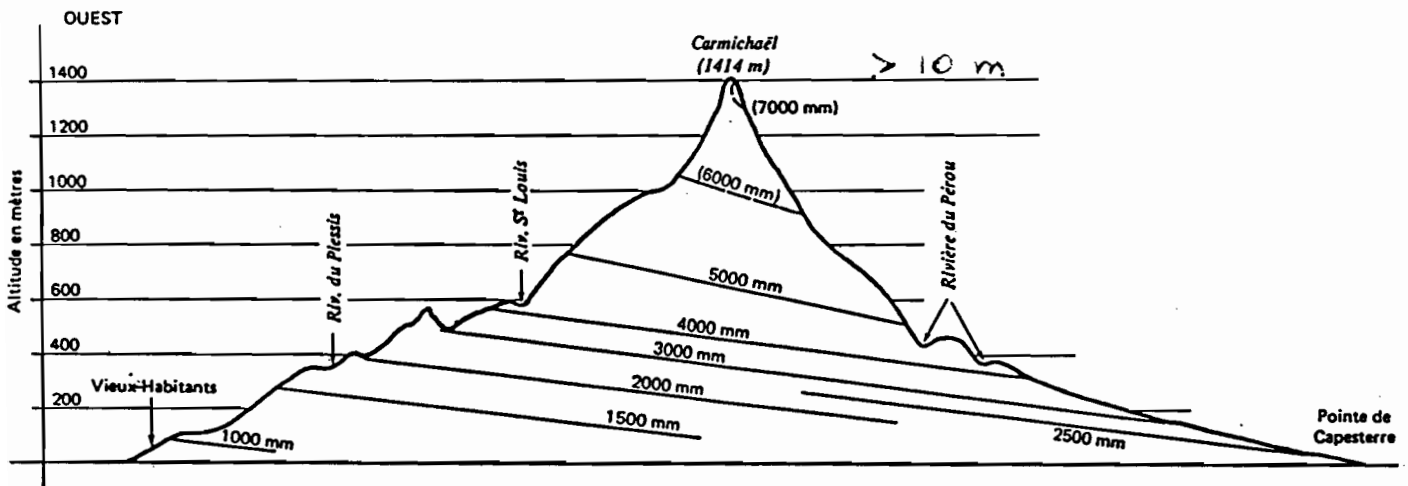
Dans un milieu insulaire tropical contrasté, présentant une forte variabilité spatio-temporelle des précipitations et des ressources en eau de surface, il est montré l'intérêt de gérer un réseau hydro-pluviométrique automatisé, et de développer des recherches sur les mécanismes qui régissent les précipitations et les écoulements, afin de fournir les bases d'une planification de la gestion des ressources en eau. L'expérience de la Guadeloupe est exemplaire à travers les technologies de pointe utilisées, et les moyens importants mis à la disposition des programmes de recherche scientifique poursuivis :

- relation entre la distribution spatio-temporelle des précipitations et les types de temps,
- influence du relief sur la répartition des précipitations,
- modélisation des écoulements de surface,
- et du fonctionnement des systèmes d'eau.

L'ORSTOM peut faire bénéficier ses partenaires caraïbéens des résultats de ses recherches, de son savoir-faire, et des technologies qu'il maîtrise, en assurant des missions :

- d'expertise et de conseil auprès des services gestionnaires de pays voisins,
- de participation à des colloques ou séminaires relatifs au contrôle et à la gestion de l'eau,
- de formation de cadres aux méthodes modernes d'acquisition et de traitement des données,
- de collaboration à l'implantation et au suivi de réseaux de mesures hydro-pluviométriques,
- et d'offrir à des chercheurs, français ou étrangers des moyens performants d'analyse.

-----  
1. Hydrologist engineer - Head of the ORSTOM Centre in Guadeloupe



«COUPE PLUVIOMETRIQUE» AU SUD DE LA BASSE TERRE

(Passant par le Garmichaël, latitude 16° 3' 26")

## To introduce ORSTOM

ORSTOM, a French Institute of Scientific Research for Development in Service Overseas, is a public establishment. It is under the double supervision of the ministry of Research and Ministry of Service Overseas.

Its mission is to plan basic research on specific matters, contributing to the development of intertropical area while studying the physical, biological and human environment, while researching, and acting for research training. These training and research actions are engaged according to scientific and technological choices which are defined by mutual agreement between French and foreign partners.

## Activities of ORSTOM in the French West Indies

Pluridisciplinary research undertaken by ORSTOM in the French West Indies deals with the following various fields :

- demography : population dynamics in the Caribbean...
- nutrition : food consumption and nutritional condition...
- oceanography : Oceanologic Pole and Caribbean fishing means...
- entomology : insects incidence on agricultural production...
- soil science : cartography, role of organic matter in the soil erosion...
- hydrology : regional monography, physics of atmosphere, modelling...

This last field is a science whose subject is in a broad sense, the study of the water cycle in nature. In guadeloupe it has contributed to identify a focus of attention based on 30 years of experience acquired in the environment of a tropical island.

## Hydrology in Guadeloupe

### Introduction

In an island context, with rigorous geographical limits and renewable natural resources, but finite in the mathematic sense of the term, water saving needs a peculiar attention.

Surface water, in stream flows or stored in ponds or in artificial reservoirs, constitutes a natural resource, in general easily exploited, and whose abundance is linked to the climate and physical characteristics of their watersheds.

The availability in surface water on an island represents at the same time a potentiality, some constraints, and a limit to its socioeconomic development.

This is the reason why, it is for the control services to define a strategy aiming at :

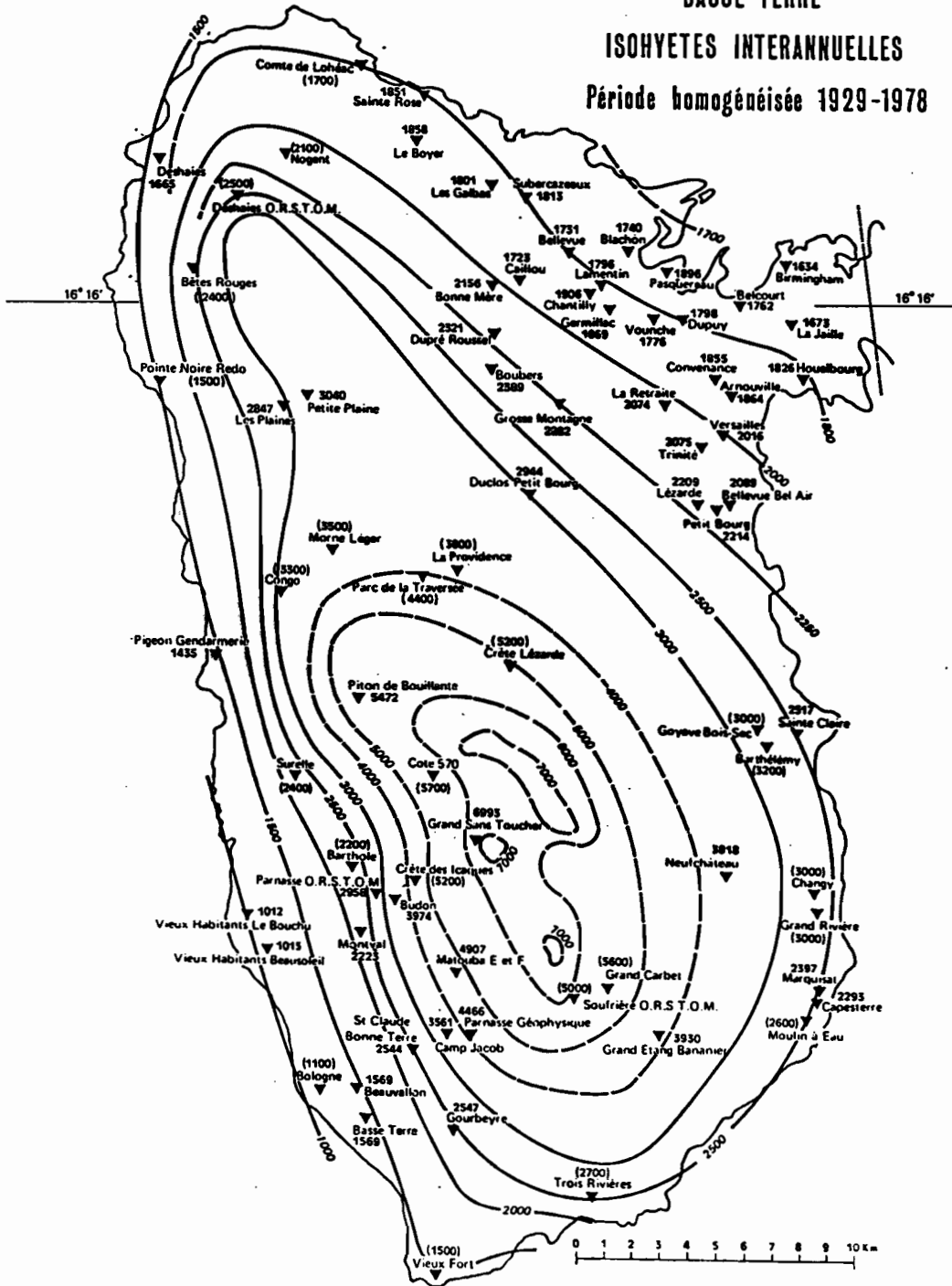
- making an inventory of surface water, and estimating its variability,
- protecting its quality,
- planning its management.

To establish an inventory of surface water resources and to estimate their spatiotemporal variability, it is necessary to follow a network of a stream and rainfall gauging stations. The choice for the types of equipment, their places, and the length of time of their observations depends on the nature of the problems and of the specific characteristics of the physical environment to be studied.

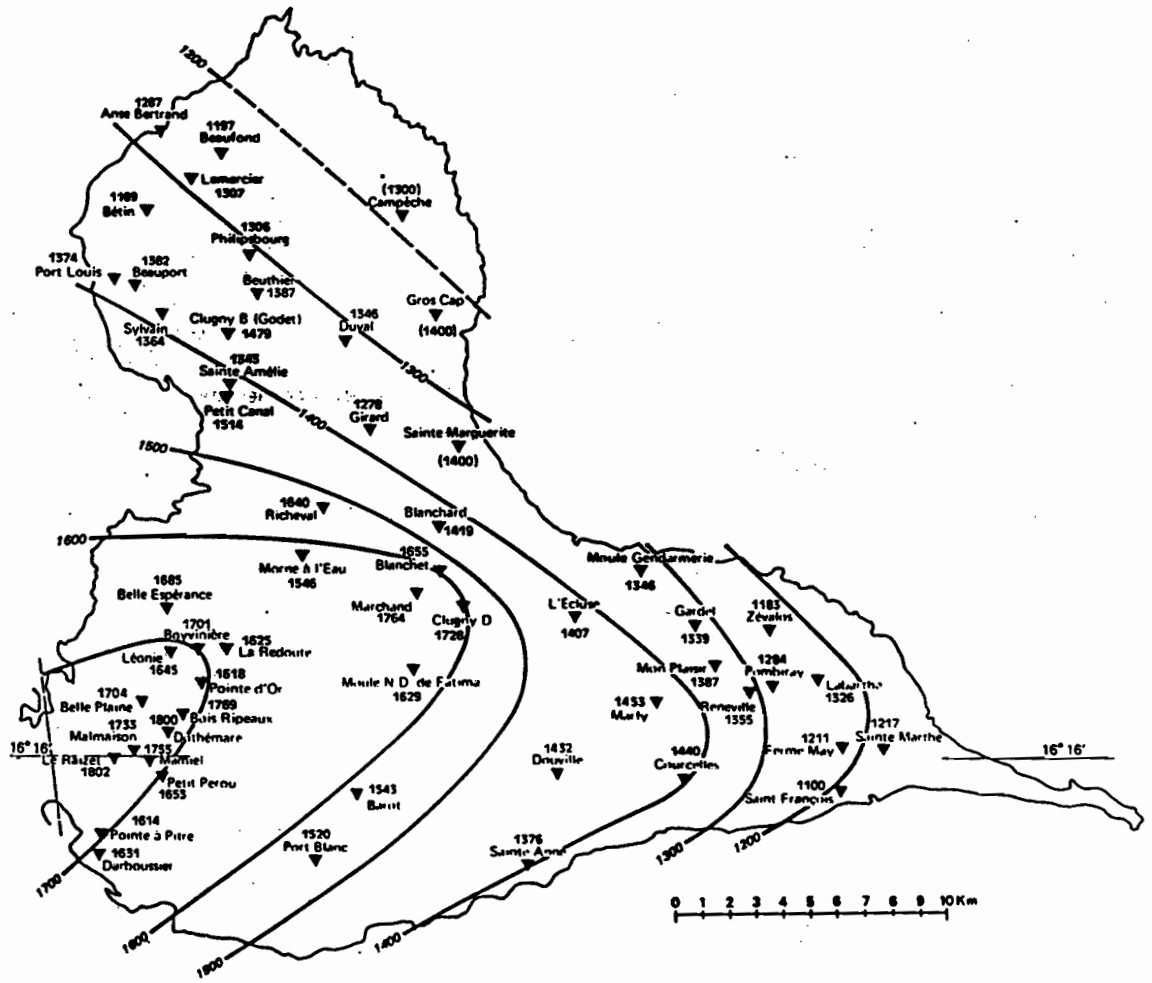
Seen from the angle of the natural risks, it is advisable to analyse the conditions of formation and the characteristics of devastating floods, in order to master their effects. These studies are necessary to know the dimensions of the bridges, of protection or storage, and the cartography of areas liable to flooding.



BASSE-TERRE  
 ISOHYETES INTERANNUELLES  
 Période homogénéisée 1929-1978



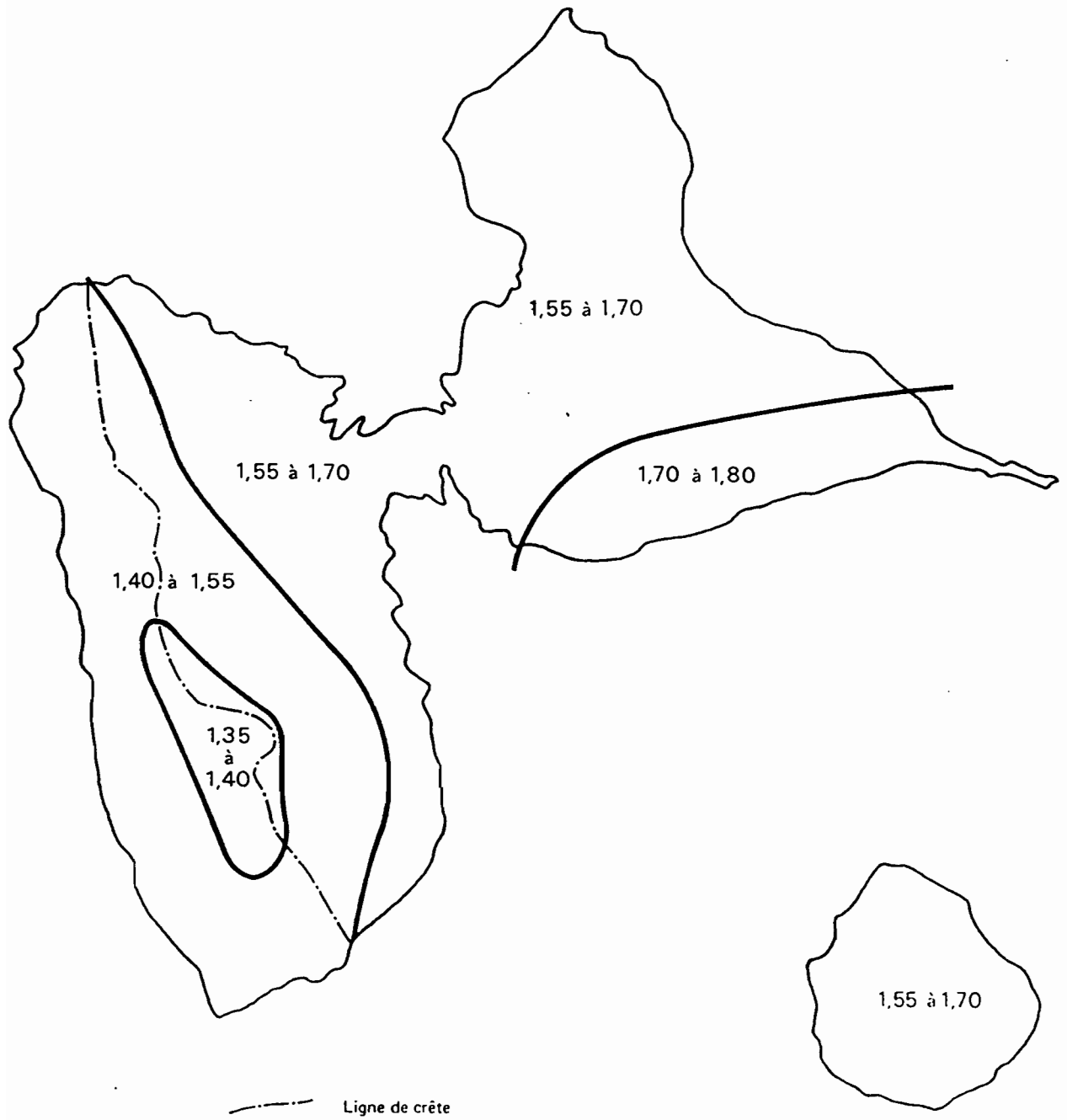
**GRANDE-TERRE**  
**ISOHYETES INTERANNUELLES**  
 Période homogénéisée 1929-1978



**LÉGENDE DES FIGURES 3-1, 3-2 et 3-3**

- 1376  
▼  
Pluviométrie moyenne interannuelle, homogénéisée sur la période 1929-1978, pour une série d'au moins 6 années
- (1400)  
▼  
Pluviométrie moyenne interannuelle, estimée pour une série de moins de 6 années (ou pour une station non retenue dans l'homogénéisation)

VARIATION DU COEFFICIENT D'IRRÉGULARITÉ  
INTERANNUELLE K3



To protect the quality, it is necessary to realise a specific study of their environment and the conditions of their renewal, then to identify the sources of pollution, and, in the end, to define high-quality objectives.

Finally, the planning of water resources management will take into account the previous steps, and rely on a prospective analysis for the needs of the different users. The planning will consist in defining a policy which will aim at respecting as well as possible the requirements, of contradictory appearance, of the protection of environment (maintenance of minimum discharges in the streams) and of the economical development (satisfaction of needs).

The choices concerning the place and the dimension for equipment implantation (water river intake points, pipes, compensating or storage reservoirs for regulation or storage, irrigation channels...), and the definition of the rules for a control of a precise timing (decisions to be taken on the D-day) will be based on a mathematical modelling approach of the water systems.

### Variability of surface water resources

Guadeloupe presents us with an exceptional place to study in the environment of a tropical island, regarding the diversity of its soils, its climate, and the physiographics characteristics of its watersheds.

Grande-Terre is made of limestones with a relatively low elevation, whose superficies is equal to 570 km<sup>2</sup>. It is subject to rainfall whose annual total, in a regular year, varies between 1200 mm in the East and the North, and 1700 mm in Pointe à Pitre. Dry decennial pluviometry (with a return period of 10 years), represents from 65 to 75 % of the interannual average. The effort for an optimal agricultural production needs a complementary water supply by irrigation when the rainfall deficit penalises plants growth.

Basse-Terre superficies is equal to 950 km<sup>2</sup>, and reaches 1467 m at its highest point. The mountain range with a North-South orientation presents an effect of barrier to the Easterly winds, and leads to an orographical phenomenon (upthrust of air mass). The average interannual rainfall varies from 2 m on the windward coast, to 1 m at the tops, to go down to 1 m on the leeward littoral.

Globally, Guadeloupe, due the presence of its lands, multiplies by 2 or 3 the amount of the rainfalls on the surrounding ocean (estimated at 900 mm a year).

The hydrological characters of the watershed of Grande-Terre and Basse-Terre are also very different. The gullies of Grande-Terre only flow when strong showers cause overland flows in the watershed, after having saturated the clayed soils. On the contrary, the Base-Terre rivers have a permanent flow. It is supplied by the overlands flows in the rainy season, and supplied by the reappearance of ground water in the dry season.

Consequently, in Guadeloupe, most of the fresh water supply comes from the constantly flowing rivers of Basse-Terre. It is only intended for aquaculture, industry, and mainly for irrigation. However, these resources vary :

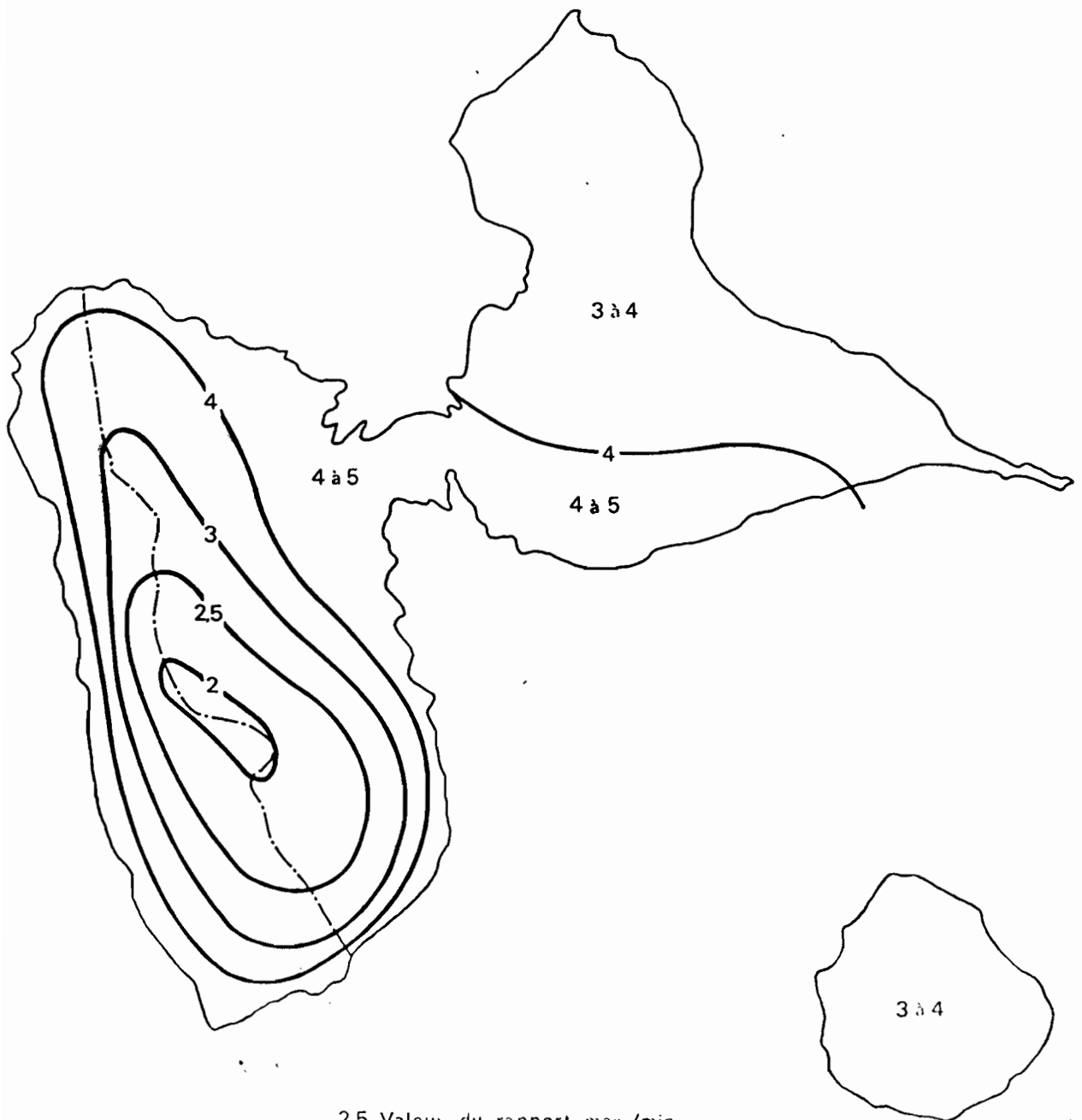
- in time, since directly linked to rainfalls,
- and in space, the watersheds being of different sizes and variable aptitude for flowing, and situated in more or less rainy areas.

This is why, ORSTOM has proceeded to inventory of surface water resources on the main watersheds, and to study their variability. Today, ORSTOM controls a network of 24 stream gauging stations and a network of 40 rainfall gauges, 10 of them being set up at an height superior than 1000 m. These networks are on the way of automation and permit to collect continuously a dense information of hydrological and stream gauging, with the help of electronic recorders, some of them equipped with ARGOS transmitters (teletransmission by satellites). In Pointe à Pitre, ORSTOM Centre has purchased an ARGOS station for direct reception and thus receives information coming from Guadeloupe, Guyana, and even from Africa on time.

The data processing is done as soon as they are received, and the necessary time limits for their analysis are thus very short thanks to efficient specific softwares.

RAPPORT DE LA PLUVIOMÉTRIE MOYENNE MENSUELLE

MAXIMALE A LA MINIMALE



2,5 Valeur du rapport max./min.

These means to accumulate, to process and to analyse the data, permit ORSTOM to respond to the needs of the Conseil Général, for the studies linked to the data of rainfalls at any time step (seasonal distribution, daily rainfall, exceptional intensities etc...), and to the information about flows ( yearly and monthly flows, phases of depletion or flood...). These studies allow in particular to give the dimension for the expected equipment on the streams and bridges.

We previously printed out the large spatial variability of yearly rainfalls :

- 1.2 m for rainfalls in the East and the North of Grande-Terre,
- 10 m on the tops of the mountains range,
- 1 m on the leeward littoral.

In time, from a year to the next, the yearly rainfall varies depending on the disturbances of the general movement of the atmosphere and on the local convective (warmer air mass elevation on lands) and orographic (rise in air mass under the influence of ascending winds) effects. It is thus striking to see that islands of small dimension, or of low elevation, are assigned to a larger rainfall irregularity than the mountainous islands.

In fact, the coefficient of irregularity (ratio of the humid decennial rainfall, to the dry decennial rainfall) varies from 1.8 in Grande-Terre, to 1.4 on the summits of Basse-Terre. Similarly, the seasonal variability, within a year, diminishes in the most rainy areas. The rainfall totals ratio of the most rainy to the driest month varies from 5 in Grande-Terre to only 2 in Basse-Terre.

As regards the surface water resources of the watersheds in Guadeloupe, the annual coefficient for flows (ratio of water volume in a river to the rainfall volume on its watershed), varies in a regular year, from 5% in Grande-Terre, to more than 60-70 % in Basse-Terre.

Finally, not only are the surface water resources in an island such as Grande-Terre less abundant than those in an island similar to Basse-Terre (in a ratio from 1 to 100), but also they are more dependant on climatic factors and therefore more irregular in terms of time.

#### Scientific research programmes

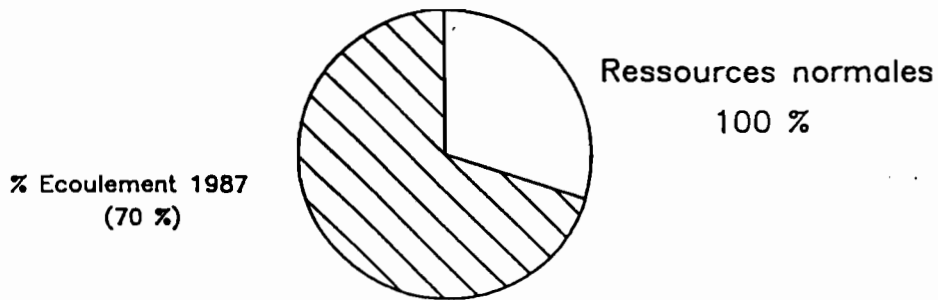
After having established the inventory of available resources, ORSTOM presently centres its hydrological research in Guadeloupe on the following research themes :

- relations between variability of rainfall and types of weather,
- relief influence on rainfall distribution,
- simulation of the hydrodynamic functioning of the watersheds,
- mathematic modelling of water systems planning.

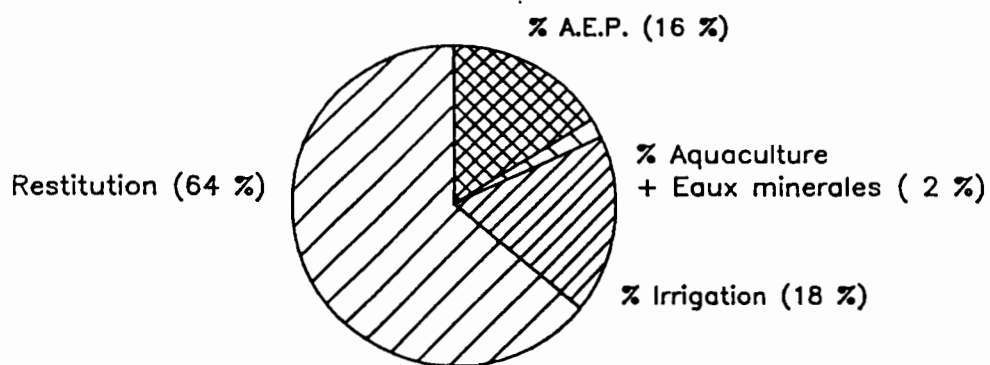
The ORSTOM researchers have worked using automatic geostatistic methods to study relations between spatiotemporal variability of rainfall and types of weather, studying the available daily rainfall and profiles of the atmosphere data obtained from the radio-soundings done by the National Meteorology Service. These studies have brought about the evidence of rainfall classes linked to the atmospheric structure, and of an connection between the "El nino" phenomenon (higher temperature of the Eastern Equatorial Pacific Ocean) detectable from October to November, and the exceptional droughts observed in Guadeloupe during the dry seasons of the following years (from January to April).

The relief influence on rainfall distribution is studied on the basis of a fine analysis of showers; the first results let us think that the rise of rainfall on elevation is more due to the low rainfall intensities we observe on longer period of time than in the plain, than to a more frequent appearance of strong rainfall intensities, or to a rise of the latest as we could have thought.

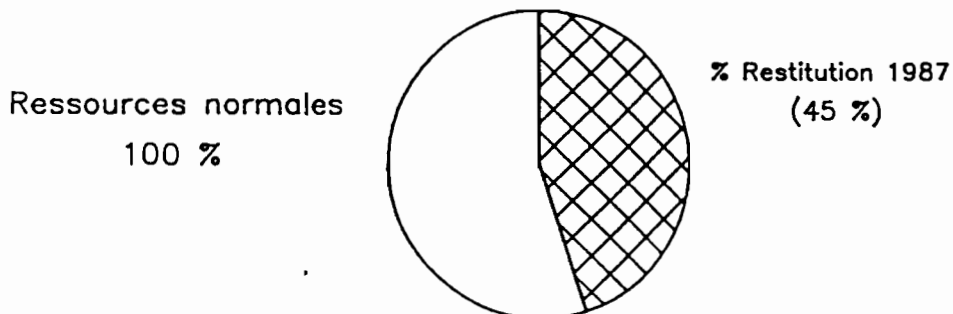
The simulation of the hydrodynamic functioning of the watersheds has been done for some watersheds in Grande-Terre and in Basse-Terre in a month or in a day. Works are oriented towards the development of a model adapted to mountainous watersheds and which would particularly take into account the large spatial variability of rainfall in a short time.



Les ressources des bassins versants en 1987



Utilisation des ressources en 1987



Fraction des ressources normales restituées en 1987

In Basse-Terre, the implantation of reservoirs will permit to regularize the streams availabilities for minimum flow. In Grande-Terre, storage reservoirs have been made (Letaye-Amont in service since 1978, Gachet in 1989). This is a classic way to take water where it is abundant and to lead it to the area where it is lacking. But, this transfer has to be done with optima conditions, previously defined, that is protection of environment and satisfaction of requirements. The Conseil General, assisted by the Direction of Agriculture and Forest, has been following it closely for almost 20 years with the help of technical services and institutes of research. Consequently and among the most recent decisions, in may 1989, a team of ORSTOM engineers will work on the elaboration of an expert system helping for the hydrodevelopment control. The expert system will contribute to the optimisation of control rules for works aiming at irrigating Grande-Terre, in taking into account the variability of available resource, and the evolution of needs. It will be possible to transpose it to the analysis of other water systems functioning in Guadeloupe and in the neighbouring islands.

Furthermore, ORSTOM can help with its competent researchers to the study of land and aquatic ecosystems and theirs evolutions. The action of man in the environment can lead to important alteration of surface state of watersheds, to modifications of hydrologic systems or ecologic equilibriums of aquatic fauna and flora. The information acquired by ORSTOM in tropical and equatorial environments that is in Africa, in the Pacific area, in the West Indies, in Guyana, or in South America can be turned to account for our Caribbean partners in these perspectives of research.

### Conclusion

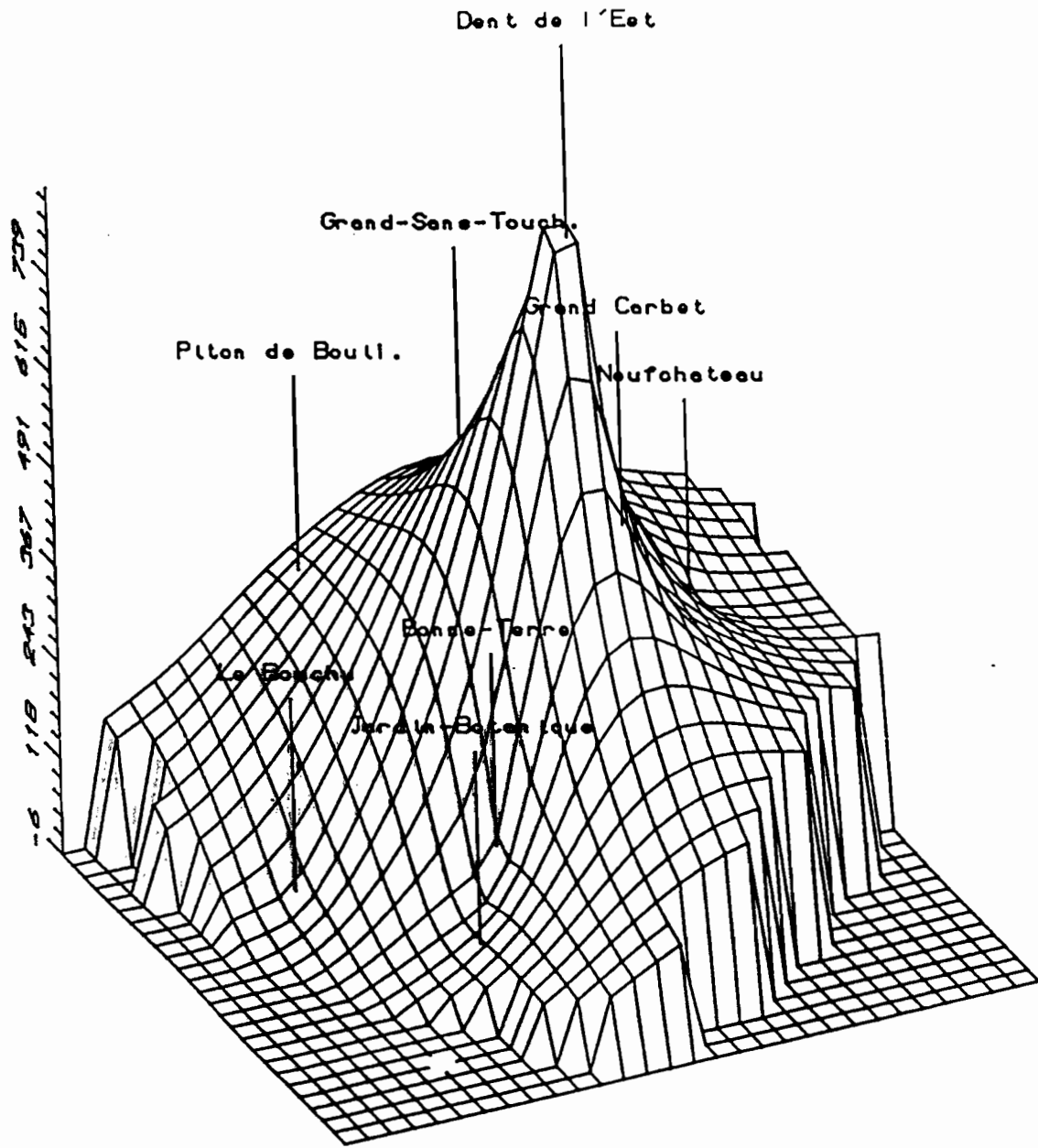
As we have previously seen, the density of hydrologic and rainfall information acquired in Guadeloupe, the latest technology used, the recent experiences for research programmes, its practice for flows and water system models, and its possibility to ask for experts in various matters concerning the study of ecosystems, allow ORSTOM to assume actions of knowledge transfer towards the Caribbean countries, under the following aspects :

- expert evaluation or advice for management services,
- training of technical staff,
- collaboration on implantation and supervision of hydrology and stream gauge measures networks,
- participation to colloquia, seminars...

in favouring, as much as possible, the development of a real partnership.

Beyond the present possibilities formely described, the ORSTOM Centre in Guadeloupe may be induced to diversify its actions depending on the demands of our Caribbean partners, as far as they apply to the initial mission given to the Institute, that is research and training for the development overseas.





Pluviométrie cumulée de février à mars 1987 dans le sud de la Basse-Terre

Représentation en 3 dimensions en mm