

930396



DIRECTION DEPARTEMENTALE

DE L'EQUIPEMENT  
DE LA GUADELOUPE

- - \* \* \* - -

ORSTOM

INSTITUT FRANCAIS  
DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

- - \* \* \* - -

Evaluation et prédétermination des  
débits de crue

- - \* \* \* - -

Rapport de stage

de

Bruno ZENKER, élève à l'ENTPE

Maître de stage : M<sup>r</sup> VIAL COLLET  
Chef de l'Arrondissement Opérationnel de la D.D.E.

Ingénieurs d'accueil: M<sup>r</sup> MORELL Directeur de l'ORSTOM  
M<sup>r</sup> ZANONI Chef du Bureau d'Etudes de la D.D.E.

Pointe à Pitre, Août-Septembre 1987.

ORSTOM  
HYDROLOGIE  
DOCUMENTATION

Fonds Documentaire ORSTOM



010018830

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: BX18830 Ex: unique

## SOMMAIRE

### INTRODUCTION

#### I - LA D.D.E. DE LA GUADELOUPE

- A - Présentation de la Guadeloupe
- B - Présentation de la D.D.E.

#### II - L'INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

- A - Présentation générale
- B - L'ORSTOM en Guadeloupe
- C - Le Service Hydrologique
- D - Relations ORSTOM - D.D.E.

#### III - METHODES D'EVALUATION ET DE DETERMINATION DES DEBITS DE CRUE

- A - Méthodes d'évaluation utilisées par l'ORSTOM
- B - Méthodes de prédétermination de débits de crue
- C - Remarques sur les différentes méthodes

### CONCLUSION

#### ANNEXES :

- Note sur la crue du 16 novembre 1986 de la rivière Moustique
- Carte de la Caraïbe
- Organigramme de la D.D.E.
- Découpage en subdivision de la Guadeloupe
- Carte du réseau hydro-pluviométrique de la Basse Terre
- Schéma d'une station téléphérique

## INTRODUCTION

Cette deuxième partie du stage concerne les méthodes d'évaluation des débits de crue des rivières, et de prédétermination des événements exceptionnels.

La connaissance de ceux-ci intéresse directement plusieurs domaines d'activités et permet, entre autre, le dimensionnement des ouvrages d'art, ou d'évacuateurs de crues des retenues destinées à l'agriculture ou à l'alimentation en eau de la population.

Ainsi cette partie du stage est en relation avec la précédente relative à l'organisation du captage, de l'acheminement, et de la distribution en eau potable de la ville de Birmingham.

Ce rapport contient une présentation de la Guadeloupe et de sa D.D.E., ainsi que de l'ORSTOM où j'ai participé à l'élaboration d'une note concernant la crue du 16 novembre 1986 de la rivière Moustique de Petit Bourg.

Il présente, par ailleurs, la description des méthodes employées par l'ORSTOM et par la D.D.E. pour évaluer les débits de crue des rivières.

## I - LA D.D.E. DE GUADELOUPE

### A - Présentation de la Guadeloupe

Située au sommet de l'arc des Petites Antilles (cf. carte en annexe), la Guadeloupe (328 400 habitants en 1982) réunit en fait deux îles séparées par un simple bras de mer, la rivière salée.

A l'ouest, la Guadeloupe proprement dite, plus communément baptisée Basse Terre, est paradoxalement la partie la plus montagneuse. Dominée par le volcan de la Soufrière (1467 mètres), elle est couverte de forêts tropicales denses. On y cultive au nord la canne à sucre et au sud la banane exportée jusqu'en 1980, à partir du port de Basse Terre dont la ville est aussi le siège de la préfecture et des administrations. Depuis cette date est utilisé le terminal à conteneurs de Jarry (5ème de France).

A l'est, la Grande Terre, plus petite que sa voisine, est de formation calcaire et plutôt plate. Domaine de la canne à sucre, et aujourd'hui du tourisme hôtelier, elle vit surtout autour de la capitale économique de l'île, Point à Pitre où se trouvent concentrées les activités essentielles : aéroport du Raizet, Port autonome de Jarry, port de passagers...

Cinq autres îles dépendent administrativement de la Guadeloupe. Trois situées à proximité immédiate : les Saintes, Marie Galante et la Désirade ; deux autres plus lointaines : Saint-Martin et Saint-Barthélémy.

### B - Présentation de la D.D.E.

La D.D.E. de la Guadeloupe regroupe près de 800 personnes, son territoire est réparti en 10 subdivisions (cf. en annexe l'organigramme et le découpage des subdivisions).

L'organigramme présente deux particularités :

- Le Directeur du Port Autonome de Jarry, détaché du Ministère de l'Équipement, est en même temps Chef du Service Maritime et des Bases Aériennes.

- Le Service des Phares et Balises, réduit à une subdivision est dirigée par un Ingénieur Divisionnaire, le seul cadre A du Service.

Parmi les problèmes auxquels est confrontée la D.D.E., la sécurité routière et les constructions sans permis présentent une importance particulière :

- Le taux d'accidents de la circulation est le double de celui de la métropole. En plus de l'amélioration du réseau routier et de sa participation au programme REAGIR, la D.D.E. intervient par des campagnes d'information visant à modifier le comportement des conducteurs.

- Le phénomène des constructions sans permis se traduit par un habitat de très mauvaise qualité construit sur des terrains inappropriés. La D.D.E. participe au programme de résorption de l'habitat insalubre et mène une campagne d'information. Celle-ci, associée à des aides financières de l'Etat a fait augmenter de 50% les demandes de permis de construire au cours des 4 premiers mois de 1986.

## II - L'INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION (ORSTOM)

### A - Présentation générale

L'ORSTOM est un établissement public à caractère scientifique et technologique. Il est placé sous la double tutelle du Ministre chargé de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, et du Ministre de la Coopération.

Les recherches entreprises concernent le développement des pays et des peuples du monde inter-tropical. Elles s'inscrivent dans le cadre de 5 départements dont les champs d'activité sont:

- Terre, Océan, atmosphère
- Milieux et activités agricoles
- Eaux continentales
- Homme et santé
- Villes, sociétés, développement

Les objectifs de recherche sont identifiés en fonction de choix scientifiques et technologiques en accord avec les partenaires nationaux ou étrangers.

Les connaissances obtenues procurent les éléments de décision nécessaires au développement économique, social et culturel des pays hôtes.

Plus de 500 chercheurs travaillent en Afrique, dans les régions de l'Océan Pacifique et de l'Océan Indien, en Asie du Sud Est, en Amérique Latine, en Amérique Centrale et dans les Caraïbes.

### B - L'ORSTOM en Guadeloupe

Les activités du centre ORSTOM de Guadeloupe s'articulent actuellement autour de 4 disciplines :

- Hydrologie
- Physique de l'atmosphère
- Entomologie agricole
- Démographie

Les études réalisées en Guadeloupe répondent à des préoccupations spécifiques à la région et s'intègrent aux thèmes de recherche développés par l'ORSTOM.

En Guadeloupe, l'ORSTOM dispose d'une infrastructure en locaux, matériel et personnel administratif, commune aux différents chercheurs. L'effectif actuel du centre est de 19 personnes.

## C - Le Service Hydrologique

Un ingénieur hydrologue et un physicien de l'atmosphère ont la charge des études hydrologiques entreprises en Guadeloupe.

L'ORSTOM assure le financement d'études hydrologiques fondamentales entrant dans le cadre de vastes programmes de recherche :

- influence du relief sur la répartition des précipitations,
- classification des différents types de temps,
- influence de la topographie sur les mesures de précipitations...

Le financement d'études finalisées est acquis auprès des assemblées locales (Conseils Général ou Régional) par l'intermédiaire des Services Techniques Départementaux (essentiellement D.D.A. ou D.D.E.) :

- gestion du réseau hydrométrique de la Basse Terre,
- mesures des débits d'étiage et de crues,
- étude hydrologique du bassin-versant de la ravine Gachet,
- étude du bilan hydrologique de la retenue de Letaye-Amont...

Sur le terrain, l'ORSTOM gère actuellement un réseau de 35 stations hydrométriques, réparties en Basse Terre et Grande Terre et autant de postes pluviographiques, implantés principalement en altitude (cf. carte en annexe). Le réseau pluviométrique est complémentaire à celui du Service de la Météorologie.

## D - Relations D.D.E. - ORSTOM

Sur proposition de la D.D.E., le Département de la Guadeloupe a passé une convention avec l'ORSTOM par laquelle celle-ci est chargée d'effectuer des mesures de débits de crue et des mesures d'intensité de pluie en Guadeloupe, la D.D.E. intervenant en tant que maître d'oeuvre.

L'étude confiée à l'ORSTOM comporte deux volets distincts nécessaires à son exécution, à savoir :

- la mise en place du matériel de mesure,
- l'exécution des mesures et l'exploitation des résultats.

### III - METHODES D'EVALUATION ET DE PREDETERMINATION DES DEBITS DE CRUE

#### A - Méthodes d'évaluation utilisées par l'ORSTOM (crue du 16 novembre 1986)

##### Jaugeage ou mesure directe du débit

La méthode directe qui consiste à mesurer les vitesses d'écoulement n'a pu être mise en oeuvre pour la crue du 16 novembre, mais il s'agit, bien évidemment, de la méthode la plus sûre pour évaluer avec précision les forts débits.

Dans ce cas, la mesure des vitesses instantanées est réalisée directement sur le terrain à l'aide d'appareils de mesure appelés moulinets qui sont suspendus à un téléphérique (cf. schéma en annexe) ou à une potence établie sur une embarcation.

Ainsi le champ des vitesses d'écoulement est exploré sur une section en travers déterminée et le débit est ensuite calculé par intégration des vitesses ponctuelles.

##### Formule de Manning-Strickler

La première méthode utilisée pour le calcul du débit de pointe de la crue du 16 novembre 1986 fait appel à la formule de Manning-Strickler qui donne la vitesse moyenne  $V$  de l'écoulement à travers un bief donné :

$$V = K * R^{2/3} * I^{1/2}$$

et donc le débit  $Q$  à partir de la section mouillée :

$$Q = V * S$$

Il a été nécessaire de réaliser un levé topographique du profil en travers de la section au niveau de la station limnigraphique, ainsi qu'un profil en long sur une cinquantaine de mètres de part et d'autre de celle-ci.

Le profil en long fournit la pente moyenne  $I$  du lit de la rivière que l'on a supposée voisine de la pente motrice de l'écoulement (faute de connaître la ligne d'eau à partir des délaissés de crue). Le profil en travers a permis de tracer la courbe cote-surface et de déterminer le rayon hydraulique  $R$ .

Le coefficient de rugosité  $K$  a été estimé à 20 d'après les calculs faits pour d'autres cours d'eau.

## Courbes d'estimation à partir de l'indice de pente

La deuxième méthode est basée sur l'utilisation d'abaques faisant intervenir les caractéristiques géomorphologiques du bassin-versant dont essentiellement l'indice de pente de Roché.

Grâce aux abaques dressées à partir des observations réalisées sur 25 bassins-versants en Guadeloupe et Martinique (cf. Etude des ressources en eaux de surface de la Guadeloupe, ORSTOM 1985), on peut déterminer en fonction de l'indice de pente  $I_p$  et de la lame d'eau annuelle moyenne précipitée sur le bassin le débit spécifique de pointe de crue exprimé en  $m^3/s/km^2$  pour une période de retour donnée.

Dans le cas de la crue du 16 novembre de la rivière Moustique, la période de retour du débit de pointe est supposée voisine de celle de l'averse qui a engendré la crue.

Enfin, les résultats obtenus par ces deux méthodes ont été comparés avec les écoulements d'autres bassins-versants survenus à la suite du même évènement pluviométrique homogène dans le temps et dans l'espace.

## B - Méthodes de prédétermination de débits de crue

### Méthodes utilisées par l'ORSTOM

Les hydrologues de l'ORSTOM déterminent les débits de pointe de crue de récurrence donnée d'un cours d'eau sur lequel ils possèdent des observations en utilisant principalement les méthodes suivantes :

- analyse hydro-pluviométrique (méthode de l'hydrogramme unitaire),
- ajustement statistique des débits de pointe à une loi des valeurs extrêmes,
- modélisation etc...

Lorsqu'il s'agit de bassins-versants non contrôlés ou sur lesquels les informations ne sont pas suffisamment consistantes, des comparaisons peuvent être faites avec des bassins-versants semblables.

### Méthode utilisée par la D.D.E.

La méthode de la D.D.E. est adaptée de l'instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations (circulaire n°77-284 du 22/6/78).

Elle a été élaborée à partir des observations pluviométriques faites de 1961 à 1977 sur la région pointoise par le service de la Météorologie Nationale.

Elle permet de calculer les débits de crue pour différentes périodes de retour, inférieures ou égales à 10 ans.

Ainsi, le débit calculé pour le dimensionnement de l'ouvrage de franchissement de la rivière Moustique a été donné par la relation :

$$Q = 2,778 * 10^{-3} * C * I * A \quad (\text{formule rationnelle})$$



A désigne la superficie en hectares, C le coefficient de ruissellement, et I l'intensité de la pluie en mm/h.

L'intensité de la précipitation de fréquence décennale est donnée par la relation:

$$I = 8.70 * T_c^{-1/2} * 60$$

où T<sub>c</sub>, temps de concentration, découle de la formule de DOUDKOWSKI:

$$T_c = (0,784 * L^3 / D)^{0.385} * 60 \quad \text{en mn}$$

où L est le plus long cheminement hydraulique (9.5 km) et D la différence d'altitude (1100 m) entre les points d'altitudes extrêmes.

$$T_c = 50 \text{ mn} \quad I = 74 \text{ mm/h}$$

Cette méthode conduit, en adoptant un coefficient d'écoulement de 70 %, à un débit de fréquence décennale de 166 m<sup>3</sup>/s.

#### C - Remarques sur les différentes méthodes

Pour la crue du 16 novembre 1986 de la rivière MOUSTIQUE, le débit estimé par l'ORSTOM était de 170 m<sup>3</sup>/s, affecté d'une période de retour probablement supérieure à 20 années.

La méthode de la D.D.E. conduisait à une estimation de 166 m<sup>3</sup>/s pour le débit de pointe décennal à une altitude inférieure.

Compte tenu des incertitudes relatives liées aux méthodes utilisées par l'ORSTOM et des approximations introduites dans le calcul effectué par la méthode rationnelle (DDE), nous pouvons conclure que les résultats des différentes méthodes appliquées à ce cas particulier sont cohérents et compatibles entre eux.

## CONCLUSION

Les méthodes de mesure de débits de hautes eaux impliquent tant en personnel qu'en matériel des moyens importants. De plus en période de crue, en Guadeloupe, les difficultés pour mesurer les vitesses d'écoulement sont nombreuses :

- les cours d'eau gonflent très rapidement et peuvent présenter des risques pour les opérateurs et le matériel,
- les turbulences rendent les mesures moins précises,
- les rivières charrient des matériaux solides (arbres, roches ...) qui peuvent endommager les moulinets...

Cependant, en l'absence de mesures sur le terrain, l'évaluation des débits de crue des rivières est rendue délicate par les marges d'incertitude qui accompagnent les différentes méthodes de calcul.

C'est pourquoi malgré les difficultés qu'impliquent des mesures 'in situ', le Département Guadeloupe, la D.D.E. et l'ORSTOM ont jugé nécessaire de mener à bien une campagne de mesures de débits de crue et d'intensités de précipitation.

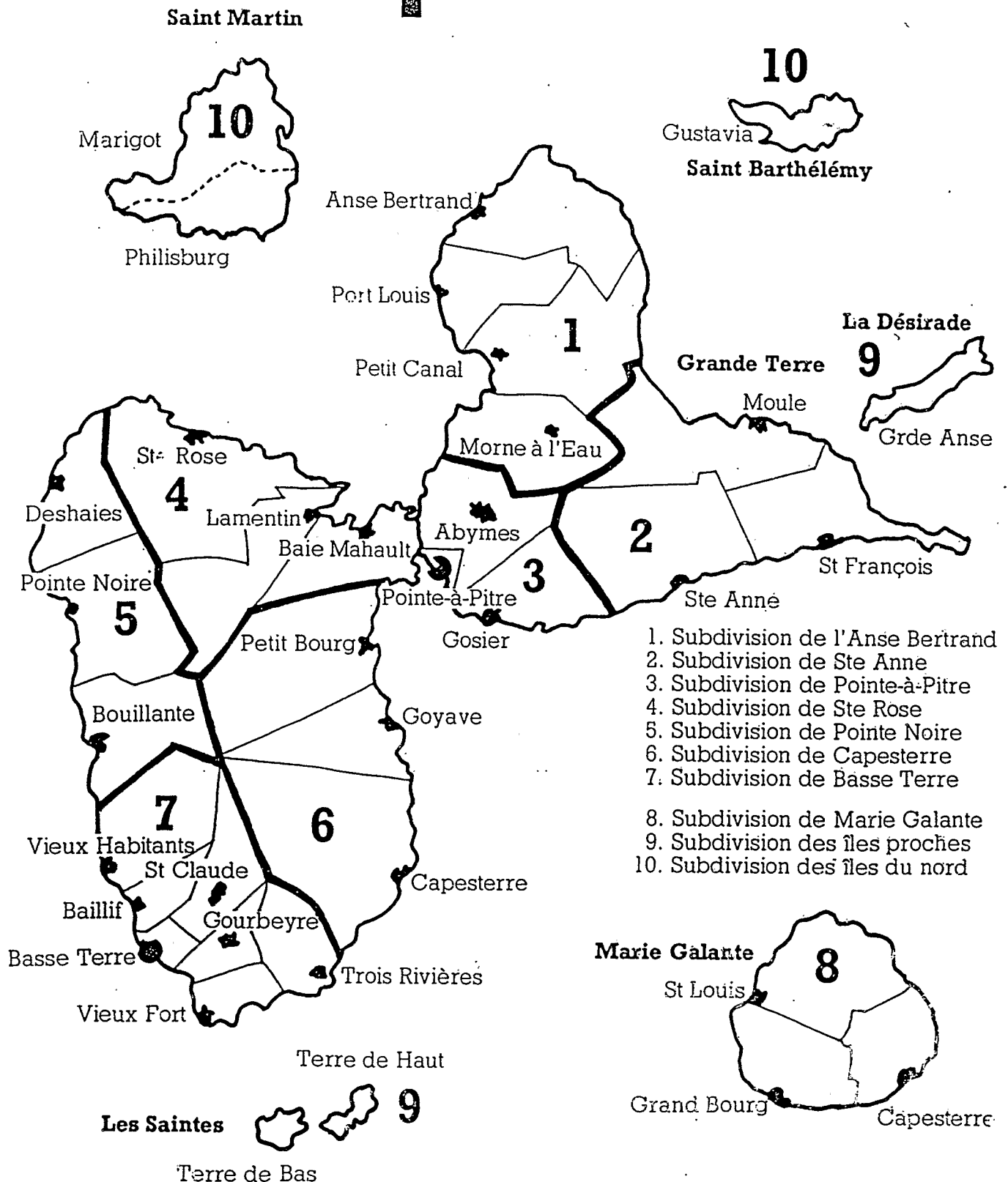
L'ORSTOM disposera alors :

- d'observations hydro-pluviométriques de longue durée sur des bassins-versants diversifiés contrôlés depuis de nombreuses années,
- de mesures effectives de débits de crue,
- de différentes méthodes de calcul de débits extrêmes,

et pourra, à la suite de l'analyse des résultats obtenus, mettre à la disposition de l'Équipement une méthode précise applicable à l'ensemble de la Guadeloupe et permettant d'évaluer des débits de pointe de période de retour allant de 1 à 50, voir 100 années.

A N N E X E S

# DECOUPAGE EN SUBDIVISION



ILES VIERGES

ANGUILLA

SAINT MARTIN

SAINT BARTHELEMY

BARBUDA

SAINT KITTS ET NEVIS

ANTIGUA

MONTSERRAT

GUADELOUPE

DOMINIQUE

MARTINIQUE

SAINTE LUCIE

SAINT VINCENT

BARBADE

GRENADE

12°  
60°

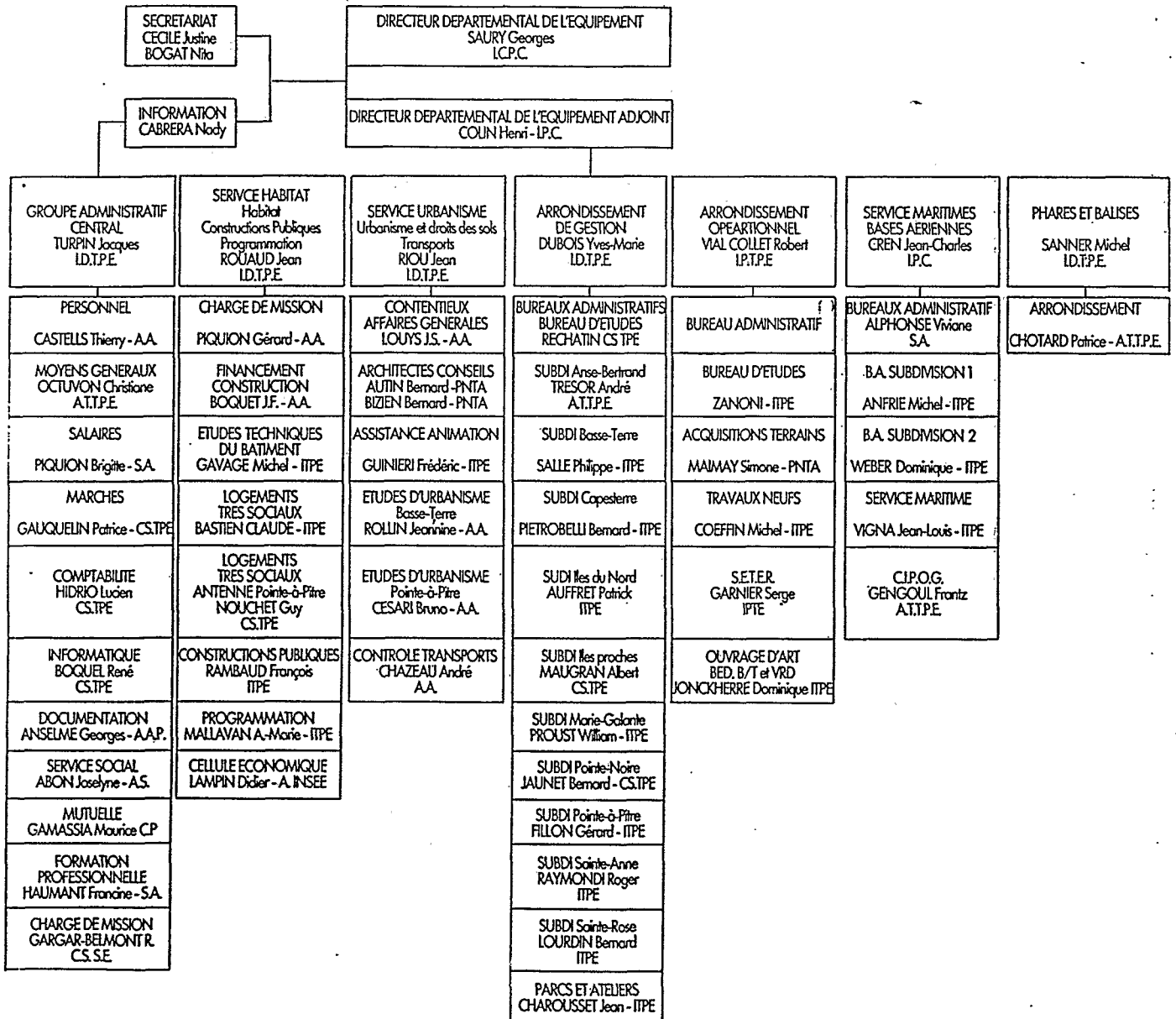
TOBAGO

MARGARITA

VENEZUELA  
TRINIDAD

50 km

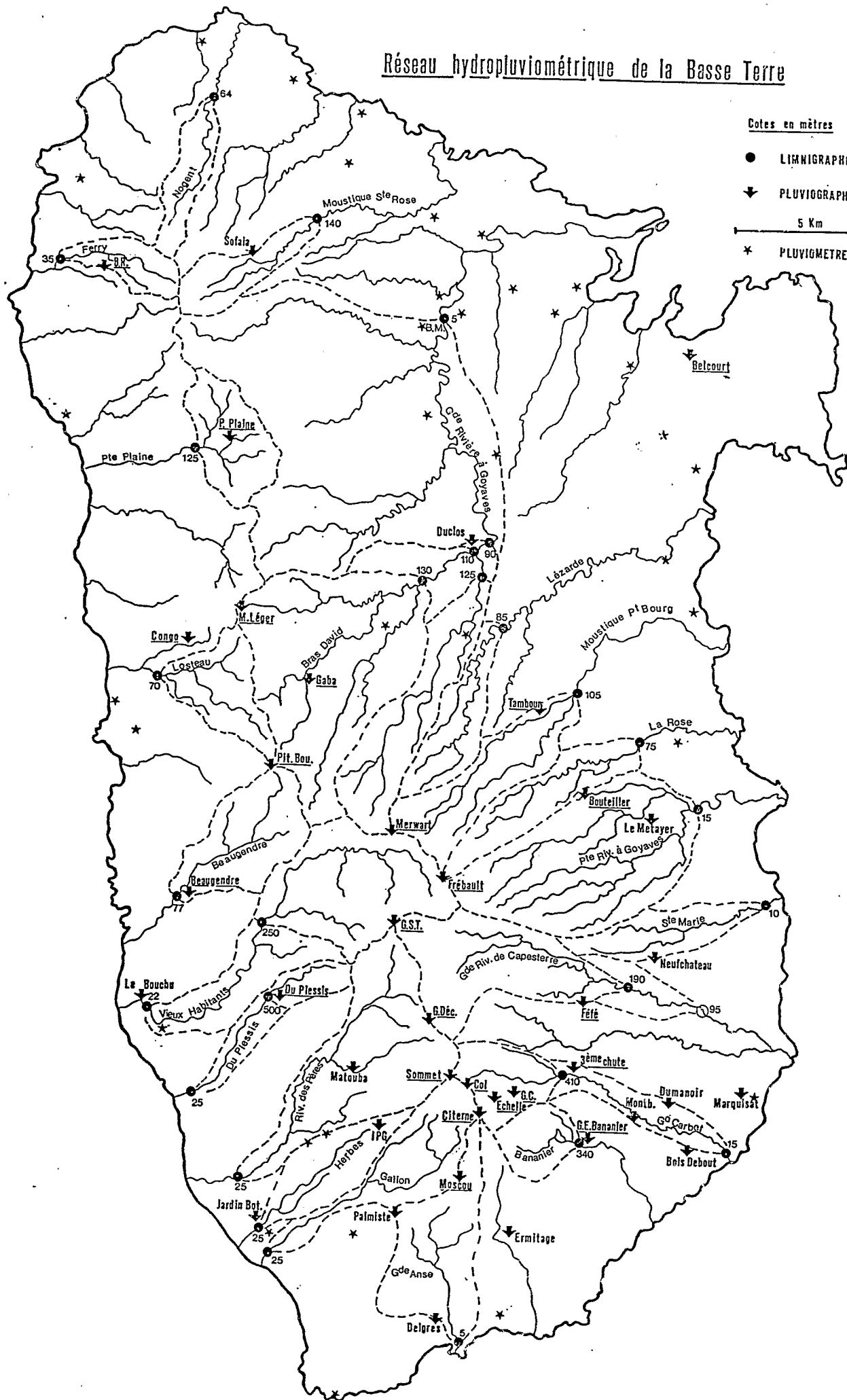
# ORGANIGRAMME



# Réseau hydropluviométrique de la Basse Terre

Cotes en mètres

- LIMNIGRAPHE
- ▼ PLUVIOMETRE Orstom
- 5 Km —
- \* PLUVIOMETRE



# Bras David cote 130

## station téléphérique

