

ORSTOM

-- *** --

INSTITUT FRANCAIS
DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT
EN COOPERATION

-- *** --

L'EAU EN GUADELOUPE :
RESSOURCE LIMITEE ET RISQUE NATUREL

-- *** --

par

Marc MORELL

Ingénieur Hydrologue à l'ORSTOM

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: *B*18819* Ex: *unique*

Centre ORSTOM de GUADELOUPE
BP 1020 - 97178 Pointe-à-Pitre

Janvier 1988

ORSTOM
HYDROLOGIE

Fonds Documentaire ORSTOM



010018819

RESSOURCE VITALE ET RISQUE NATUREL

Il est un lieu commun de dire que l'eau est un élément vital à toute activité humaine : agricole, industrielle, ou touristique. Cependant, dans un milieu insulaire tel que la Guadeloupe, aux ressources finies au sens mathématique du terme, l'économie de l'eau nécessite une attention toute particulière.

Les disponibilités en eau représenteront tout à la fois un potentiel, des contraintes et une limite au développement économique. C'est pourquoi, la gestion rationnelle globale de l'eau et la préservation de sa qualité constitue une priorité. Pour cela, il convient d'établir préalablement un inventaire des ressources disponibles, de réaliser une étude spécifique de leur environnement et des conditions de leur renouvellement, ainsi qu'une analyse prospective des besoins.

Sous l'aspect des risques naturels, il convient d'étudier 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.

La définition d'une politique globale de gestion régionale de l'eau passe nécessairement par ces étapes.

RESSOURCES EN EAUX DE SURFACE

Les ressources en eaux de surface sont constituées par les quantités d'eau disponibles dans les cours d'eau. Elles proviennent de l'écoulement direct des précipitations sur le sol ou de résurgences des nappes d'eau souterraines.

Contribution de la Grande-Terre et de la Basse-Terre

Les comportements hydrologiques des bassins-versants de la Grande-Terre et de la Basse-Terre sont très différents. Alors que les rivières de la Basse-Terre ont un écoulement permanent alimenté par le ruissellement sur le sol et par les résurgences des nappes d'eau souterraines, les ravines de Grande-Terre ne coulent que lorsque de fortes averses ruissellent après avoir saturer les sols argileux.

Les écoulements des ravines de la Grande-Terre sont donc intermittents et très aléatoires et, à coup sûr, inexistantes en période de sécheresse. Ainsi la contribution de la Grande-Terre à la mise à disposition d'une ressource permanente se limite à la possibilité d'exploiter la nappe aquifère profonde en offrant tout au plus $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$ d'après le B.R.G.M., à condition de multiplier les forages afin d'éviter le déséquilibre de la lentille d'eau douce.

L'irrigation des terres cultivées de la Grande-Terre ne peut s'envisager qu'à partir de prélèvements d'eau opérés en Basse-Terre. Des retenues de stockage servent de réservoirs-tampons, tels que la retenue de LETAYE-AMONT, ou le futur barrage de GACHET.

La majeure partie des approvisionnements en eau potable ou destinés à l'irrigation, provient donc des rivières pérennes de la Basse-Terre. Cependant ces ressources sont très variables :

- dans le temps puisque directement liées aux précipitations,
- 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.

Pratiquement les études hydrologiques en Guadeloupe sont actuellement axées sur les thèmes suivants :

* Le B.R.G.M. suit et évalue les ressources des nappes d'eau souterraines,

* La D.D.A.F. étudie la qualité des eaux de surface, et reste maître d'oeuvre en matière d'irrigation.

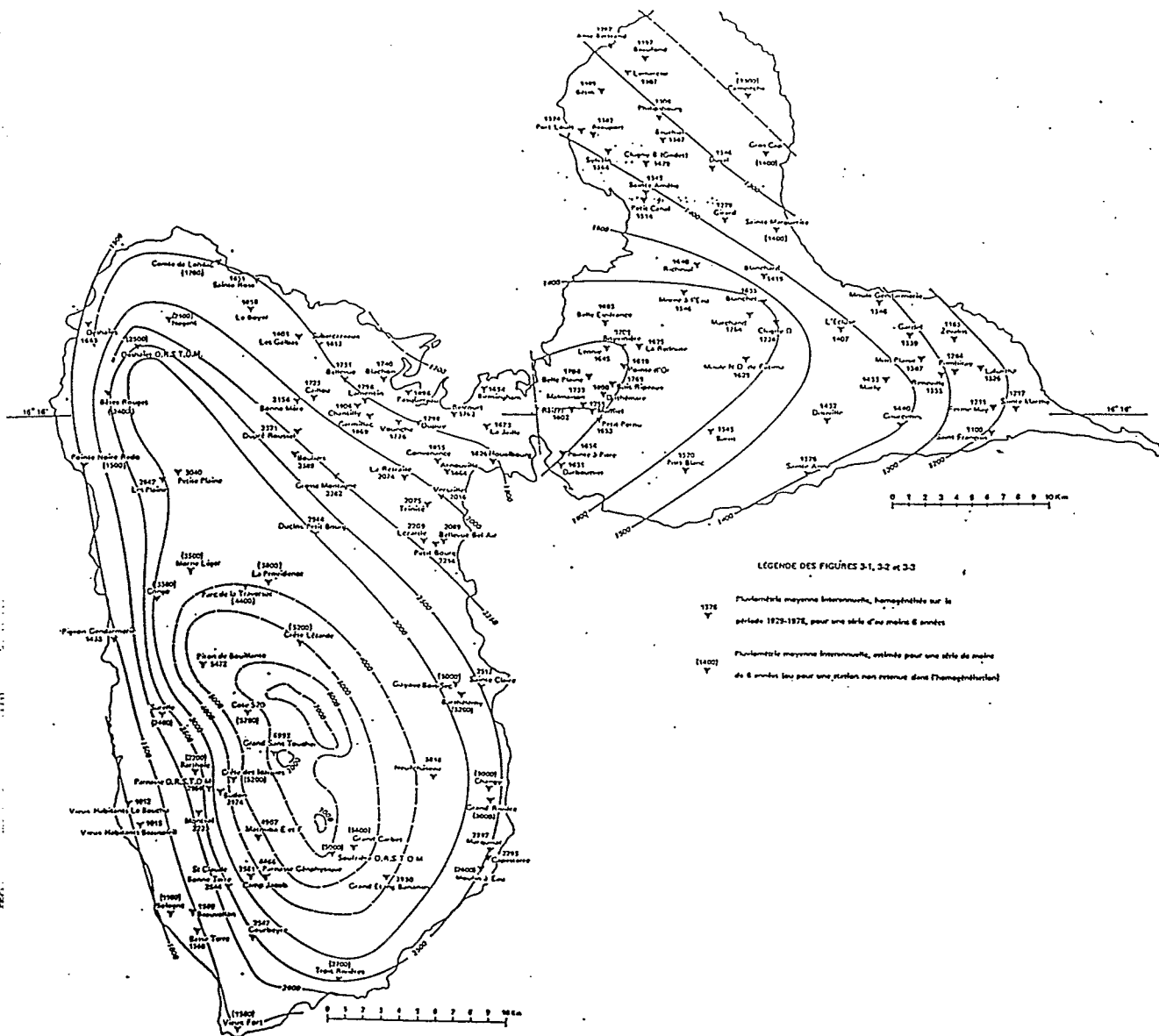
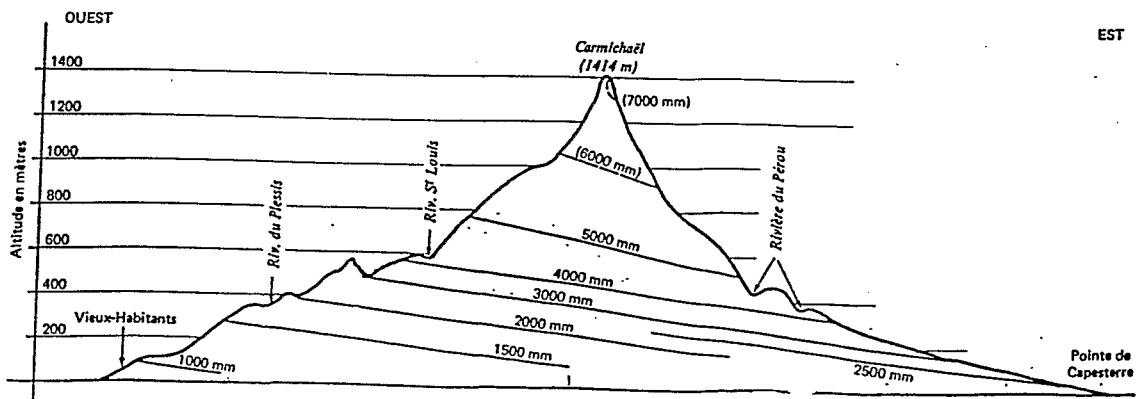


Figure 1 - Isohyètes interannuelles



«COUPE PLUVIOMETRIQUE» AU SUD DE LA BASSE TERRE

Figure 2 : Influence du relief sur les précipitations

* L' ORSTOM réalise les études de base sur :

- l' influence du relief sur la répartition spatio-temporelle des précipitations,
- la variabilité des ressources minimales en eaux de surface ,
- la caractérisation des crues exceptionnelles,
- les écoulements de Grande-Terre pour le dimensionnement des retenues.

La variabilité spatio-temporelle des précipitations

En fait, en Basse-Terre ce sont principalement les pluies d' altitude qui alimentent les cours d' eau ; d' où l' intérêt que les hydrologues de l' ORSTOM leur portent. En attendant la mise au point de méthodes d' évaluation telle que l' interprétation de l' imagerie satellitaire, l' instrument privilégié d' estimation des précipitations au sol, demeure le réseau de postes de mesures pluviométriques. L' ORSTOM dispose actuellement d' une quarantaine de pluviographes dont la moitié sont des enregistreurs électroniques à mémoire statique. Certains sont équipés de balises ARGOS ; 10 d' entre eux sont situés sur les sommets de la Basse-Terre à une altitude supérieure à 1000 m.

En Guadeloupe la saison des pluies s' étend du mois de mai au mois de décembre ; la saison sèche, ou "carême" , de janvier à avril. Mais, l' étude de la pluviométrie ne se borne pas au calcul de valeurs moyennes, mais passe par l' analyse de la distribution spatio-temporelle des précipitations.

La variabilité temporelle des précipitations est liée aux perturbations de la circulation générale de l' atmosphère. Quant à la variabilité spatiale des précipitations, elle est fonction des caractéristiques physiques qui déterminent les effets convectif et orographique.

En effet, la présence des terres de la Guadeloupe au milieu de l' océan entraîne un phénomène de convection, en échauffant les masses d' air. L' effet orographique est créé par l' obstacle qu' offre la chaîne montagneuse de la Basse-Terre aux alizés. Finalement, la Guadeloupe reçoit, en année normale, 3 à 4 milliards de m³ d' eau, multipliant par 2 à 3 la pluviométrie sur l' océan qui l' entoure, estimée à 900 mm.

L' étude de synthèse des ressources en eau de surface de la Guadeloupe, entreprise par l' ORSTOM à la demande du Département, nous a conduit à collecter, critiquer et analyser les données pluviométriques jusqu' en 1978. En voici quelques résultats.

* Pluviométrie annuelle

Les données acquises à ce jour permettent d' estimer les lames d' eau annuelles précipitées sur les sommets à près de 10 m d' eau en année normale , alors que les valeurs minimales sont de 1.2 m dans l' est de la Grande-Terre, et de 1 m au sud de la Côte sous le vent (cf. figure 1).

En Basse-Terre, les gradients horizontaux varient de 150 mm/km au nord de la Côte au vent, à 600 mm/km au sud de la Côte sous le vent. A altitude égale, la pluviométrie annuelle est nettement plus forte sur le versant au vent que sur le versant sous le vent. Ainsi sur un transect passant par la Soufrière, on a (cf. figure 2) :

Altitude	Au vent	Sous le vent
100 m	2 500 mm	1 250 mm
400 m	4 000 mm	2 000 mm
600 m	5 200 mm	4 200 mm

En Grande-Terre, la pluviométrie annuelle croît de 1200 mm à l' Est, à 1750 mm à l' Ouest.

La variabilité interannuelle peut être appréciée, par le rapport de la pluviométrie annuelle décennale humide à la pluviométrie annuelle décennale sèche. Ce " coefficient d' irrégularité " varie de 1.8 en Grande-Terre à 1.4 sur les sommets de la Basse-Terre, ce qui prouve le rôle régulateur de la chaîne montagneuse de la Basse-Terre (cf. figure 3).

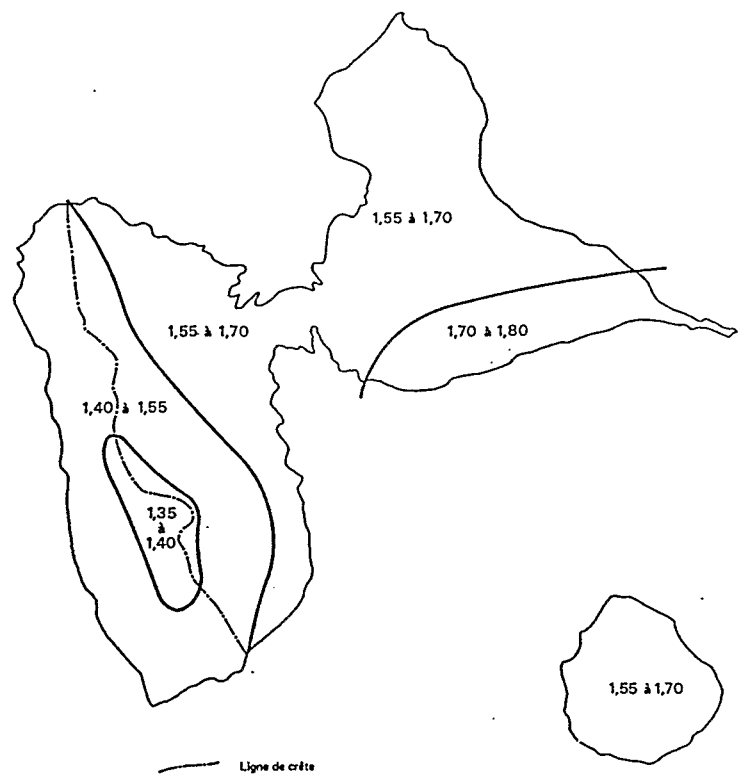


Figure 3 : Variation du coefficient d'irrégularité

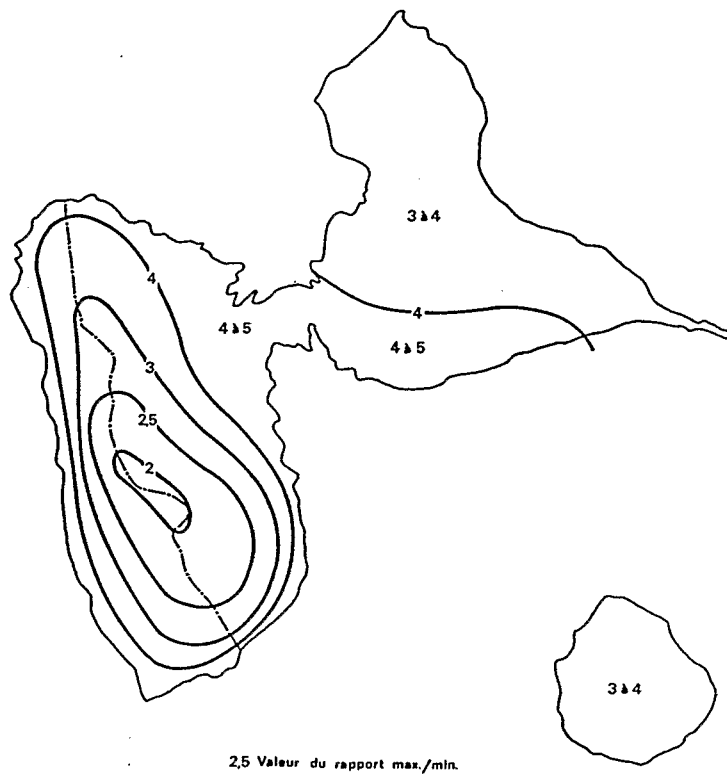


Figure 4 : Rapport de la pluie moyenne mensuelle maximale à la minimale

* Variabilité saisonnière

L'analyse des totaux mensuels permet d'apprécier la variabilité saisonnière. Elle s'exprime par le rapport du total maximal mensuel au total minimal mensuel. Il diminue quand le total pluviométrique annuel augmente. Il varie de 5 en Grande-Terre à 2 en Basse-Terre (cf. figure 4). Cela souligne encore une fois le rôle régulateur des reliefs de la Guadeloupe sur les précipitations.

* Pluviométrie journalière

Au pas de temps journalier, l'Etude des ressources en eau de surface, a permis d'estimer les précipitations journalières pour différentes périodes de retour allant de 1 à 100 années. Ainsi, il a été prouvé que les fortes précipitations ne sont guère plus élevées sur les sommets de la Basse-Terre qu'en Grande-Terre. Par exemple, la pluie journalière de retour 10 ans serait de l'ordre de 200 mm en altitude, pour 150 mm environ en Grande-Terre (cf. figure 5). La plus forte précipitation, 438.5 mm en 24 h, a été relevée au poste de CONGO, à l'altitude 190 m, lors du passage du cyclone DAVID le 28 août 1979.

* Les fortes intensités

La connaissance de courbes "Intensité-Durée-Fréquence" pour des durées inférieures à la journée est essentielle notamment pour la détermination des caractéristiques des fortes crues. A des pas de temps allant de 5 minutes à 2 ou 3 heures, on observe que les intensités des précipitations cycloniques ne sont pas supérieures à celles d'averses exceptionnelles. Ces dernières semblent d'autre part affecter autant la région de la Grande-Terre que les sommets de la Basse-Terre.

* Les sécheresses

L'analyse des sécheresses exceptionnelles de 1983 et 1987 montre que ces dernières ont affecté différemment les régions de la Guadeloupe. Ainsi, les déficits pluviométriques ont été particulièrement sensibles dans le nord de la Grande-Terre en 1983 (50% sur l'année) et dans le sud de la Basse-Terre en 1987 (60% sur les mois de février, mars et avril).

Enfin, l'analyse des structures verticales de l'atmosphère fait apparaître pour les années déficitaires des anomalies dans les hautes couches, positives en température et négatives en humidité. Ces anomalies soulignent un lien entre les sécheresses de carême aux Antilles et des phénomènes climatologiques à l'échelle planétaire. Il y a là une voie de recherche qui nous laisse espérer la prédiction des périodes de carême très déficitaires.

Disponibilités en basses-eaux et besoins

En Basse-Terre, globalement, la moitié des quantités d'eau précipitées s'écoule dans les rivières, souvent très rapidement sous forme de crues, ou en écoulement différé en période d'étiage. L'autre moitié est restituée à l'atmosphère par évapotranspiration, l'infiltration profonde étant négligeable. Un réseau hydrométrique d'une vingtaine de stations, gérées par l'ORSTOM, permet de contrôler l'écoulement des principaux cours d'eau de la Basse-Terre.

* les ressources

Pour un bassin-versant donné, la lame d'eau annuelle écoulée, rapport du volume écoulé à la superficie du bassin, est égale à la lame d'eau moyenne précipitée sur le bassin, diminuée de l'évapotranspiration estimée à 1100 mm pour les bassins-versants d'altitude, et à 1400 mm pour les bassins de piémont.

Les ressources en eaux de surface disponibles en période d'étiage sont fonctions de l'état initial de stockage des nappes en début de saison, et de leur réalimentation par les précipitations en cours de carême.

Or, l'augmentation des prélèvements d'eau en provoquant une diminution des débits des cours d'eau accentue les effets de la pollution, surtout en période de basses-eaux alors que les besoins en eau de bonne qualité croissent. Ainsi, le débit naturel du bassin de la Grande Rivière à Goyaves a-t-il été diminué des deux tiers en avril 1987, à la suite des prélèvements successifs destinés à l'irrigation de la Grande-Terre, à l'alimentation en eau potable de Pointe à Pitre, et à la dérivation du canal du Lamentin alimentant l'usine de Grosse-Montagne et à la suite des divers prélèvements autorisés ou non. La rivière a été à sec au niveau du pont de Prise d'Eau. On a vu, alors, s'aggraver les phénomènes de pollution dans le bief aval, sans que n'apparaissent de nouvelles sources de pollution.

Le Département par l'intermédiaire de la D.D.A.F. dresse la carte de la qualité des eaux superficielles. Elle est en cours de réalisation et sera approuvée en 1988. Elle permettra de dresser un constat de la qualité des cours d'eau de Guadeloupe et débouchera sur la définition d'objectifs de préservation.

En fait, la préservation de la qualité de l'eau doit conduire au contrôle des sources de pollution, et au maintien dans les cours d'eau de débits minimum réservés.

LA GESTION

Devant l'augmentation des besoins et la nécessité d'exploiter une ressource dont on perçoit les limites, il est impératif de définir une politique globale d'exploitation et de préservation des eaux de surface, appuyée sur les inventaires établis et les études d'optimisation de gestion qui restent à entreprendre.

Les solutions qui doivent être apportées doivent répondre à des objectifs contradictoires, à savoir la satisfaction des besoins et le maintien dans les rivières de débits minimums réservés, ce qui ne se fera pas sans difficultés. L'apport de modèles d'optimisation d'une gestion intégrée des systèmes d'eau au pas de temps journalier, adjoints à des modèles de simulation d'écoulement naturel, est fondamental pour mettre en évidence les solutions les mieux adaptées et les points de rupture.

Les problèmes soulevés sont complexes car ils font intervenir des contraintes hiérarchisées. La non-satisfaction des besoins peut en effet induire différents niveaux de gravité, selon la nature du besoin, et selon la probabilité d'occurrence, le niveau, et la durée de la défaillance. Dans les cas où tous les besoins ne pourront pas être totalement satisfaits, des choix devront conduire à définir des priorités.

En conclusion, la gestion rationnelle de l'eau dont la demande tend vers le disponible, implique schématiquement :

- de préserver la ressource dans son milieu naturel par le maintien de débits minimums réservés et le contrôle de l'impact des sources de pollution,
- de sensibiliser les utilisateurs à l'économie de l'eau, notamment celle destinée à l'irrigation,
- d'envisager des possibilités de réserve d'eau dans des retenues de stockage,
- de simuler le fonctionnement des systèmes d'eau pour différents scénarios,
- de travailler sur des objectifs de prévision météorologique des périodes déficitaires.

PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS

Aux Antilles, la protection des personnes et des biens contre les inondations est une priorité associée aux dispositions à prendre contre les effets liés aux cyclones (vent et houle) et aux risques sismiques.

Les crues les plus fortes sont engendrées en Guadeloupe par des épisodes pluvieux intenses et parfois de courte durée survenant sur des sols saturés et très pentus en Basse-Terre. Les temps de réponse des bassins-versants étant très courts, il est difficile de mettre en oeuvre des procédures de prévision. Les débits peuvent passer d'1 m³/s à 300 m³/s en moins d'une demie-heure. Les expériences réalisées en Martinique à partir d'observations-radar n'ont pas été concluantes à ce jour.

Par contre, les études hydrologiques entreprises depuis 20 années par l' ORSTOM ont permis la prédétermination des crues de fréquence rare, c' est à dire principalement l' estimation des débits de pointe de forte période de retour, par des méthodes statistiques, par le calage de modèles pluie-débit sur des bassins observés ou par l' application de formules empiriques ou d' abaques pour les cours d' eau qui n' ont pas été suivis.

Selon la pente des bassins-versants, les débits spécifiques des crues annuelles varient de 3 à 6 $m^3/s/km^2$, et du double pour les crues décennales. Ces valeurs sont modulées en fonction de la pluviométrie annuelle moyenne sur les bassins-versants (cf. figure 6) .

A partir de ces données de base, il est ainsi indispensable de prendre :

- des mesures d' ordre technique visant à l' écrêtage des crues (aménagement de PETIT-PEROU), ou à l' évacuation rapide des eaux (dimensionnement correct des ouvrages), ou à la protection des zones inondables (construction de digues...),
- et des mesures en matière de règlementation d' occupation des sols, et de construction dans des zones à risque.

Pour traiter ce dernier point, il est nécessaire, comme cela est déjà envisagé, de dresser une carte des zones potentiellement inondables.

CONCLUSION

Nous avons vu que les besoins actuels en eau, au cours du carême, sont évalués à environ 5 m^3/s , dont 2.5 m^3/s sont destinés à l' irrigation de la Grande-Terre, alors que les ressources naturelles en eaux de surface sont estimées, en année normale, à 10 m^3/s .

Le cas de la Grande Rivière à Goyaves est significatif. Des prélèvements multiples peuvent diminuer des 2/3 le débit de la rivière et accentuent les effets de la pollution dans son bief aval.

Jusqu' alors, en Guadeloupe, les études hydrologiques entreprises par l' ORSTOM se sont principalement portées sur la description du milieu physique, sur l' inventaire quantitatif des ressources disponibles , sur leur variabilité, et sur l' analyse d' évènements rares. Plus récemment, la D.D.A.F. dressait une carte de la qualité des eaux douces.

Ayant complété, éventuellement, les inventaires des ressources, et après avoir réalisé une analyse prospective des besoins des différents secteurs (eau potable, touristique, industrielle, agricole, aquaculture ...), les actions à entreprendre seront de différents ordres :

- préserver la qualité de la ressource dans son milieu naturel par :
 - le maintien de débits minimums réservés
 - et le contrôle des sources de pollution,
- sensibiliser les utilisateurs à l' économie de l' eau, notamment celle destinée à l' irrigation,
- envisager des possibilités de réserve d' eau dans des retenues de stockage,
- simuler le fonctionnement des systèmes d' eau pour différents scénarios,
- travailler sur des objectifs de prévision météorologique des périodes déficitaires.

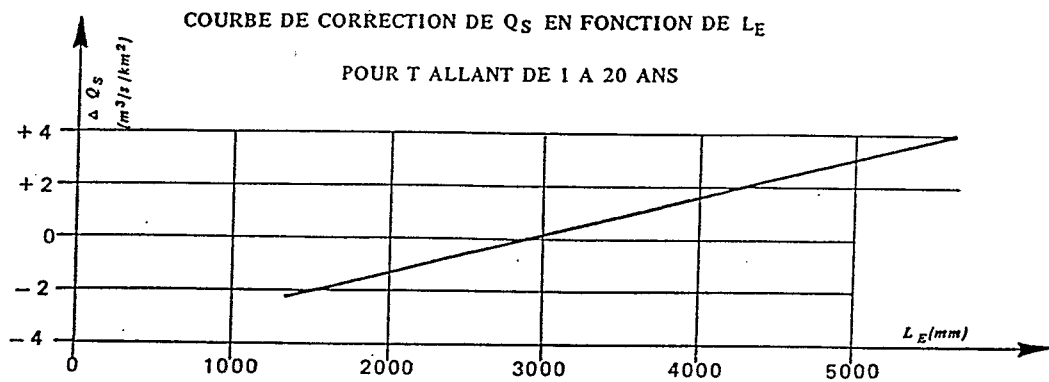
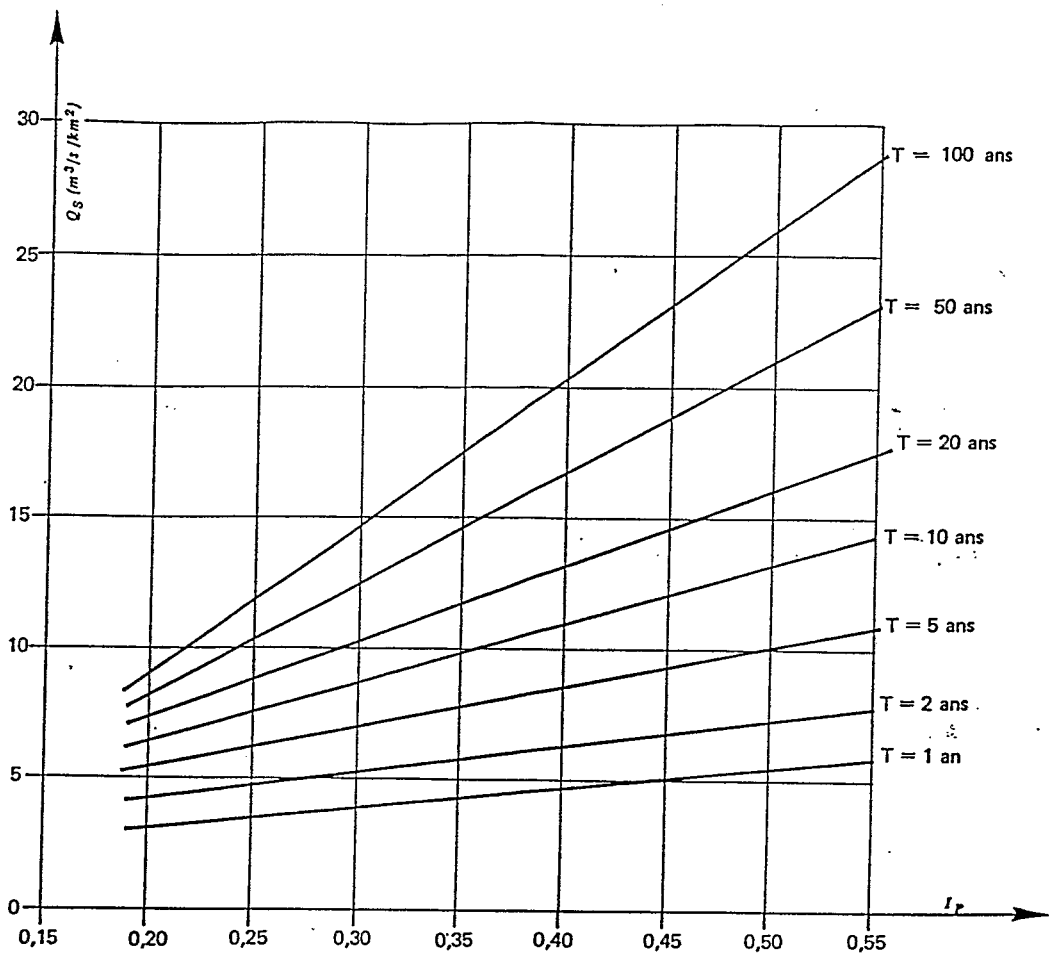


Figure 6 : Courbes d'estimation du débit spécifique de pointe de crue de récurrence T en fonction de I_p

BIBLIOGRAPHIE

- SERVICE DE L'AMENAGEMENT DES EAUX OUTRE-MER NORD - 1967
Les adductions d' eau en Guadeloupe. Besoins et ressources.
Etat de la situation au 1^{er} avril 1967.

- DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT (GUADELOUPE) - 1967
Etude des besoins en eau potable du Grand Pointe-à-Pitre.
et de la Grande-Terre (Habitat, Industrie, Tourisme). Echancier des besoins.

- HOEPPFNER (M) - 1982
Conséquences sur l' environnement de projets d' équipement aux Antilles et en Guyanne.
ORSTOM - Pointe à Pitre

- LE QUENTREC (M) - 1983
Le radar comme aide à l' estimation quantitative des précipitations.
Prévision des crues éclair en Martinique.
METEOROLOGIE NATIONALE - Fort de France

- ROCHE (M) - 1983
Lutte contre les inondations dans les DOM-TOM.
Problèmes concernant l' occupation des lieux et les règles de construction.
ORSTOM - Paris

- CHAPERON (P), L'HOTE (Y), VUILLAUME (G) - 1985
Les Ressources en eaux de surface de la Guadeloupe.
ORSTOM - Paris

- HOEPPFNER (M), MORELL (M), ROSSIGNOL (D) - 1985
La sécheresse de 1983 en Guadeloupe.
ORSTOM - Pointe à Pitre

- HOEPPFNER (M), MORELL (M), ROSSIGNOL (D) - 1985
Variabilité des pluies et des écoulements en milieu insulaire à relief contrasté.
ORSTOM - Pointe à Pitre

- MORELL (M) - 1986
Influence du relief sur les précipitations (séminaire "Volcans") .
ORSTOM - Pointe à Pitre

- AGENCE DEPARTEMENTALE D' URBANISME ET D' AMENAGEMENT
DE LA GUADELOUPE - 1986
Tableau de bord de l' environnement de la Guadeloupe 1986.

- DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L' AGRICULTURE - 1986
Inventaire des prélèvements d' eau dans les bassins-versants de la Basse-Terre.
D.D.A. - Basse-Terre.

- ROSSIGNOL (D) - 1987
Classe de précipitations.
Structure verticale de l' atmosphère, Anomalies climatiques.
ORSTOM - Pointe à Pitre

- HOEPPFNER (M), MORELL (M), ROSSIGNOL (D) - 1987
Les étiages de 1987 - ORSTOM - Pointe à Pitre