

IB – CONSULT

— * * * —

ORSTOM

— * * * —

Institut français
de recherche scientifique
pour le développement
en coopération

ETUDE HYDROLOGIQUE
DU QUARTIER D'ORLEANS
SAINT-MARTIN

par

*Marc Morell,
Patrick Danard et Eric Plantier*



Pointe-à-Pitre, octobre 1990

L'étude entre dans le cadre du projet de rénovation d'habitat insalubre (R.H.I.) et de l'aménagement du Quartier d'Orléans dont la Municipalité de Marigot et la Société SEMSAMAR, sont les maîtres d'ouvrage.

L'ORSTOM est chargé par le bureau d'études IB-CONSULT de procéder à l'étude hydrologique des bassins versants qui contribuent aux écoulements intermittents de la ravine du Paradis et de la ravine du Quartier qui traversent le Quartier d'Orléans.

Les débits de pointe seront estimés pour différentes périodes de retour. Les résultats de l'application de différentes méthodes de calcul seront confrontés à l'enquête faite sur le terrain.

Au-delà de l'étude hydrologique, l'attention sera portée sur les précautions qu'il conviendrait de prendre pour assurer, dans de bonnes conditions, le drainage des eaux pluviales du Quartier.

Marc Morell

Table des matières

1 LE MILIEU PHYSIQUE	1
2 LE QUARTIER D'ORLEANS	1
3 PLUVIOMETRIE	1
3.1 Les données pluviométriques disponibles à Saint-Martin	1
3.2 Pluviométrie de Saint-Barthélémy	2
3.3 Pluviométrie observée au Raizet	2
3.3.1 Analyse des régimes pluviométriques	2
3.3.2 Répartition saisonnière	2
3.3.3 Pluviométrie journalière et intensités sur de faibles pas de temps	3
4 LES OBSERVATIONS HYDROLOGIQUES	4
4.1 Les crues du 6 novembre 1974	5
4.2 Les crues du 15 septembre 1975	5
4.3 Les crues du 3 septembre 1979	5
4.4 Enquête sur le Quartier d'Orléans	5
4.4.1 La ravine Paradis	5
4.4.2 La ravine du Quartier	6
5 LE BASSIN VERSANT DE LA RAVINE PARADIS	6
5.1 Caractéristiques du bassin versant	6
5.2 Estimation des débits de pointe	7
5.2.1 Méthode directe	7
5.2.2 Exploitation des résultats de la monographie	8
5.2.3 Comparaison avec les crues observées	8
5.2.4 Récapitulatif	8
6 LE BASSIN VERSANT DE LA RAVINE DU QUARTIER	9
6.1 Caractéristiques du bassin versant	9
6.2 Estimation des débits de pointe	10
6.2.1 Le sous-bassin versant du Quartier d'Orléans	10
6.2.1.1 Méthode directe	10
6.2.1.2 Confrontation avec l'enquête	10
6.2.2 Le bassin versant du Quartier d'Orléans	10
6.2.2.1 Méthode directe	10
6.2.2.2 Exploitation des résultats de la monographie	11
6.2.2.3 Comparaison avec les crues observées	11
6.2.2.4 Assainissement et drainage	11
6.2.2.5 Récapitulatif	12
7 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	13
8 ANNEXES	14

1 LE MILIEU PHYSIQUE

L'île de Saint-Martin est, comme Saint-Barthélemy, une "île du Nord" située à 200 km de la Guadeloupe. D'une superficie de 98 km², elle comprend une zone hollandaise et une zone française (Cf. figure en annexe).

On y trouve une association de mornes d'origine volcanique aux sols altérés et culminant à 411 m, et de plateaux calcaires intercalés. Les formations végétales sont de type xérophile. La mangrove se développe en mince frange en bordure des étangs.

Son climat est de type tropical chaud et humide régulé par un flux continu d'alizés d'Est. La pluviométrie moyenne interannuelle est comprise à Saint-Martin entre 900 mm dans les zones les moins arrosées, au Nord-Est de l'île, et probablement plus de 1300 mm dans les zones montagneuses. L'irrégularité interannuelle est forte. La saison sèche est marquée, avec seulement 20 % des précipitations annuelles sur les 4 premiers mois de l'année.

Les fortes précipitations surviennent généralement pendant l'hivernage entre mai et décembre, et accompagnent fréquemment le passage d'ondes tropicales ou de dépressions entre juillet et octobre.

2 LE QUARTIER D'ORLEANS

Le Quartier d'Orléans, commune de Marigot, est situé sur la côte Est de l'île, en limite de la zone hollandaise, au pied du Pic du Paradis (Cf. figure 2 et photo 1 en annexe).

On distingue la partie Nord du Quartier d'Orléans drainée par la ravine Paradis (Cf. photo 2), et la partie Sud située sur la zone sédimentaire du bassin versant de la ravine du Quartier (Cf. photo 3).

L'extension du Quartier se fait actuellement dans les zones basses à proximité du bras mort à l'exutoire de la ravine du Quartier dans l'Etang aux Poissons. L'aménagement projeté concerne essentiellement la zone comprise entre la route nationale 7 et la ravine du Quartier (Cf. photos 2 et 3).

3 PLUVIOMETRIE

3.1 Les données pluviométriques disponibles à Saint-Martin

Le tableau suivant présente les caractéristiques des postes pluviométriques observés à Saint-Martin en zone française, et leur pluviométrie moyenne interannuelle P.

Postes pluviométriques – Saint-Martin

Poste	P mm	Altitude (m)	Mise en service	Appareillage (1990)	
Colombiers	1045	60	1963	Pluviomètre journalier	
Marigot Gendarmerie	1200	2	1965	"	
Cul-de-Sac	740	20	1966	"	
Grand-Case	990	2	1966	"	
Orléans	940	10	1966	1987	"
Marigot D.D.E.	-	5	1987	Pluviographe	

Les données pluviométriques disponibles à Saint-Martin constituent des chroniques de qualité médiocre. Depuis 1987, un poste pluviographique a été implanté par la Météorologie Nationale dans l'enceinte de la D.D.E. de Marigot, mais l'information recueillie à ce poste porte sur une période trop courte pour être exploitée.

C'est pourquoi on préférera dans cette étude se référer aux informations collectées à Saint-Barthélemy, et ne pas utiliser les informations du poste d'Orléans, localisé au lieu dit Spring, sur la RN 7 au Nord du Quartier, et qui a fonctionné de 1966 à 1987.

3.2 Pluviométrie de Saint-Barthélémy

La pluviométrie de Gustavia, poste de la Météorologie Nationale, ayant la plus longue période d'observation et aux relevés fiables, sera prise comme référence.

Sur la période d'observation commune entre Orléans et Gustavia, au cours de laquelle les données paraissent fiables à Orléans, on constate que les moyennes annuelles sont sensiblement égales. On considèrera donc que la pluviométrie relevée au poste de Gustavia, à une altitude de 45 m, est représentative de la pluviométrie sur le Quartier d'Orléans.

Le tableau suivant donne les totaux annuels relevés à Gustavia.

Pluviométrie annuelle en mm
Poste de Gustavia - Saint-Barthélémy

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1950									1059	870
1960	1111	915	903	515	758	849	722	678	706	(877)
1970	982	1031	1194	973	1115	1077	1059	905	851	1810
1980	752	1401	1015	862	1076	929	953	1226	1118	1141

L'ajustement d'une loi Log-normale à cet échantillon conduit au calcul des valeurs suivantes de pluviométrie annuelle P pour des périodes de retour Pr exprimées en années :

Pluviométrie annuelle en mm
Poste de Gustavia - Saint-Barthélémy

Pr ans	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100
P mm	652	673	710	749	804	945	1147	1286	1422	1603	1742

Ainsi la pluviométrie annuelle médiane est de 945 mm. Le coefficient d'irrégularité (rapport de la pluviométrie annuelle décennale humide à la pluviométrie annuelle décennale sèche) est égal à 1.7.

3.3 Pluviométrie observée au Raizet

3.3.1 Analyse des régimes pluviométriques

Les études récentes de l'ORSTOM sur les régimes pluviométriques de la Guadeloupe "continentale" analysés sur de faibles pas de temps tendent à conclure que les intensités maximales en quelques minutes au cours des plus fortes averses observées en zone montagneuse ou dans les régions au relief peu marqué sont voisines. Les ajustements statistiques réalisés sur les échantillons disponibles confirment cette hypothèse. Autrement dit, il y a lieu de penser que les valeurs des intensités maximales sur des pas de temps inférieurs à une heure pour des périodes de retour supérieures à 10 années, déterminées sur l'échantillon disponible au poste du Raizet (période 1961-1988), sont applicables à la région. Cela s'explique par le fait que ces précipitations extrêmes sont liées à des phénomènes convectifs généralisés faiblement amplifiés par l'effet orographique. L'information pluviographique acquise au poste de Marigot est largement insuffisante pour effectuer des comparaisons avec les données du Raizet, mais on peut supposer que les précipitations extrêmes doivent répondre à Saint-Martin et au Raizet aux mêmes lois physiques. On appliquera donc sans correction à Saint-Martin les résultats dégagés au Raizet.

3.3.2 Répartition saisonnière

La répartition saisonnière des précipitations est donnée par le tableau suivant qui présente les moyennes des valeurs mensuelles du poste de Gustavia :

Pluviométrie mensuelle moyenne au poste de Gustavia – période 1958–1989

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
60	44	47	59	90	56	81	103	115	117	109	96

Au poste de Gustavia, le rapport de la valeur mensuelle la plus forte à la valeur mensuelle la plus faible est égal à 2.7, pour un total annuel moyen de 978 mm.

A titre d'information, le tableau suivant donne les valeurs du Raizet :

Pluviométrie mensuelle moyenne au poste du Raizet – période 1951–1989

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
88	66	72	112	152	123	161	197	236	228	218	141

Au poste du Raizet, l'écart de la valeur du mois le plus fort à la valeur du mois le plus faible est égal à 3.6 pour un total annuel moyen de 1794 mm. L'augmentation de ce rapport entre Gustavia et le Raizet s'explique, au cours des mois les plus pluvieux, par l'accroissement du nombre de pluies de faible intensité au Raizet, dû à l'effet convectif plus important au Raizet (élévation des masses nuageuses sur la Grande-Terre), qu'à Gustavia.

3.3.3 Pluviométrie journalière et intensités sur de faibles pas de temps

Le tableau suivant présente, pour la station du Raizet, les intensités de précipitation en mm/h pour des pas de temps allant de 6 minutes à 1 h et les hauteurs de précipitation pour des durées de 2 à 24 heures, de période de retour de 2, 5, 10, 20, 50 et 100 années.

Intensités de précipitations au poste du Raizet

P ret.	Intensité en mm/h				Hauteur d'eau en mm			
	6 mn	15 mn	30 mn	1 h	2 h	3 h	6 h	24 h
2 ans	130	92	69	44	56	60	72	100
	-	-	-	-	-	-	-	-
5 ans	132	94	69	44	56	-	-	-
	161	119	95	63	70	87	102	156
10 ans	-	-	-	-	-	-	-	-
	178	125	93	61	78	-	-	-
20 ans	173	128	108	71	90	99	120	183
	-	132	100	63	84	-	126	-
50 ans	198	138	104	68	88	-	-	-
	187	139	122	81	102	114	132	212
100 ans	-	148	114	69	96	-	144	-
	208	154	140	94	118	132	150	253
100 ans	-	176	134	80	114	-	168	-
	229	168	156	104	132	147	168	287
	-	192	148	87	126	-	186	-

La première ligne donne les valeurs des ajustements fournis dans le document "Les ressources en eau de surface de la Guadeloupe" sur la période 1961 – 1978.

La deuxième ligne donne les résultats des ajustements sur la période 1961–1988.

La troisième ligne fournit les estimations utilisées par la DDE permettant le calcul des débits d'eau pluviale sur la région de Pointe-à-Pitre d'après l'instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations.

On retiendra, pour les calculs qui suivent, les données d'ajustement de la période 1961-1988 (2^{ème} ligne).

Notion d'abattement :

Les valeurs données ci-dessus résultent d'ajustement statistique portant sur une information pluviométrique recueillie en un site (intensité ponctuelle de précipitation). L'intensité moyenne de précipitation sur une surface, par exemple de quelques km², pour un pas de temps et une période de retour donnés, sera inférieure à l'intensité ponctuelle telle que calculée précédemment en un lieu quelconque du bassin. Ainsi, pour être appliquées à un bassin versant, ces valeurs d'intensité ponctuelle de précipitation devront être corrigées par un *coefficient d'abattement*, qui sera fonction de la taille du bassin, du pas de temps et de la période de retour envisagée qui conditionne indirectement l'ampleur de la formation nuageuse.

Note sur la représentativité des mesures de pluie :

Il faut souligner que les mesures de précipitation sont faussées lorsque les averses sont accompagnées de fortes rafales de vent. D'une part le pouvoir de captation des postes très exposés au vent diminue avec la vitesse du vent, d'autre part l'angle d'incidence de la pluie est augmenté si le poste exposé est situé sur un versant au vent : la lame d'eau réellement précipitée sur le sol est alors supérieure à la valeur mesurée. Ce phénomène peut expliquer l'hétérogénéité des mesures de précipitation effectuées au cours des événements de 1974, 1975 et 1979, étudiés plus loin. En fait, la disparité des mesures ne sera pas nécessairement représentative de la variabilité effective de la répartition spatiale des précipitations sur les bassins versants considérés.

4 LES OBSERVATIONS HYDROLOGIQUES

Aucune étude hydrologique n'a été réalisée pour évaluer les ressources en eau de surface de Saint-Martin, et aucune ravine n'a été dotée d'une station hydrométrique permettant l'évaluation des écoulements intermittents.

Cependant, les ingénieurs de l'ORSTOM ont été amenés, au cours de ces deux dernières décennies à analyser les crues qui ont causé des dommages importants et parfois mort d'homme dans l'île.

Depuis 1970, on relève trois événements remarquables:

- le 6 novembre 1974, un homme est emporté par les eaux de la ravine Colombiers, l'aéroport de l'Espérance est submergé, et le pont de Grand'Case (ravine Careta) est endommagé.
- le 15 septembre 1975, le passage du cyclone Eloïse était à l'origine de fortes crues sur les ravines Colombiers (destruction partielle du radier de Cripple-Gate), Careta (dommages causés au pont de Grand'Case), et dans le secteur du Quartier d'Orléans (destruction de cases et de la clôture du stade, voitures emportées) au débouché des ravines Paradis et Quartier.
- le 3 septembre 1979 (cyclone Frédéric), un homme est entraîné par les eaux, le pont de Grand'Case est totalement détruit, et le radier de Cripple-Gate a été endommagé.

A la suite de ces événements l'ORSTOM a effectué sur le terrain des relevés des plus hautes eaux, la collecte des relevés pluviométriques journaliers, et une estimation des débits de pointe.

Notion de temps de concentration

Les *temps de concentration* (temps de parcours le plus long mis par une goutte d'eau précipitée sur le bassin pour atteindre l'exutoire) des bassins versants de Saint-Martin sont très courts, de l'ordre de quelques dizaines de minutes tout au plus. Les débits de pointe atteints par les crues sont donc essentiellement liés aux intensités de précipitation sur ces faibles pas de temps. Les intensités de pluie en 10 ou 20 minutes se sont évidemment pas liées de façon rigoureuse aux précipitations en 24 h. C'est pourquoi, si celles-ci peuvent être mises en relation avec les volumes d'eau écoulés, elles ne donnent cependant qu'une indication sur l'intensité des averses de courte durée et donc sur le caractère exceptionnel des débits de pointe.

Notion de coefficient d'écoulement

Les quantités d'eau précipitées parviennent sur des sols plus ou moins humides. Sous des averses intenses, une partie de l'eau de pluie peut s'infiltrer alors que l'autre ruisselle à la surface du sol. Le coefficient d'écoulement est le rapport de la lame d'eau écoulée à la lame d'eau précipitée.

Les coefficients d'écoulement seront pris égaux à 100 %, en négligeant la capacité d'infiltration qui, en tout état de cause, n'excède pas quelques mm/h sur des sols qui, en première hypothèse, seront supposés saturés en début d'averse.

4.1 Les crues du 6 novembre 1974

La hauteur journalière de précipitation relevée à Grand'Case était de 265 mm. Les relevés aux autres postes indiquent des valeurs plus faibles.

Le 6 novembre 1974, le débit de pointe de la ravine Colombiers à Cripple Gate était compris entre 45 et 60 m³/s, pour un bassin de 3.3 km². D'après les témoignages recueillis, la crue du 12 décembre 1965 semblait être du même ordre (précipitation de 210 mm à Grand'Case). La période de retour retenue pour ces crues est de l'ordre de 10 années.

La ravine Careta au débouché dans l'étang des Salines draine un bassin versant de 3.2 km². Sur la base des observations faites sur la ravine Colombiers, son débit de pointe était probablement compris entre 60 et 75 m³/s. L'ancien pont de Grand'Case était endommagé pour la première fois depuis sa création, 50 années plus tôt. La période de retour attribuée à cette crue est d'environ 25 ans.

4.2 Les crues du 15 septembre 1975

Les précipitations des 14 et 15 septembre étaient comprises entre 220 et 270 mm, dont 80 à 90 % au cours de la seule nuit du 14 au 15 septembre.

Le débit maximal de la ravine Colombiers au radier de Cripple Gate était compris entre 74 et 97 m³/s. La période de retour de cette crue a été estimée à 35 ans.

La ravine Careta à son débouché dans l'étang des Salines avait un débit de pointe compris entre 50 et 65 m³/s, pour une période de retour de l'ordre de 20 années.

Le débit maximal de la ravine Paradis aux environs de la cote 20, en amont du Quartier, était évalué entre 45 et 56 m³/s, pour un bassin versant de 1.9 km².

4.3 Les crues du 3 septembre 1979

Les hauteurs de pluie relevées les 3 et 4 septembre sont comprises entre 200 et 300 mm. Les plus fortes intensités ont provoqué de très fortes crues dans la nuit du 3 au 4.

La crue de la ravine Colombiers au radier de Cripple Gate avait un débit de pointe estimé entre 73 et 95 m³/s pour une période de retour estimée à une trentaine d'années.

L'aéroport de Grand'Case a été submergé par près de 95 cm d'eau. Le débit maximal de la ravine Careta au débouché dans l'étang a été estimé entre 44 et 57 m³/s. Le volume d'eau transité par la crue était supérieur à 1 million de m³.

4.4 Enquête sur le Quartier d'Orléans

4.4.1 La ravine Paradis

Les personnes interrogées le 21 septembre 1990 résident en bordure de la ravine Paradis au droit du petit pont en amont de la RN 7 vers la cote 20 (Cf. photos 4 et 5). La configuration du lit mineur, très peu marqué, favorise le débordement des crues. Les zones de débordement sont cependant suffisamment pentues pour favoriser leur vidange rapide. Il n'en reste pas moins que les crues provoquent parfois l'inondation des habitations avoisinantes.

4.4.2 La ravine du Quartier

La ravine du Quartier draine le bassin concerné par l'aménagement. En fait, une part du ruissellement de surface, qui provient des versants pentus du bassin, transite par la zone à très faible pente située entre la RN 7 et le lit de la ravine (Cf. photo 3, 6 et 7).

L'enquête sur le terrain a été réalisée le 22 septembre auprès des habitants de cette zone du Quartier d'Orléans.

1) Une maison modeste construite en béton à proximité du bras mort était en place en 1975. La cote de ses fondations est voisine de 0.6 m NG, pour une hauteur de plancher d'environ 0.7 m au-dessus de la fondation (soit 1.3 m NG). Ses habitants affirment que la maison est entourée d'eau dès que de fortes précipitations surviennent. Le niveau atteint alors 0.5 à 0.6 m au-dessus des fondations (1.1-1.2 NG). En 1975, par contre, une lame d'eau de près de 50 cm envahissait l'habitation. Cette cote (1.8 m NG) n'a jamais été atteinte dans les années qui précédèrent 1975 (de mémoire des personnes rencontrées) et depuis 1975.

2) Les habitants des maisons bordant les terrains de très faible pente actuellement non aménagés situés entre la ravine et le quartier urbanisé, témoignent que les fortes précipitations provoquent autour de leur maison un écoulement de surface en nappe de 20 à 30 cm d'épaisseur (observé dernièrement lors du passage de l'ouragan Hugo le 17 septembre 1989). Ces écoulements ne sont pas durables (quelques heures au maximum). En 1975, la lame d'eau devait dépasser 40 cm vers la cote 5.

3) Au-dessus de ces habitations, en bordure de la nationale 7, les personnes interrogées à proximité des points bas de la route, confirment que les fortes pluies engendrent de forts écoulements en nappe qui suivent préférentiellement les chemins et rues perpendiculaires à la nationale et les terrains libres de construction. Les lames d'eau observées habituellement à la suite de fortes précipitations en ces points bas peuvent dépasser 20 cm.

Cette enquête était réalisée auprès d'un nombre limité d'habitants. Cependant, la localisation de leurs habitations était représentative des diverses conditions d'écoulement rencontrées dans la zone en période de fortes précipitations. Les conclusions de l'enquête sont les suivantes :

1) Le passage du cyclone Eloïse le 15 septembre 1975 a provoqué les inondations les plus importantes de ces dernières décennies.

2) Depuis 1975, les habitants du Quartier ne semblent pas être particulièrement affectés par ces problèmes provoqués uniquement par les plus fortes averses.

3) En fait, les écoulements, même s'ils submergent certaines années le terrain naturel ou les chaussées, provoquent rarement l'inondation de leurs habitations. En effet, les nappes d'eau transitent relativement rapidement par les réseaux routiers ou les terrains naturels, vers la ravine, dont la capacité d'évacuation du lit mineur est alors insuffisante.

Bien qu'aucun réseau de drainage (caniveaux, canaux...) n'existe actuellement, l'enquête a révélé que l'écoulement des eaux à la surface du sol est très peu entravé (revêtement de la RN 7 au niveau du terrain naturel, faible densité de l'habitat, voies de circulation dans le sens de la plus grande pente...), ce qui favorise le drainage rapide des excès d'eau.

5 LE BASSIN VERSANT DE LA RAVINE PARADIS

5.1 Caractéristiques du bassin versant

La ravine Paradis draine le versant Sud-Est très pentu du Pic Paradis. A la traversée de la zone habitée, son lit mineur est très peu marqué. Après avoir passé un petit ouvrage à la cote 20 (Cf. photo 4 et 5) et traversé la route nationale 7, elle se jette dans le bras mort de l'Étang aux Poissons.

Le bassin versant de la ravine Paradis, au passage de la RN 7, à la cote 8, a les caractéristiques suivantes :

Caractéristiques du bassin versant de la ravine Paradis

Bassin versant	Altitude maximale	Superficie km ²	Périmètre km	Indice de pente	Indice de compacité
Paradis	411	2.2	6.2	0.46	1.18

Le bassin versant est très pentu, comme l'atteste son indice de pente de 0.46, et compact. Les crues seront rapides avec des débits de pointe élevés. Le tableau suivant donne la répartition hypsométrique du bassin.

Répartition hypsométrique du bassin versant de la ravine Paradis

Classe d'altitude	Répartition hypsométrique	
	superficie en km ²	% de superficie totale
8 m - 50 m	0.32	14.6
50 m - 100 m	0.38	17.4
100 m - 150 m	0.30	13.6
150 m - 200 m	0.33	15.0
200 m - 250 m	0.25	11.3
250 m - 300 m	0.21	9.5
300 m - 350 m	0.24	10.9
350 m - 400 m	0.15	6.8
> 400 m	0.02	0.9

La partie du bassin supérieure à la cote 200 représente 40 % de la superficie totale du bassin et comporte des pentes moyennes de l'ordre de 40 %.

Le temps de concentration du bassin versant, défini par le temps de parcours le plus long mis par une goutte d'eau précipitée sur le bassin pour atteindre l'exutoire, peut être déterminé par la formule de Douchkowsky :

$$T_c (h) = (0.784 L^3 / Dz)^{0.385}$$

L (km) : distance maximale de drainage
Dz (m) : différence maximale d'altitude

La longueur maximale de drainage est de 2.3 km, pour une dénivellée de 405 m. Le temps de concentration est estimé à 15 minutes.

5.2 Estimation des débits de pointe

L'estimation des débits de pointe de la ravine se fait sur la base d'une méthode qui tient compte indirectement de la morphologie du bassin versant (temps de concentration) et des caractéristiques des événements pluvieux intenses. Une estimation par défaut sera faite à partir des abaques de calcul extraits de la monographie des ressources en eau de surface de la Guadeloupe (Cf. annexe). On comparera les résultats de ces évaluations aux observations faites pendant les événements exceptionnels de ces dernières années sur les bassins versants de Saint-Martin.

5.2.1 Méthode directe

Cette méthode est basée sur l'hypothèse que pour une précipitation d'intensité constante uniforme sur un bassin, le débit maximal est atteint à l'issue d'une durée égale au temps de concentration du bassin.

En adoptant pour un temps de concentration de 15 minutes, et pour les valeurs d'intensité maximale de précipitation calculées au Raizet, un coefficient d'abattement compris entre 0.8 (période de retour de 2 ans pour la valeur médiane) et 0.9 (période de retour de 100 années), et un coefficient d'écoulement égal, à priori, à 100 %, les débits spécifiques de pointe de crue seraient, pour des périodes de retour Pr :

Ravine Paradis à l'exutoire – Débits spécifiques de pointe de crue

Pr ans	2	5	10	20	50	100
Q m ³ /s/km ²	20	25	28	34	42	48

5.2.2 Exploitation des résultats de la monographie

Les débits spécifiques de pointe de crue pour un bassin versant montagneux ayant un indice de pente de 0.46 et soumis à une pluviométrie moyenne interannuelle de l'ordre de 1500 mm seraient, d'après l'étude de synthèse ("les ressources en eau de surface de la Guadeloupe", 1985), respectivement de 10, 18 et 23 m³/s/km², pour des périodes de retour de 10, 50 et 100 années.

5.2.3 Comparaison avec les crues observées

Les débits spécifiques de crue évalués pour les évènements de 1974, 1975 et 1979, avec leur période de retour estimée, sont rappelés dans le tableau suivant.

Evaluation des crues de 1974, 1975 et 1979 à Saint-Martin

Ravine	S km ²	6 novembre 1974		15 septembre 1975		3 septembre 1979	
		Q m ³ /s/km ²	P retour	Q m ³ /s/km ²	P retour	Q m ³ /s/km ²	P retour
Colombiers	3.3	14-18	10	22-29	35	22-29	30
Careta	3.2	19-23	25	16-20	20	14-18	
Paradis	1.9	23-29	30				

5.2.4 Récapitulatif

Le débit spécifique de pointe de la crue décennale a été estimé à 28 m³/s/km² par la méthode directe et une valeur par défaut à 10 m³/s/km² par l'utilisation des abaques de la synthèse.

Si la première valeur peut être surestimée par l'emploi d'une méthode qui suppose des sols déjà saturés avant que ne survienne l'averse, la seconde valeur est nécessairement sous-estimée, car la méthode est basée sur l'observation de bassins versants dont la couverture végétale dense (forêt tropicale) induit une forte rugosité. On retiendra la valeur de 55 m³/s pour le débit de pointe de crue décennal de la ravine Paradis correspondant à un débit spécifique d'environ 25 m³/s/km², soit en introduisant un coefficient d'écoulement de 90 %.

On retiendra par contre la valeur arrondie de 90 m³/s (débit spécifique de 42 m³/s/km²) pour la crue cinquantennale et 105 m³/s pour la crue centennale (débit spécifique de 48 m³/s/km²). La valeur cinquantennale concorde avec les plus fortes estimations de 1974, 1975 et 1979.

Le tableau suivant récapitule les estimations que nous retiendrons :

Ravine Paradis à l'exutoire – Débits de pointe estimés en m³/s

P retour (ans)	10	50	100
Q m ³ /s/km ²	25	42	48
Q max m ³ /s	55	90	105

On peut estimer grossièrement à 150 000 m³ le volume de la crue simple relative à l'averse décennale en une heure.

6 LE BASSIN VERSANT DE LA RAVINE DU QUARTIER

6.1 Caractéristiques du bassin versant

Le bassin versant de la ravine du quartier se caractérise par la forme d'un cirque ouvert vers le Nord-Est, et cerné de mornes aux versants pentus (Cf. photos 1, 2, et 3), et dont les sommets culminent au Nord-Ouest à 390 m (Morne Flagstaff), au Sud à 258 m (Williams Hill) et à 180 m (Middle Region), et à l'Est à 138 m (les Deux Frères). Les glacis de bas de pente et la zone sédimentaire de très faible pente occupent environ la moitié de la superficie totale du bassin.

Le lit de la ravine du Quartier n'apparaît qu'à la cote 10. Entre les cotes 10 et 5, le lit mineur de la ravine est encombré de formations arbustives. Depuis la cote 10, la ravine traverse une zone de très faible pente (Cf. photos 6, 7, et 8) avant d'atteindre son exutoire dans l'Étang aux Poissons. La pente moyenne du lit mineur de la ravine est d'environ 0.6 % sur le dernier kilomètre de son parcours (Cf. photos 9, 10 et 11). La profondeur du lit mineur est le plus souvent inférieure à un mètre, pour une largeur de l'ordre d'une dizaine de mètres.

Le sous-bassin générateur d'écoulement rapide est en fait supérieur à la cote 50. En cas de fortes précipitations sur la région, ce sous-bassin concentrera rapidement les eaux écoulées vers la zone de faible pente inférieure à la cote 50.

Considérons le sous-bassin délimité au Nord par la limite Sud du bassin versant de la ravine Paradis, au Sud sensiblement par un arc de cercle qui suit pratiquement la frontière et par la courbe de niveau 10 m. Ce sous-bassin génère les écoulements de surface sur la zone du Quartier d'Orléans située au Sud de la RN 7 qui n'est drainée par aucun talweg. La superficie de ce sous-bassin est de 1.1 km², soit 16 % du bassin versant global.

Le bassin versant de la ravine du Quartier d'Orléans, et le sous-bassin considéré, ont les caractéristiques suivantes :

Caractéristiques du bassin versant de la ravine du Quartier

Bassin versant	Altitude maximale	Superficie km ²	Périmètre km	Indice de pente	L eq	Indice compacité
Quartier	390	6.8	11.0	0.27	3.54	1.18
Sous-bassin	390	1.1	5.0	0.36	1.89	1.33

Les répartitions hypsométriques du bassin versant principal et du sous-bassin sont données dans le tableau ci-dessous :

Répartition hypsométrique du bassin versant de la ravine du Quartier

Classe d'altitude	B.V. ravine du Quartier		Sous-bassin Nord	
	Superficie	% superficie	Superficie	% superficie
0 m - 10 m	"	"		
10 m - 20 m	"	"	0.32	29.1
20 m - 30 m	3.66	53.6	0.16	14.6
30 m - 40 m	"	"	0.11	10.1
40 m - 50 m	"	"	0.06	5.4
50 m - 100 m	1.71	25.0	0.17	15.4
100 m - 150 m	0.59	8.8	0.11	10.0
150 m - 200 m	0.37	5.4	0.07	6.4
200 m - 250 m	0.22	3.2	0.04	3.6
250 m - 300 m	0.15	2.2	0.03	2.7
300 m - 350 m	0.08	1.2	0.02	1.8
350 m - 400 m	0.04	0.6	0.01	0.9
> 400 m				

Le temps de concentration du bassin versant du Quartier calculé par la formule de Doudkowsky est approximé à 30 minutes pour une longueur maximale de drainage de 3.5 km et une dénivellée de 390 m.

Le sous-bassin dénommé du Quartier, délimité par la courbe de niveau 10 m, de superficie 1.1 km², pour une longueur maximale de drainage de 1,5 km et une dénivellée de 380 m, a un temps de concentration voisin de 9 minutes.

6.2 Estimation des débits de pointe

L'estimation des débits de pointe de ce sous-bassin est utile pour évaluer les quantités d'eau qui transitent par la zone du Quartier comprise entre la RN 7 et la ravine.

6.2.1 Le sous-bassin versant du Quartier d'Orléans

6.2.1.1 Méthode directe

Les intensités maximales de précipitation de durée 9 minutes pour différentes périodes de retour sont interpolées à partir des données du Raizet.

Intensités maximales en 9 minutes au poste du Raizet

P retour (ans)	2	5	10	20	50	100
I mm/h - 9'	115	145	165	180	195	210

En considérant que les sols sont saturés en début d'averse, et les coefficients d'abattement égaux à 1, les débits de pointe transitant à la cote 10 seraient pour des périodes de retour de 10, 50 et 100 ans, respectivement de 50 m³/s, 60 m³/s, et 64 m³/s.

Si l'on suppose que les quantités d'eau correspondant à ces débits de pointe doivent s'écouler au travers d'une section mouillée d'une largeur de l'ordre de 500 m avec une vitesse comprise entre 0.4 m/s et 0.6 m/s, les lames d'eau auraient en moyenne une épaisseur de l'ordre de 20 cm.

6.2.1.2 Confrontation avec l'enquête

L'estimation des lames d'eau écoulées en nappe à la surface du sol par le sous-bassin du Quartier concordent avec les témoignages des riverains (l'épaisseur de 20 cm est un ordre de grandeur).

Le faible temps de concentration du sous-bassin drainé par la zone Sud du Quartier, et sa morphologie excluant tout réseau de drainage préférentiel, favorisent effectivement un écoulement se manifestant relativement fréquemment sous forme d'une lame d'eau dont l'épaisseur sera variable selon le lieu et selon l'abondance de l'évènement.

Il a été confirmé, qu'à l'occasion des fortes averses, ces écoulements relativement rapides (quelques dizaines de cm/s) se manifestaient pendant une période généralement brève (quelques heures tout au plus).

6.2.2 Le bassin versant du Quartier d'Orléans

La superficie du bassin est de 6.8 km² pour un temps de concentration de 30 minutes.

6.2.2.1 Méthode directe

Les valeurs de débit de pointe doivent être estimées en appliquant aux données de pluie un coefficient d'abattement (dépendant de la répartition spatiale des précipitations) et en les pondérant par un coefficient d'écoulement (dépendant des conditions initiales d'humectation des sols). En ce qui concerne le coefficient d'abattement sur un pas de temps de 30 minutes, on peut estimer qu'il avoisine 0.6 pour les intensités maximales de récurrence annuelle et 0.8 pour les intensités de récurrence centennale. Les coefficients d'écoulement seront a priori égaux à 100 %.

Les données d'intensité appliquées sont celles du Raizet :

Intensités maximales en 30 minutes au poste du Raizet

Pr (ans)	2	5	10	20	50	100
I mm/h- 30'	70	95	100	115	135	150

Les débits de pointe pour différentes périodes de retour Pr sont ainsi estimés à :

Ravine du Quartier à l'exutoire
Débits spécifiques de pointe de crue

Pr (ans)	2	5	10	20	50	100
Q m ³ /s/km ²	12	16	19	22	28	33

6.2.2.2 Exploitation des résultats de la monographie

Les abaques de la monographie des ressources en eau de surface de la Guadeloupe (Cf. annexe) donnent pour un bassin versant montagneux ayant un indice de pente de 0.27 et soumis à une pluviométrie moyenne interannuelle de l'ordre de 1500 mm, des débits spécifiques respectivement de 6, 10 et 12 m³/s/km² pour des périodes de retour de 10, 50 et 100 ans. Ces valeurs très faibles doivent être écartées car, comme il a été souligné précédemment, elles sont établies sur la base d'observations faites sur des bassins dont le couvert végétal dense joue un rôle important d'interception et de frein à l'écoulement.

6.2.2.3 Comparaison avec les crues observées

Les débits spécifiques de crue évalués pour les événements de 1974, 1975 et 1979, avec leur période de retour estimée, sont rappelés dans le tableau suivant.

Evaluation des crues de 1974, 1975 et 1979 à Saint-Martin

		6 novembre 1974		15 septembre 1975		3 septembre 1979	
Ravine	S km ²	Q m ³ /s/km ²	P retour	Q m ³ /s/km ²	P retour	Q m ³ /s/km ²	P retour
Colombiers	3.3	14-18	10	22-29	35	22-29	30
Careta	3.2	19-23	25	16-20	20	14-18	
Paradis	1.9	23-29	30				

6.2.2.4 Assainissement et drainage

Le tableau ci-dessous fournit quelques points cotés dans le lit mineur de la ravine sur le dernier kilomètre de son parcours.

Point			A	B			C			
Distance	0	47	313	365	491	655	735	826	907	1030
Altitude	.04	.12	.57	1.10	2.0	3.10	2.91	3.84	4.04	5.26

Le point A correspond au passage à gué, le point B au radier, le point C à la zone en dépression. L'application de la formule de Manning-Strickler permet d'estimer le débit maximal transité par la ravine en supposant qu'elle soit aménagée en un ouvrage bétonné d'une section de 10 m² et de pente moyenne égale à 0.6 %.

$$Q = S K R^{2/3} i^{1/2}$$

- S : section de l'ouvrage i : pente hydraulique moyenne
 R : rayon hydraulique rapport de la surface mouillée au périmètre mouillé
 K : coefficient de rugosité compris entre 60 et 90 pour un ouvrage bétonné

Compte-tenu d'une pente moyenne sur 1000 m voisine de 0.6 % et en supposant une section moyenne calibrée de 1 m de profondeur par 10 m de large, la ravine du Quartier ne pourra évacuer sans déborder qu'un débit compris entre 41 m³/s (K=60) et 62 m³/s (K=90). Le débit actuellement transité dans le lit mineur de la ravine ne peut excéder 20 à 25 m³/s sans débordement.

6.2.2.5 Récapitulatif

Pour évaluer les débits de pointe de retour 10, 50 et 100 années, nous nous baserons sur les valeurs de débits spécifiques déterminées par la méthode directe, arrondies, ne serait-ce que pour éviter de leur donner l'apparence d'une précision qu'elles n'ont pas.

Ravine du Quartier à l'exutoire – Débits de pointe estimés en m³/s

P retour (ans)	10	50	100
Q m ³ /s/km ²	19	28	33
Q max m ³ /s	130	190	225

L'ordre de grandeur du volume de la crue simple dont le débit de pointe est décennal peut être approximé à 600 000 m³ sur la base d'une averse de récurrence décennale en 2 heures.

7 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les résultats des analyses faites pour estimer les débits de pointe de crue exceptionnels sont consignés dans le tableau suivant :

Ravine Paradis	Pr (ans)	10	50	100
	Q m ³ /s/km ²	25	42	48
	Q max m ³ /s	55	90	105
Ravine du Quartier	Pr (ans)	10	50	100
	Q m ³ /s/km ²	19	28	33
	Q max m ³ /s	130	190	225

Il nous paraît important d'attirer l'attention sur le fait que l'assainissement de la zone qui sera aménagée ne pourra se faire uniquement à partir d'un réseau classique de caniveaux, ou petits canaux, dont la capacité de transfert sera, en tout état de cause, insuffisante compte-tenu des très faibles pentes des terrains.

Un réseau de drainage et le reprofilage de la ravine afin d'augmenter ses capacités de transfert sont nécessaires. Cependant, il conviendra surtout d'éviter de créer artificiellement, dans les zones aménagées, des freins à l'écoulement naturel des eaux qui continuera à se faire sous forme de nappes à la surface du sol, et éviter notamment la présence d'ouvrages hors-sol perpendiculaires à la direction de la plus grande pente. Il conviendra sans doute de prévoir d'élever le niveau des habitations pour que celles-ci soient hors d'eau au cours des événements les plus fréquents.

Par ailleurs, il faut souligner que le niveau de l'Etang aux Poissons peut dépasser de plusieurs dizaines de cm son niveau habituel. Cela pourra se produire lorsque le volume des crues de la ravine Paradis et de la ravine du Quartier seront importants, ou/et lorsque le plan d'eau sera relevé par une marée de tempête accompagnant un ouragan. Le drainage des eaux transitant par la zone comprise entre la cote 5 et le bras mort se fera alors dans les conditions les plus défavorables.

La capacité actuelle d'écoulement de la ravine sans débordement est actuellement de 20 à 25 m³/s, alors que le débit de pointe décennal est estimé à 130 m³/s. La confrontation de ces deux valeurs souligne l'attention que l'on doit porter au drainage du Quartier d'Orléans.

8 ANNEXES

Liste des photos

- 1 – Vue du Quartier d'Orléans depuis le Pic Paradis
- 2 – La zone Nord du Quartier – Tracés des ravines Paradis et du Quartier
- 3 – La zone Sud du Quartier – Tracé de la ravine du Quartier
- 4 – La ravine Paradis à l'amont de la cote 20
- 5 – La zone Nord du Quartier traversée par la ravine Paradis
- 6 – Terrain en bordure rive gauche de la ravine du Quartier, vers la cote 5
- 7 – Habitations en bordure du terrain ci-dessus, vers la cote 5
- 8 – La ravine du Quartier en amont de l'ouvrage de la cote 0.95
- 9 – La ravine du Quartier en aval de l'ouvrage de la cote 0.95
- 10 – La ravine à l'aval de l'ouvrage depuis le passage à gué de la cote 0.57
- 11 – La ravine vers l'exutoire à l'aval du passage à gué à la cote 0.57

Liste des graphiques

- 1 – Perspective du bassin versant du Quartiers d'Orléans
- 2 – Abaques de calcul de débits de pointe en Guadeloupe
- 3 – Localisation du Quartiers d'Orléans à Saint Martin
- 4 – Carte des bassins versants



1- Vue du Quartier d'Orléans depuis le Pic Paradis



2 - La zone Nord du Quartier - Tracés des ravines Paradis et du Quartier



3 - La zone Sud du Quartier - Tracé de la ravine du Quartier



4 – La ravine Paradis à l'amont de la cote 20



5 – La zone Nord du Quartier traversée par la ravine Paradis



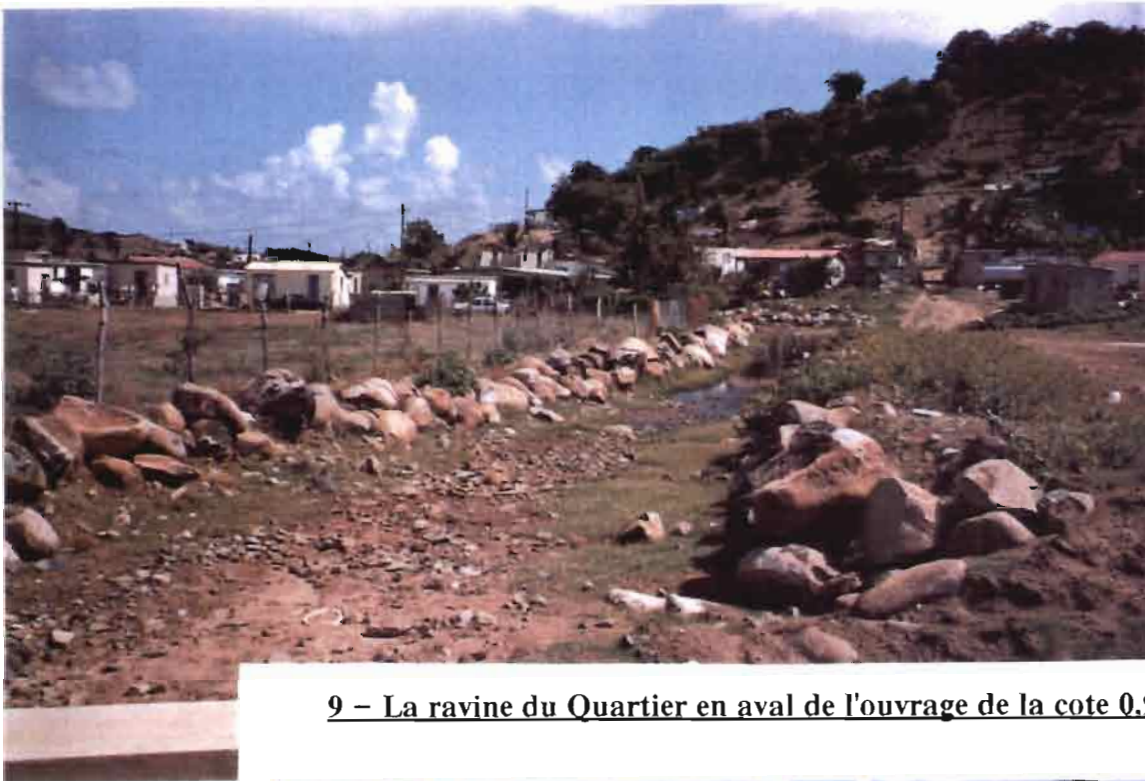
6 – Terrain en bordure rive gauche de la ravine du Quartier, vers la cote 5



7 – Habitations en bordure du terrain ci-dessus, vers la cote 5



8 – La ravine du Quartier en amont de l'ouvrage de la cote 0.95



9 – La ravine du Quartier en aval de l'ouvrage de la cote 0.95



10 – La ravine à l'aval de l'ouvrage depuis le passage à gué de la cote 0.57



11 – La ravine vers l'exutoire à l'aval du passage à gué à la cote 0.57

Quartier d'Orléans



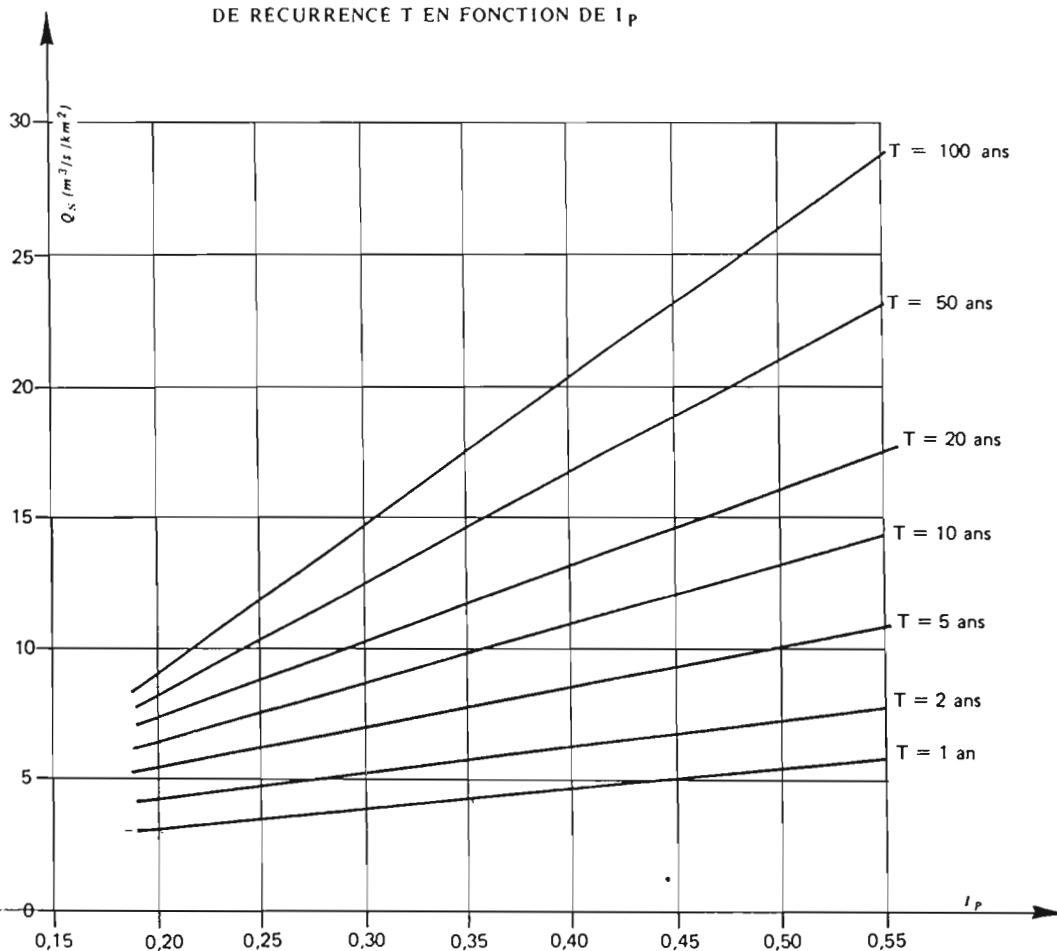
LAMONT
I = 10

LAMONT

COURBES D'ESTIMATION DU DEBIT SPECIFIQUE DE POINTE DE CRUE

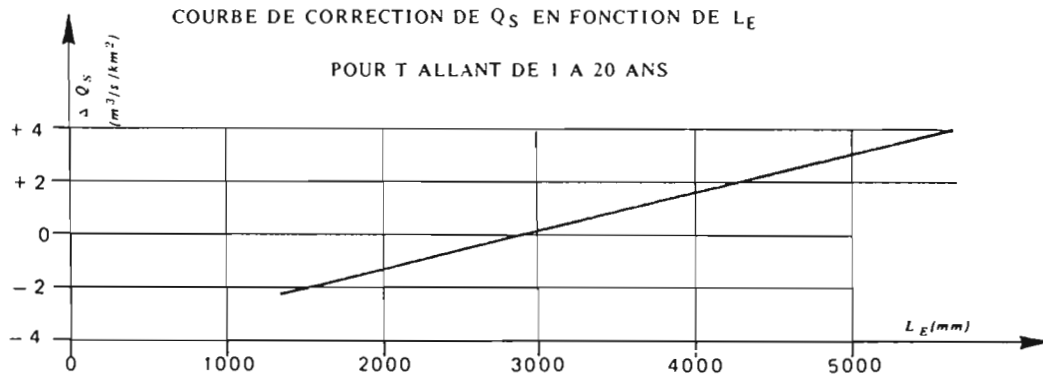
Fig-6_84

DE RECURRENCE T EN FONCTION DE I_p



COURBE DE CORRECTION DE Q_s EN FONCTION DE L_E

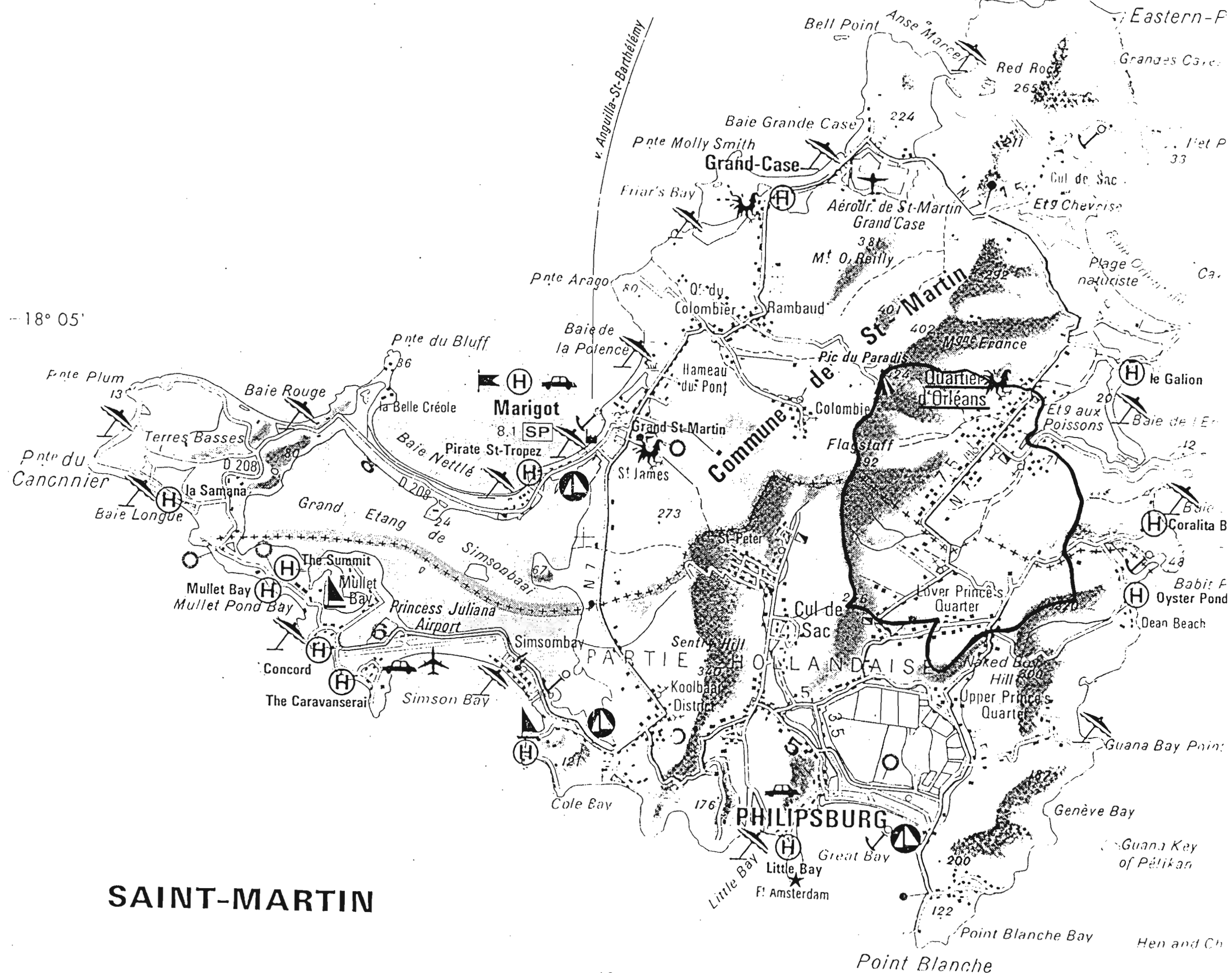
POUR T ALLANT DE 1 A 20 ANS



61° 20'

03 03

de des Froussards



18° 05'

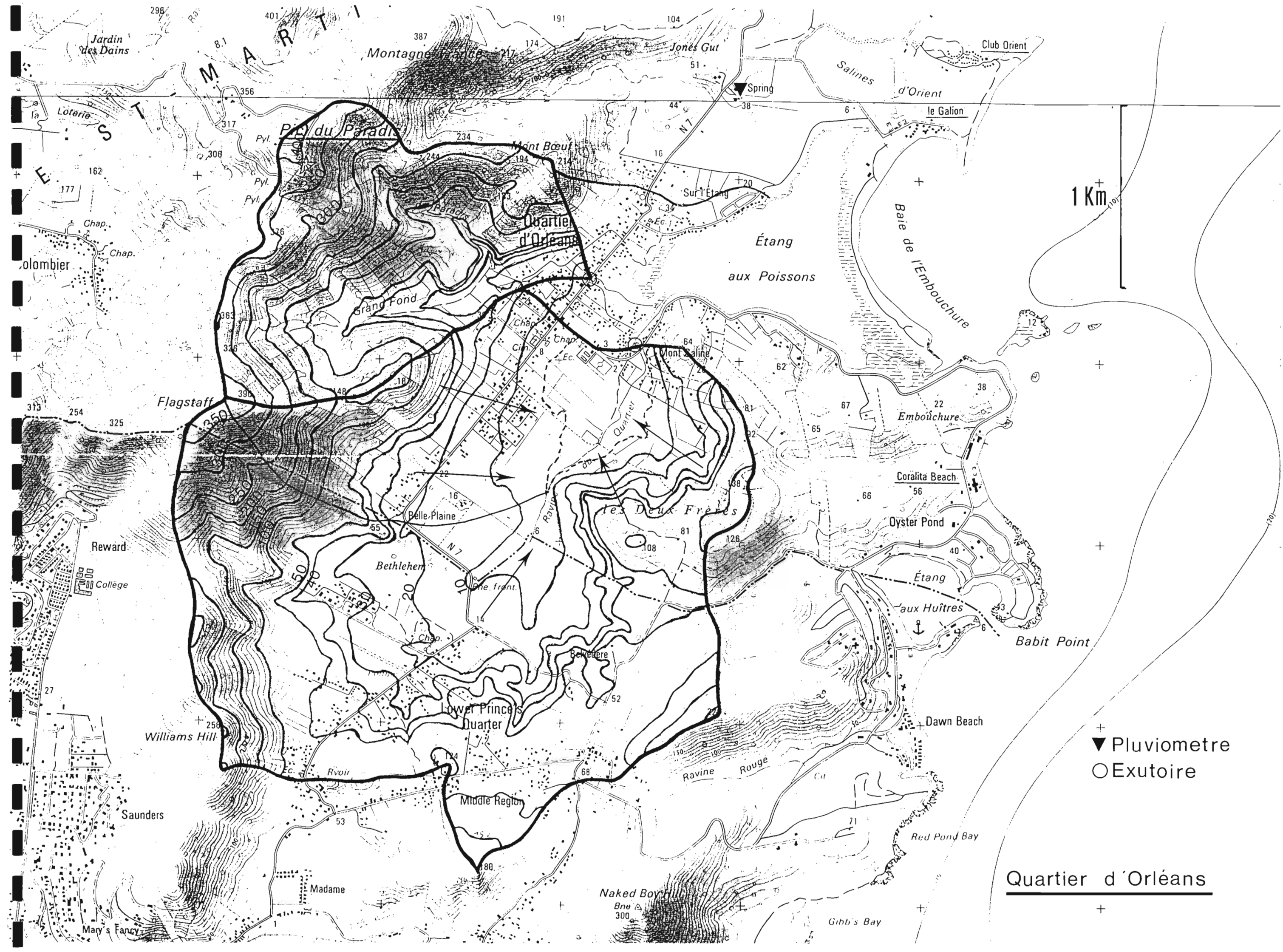
16° 30'

SAINT-MARTIN

120 05'

Point Blanche

Hen and Ch



1 Km

▼ Pluviometre
○ Exutoire

Quartier d'Orléans