

PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR LE DEVELOPPEMENT

DEPARTEMENT DE LA COOPERATION TECHNIQUE

ETUDE DES RESSOURCES EN EAU DES ILES DU CAP-VERT

Projet CVI/87/001/90

REPUBLIQUE DES ILES DU CAP -VERT

Mission d'expertise du 10 Décembre au 20 Janvier 1991

18 janvier 1991

8038

200 ALB/s

ALBERGEL JEAN & PEPIN YANNICK - ORSTOM

Etude des ressources en eau des Iles du CAP-VERT

Mission d'expertise du 10/12/1990 au 20/01/1991

Jean ALBERGEL & Yannick PEPIN
Hydrologues
Département Eaux Continentales
ORSTOM

B.P. 1386 DAKAR SENEGAL

SOMMAIRE

Avant-propos et remerciements	p	2
Introduction	p	3
Première partie		
Banque de données, analyses hydro-pluviométriques et modélisation du bilan hydrologique	p	4
Banque pluviométrique	p	5
Banque hydrométrique	p	18
Modèle de bilan hydrologique	p	32
Deuxième partie		
Ressources en eaux de chaque île	p	39
Ile de SANTIAGO	p	40
Ile de SANTO ANTAO	p	54
Ile de BOA VISTA	p	63
Ile de BRAVA	p	68
Ile de SAO NICOLAU	p	72
Ile de SAO VICENTE	p	80
Ile de SAL	p	88
Ile de FOGO	p	94
Ile de MAIO	p	99
Troisième partie		
Ressource en eau de l'Achipel du CAP-VERT.....	p	104
Ressource pluviométrique	p	104
Ressource en eau de surface	p	106
Ressource en eau souterraine	p	109
Dessalement d'eau de mer	p	111
Bibliographie	p	112

AVANT PROPOS

Dans le cadre des activités du projet CVI / 87 / 001 / 90, il a été demandé, à la suite de la première mission d'expertise hydrologique réalisée en juillet 1990, de poursuivre le travail réalisé. Une seconde mission a été programmée du 10 Décembre 1990 au 20 Janvier 1991.

Les termes de référence de cette seconde expertise sont les suivants :

- 1 - Compléter les banques de données hydro-pluviométriques réalisées au cours de la première mission; localiser et identifier les postes pluviométriques non encore répertoriés; compléter les banques de données PLUVIOM et HYDROM avec les observations disponibles.
- 2 - Analyser et interpréter des données
- 3 - Réaliser un modèle d'évaluation de bilan hydrologique par secteur et par île
- 4 - Rédiger un texte sur la ressource en eau de l'archipel qui doit servir au rapport définitif du plan directeur

Ce travail a comporté les phases suivantes :

- Du 6 au 10 Novembre 1990 : Mission à DAKAR de Mme BERESLAWSKI, hydrologue à la JUNTA DOS RECURSOS HIDRICOS pour correction et complément de la banque pluviométrique et formation à l'utilisation de différents logiciels utilisés pour l'étude de la ressource pluviométrique.
- Du 11 au 20 Décembre 1990 : Mission de J. ALBERGEL à PRAIA. Constitution de la banque HYDROM. Analyse des écoulements. Visite des stations hydrométriques. Réalisation des travaux cartographiques nécessaires au rapport final. Concertation avec l'équipe pluridisciplinaire en charge du plan directeur. Elaboration de logiciels d'applications pour l'étude des données en fonction des demandes exprimées par le projet. Rédaction d'un chapitre sur la ressource en eau de l'archipel
- Du 02 au 20 Janvier : Travaux d'analyses et d'interprétations, rédaction du rapport (J. ALBERGEL & Y. PEPIN).

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont permis le bon déroulement de ce travail et qui m'ont porté assistance dans cette expertise :

- Mr MONTERO, Responsable de la JRH
- Mr J. VERGE, Chef du projet PNUD/DCTD
- Mme E. BERESLAWSKI, Hydrologue à la JRH
- Mr R.L. DACOSTA dos Reis SILVA, directeur du département Recherche et Exploitation Hydrique de la JRH
- Mme E. MONTERO, Hydrologue de l'INIA
- MM P. EGLI, ODETTE et ROCHETTE, experts PNUD/DTCD

INTRODUCTION

A la fin de cette mission, la banque pluviométrique disponible à la JRH comprend les données journalières disponibles pour tous les postes observés de l'origine des stations jusqu'à l'année 1986 ou 1987. Les erreurs les plus grossières ont été corrigées. La poursuite du travail de saisie et de correction se poursuit à la JRH sous la direction de Mme BERESLAWSKI. La banque hydrométrique contient les débits instantanés pour les six bassins suivis par l'INIA de 1984 à 1988 sur l'île de SANTIAGO. Des valeurs moyennes d'évapo-transpiration potentielle sont disponibles à l'échelle mensuelle pour deux stations sur l'île de SANTIAGO et une station sur l'île de SAO NICOLAU. La première partie de ce rapport donne les inventaires de ces banques, ainsi que les tableaux de pluies moyennes et les analyses des crues observées.

Un modèle représentant de façon simplifiée, le cycle de l'eau sur petits bassins versants, a été mis au point. Il fonctionne au pas de temps journalier à partir de la banque de données PLUVIOM, et a été calé sur les deux bassins principaux étudiés de l'île de SANTIAGO (Ribiera SECA à POILAO et Ribiera SAO DOMINGOS à ACHADA BALEIA). Le détail de ce modèle, sa mise en oeuvre et sa validation font suite aux tableaux des caractéristiques des crues.

Dans la seconde partie, la ressource en eau est étudiée île par île. Une carte des isohyètes interannuelles est établie sur la période de référence 1950-1987. La pluie moyenne de l'île est ensuite calculée. Une étude statistique des pluviométries annuelles et journalières sur les postes principaux permet de caractériser les conditions de la ressource en eau de l'île. L'étude statistique des pluies annuelles a été réalisée à partir d'un ajustement automatique de 11 lois statistiques. La loi présentée est celle dont l'ajustement est le meilleur au sens du test de BRUNET MORET (1969). Pour les pluies journalières, la loi choisie est celle de PEARSON III tronquée, un essai d'ajustement des lois de GUMBEL et GAUSSO-LOGARITHMIQUE ayant été également réalisé.

Les bassins hydrographiques des îles sont représentés à partir de cartes dont les contours digitalisés ont été fournis par la JRH. La surface et le périmètre des principaux bassins sont indiqués. Ce travail de cartographie automatique est en cours à la JRH. Les fichiers ne sont pas encore disponibles pour toutes les îles.

Le modèle de bilan hydrologique est appliqué sur quelques bassins de l'île, choisis à la demande du responsable du projet et en regard des données disponibles. La pluviométrie moyenne du bassin est calculée par la méthode des polygones de THIESSEN. Un tableau par bassin récapitule le bilan hydrologique pour les années communes aux postes pluviométriques choisis. Les moyennes et écart-types ont été calculés pour les variables : pluie moyenne, lame écoulée, lame infiltrée et évapo-transpiration réelle. La probabilité d'observer une lame écoulée ou infiltrée nulle est indiquée pour chaque simulation.

Une étude particulière a été réalisée pour le bassin versant de TRINDADE, où est projetée une retenue destinée à l'alimentation en eau de PRAIA et dont la capacité prévue est de 12.8 millions de m³. La simulation des écoulements à partir des pluies journalières observées sur 5 postes se trouvant sur le bassin ou très proche a permis de constituer une chronique de 30 années de volumes écoulés sur laquelle un ajustement statistique a été réalisé.

A la demande du responsable de projet, un chapitre sur la ressource en eau de l'archipel a été rédigé lors de la mission à PRAIA de J. ALBERGEL et remis pour le rapport provisoire du plan directeur. Dans la troisième partie de ce travail, ce chapitre est repris, corrigé et complété en fonction des nouveaux résultats. Il se divise en trois paragraphes. Le premier est consacré à la ressource pluviométrique. Les possibilités d'exploitation des eaux de surfaces sont résumées dans le second paragraphe et le troisième consigne les principales données de la ressource en eau souterraine.

Première partie

Banques de données, analyses hydro-pluviométriques et modélisation du bilan hydrologique

1. Banques de données opérationnelles à la JRH

L'ensemble des données et des rapports concernant l'hydro-météorologie et la climatologie se trouve à la JRH à PRAIA et à l'INIA à St GEORGES. Ces deux services sont dotés d'un centre documentaire et de banques de données informatisées.

En accord avec le responsable du projet M. VERGE et le directeur du département Recherche et Exploitation Hydrique de la JRH M. DACOSTA DOS REIS SILVA, il a été décidé de regrouper les informations pluviométriques et hydrométriques disponibles dans les banques PLUVIOM et HYDROM.

Les formats et l'organisation de ces banques ont été décrits dans le premier rapport d'expertise hydrologique (ALBERGEL & PEPIN 1990)

PLUVIOM et HYDROM sont des logiciels d'archivage et de traitement des données pluviométriques et hydrométriques développés par l'ORSTOM dans le cadre d'études hydrologiques. Les fichiers sont à accès direct.

Le logiciel PLUVIOM gère les fichiers suivants

- fichier "identification des stations"
- fichier "dossiers des stations"
- fichier "des pluviométries journalières"
- fichier "des données pluviographiques"
- fichier "des pluviométries mensuelles et annuelles"
- différents fichiers d'utilitaires

Le logiciel HYDROM gère les fichiers suivants :

- fichier "identification des stations"
- fichier "des jaugeages"
- fichier "étalonnages"
- fichier "historique des stations"
- fichier "des cotes instantanées"
- fichier "des débits instantanés"
- fichier "des débits journaliers"
- différents fichiers d'utilitaires

Ces deux logiciels ont été implantés à la JRH et Mme BERESLAWSKI, Hydrologue à la JRH, a reçu la formation nécessaire pour leur utilisation.

1.1 Banque pluviométrique

Au cours de la première mission, une banque de données de pluies journalières a été constituée à partir des fichiers PLUVIOM existant à l'ORSTOM pour les différents postes pluviométriques de l'origine des stations à 1977 et des fichiers CLICOM existant à l'INIA pour l'ensemble des stations de 1978 à 1986. Cette nouvelle banque a été critiquée et complétée par Mme BERESLAWSKI.

Le tableau n° 1 regroupe l'ensemble des stations présentes dans la banque. Au n° ORSTOM correspond le n° INIA, puis le nom de la station, ses coordonnées géographiques, son altitude et son année de mise en service. Les stations sont référencées à l'ORSTOM par un numéro à 10 chiffres qui indique le continent (1 pour l'AFRIQUE), le pays (81 pour les îles du nord et 82 pour celles du sud) et un numéro de station donnant la nature et l'ordre de cette station. Les numéros INIA sont composés de trois premiers chiffres indiquant l'île (801 pour SANTO ANTAO, 802 pour SAO VICENTE, 803 pour SAO NICOLAU, 804 pour SAL, 805 pour BOA VISTA, 806 pour SANTIAGO, 807 pour MAIO, 808 pour FOGO, 809 pour BRAVA). Les trois autres chiffres indiquent le N° d'ordre.

Dans le tableau n° 2 est indiqué pour chaque station le nombre total d'années présentes dans la banque, l'inventaire des données, la moyenne interannuelle calculée sur la période 1950-1987 (prise en référence pour le tracé des isohyètes) et le nombre d'années utilisées pour le calcul de cette moyenne.

Sous PLUVIOM, cette banque est constituée de trois répertoires. Le premier regroupe les fichiers nécessaires à l'identification de toutes les stations et représente 39936 octets avec 290 stations. Les deux autres répertoires regroupent les fichiers de données journalières; l'un correspond aux îles sous le vent et contient 4011520 octets avec 2816 années/stations et l'autre correspond aux îles au vent et contient 2412928 octets avec 1690 années/stations.

La carte des isohyètes de chaque île a été réalisée manuellement en s'appuyant sur les postes dont la moyenne, sur la période de référence, est calculée avec au moins 20 ans. On a tenu compte des autres postes de manière qualitative. Ces tracés ont également pris en compte la forme des reliefs et leur exposition au vent. Les cartes des isohyètes résultent donc de l'interpolation spatiale des valeurs observées sur les stations de plus longue durée, et d'une interprétation des gradients pluviométriques en fonction du relief et de l'exposition.

Tableau n°1

N° ORSTOM	N° INIA	NOM DE LA STATION	LAT. (° ' ")	LONG.	ALT. m	ANNEE
1810100100	801207	AGUA DAS CALDEIRAS ANTAO	170650	-250423	1433	1957
1810100200	801220	BARDO DE FERRO ANTAO	1707	-2505	1150	1961
1810100300	801231	ALTO MIRA				1978
1810100500	801222	BOCA DA CORUJA ANTAO	1710	-2507	145	1957
1810100600	801232	CAETANO				1982
1810100700	801190	CAMPINHO				1979
1810101000	801216	CHA DE ALECRIM ANTAO	170230	-251245	632	1945
1810101500	801191	CHA DE ARROZ ANTAO	1710	-2504	10	1956
1810102000	801194	CHA DE IGREJA ANTAO	170930	-251000	80	1945
1810102200	801215	CHA DE MORTO			650	1914
1810102400	801235	CHA DE PAREDE				1979
1810102600	801197	CHA DE PEDRAS				1978
1810102800	801227	CHAO DE NORTE				1982
1810103000	801221	CHOUCHOU ANTAO	1709	-2504	214	1966
1810103500	801198	CORDA ANTAO	1710	-2505	550	1945
1810103700	801208	COVA				1957
1810104000	801226	COVAO ANTAO	1707	-2504	605	1961
1810104200	801206	CRUZ JOAO ARADO				1979
1810104500	801195	ESPONJEIRO ANTAO	1708	-2510	385	1958
1810104700	801209	FAJA DAJANELA				1979
1810105000	801193	FAJA DOMINGAS BENTA ANTAO	1709	-2505	200	1957
1810105100	801225	FIGUERAL DO PAUL				1978
1810105200	801200	FIGUERAL R. GRANDE				1978
1810105400	801230	FIGUERAS				1983
1810105500		GAMBOESA (PIPAS) ANTAO	170010	-250810	130	1958
1810106000	801210	JANELA DA RIBEIRA ANTAO	170710	-250000	50	1964
1810106500	801223	JOAO AFONSO ANTAO	170800	-250620	333	1964
1810106700	801204	JORGE LUIS				1979
1810107000	801217	LAGEDOS ANTAO	170130	-251035	400	1964
1810107500	801205	LAGOA ANTAO	170510	-250830	1150	1958
1810107700	801199	LOMBO BRANCO				1979
1810108000	801902	LOMBO DE FIGUEIRA ANTAO	170600	-250420	1194	1932
1810108200	801903	LOSNAS (BAIXO)				1914
1810108300	801011	LOMBO DE SANTA	170830	-250848	600	1977
1810108400	801277	LONAS CIMA				1977
1810108500	801904	LOURENCINHO ANTAO	160950	-251140	600	1945
1810109000	801189	MANUEL DO JOELHOS ANTAO	171110	-250605	587	1958
1810109200	801903	MANQUINHO BAIXO				1977
1810109300	801218	MANUEL LOPES				1981
1810109500	801906	MANTA VELHA ANTAO	1709	-2510	100	1942
1810110000	801907	MATINHO ANTAO	1706	-2507	1300	1942
1810110200	801234	MATO ESTREITO				1982
1810110500	801214	MESA ANTAO	170450	-250340	688	1947
1810110600	801233	MORRINHO DE EGUA				1982
1810110800	801203	PASCOAL ALVES				1979
1810111000	801201	PASSAGEM ANTAO	1709	-2503	330	1940
1810111500	801224	PERO DIAS ANTAO	170545	-250120	1110	1945
1810112000	801211	PICO DA CRUZ ANTAO	170625	-250210	1480	1958
1810112500	801192	PINHAO DE CIMA ANTAO	170900	-250335	805	1966
1810113000	801909	POMBAS ANTAO	170850	-250110	20	1945
1810113500	801188	PONTA DO SOL ANTAO	171215	-250545	16	1939
1810114000	801219	PORTO NOVO ANTAO	170120	-250420	12	1945
1810114500	801196	RABO CURTO ANTAO	1708	-2504	570	1957
1810114700	801229	RIBIERA ALTA				1982
1810115000	801202	RIBEIRA DA CRUZ ANTAO	170645	-251500	340	1945
1810115500	801228	RIBEIRA FRIA ANTAO	170320	-250950	600	1945

Tableau n°1

N° ORSTOM	N° INIA	NOM DE LA STATION	LAT. (° ')	LONG.	ALT. m	ANNEE
1810115600	801212	SILVAO				1956
1810116000	801213	RIBEIRAO FUNDO ANTAO	1706	-2503	1335	1956
1810116500	801236	TARRAFAL DO MONTE TRIGO ANT	165745	-251850	10	1941
1810117500	801909	VILA DE RIBEIRA GRANDE ANTAO	171110	-250410	27	1966
1810200100	802279	BARRO BRANCO				1985
1810200200	802181	CALHAU	165020	-2454		1978
1810200300	802278	HENRIQUE BAPTISTA				1984
1810200400	802180	MADE IRAL	164933	-245526		1978
1810200500	802184	MATO INGLES ICENTE	165140	-245630	400	1953
1810201000	802003	MINDELO (OBSERVATORIO) ICENT	165250	-245955	10	1872
1810201200	802182	MONTE VERDE	165231	-245555		1978
1810201500	802183	PE DE VERDE ICENTE	165210	-245720	217	1953
1810201700	802185	RIBIERA DA VINHA	165130	-250045		1979
1810202000	802186	SAN PEDRO ICENTE	164950	-250440	25	1962
1810400100	803172	AGUA DAS PATAS	163651	-241943	370	1978
1810400300	803176	ASSOMADA DE CABECALINHO	163622	-241929	620	1978
1810400500	803170	CABECALINHO ICOLAU	163535	-241917	630	1962
1810401000	803162	CACHACO ICOLAU	163720	-242027	724	1915
1810402000	803164	CALEIJAQ (POSTO) ICOLAU	1636	-2418	185	1958
1810402100	803171	CAMPO DE PORTO	163623	-241335	145	1981
1810402200	803165	CAMPO PREGUICA	163521	-241751	200	1941
1810402400	803161	CANTO FAJA	163802	-242121	580	1978
1810402500	803153	CARRICAL ICOLAU	163304	-240521	10	1945
1810402600	803157	CHAO DE BARATA	163856	-241925	205	1978
1810402700	803169	FABATEIRA	163711	-241911	320	1978
1810402800	803177	FAJA POSTO	163828	-242031	395	1978
1810402900	803158	ESTANCIA DO BRAZ ICOLAU	163952	-241926	25	1945
1810403000	803910	HORTELA ICOLAU	163633	-242127	712	1945
1810403100	803178	JUNCALINHO	163627	-240823	65	1978
1810403200	803163	MONTE GORDO	163723	-242126	1040	1978
1810403300	803160	MORREON	163844	-242032	335	1978
1810403500	803167	MORRO ALTO ICOLAU	163622	-241121	280	1961
1810403600	803166	MORRO BRAZ ICOLAU	163744	-241159	50	1945
1810403800	803174	POMBAS	163644	-241851	185	1978
1810404000	803168	PRAIA BRANCA ICOLAU	163822	-242327	182	1941
1810404500	803179	PREGUICA ICOLAU	163233	-241706	50	1941
1810404600	803154	QUEIMADAS	163822	-241907	95	1978
1810404700	803912	RIBEIRA DOS CALHAUS ICOLAU	163737	-242157	950	1945
1810404800	803159	RIBIERA PRATA	163929	-242202	65	1978
1810404900	803155	TALHO	163658	-241907	220	1981
1810405000	803175	TARRAFAL ICOLAU	163355	-242144	20	1945
1810405500	803173	LADEIDA DA IGREJA NICOLAU	163644	-241810	125	1914
1810405600	803156	VILA SAO JOAO	163635	-241816	160	1978
1810500500	804148	PALHA VERDE	163947	-225550		1981
1810500700	804152	PALMEIRA	164522	-225917		1981
1810501000	804150	PEDRA LUME SAL	164610	-225340	10	1945
1810501500	804001	AEROPORTO SAL	164450	-225555	54	1949
1810502000	804149	SANTA MARIA SAL	163550	-225420	7	1862
1810503000	804151	TERRA BOA	164653	-225713		1981
1810600100	805147	BOARREIRA	161106	-224940		1981
1810600200	805146	CAMPO DE SERRA	160948	-224730		1981
1810600300	805140	ESTANCIA DE BAIXO	160819	-225241		1979
1810600500	805143	FONTES VICENTE .VISTA	160345	-224945	45	1965
1810601000	805145	FUNDO DAS FIGUEIRAS .VISTA	160820	-224400	20	1914
1810601200	805142	MORRO AMADOR	160630	-225017		1978
1810601500	805141	POVOCAO VELHA .VISTA	160245	-222515	85	1945

Tableau n°1

N° ORSTOM	N° INIA	NOM DE LA STATION	LAT. (° ' '')	LONG.	ALT. m	ANNEE
1810601600	805144	PRAZERES	160027	-224825		1978
1810601800	805139	RABIL	160751	-225325		1978
1810602000	805138	SAL REI .VISTA	161045	-225510	10	1914
1818012760	801276	MAQUINHO CIMA				1977
1820100500	807008	CALHETA MAIO	151340	-231340	10	1966
1820101000	807133	CASCABULHO MAIO	151545	-231050	30	1961
1820101300	807127	VILA DO MAIO MAIO	150815	-231315	20	1914
1820200500	806084	ACHADA ALEM NTIAGO	150900	-234200	500	1963
1820200700	806114	ACHADA BILIM	151810	-234404	200	1981
1820201000	806043	ACHADA CARREIRA NTIAGO	151650	-234410	156	1963
1820201100	806049	ACHADA FARIMA	150806	-233236	50	1972
1820201200	806089	ACHADA DAS VACAS	1459	-233226	240	1979
1820201500	806083	ACHADA LONGUEIRA NTIAGO	151350	-234340	304	1965
1820201600	806115	ACHADA MOERAO	151428	-234255	310	1981
1820201700	806922	RIBIERA DE SAO MIGUEL	1511	-2339	200	1914
1820201800	806091	ACHADINHA	150717	-233848	220	1982
1820201900	806116	ACHADA TOMAS	1517	-2344		1982
1820202000	806047	ACHADA MONTE NTIAGO	151420	-233915	126	1963
1820202100	806113	ACHADA MOSQUITO	145933	-234106	496	1981
1820202300	806097	ALTO CASANAIA	1504	-233748	550	1979
1820202400	806106	ALTO DE GODIM NTIAGO	150220	-233520	380	1971
1820202500	806106	ALTO FIGUIERANHA	150240	-233514	330	1976
1820202600	806095	ASSOMADA PORTAOZINHO	150554	-234030	550	1914
1820202700	806005	ASSOMADA METEO				1987
1820202800	806096	BABOSA PICOS	150432	-233808	530	1914
1820203000	806913	BARRIL NTIAGO	150410	-233400	250	1945
1820203500	806914	BISCAINHOS NTIAGO	151440	-234200	300	1944
1820203600	806094	BOA ENTRADA VEIGA	150632	-2341	190	1979
1820204000	806093	BOA ENTRADA NTIAGO	150640	-234030	600	1958
1820204700	806110	CAMA TOURO	151010	-234018	500	1976
1820204800	806249	CAPELA GARCIA	150123	-233423	300	1984
1820205000	806085	CAPELA NTIAGO	150145	-223000	60	1942
1820205200	806250	CHA DE COQUEIRO	150122	-233021	100	1984
1820205500		SAN JOAO BAPTISTA NTIAGO	145610	-234025	4	1965
1820206000	806013	CHAO BOM NTIAGO	151520	-234530	20	1957
1820206200	806092	CHAO FORMOSO	150710	-233806	180	1980
1820206400	806124	CHARCO				1973
1820206500	806915	CHUVA-CHOVE NTIAGO	150140	-233910	650	1946
1820207000	806916	CIDADE VELHA NTIAGO	142450	-233700	20	1944
1820207100	806042	CHINCO	151630	-234354	180	1979
1820207200	806111	CIBE NOVO (VARZEA) NTIAGO	150400	-233250	150	1973
1820207300	806122	COVAO DE NHO LUIS	150136	-233810	910	1970
1820207700	806118	CURRAL DE BAIXO				1982
1820208000	806103	CURRALINHO NTIAGO	150155	-233750	950	1941
1820208100	806099	CUTELO COVOADA	150257	-233746	520	1973
1820208200	806057	CUTELO FORNO	1510	-233930	251	1978
1820208300	806055	CUTELO MORENO	151010	-2339	380	1976
1820208400	806078	ESCOLA AGRO-PECUARIA	150247	-233712	390	1973
1820208500	806120	FIGUEIRA DAS NAUS NTIAGO	151115	-234435	672	1963
1820209000	806109	FIGUEIRA DE PORTUGAL NTIAGO	145850	-233450	373	1957
1820209200	806123	FLAMENGO (PEDRA BARRO) NTIA	150915	-233830	250	1963
1820209300	806104	FONTE BANANA	150220	-233736	600	1980
1820209400	806071	FUNCO BANDEIRA NTIAGO	150324	-233527	280	1973
1820209500	806054	IGREJA SAN MIGUEL NTIAGO	151015	-233910	100	1963
1820209600	806117	GANXEMBA	151522	-234305	230	1982
1820209700	806101	MATO LIMAO	150230	-233747	590	1981

Tableau n°1

N° ORSTOM	N° INIA	NOM DE LA STATION	LAT. (° ' ")	LONG.	ALT. m	ANNEE
1820221500	806009	S. FRANCISCO NTIAGO	145850	-233000	100	1957
1820222000	806082	SERRA DA MALAGUETA NTIAGO	151050	-234200	850	1941
1820222500		TARRAFAL (CHAO BOM) NTIAGO	151630	-234550	8	1914
1820223000	806090	TELHAL (ENGENHO) NTIAGO	150500	-234130	400	1963
1820223500	806052	TORIL NTIAGO	150745	-233625	160	1944
1820224500	806010	TRINDADE NTIAGO	145745	-233415	280	1941
1820300500	806028	ACHADA FORA FOGO	145600	-242640	1100	1945
1820301000	808024	ACHADA FURNA FOGO	145210	-242230	850	1945
1820301500	808263	ACHADA GRANDE FOGO	145910	-241900	400	1945
1820302000	808037	ATALAIA FOGO	150140	-242350	470	1945
1820302500	808032	COCHO FOGO	150050	-242120	910	1950
1820303000	808025	COVA FIGUEIRA FOGO	145320	-241820	459	1941
1820303500	808033	ESPIA FOGO	150050	-242040	620	1950
1820304000	808036	FEIJOAL-MOSTEIRO FOGO	150130	-242015	250	1914
1820305000	808274	FONTE ALEIXO FOGO	145030	-242210	450	1945
1820305500	808030	GALINHEIROS FOGO	145950	-242720	400	1945
1820306200	808924	LONGAQUE FOGO	150200	-242120	430	1954
1820306500	808041	MONTE BARRO FOGO	150150	-242120	370	1950
1820306700	808925	MONTE CAPADO FOGO	145420	-241920	1100	1960
1820306800	808004	MONTE GENEBRA				1986
1820307000	808926	MONTE GRANDE I FOGO	150100	-242140	517	1945
1820308000	808026	MONTE GRANDE II FOGO	142330	-242520	995	1953
1820308100	808273	MONTE LARGO				1986
1820308300	808029	MONTE PALHA FOGO	145850	-242540	1416	1945
1820308400	808927	MONTE VACA FOGO	145845	-242630	1000	1960
1820308500	808031	MONTE VELHA FOGO	150015	-242120	1300	1942
1820308600	808262	MONTE VERDE	144948	-242359	284	1985
1820308800	808039	MOSTEIRO	150136	-241951	52	1966
1820308900	808291	PENEDO ROCHADO				1987
1820309000	808023	PATIM FOGO	145215	-242620	552	1945
1820309100	808272	PENTEADO				1986
1820309200	808260	PIORNO	150027	-242227	1540	1984
1820309300	808264	PONTA VERDE	145854	-242751	461	1984
1820309500	808034	PAU CORTADO FOGO	1502	-2421	460	1950
1820309600	808275	RELVA				1986
1820309700	808269	RIBEIRA GRANDE				1986
1820310000	808038	RIBEIRA DO ILHEU FOGO	150200	-242315	410	1950
1820310500	808027	S.DOMINGOS-TONGON FOGO	145520	-242915	408	1945
1820311000	808022	S.FILIFE FOGO	145340	-243040	60	1914
1820311500	808928	SAO LOURENCO	1456	-2429	510	1914
1820311600	808268	S. JORGE				1986
1820312000	808288	SALTO				1987
1820312500	808270	SANTO ANTONIO				1986
1820313000	808285	ZAMBUGEIRO				1987
1820313500	808266	ZONA RICINO	145353	-242144	1480	1985
1820400200	809281	BALEIA				1985
1820400500	809018	CACHACO BRAVA	145005	-244210	588	1949
1820400700	809015	CAMPO BAIXO				1978
1820401000	809020	CAMPO DAS FONTES BRAVA	145110	-244235	760	1963
1820401200	809280	FAJA D AGUA				1983
1820401400	809021	FIGUEIRAL BRAVA	145220	-244345	605	1961
1820401500	809016	VILA NOVA DE SINTRA BRAVA	145210	-244220	490	1914
1820402000		NOSSA SENHORA DO MONTE BR	145120	-244340	670	1915
1820402500	809017	FURNA BRAVA	145305	-244120	15	1914
1828060660	806066	SERRADO	150404	-233508	170	1976
1828060720	806072	VALE DE MESA	150308	-233527	300	1971

Tableau n°1

N° ORSTOM	N° INIA	NOM DE LA STATION	LAT. (° ' ")	LONG.	ALT. m	ANNEE
1828060730	806073	MATO FERREIRA	150251	-233554	420	1980
1828061000	806100	VAZAGUA	150243	-233809	670	1980
1828061050	806105	varzea de santana (santiago)	150323	-233712	430	1971
1828062380	806238	SALTOS ABAIXO				1973
1828062420	806242	MATO FAVA	151317	-234208	330	1984
1828062450	806245	MONTE CONTADOR	151411	-234339	260	1984
1828062510	806251	CHAMINE	150145	-233318	530	1984
1828062550	806255	ACHADA GRANDE	151450	-234332	180	1984
1828062570	806257	PINHA	150156	-233457	393	1986
1828070080	807008	CALHETA	151400	-231133	35	1966
1828071270	807127	VILA DO MAIO	150804	-231304	28	1914
1828071280	807128	BARREIRO	150800	-230946	21	1981
1828071290	807129	FIGUEIRA HORTA	150930	-230950	41	1979
1828071300	807130	PILAO CAO	151200	-230715	48	1979
1828071310	807131	PEDRO VAZ	151444	-230753	40	1979
1828071320	807132	PRAIA GONCALO	151520	-230730	21	1979
1828071340	807134	MORRINHO	151550	-231244	11	1981
1828071350	807135	CENTRO ZOOTECNICO	151437	-231243	10	1966
1828071370	807137	MORRO	151044	-231350	15	1981
1828080360	808036	FEIJOAL	150125	-242013	285	1914
1828080400	808040	CHA CALDEIRAS	145717	-242338	1730	1978
1828082580	808258	FERNAO GOMES	145934	-242117	1628	1984
1828082590	808259	CHUPADEIRO	150035	-242150	1350	1984
1828082610	808261	ESTANCIA ROQUE	145340	-241936	1048	1984
1828082650	808265	CAMPANAS DE BAIXO	150038	-242749	520	1984
1828082670	808267	CURRAL GRANDE	145737	-242749	654	1984
1828082710	808271	LAGARICA				1986
1828082820	808282	CAMPANAS DE CIMA				1987
1828082830	808283	MIRA MIRA				1987
1828082840	808284	MONTE CUMERA				1987
1828082860	808286	BRANDAO				1987
1828082870	808287	MANUEL GONCALVEZ				1987
1828082890	808289	FIGUEIRA PAVAO				1987
1828082900	808290	BALEIA				1987

Tableau n°2

ORSTOM		*** PLUVIOMETRIE ***		LABORATOIRE D'HYDROLOGIE	
		lles au vent 181		en mm	
N°	STATION	NT	Années présentes dans la banque	MOY	N
100100	AGUA DAS CALDEIRAS	25 ans	1957-1972,1978-1986.	645.9	26
100200	BARDO DE FERRO	19 ans	1961-1971,1979-1986.	470.8	16
100300	ALTO MIRA	8 ans	1978,1980-1986.	300.1	8
100500	BOCA DA CORUJA	26 ans	1957-1973,1978-1986.	334	22
100700	CAMPINHO	7 ans	1979-1981,1983-1986.	145.7	7
101000	CHA DE ALECRIM	26 ans	1945-1950,1957-1965,1969-1971,1979-1986.	244.4	19
101500	CHA DE ARROZ	24 ans	1956-1970,1978-1986.	391	22
102000	CHA DE IGREJA	12 ans	1945-1950,1978-1980,1984-1986.	222.7	6
102200	CHA DE MORTO	7 ans	1979,1981-1986.	120.5	7
102400	CHA DE PAREDE	8 ans	1979-1986.	108.6	8
102600	CHA DE PEDRAS	9 ans	1978-1986.	178.1	9
102800	CHAO DE NORTE	2 ans	1983-1984.	154.5	2
103000	CHOUCHOU	14 ans	1966-1971,1978-1979,1981-1986.	482	13
103500	CORDA	22 ans	1945-1950,1964-1970,1978-1986.	557.8	17
104000	COVAO	22 ans	1961-1968,1970-1972,1974,1976,1978-1986.	685.3	20
104200	CRUZ JOAO ARADO	8 ans	1979-1986.	123.2	8
104500	ESPONJEIRO	22 ans	1958-1970,1978-1986.	183	20
104700	FAJA DAJANELA	8 ans	1979-1986.	195.9	8
105000	FAJA DOMINGAS BENTA	26 ans	1957-1973,1978-1986.	472.7	23
105100	FIGUERAL DO PAUL	9 ans	1978-1986.	394.4	9
105200	FIGUERAL R. GRANDE	9 ans	1978-1986.	331.5	9
105500	GAMBOESA (PIPAS)	8 ans	1958-1965.	57.3	7
106000	JANELA DA RIBEIRA	18 ans	1964-1972,1974,1976,1979-1982,1984-1986.	213.7	15
106500	JOAO AFONSO	16 ans	1964-1970,1978-1986.	377.8	14
106700	JORGE LUIS	4 ans	1981,1984-1986.	199.5	4
107000	LAGEDOS	10 ans	1964-1965,1978-1981,1983-1986.	118.8	10
107500	LAGOA	22 ans	1958-1971,1978-1979,1981-1986.	239.5	18
107700	LOMBO BRANCO	7 ans	1979,1981-1986.	155.1	7
108000	LOMBO DE FIGUEIRA	7 ans	1932,1945-1950.	517	1
108200	LOSNAS (BAIXO)	2 ans	1983-1984.	119	2
108300	LOMBO DE SANTA	7 ans	1979,1981-1986.	210.4	7
108400	LONAS CIMA	5 ans	1979,1983-1986.	182.7	5
108500	LOURENCINHO	3 ans	1945-1947.		0
109000	MANUEL DO JOELHOS	21 ans	1958-1969,1978-1986.	340.5	17
109500	MANTA VELHA	9 ans	1942-1950.		0
110000	MATINHO	9 ans	1942-1950.		0
110500	MESA	28 ans	1947-1950,1956-1970,1978-1986.	239.3	25
110800	PASCOAL ALVES	6 ans	1979,1981-1982,1984-1986.	128.5	6
111000	PASSAGEM	40 ans	1940-1951,1956-1974,1978-1986.	469.6	24
111500	PERO DIAS	33 ans	1945-1947,1949-1950,1956-1974,1978-1986.	699.3	29
112000	PICO DA CRUZ	25 ans	1958-1974,1976,1979,1981-1986.	577.7	23
112500	PINHAO DE CIMA	13 ans	1966-1971,1979,1981-1986.	344.6	11
113000	POMBAS	6 ans	1945-1950.	541.6	1
113500	PONTA DO SOL	41 ans	1939-1970,1978-1986.	195.7	26
114000	PORTO NOVO	27 ans	1945-1950,1957-1970,1979-1982,1984-1986.	96.9	18
114500	RABO CURTO	25 ans	1957-1973,1978-1981,1983-1986.	760.8	22
115000	RIBEIRA DA CRUZ	11 ans	1945-1950,1981-1982,1984-1986.	256.9	5
115500	RIBEIRA FRIA	6 ans	1945-1950.	482	1
116000	RIBEIRAO FUNDO	23 ans	1956-1971,1979,1981-1986.	839.5	22
116500	TARRAFAL DO MONTE TRIG	31 ans	1941-1971.	72.3	21
117500	VILA DE RIBEIRA GRANDE	7 ans	1966-1971,1973.	187.7	4
200200	CALHAU	6 ans	1981-1982,1984-1987.	54.7	6
200300	HENRIQUE BAPTISTA	1 an	1985	23.7	1
200400	MADE IRAL	6 ans	1981-1982,1984-1987.	71	6
200500	MATO INGLES	29 ans	1953-1971,1973-1974,1979-1982,1984-1987.	170.1	27
201000	MINDELO (OBSERVATORIO)	98 ans	1884-1887,1889-1976,1978-1979,1981-1984.	96.5	32
201200	MONTE VERDE	6 ans	1981-1982,1984-1987.	82.7	6
201500	PE DE VERDE	31 ans	1953-1974,1978-1982,1984-1987.	113.6	28
201700	RIBIERA DA VINHA	3 ans	1981-1982,1985.	23.3	3
202000	SAN PEDRO	18 ans	1962-1970,1972-1974,1981-1982,1984-1987.	25.7	16

NT = Nombre total d'années dans la banque; MOY = Moyenne sur la période 1950-1987

N = Nombre d'années complètes dans la période 1950-1987

Tableau n°2

ORSTOM		*** PLUVIOMETRIE ***		LABORATOIRE D'HYDROLOGIE	
		Iles au vent 181		en mm	
N°	STATION	NT	Années présentes dans la banque	MOY	N
400100	AGUA DAS PATAS	8 ans	1980-1987.	172.8	8
400300	ASSOMADA DE CABECALINH	5 ans	1981-1982,1985-1987.	80.2	5
400500	CABECALINHO	24 ans	1962-1977,1980-1987.	168.1	20
401000	CACHACO	35 ans	1930-1931,1945-1950,1961-1987.	275.9	20
402000	CALEJAO (POSTO)	29 ans	1958-1976,1978-1987.	139.1	25
402100	CAMPO DE PORTO	6 ans	1981-1983,1985-1987.	88.8	6
402200	CAMPO PREGUICA	26 ans	1958-1964,1969-1987.	100.6	20
402400	CANTO FAJA	8 ans	1980-1987.	230.8	8
402500	CARRICAL	14 ans	1945-1950,1961-1965,1985-1987.	60.1	8
402600	CHAO DE BARATA	8 ans	1980-1987.	137.9	8
402700	FABATEIRA	8 ans	1980-1987.	144.5	8
402800	FAJA POSTO	8 ans	1980-1987.	160.3	8
402900	ESTANCIA DO BRAZ	16 ans	1945-1950,1978-1987.	186	9
403000	HORTELA	6 ans	1945-1950.		0
403100	JUNCALINHO	8 ans	1980-1987.	65.6	8
403200	MONTE GORDO	8 ans	1980-1987.	289.6	8
403300	MORREON	8 ans	1980-1987.	163.7	8
403500	MORRO ALTO	26 ans	1961-1966,1968-1987.	134.7	20
403600	MORRO BRAZ	14 ans	1945-1950,1980-1987.	139.2	9
403800	POMBAS	8 ans	1980-1987.	99.3	8
404000	PRAIA BRANCA	36 ans	1941-1950,1961-1984,1986-1987.	238.9	20
404500	PREGUICA	29 ans	1941-1960,1976-1977,1981-1987.	106.2	18
404600	QUEIMADAS	8 ans	1980-1987.	119	8
404700	RIBEIRA DOS CALHAUS	6 ans	1945-1950.	826.9	1
404800	RIBIERA PRATA	8 ans	1980-1987.	124.8	8
404900	TALHO	7 ans	1981-1987.	104.2	7
405000	TARRAFAL	11 ans	1945-1950,1980-1983,1987.	49.8	5
405500	LADEIDA DA IGREJA	44 ans	1944-1987.	242.8	32
405600	VILA SAO JOAO	8 ans	1980-1987.	103.1	8
501000	PEDRA LUME	22 ans	1945-1950,1967-1974,1978-1979,1981-1982,1984-1987.	49.2	12
501500	AEROPORTO	37 ans	1949-1978,1981-1987.	76.6	35
502000	SANTA MARIA	33 ans	1929-1933,1935-1939,1945-1947,1949-1950,1963-1974,1978,1981,1984-1	54.6	18
600100	BOARREIRA	4 ans	1981,1984-1986.	25.3	4
600200	CAMPO DE SERRA	6 ans	1981-1982,1984-1987.	63.9	6
600300	ESTANCIA DE BAIXO	7 ans	1979,1981-1982,1984-1987.	48	7
600500	FONTES VICENTE	18 ans	1965-1974,1976,1978-1979,1981-1982,1984-1985,1987.	46.5	16
601000	FUNDO DAS FIGUEIRAS	38 ans	1946-1950,1952-1974,1978-1987.	75.4	32
601200	MORRO AMADOR	7 ans	1979,1981-1986.	31	7
601500	POVOCAO VELHA	37 ans	1946-1950,1952-1974,1979-1987.	105.7	31
601600	PRAZERES	5 ans	1979,1981,1984-1985,1987.	36.8	5
601800	RABIL	9 ans	1978-1979,1981-1987.	56.3	9
602000	SAL REI	52 ans	1931-1939,1941-1974,1978,1980-1987.	123.5	33
801276	MAQUINHO CIMA	4 ans	1983-1986.	123.5	3
Total du pays : 1690 ans , 103 stations.					
NT = Nombre total d'années dans la banque; MOY = Moyenne sur la période 1950-1987					
N = Nombre d'années complètes dans la période 1950-1987					

Tableau n°2

ORSTOM		*** PLUVIOMETRIE ***		LABORATOIRE D'HYDROLOGIE	
N°	STATION	Iles sous le vent 182		en mm	
		NT	Années presentes dans la banque	MOY	N
100500	CALHETA	20 ans	1966-1977,1979,1981-1987.	159	20
101000	CASCABULHO	21 ans	1962-1975,1979,1981-1983,1985-1987.	126.5	18
101300	VILA DO MAIO	35 ans	1949-1975,1979,1981-1987.	194.6	31
200500	ACHADA ALEM	24 ans	1963,1965-1987.	399.3	20
200700	ACHADA BILJM	7 ans	1981-1987.	230.4	7
201000	ACHADA CARREIRA	24 ans	1963,1965-1987.	174.1	19
201200	ACHADA DAS VACAS	8 ans	1980-1987.	181.4	8
201500	ACHADA LONGUEIRA	22 ans	1965-1968,1970-1987.	262.1	20
201600	ACHADA MOERAO	7 ans	1981-1987.	307.4	7
201800	ACHADINHA	6 ans	1982-1987.	119.8	6
201900	ACHADA TOMAS	6 ans	1982-1987.	192.8	6
202000	ACHADA MONTE	22 ans	1963-1966,1968,1970-1976,1978-1987.	210.9	15
202100	ACHADA MOSQUITO	4 ans	1981-1982,1985-1986.	116.8	4
202300	ALTO CASANAIA	8 ans	1980-1987.	464.8	8
202400	ALTO DE GODIM	5 ans	1971-1975.	240.4	4
202500	ALTO FIGUIERANHA	9 ans	1978-1979,1981-1987.	292.9	9
202600	ASSOMADA PORTAOZINH	46 ans	1941-1979,1981-1987.	606.8	36
202800	BABOSA PICOS	39 ans	1944-1950,1956-1987.	491.8	27
203000	BARRIL	6 ans	1945-1950.		0
203500	BISCAINHOS	6 ans	1944-1947,1949-1950.		0
203600	BOA ENTRADA VEIGA	7 ans	1981-1987.	490.4	7
204000	BOA ENTRADA	25 ans	1958-1963,1965-1979,1983-1986.	448.9	20
204700	CAMA TOURO	6 ans	1981,1983-1987.	348.3	6
204800	CAPELA GARCIA	4 ans	1984-1987.	486	4
205000	CAPELA	8 ans	1942-1948,1950.	946.8	1
205200	CHA DE COQUEIRO	4 ans	1984-1987.	300.1	4
205500	SAN JOAO BAPTISTA	18 ans	1965-1972,1976,1978,1980-1987.	135.8	14
206000	CHAO BOM	20 ans	1957-1963,1965-1977.	185.1	15
206200	CHAO FORMOSO	7 ans	1981-1987.	250.6	7
206400	CHARCO	9 ans	1978-1979,1981-1987.	203	9
206500	CHUVA-CHOVE	29 ans	1946-1947,1950-1973,1975-1977.	653.9	22
207000	CIDADE VELHA	7 ans	1944-1950.	516.8	1
207200	CIBE NOVO (VARZEA)	13 ans	1973-1975,1978-1987.	241.4	11
207300	COVAO DE NHO LUIS	10 ans	1978-1987.	296.4	10
207700	CURRAL DE BAIXO	3 ans	1982,1984,1987.	98.2	3
208000	CURRALINHO	46 ans	1941-1978,1980-1987.	696.5	35
208100	CUTELO COVOADA	16 ans	1972-1987.	379.9	13
208200	CUTELO FORNO	8 ans	1979,1981-1987.	338.4	8
208300	CUTELO MORENO	7 ans	1978-1979,1981,1983-1985,1987.	221.6	6
208400	ESCOLA AGRO-PECUARIA	9 ans	1978,1980-1987.	369.2	9
208500	FIGUEIRA DAS NAUS	24 ans	1963,1965-1987.	270.3	18
209000	FIGUEIRA DE PORTUGA	26 ans	1957-1967,1969-1976,1978-1979,1983-1987.	258.4	24
209200	FLAMENGO (PEDRA BAR	23 ans	1963,1965-1968,1970-1987.	246.9	18
209300	FONTE BANANA	8 ans	1980-1987.	399.6	8
209400	FUNCO BANDEIRA	14 ans	1973-1974,1976-1987.	259.7	11
209500	IGREJA SAN MIGUEL	22 ans	1963-1964,1966-1974,1976,1978-1987.	195.9	16
209600	GANXEMBA	6 ans	1982-1987.	250.9	6
209700	MATO LIMAO	7 ans	1981-1987.	343.5	7
209800	GUINDAO	4 ans	1984-1987.	318	4
209900	MATO BRASIL	4 ans	1984-1987.	549.5	4
210000	JOAO DIAS	11 ans	1944-1950,1973-1976.	312.2	5
210100	JOAO GATO	13 ans	1972-1976,1978,1980,1982-1987.	373.9	10
210500	LAGOA GIL	8 ans	1963-1966,1968-1971.	75.9	4
210700	LOGOA	4 ans	1984-1987.	384.3	4
211000	LEM PEREIRA	22 ans	1964-1972,1974,1976-1987.	267.9	17
211100	LEVADA	21 ans	1963,1965-1966,1968-1974,1976,1978-1987.	228	15
211200	LIMAO	7 ans	1981-1987.	367.9	7

NT = Nombre total d'années dans la banque; MOY = Moyenne sur la période 1950-1987

N = Nombre d'années complètes dans la période 1950-1987

Tableau n°2

N°	STATION	Îles sous le vent 182		en mm	
		NT	Années présentes dans la banque	MOY	N
211400	MACHADO	5 ans	1983-1987.	371.7	5
211500	MALVEIRA	7 ans	1944-1950.	331	1
211600	MONTANHA	14 ans	1972-1976,1978-1979,1981-1987.	262.4	10
211700	MONTE CHOTA	15 ans	1972-1973,1975-1987.	395.9	7
211800	MENDES FALEIRO	10 ans	1978-1987.	286.1	10
211900	MILHO BRANCO	4 ans	1984-1987.	322.3	4
212000	MONTE JAGAU	7 ans	1944-1950.		0
212100	MONTE BRANCO	7 ans	1979,1981,1983-1987.	293.1	7
212200	MONTE PALHA CARGA	4 ans	1984-1987.	351.5	4
212400	MUITO VENTO	4 ans	1984-1987.	367.4	4
212500	PALHA CARGA	7 ans	1944-1950.	460.3	1
212600	NHAGAR MONTANHA	10 ans	1978-1987.	258	10
212700	PAU DE SACO	4 ans	1984-1987.	240.9	4
212800	PEDRA BRANCA	8 ans	1980-1987.	416.6	8
212900	PEDRA GALINHA	4 ans	1984-1987.	319.1	4
213000	PEDRA BADEGO	13 ans	1944-1950,1965-1970.	185.1	3
213100	PEDRA SERRADO	7 ans	1980-1984,1986-1987.	293.4	7
213500	PICO ANTONIA	19 ans	1947-1950,1972-1973,1975-1987.	360.8	12
214000	PICO LEO	10 ans	1944-1950,1984,1986-1987.	393.2	4
214500	PICOS	29 ans	1944-1950,1956-1977.	521.1	17
215400	PORTO GOUVEIA	6 ans	1964-1969.	208.8	2
215500	PINGO MEL (SANTA CR)	24 ans	1963-1972,1974-1987.	274.7	20
215600	POILAO	14 ans	1971,1973-1976,1978-1979,1981-1987.	287.7	9
215700	PORTAL (NA. SA. DA	14 ans	1963-1967,1970,1980-1987.	204.2	11
215800	PONTE DOS ORGAOS	16 ans	1971-1976,1978-1987.	278.6	14
215900	PRAIA (AEROPORTO)	78 ans	1885-1887,1907-1930,1934,1936-1937,1939,1941-1987.	206.4	34
216000	PRAIA (VILA)	64 ans	1885-1887,1907-1930,1934,1936-1937,1939,1941-1973.	231.5	21
216100	PRAIA FORMOSA	14 ans	1971,1973,1975-1976,1978-1987.	210	12
216200	RIBEIRA PRINCIPAL	25 ans	1963-1987.	381.8	16
216300	REBELO ABAIXO	8 ans	1980-1987.	311.5	8
216400	RIBEIRA MOURO	9 ans	1978-1979,1981-1987.	259.6	8
216500	RIBEIRA DA BARCA	31 ans	1944-1950,1963,1965-1987.	206	21
216600	RIBEIRAO CHIQUEIRO	15 ans	1971-1979,1982-1987.	241.7	13
216700	RIBEIRAO GATO	12 ans	1973-1979,1981,1984-1987.	236.8	9
216800	RIBEIRINHA	9 ans	1979-1987.	287.9	9
217000	RIBEIRAO MANUEL	23 ans	1963,1965-1976,1978-1987.	335.4	21
217200	RUI VAZ	10 ans	1978-1987.	405.1	10
218000	SALA (RENQUE DE PUR	22 ans	1963-1967,1969-1973,1976-1987.	177.7	15
218500	SANTA CRUZ	18 ans	1958-1963,1966-1968,1978,1980-1987.	302.8	17
219000	SANTANA	30 ans	1944-1950,1963,1965-1971,1973-1987.	336.6	19
219500	S. JORGE DOS ORGAOS	47 ans	1941-1987.	581.2	37
220100	S. MARTINHO PEQUENO	14 ans	1956-1964,1971-1973,1976-1977.	197.2	11
221000	S. DOMINGOS	30 ans	1942-1947,1949-1950,1956-1963,1966-1969,1971,1978,1980-1987	419.1	20
221500	S. FRANCISCO	17 ans	1957-1973.	208.6	16
222000	SERRA DA MALAGUETA	46 ans	1941-1978,1980-1987.	857.8	36
222500	TARRAFAL (CHAO BOM	40 ans	1941-1950,1957-1968,1970-1987.	200.9	23
223000	TELHAL (ENGENHO)	19 ans	1963,1965-1971,1973-1974,1976,1978,1980-1981,1983-1987	383.3	15
223500	TORIL	25 ans	1944-1949,1963,1965,1967-1971,1973,1975-1976,1978,1980-1987	248.3	12
224500	TRINDADE	43 ans	1945-1987.	264.8	35
300500	ACHADA FORA	37 ans	1945-1950,1953-1966,1968-1974,1978-1987.	349.6	27
301000	ACHADA FURNA	40 ans	1945-1950,1953-1976,1978-1987.	298.8	28
301500	ACHADA GRANDE	9 ans	1945-1950,1985-1987.	358.3	3
302000	ATALAIA	39 ans	1945-1949,1953-1976,1978-1987.	826.8	27
302500	COCHO	36 ans	1950-1966,1968-1976,1978-1987.	823	18
303000	COVA FIGUEIRA	42 ans	1941,1943-1945,1947-1950,1953-1976,1978-1987.	416.2	30
303500	ESPIA	35 ans	1950-1966,1968,1970-1976,1978-1987.	944.6	26
304000	FEUJAL-MOSTEIRO	32 ans	1941-1950,1953-1968,1970-1971,1973-1976.	540.6	19
305000	FONTE ALEIXO	8 ans	1945-1950,1986-1987.	291.4	2

NT = Nombre total d'années dans la banque; MOY = Moyenne sur la période 1950-1987

N = Nombre d'années complètes dans la période 1950-1987

Tableau n°2

N°	STATION	lles sous le vent 182		en mm	
		NT	Années présentes dans la banque	MOY	N
305500	GALINHEIROS	38 ans	1945-1950,1953-1971,1973,1975-1976,1978-1987.	519.7	28
306200	LONGAQUE	3 ans	1954,1956-1957.		0
306500	MONTE BARRO	34 ans	1950-1954,1956-1966,1968,1970-1976,1978-1987.	629.6	27
306700	MONTE CAPADO	5 ans	1960-1964.	642.4	4
306800	MONTE GENEBRA	2 ans	1986-1987.	154.3	2
307000	MONTE GRANDE I	6 ans	1945-1950.		0
308000	MONTE GRANDE II	33 ans	1953-1971,1973-1976,1978-1987.	271	24
308100	MONTE LARGO	2 ans	1986-1987.	297	2
308300	MONTE PALHA	40 ans	1945-1950,1953-1976,1978-1987.	584.1	30
308400	MONTE VACA	3 ans	1960-1962.	788.6	1
308500	MONTE VELHA	44 ans	1942-1956,1958-1976,1978-1987.	1117.4	30
308600	MONTE VERDE	3 ans	1985-1987.	164.8	3
308800	MOSTEIROS	15 ans	1966-1971,1975-1976,1981-1987.	270	11
308900	PENEDO ROCHADO	1 an	1987	710.1	1
309000	PATIM	39 ans	1945-1950,1953-1971,1973-1976,1978-1987.	243.7	28
309100	PENTEADO	2 ans	1986-1987.	198.4	2
309200	PIORNO	4 ans	1984-1987.	767	4
309300	PONTA VERDE	4 ans	1984-1987.	534.1	4
309500	PAU CORTADO	34 ans	1950-1953,1955-1966,1968-1976,1978,1980-1987.	857.6	29
309600	RELVA	2 ans	1986-1987.	164.4	2
309700	RIBEIRA GRANDE	2 ans	1986-1987.	500.4	2
310000	RIBEIRA DO ILHEU	33 ans	1950-1966,1968,1970-1973,1975-1976,1978,1980-1987.	920.5	26
310500	S.DOMINGOS-TONGON	39 ans	1945-1950,1953-1971,1973-1976,1978-1987.	253.8	30
311000	S.FILUPE	58 ans	1929-1976,1978-1987.	177.5	32
311600	S. JORGE	2 ans	1986-1987.	670.9	2
312000	SALTO	1 an	1987	274.8	1
312500	SANTO ANTONIO	2 ans	1986-1987.	363.6	2
313000	ZAMBUGEIRO	1 an	1987	282.6	1
313500	ZONA RICINO	3 ans	1985-1987.	284.3	3
400500	CACHACO	29 ans	1949-1950,1957-1975,1978,1981-1987.	251.5	24
400700	CAMPO BAIXO	9 ans	1978-1979,1981-1987.	287.8	9
401000	CAMPO DAS FONTES	22 ans	1963-1975,1978-1979,1981-1987.	245.5	16
401200	FAJA D AGUA	4 ans	1983,1985-1987.	144.7	3
401400	FIGUEIRAL	23 ans	1961-1975,1978-1979,1981,1983-1987.	241.5	18
401500	VILA NOVA DE SINTRA	44 ans	1941-1975,1978-1979,1981-1987.	363.5	32
402000	NOSSA SENHORA DO MO	29 ans	1947-1950,1952-1975,1978.	490.4	23
402500	FURNA	40 ans	1941-1951,1953-1971,1973,1975,1978-1979,1981,1983-1987	193.2	28
8060660	SERRADO	9 ans	1978,1980-1987.	275.6	9
8060720	VALE DE MESA	7 ans	1978,1982-1987.	308.2	7
8060730	MATO FERREIRA	6 ans	1982-1987.	348.8	6
8061000	VAZAGUA	8 ans	1980-1987.	286	8
8062380	SALTOS ABAIXO	2 ans	1983,1987.	257	2
8062420	MATO FAVA	3 ans	1984-1985,1987.	382.6	3
8062450	MONTE CONTADOR	4 ans	1984-1987.	225.2	4
8062510	CHAMINE	4 ans	1984-1987.	281.2	4
8062550	ACHADA GRANDE	4 ans	1984-1987.	238.8	4
8062570	PINHA	2 ans	1986-1987.	382.5	2
8070080	CALHETA	8 ans	1979,1981-1987.	166.1	8
8071270	VILA DO MAIO	8 ans	1979,1981-1987.	107	8
8071280	BARREIRO	7 ans	1981-1987.	107.1	7
8071290	FIGUEIRA HORTA	8 ans	1979,1981-1987.	121.2	8
8071300	PILAO CAO	8 ans	1979,1981-1987.	125.3	8
8071310	PEDRO VAZ	8 ans	1979,1981-1987.	146.8	8
8071320	PRAIA GONCALO	7 ans	1979,1981-1983,1985-1987.	108.1	7
8071340	MORRINHO	7 ans	1981-1987.	157.8	7
8071350	CENTRO ZOOTECNICO	8 ans	1979,1981-1987.	179.7	8
8071370	MORRO	4 ans	1981-1983,1986.	65.9	4
8080360	FEIJOAL	10 ans	1978-1987.	342.5	10
NT = Nombre total d'années dans la banque; MOY = Moyenne sur la période 1950-1987					
N = Nombre d'années complètes dans la période 1950-1987					

Tableau n°2

N°	STATION	Iles sous le vent 182		en mm	
		NT	Années presentes dans la banque	MOY	N
8080400	CHA CALDEIRAS	6 ans	1982-1987.	435.6	6
8082580	FERNAO GOMES	4 ans	1984-1987.	675.3	4
8082590	CHUPADEIRO	4 ans	1984-1987.	1000.8	4
8082610	ESTANCIA ROQUE	4 ans	1984-1987.	456.3	4
8082650	CAMPANAS DE BAIXO	4 ans	1984-1987.	621.3	4
8082670	CURRAL GRANDE	4 ans	1984-1987.	247.2	4
8082710	LAGARICA	2 ans	1986-1987.	240	2
8082820	CAMPANAS DE CIMA	1 an	1987	1128.1	1
8082830	MIRA MIRA	1 an	1987	758.7	1
8082840	MONTE CUMERA	1 an	1987	489.5	1
8082860	BRANDAO	1 an	1987	248.7	1
8082870	MANUEL GONCALVEZ	1 an	1987	308.6	1
8082890	FIGUEIRA PAVAO	1 an	1987	165.7	1
8082900	BALEIA	1 an	1987	165.7	1
Total du pays : 2816 ans , 187 stations.					
NT = Nombre total d'années dans la banque; MOY = Moyenne sur la période 1950-1987					
N = Nombre d'années complètes dans la période 1950-1987					

1.2 Banque hydrométrique

Les données du réseau hydrométrique de la République du CAP-VERT (figure 1) ont été archivées avec le logiciel GS06 qui conserve comme données de base les débits instantanés. Ces débits instantanés ont été publiés dans leur intégralité (annuaire hydrologique). Ils ont été ressaisis dans HYDROM pour permettre l'étude de toutes les crues.

Le tableau n° 3 donne avec l'identification de chaque station, l'inventaire mensuel des données.

Le numéro d'une station est constitué du chiffre 1 pour le continent africain, du nombre 81 ou 82 correspondant aux îles au vent ou sous le vent, du nombre 99 indiquant des petits bassins versants, d'un nombre à 4 chiffres indiquant le numéro d'ordre (INIA) et 0 pour compléter le champ réservé pour l'identification dans HYDROM. Ce numéro d'identification est suivi du numéro de capteur (ici : 1).

Il sera indispensable dans un deuxième temps de saisir les hauteurs et les étalonnages qui sont les données de base, seules utilisables pour une critique sérieuse.

Sous HYDROM, cette banque est constituée de deux répertoires. Le premier regroupe les fichiers nécessaires à l'identification de toutes les stations et représente 7481 octets avec 6 stations. L'autre regroupe actuellement les fichiers de données de débits instantanés et journaliers, et représente 132898 octets pour 26 années/stations.

Il est à remarquer que de nombreux mois sont incomplets et que pour les données 1987-1988 de la station de POILAO sur la Ribiera SECA, les hydrogrammes annuels présentent de fortes anomalies entre les crues (limnigraphe bloqué ou/et début et fin d'écoulement mal connus).

Les graphiques de la figure n°2, donnent en exemple, les hydrogrammes observés sur la Ribiera SAO DOMINGOS de 1985 à 1988. On remarquera que pour l'année 1986, les trois principales crues ont leur débits de pointe égal à 152 m³/s. Il est très probable que pour les deux premières, ce débit ait été dépassé.

La figure n°3 donne un exemple de traitement de crue par le logiciel HYDROM.

Les tableaux n° 4 récapitulent ces caractéristiques pour l'ensemble des crues observées, à savoir: pluie moyenne calculée par la méthode de THIESSEN avec des postes installés sur le bassin versant; temps de montée (T_m: temps entre le début de la crue et le maximum instantané); temps de base (T_b: durée de la crue); volume écoulé; lame écoulée; débit maximum instantané; débit spécifique; coefficient d'écoulement.

L'écoulement annuel d'un bassin versant résulte de la somme de quelques crues (une douzaine au maximum) très violentes et aux décrues extrêmement rapides. Les débits de pointe sont très forts en regard de la taille des bassins. Ont été observés des débits spécifiques de pointe de 10 m³.s⁻¹.km⁻² à la station de S. JORGE (surface du bassin = 4 km²) et de 5.7 m³.s⁻¹.km⁻² à la station de POILA plus en aval (surface du bassin 28.22 km²) pour la même crue.

Un écoulement retardé est observé entre les crues pour les plus petits bassins, les années les plus pluvieuses. A la station de S. JORGE, cet écoulement retardé est nul en 1984, mais représente 35% de l'écoulement total en 1986. Sur les bassins plus grands, l'écoulement retardé cesse très rapidement après chaque crue comme on peut le voir sur les hydrogrammes de la figure 1. L'écoulement retardé qui se fait en surface en amont des bassins, se transforme en écoulement d'inféro-flux vers l'aval, lorsque la sédimentation du fond de la Ribeira devient

importante. Nous avons recueilli le témoignage d'un pêcheur de la CIDADE VELHA qui note la présence d'écoulement d'eau douce dans la mer au droit des Ribeiras même lorsqu'elles ne coulent plus en surface.

Les coefficients d'écoulement annuel ne dépassent pas 25% dans la période observée. En 1986 qui peut être considérée comme une année moyenne tant par la hauteur pluviométrique totale que par les répartitions des pluies (comparaison avec la station de S JORGE DOS ORGAOS) les coefficients d'écoulement ont été de l'ordre de 20% sur les deux plus grands bassins.

La relation entre les pluviométries annuelles aussi bien que mensuelles et les écoulements sur ces mêmes pas de temps, est très lâche. A l'échelle journalière, un écoulement non négligeable apparaît pour les hauteurs de pluies supérieures à 30 mm. On note cependant quelques événements pluvieux entre 30 et 40 mm pour lesquels aucun écoulement significatif ne se produit. L'étude hydrologique de SAO NICOLAU (OLIVRY, 1989), indique l'existence de deux familles de précipitations déterminantes dans l'apparition ou non d'écoulement. Les pluies prolongées de type mousson océanique ne provoquent aucune réaction d'écoulement superficiel même si les hauteurs de précipitations sont importantes, alors que les pluies violentes, brèves dans le temps, de type orage, grain ou tornade, sont à l'origine des crues observées à partir d'un certain seuil de hauteur de précipitation.

Au cours de la première mission de juillet 1990, l'observation d'un orage dont la hauteur pluviométrique a été d'environ 80 mm, a montré que le ruissellement commence dès les premiers instants de la pluie; son intensité suit celle des précipitations. Le ruissellement immédiat qui constitue la majeure partie de l'écoulement, est fortement lié à l'intensité de la pluie et à la capacité d'absorption des sols.

Figure n° 1

ILE DE SANTIAGO

BASSINS HYDROLOGIQUES

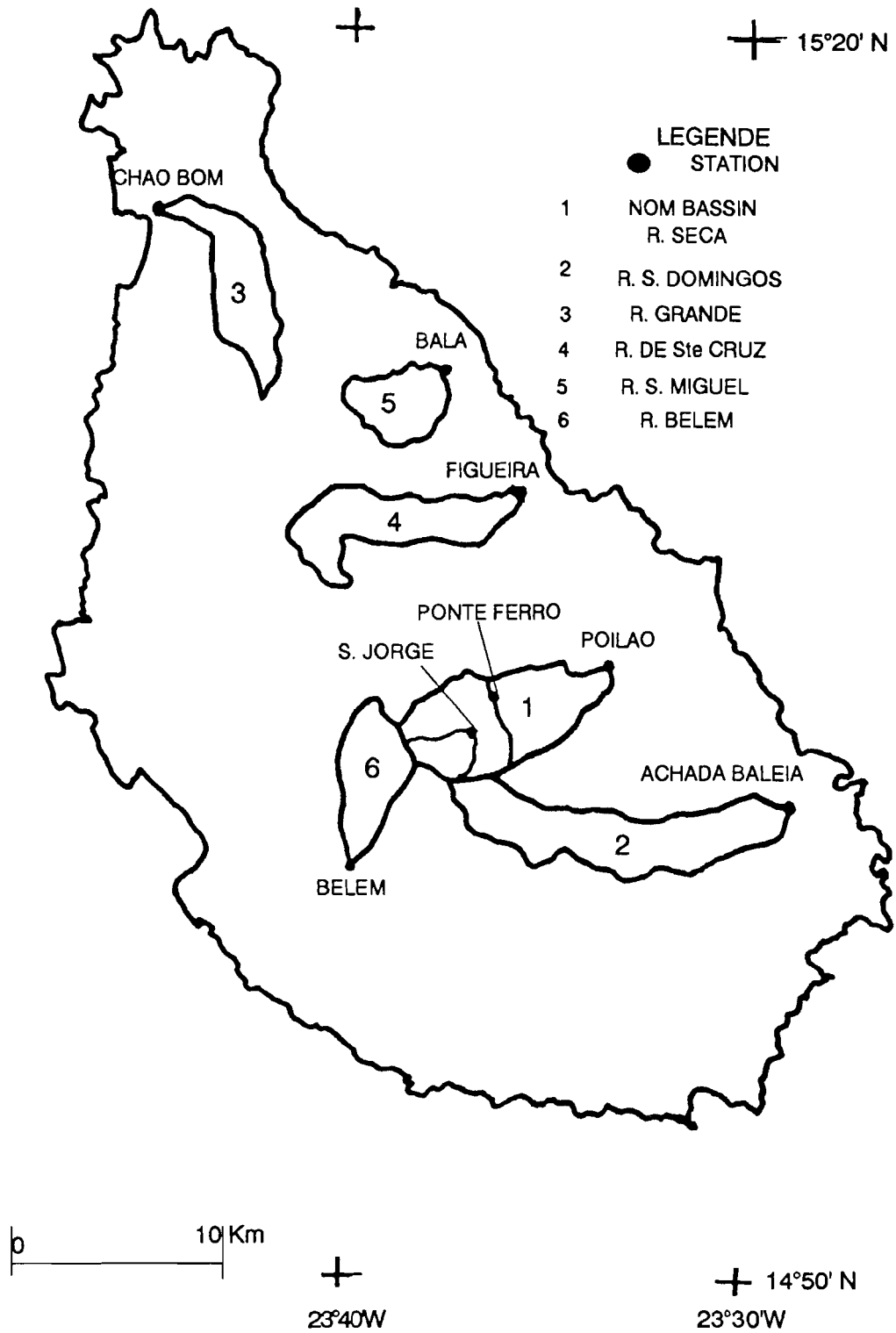


Tableau n°3

ORSTOM *** HYDROMETRIE *** LABORATOIRE D'HYDROLOGIE
INVENTAIRE DES DEBITS INSTANTANES

Station 1829930100-1 S. JORGE Latit. 15.02.58
Rivière : RIBIERA SECA Longit. -23.36.55
Pays : CAP VERT SUD Altit. 325M
Bassin RIBIERA SECA Aire 4 Km2

Année	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE
1984	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-
1985	C	-	-	-	-	-	C	C	C	C	-	C
1986	C	-	-	-	-	-	-	C	C	C	-	C
1987	C	-	-	-	-	-	-	C	C	C	C	C
1988	C	-	-	-	-	-	-	*	C	C	*	-

Station 1829930110-1 PONTE FERRO Latit. 15.03.45
Rivière : RIBIERA SECA Longit. -23.36.32
Pays : CAP VERT SUD Altit. 240M
Bassin RIBIERA SECA Aire 14.8 Km2

Année	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE
1984	C	-	-	-	-	-	*	-	C	-	-	-
1985	C	-	-	-	-	-	C	C	C	-	-	C
1986	C	-	-	-	-	-	-	C	*	C	-	C
1987	C	-	-	-	-	-	-	C	C	C	-	C
1988	C	-	-	-	-	-	-	C	C	*	-	-

Station 1829930120-1 POILAO Latit. 15.04.28
Rivière : RIBEIRA SECA Longit. -23.33.52
Pays : CAP VERT SUD Altit. 89M
Bassin RIBEIRA SECA Aire 28.22 Km2

Année	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE
1984	C	-	-	-	-	-	C	C	C	-	-	C
1985	C	-	-	-	-	-	-	*	*	-	-	C
1986	C	-	-	-	-	-	-	C	C	C	-	C
1987	C	-	-	-	-	-	-	*	C	C	C	C
1988	C	C	C	-	-	-	-	C	C	C	*	-

Station 1829930130-1 ACHA BALEIA Latit. 15.01.37
Rivière : SAO DOMINGOS Longit. -23.28.53
Pays : CAP VERT SUD Altit. 20M
Bassin SAO DOMINGOS Aire 28.43 Km2

Année	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE
1984	*	-	-	-	-	-	-	C	*	-	-	C
1985	C	-	-	-	-	-	-	C	C	-	-	C
1986	C	-	-	-	-	-	-	C	C	C	-	C
1987	C	-	-	-	-	-	-	*	C	C	-	C
1988	C	-	-	-	-	-	-	C	C	-	C	*

C : Mois complet * : Mois incomplet - : Mois manquant ou à sec + : Cotes hors barème

Tableau n°3

Station 1829930140-1 CHAO BOM Latit. 15.15.15
 Rivière : RIBEIRA GRANDE Longit. -23.44.46
 Pays : CAP VERT SUD Altit. 25M
 Bassin CHAO BOM Aire 16.37 Km2

Année	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE
1985	C	-	-	-	-	-	-	C	-	-	-	C
1986	C	-	-	-	-	-	-	*	*	C	-	C
1987	C	-	-	-	-	-	-	C	*	*	-	C
1988	C	-	-	-	-	-	-	*	C	-	-	-

Station 1829930150-1 FIGUEIRA GORDA Latit. 15.07.42
 Rivière : RIB. SANTA C RUZ Longit. -23.36.12
 Pays : CAP VERT SUD Altit. 8000M
 Bassin FIGUEIRA GORDA Aire 20.28Km2

Année	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE
1987	C	-	-	-	-	-	-	C	C	C	-	C
1988	*	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-

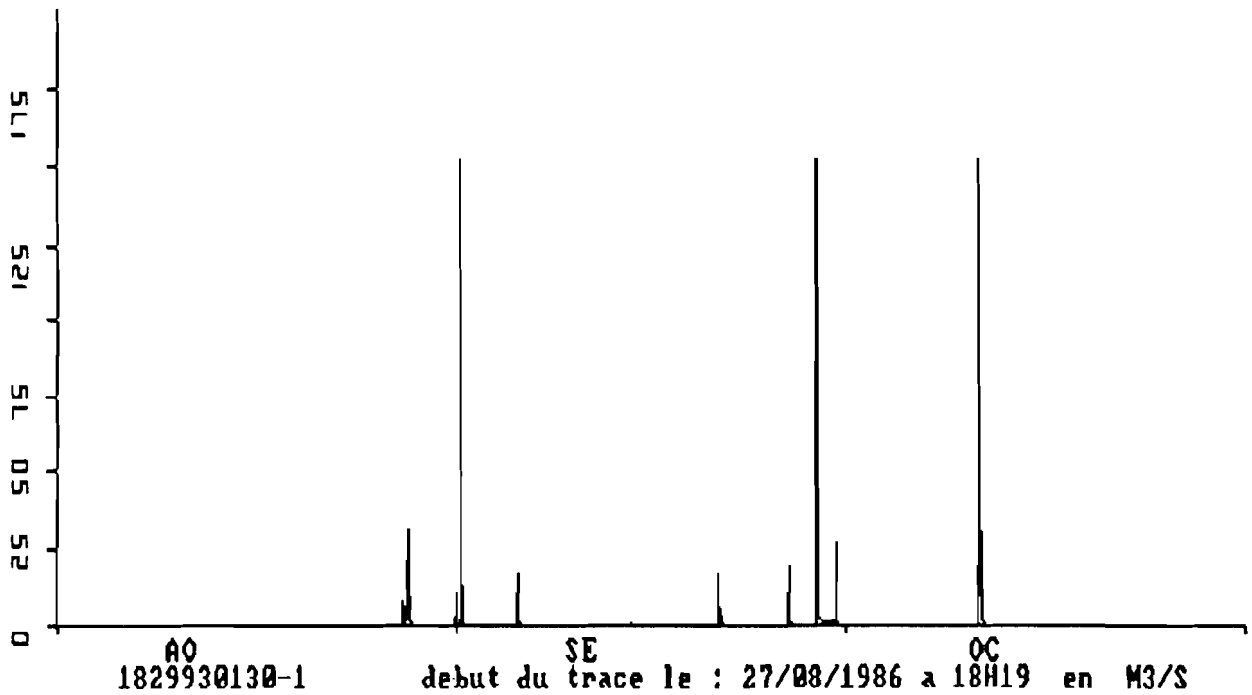
C : Mois complet * : Mois incomplet - : Mois manquant ou à sec + : Cotes hors barème

Figure n°2

Ribeira SAO DOMINGOS, Hydrogrammes annuels

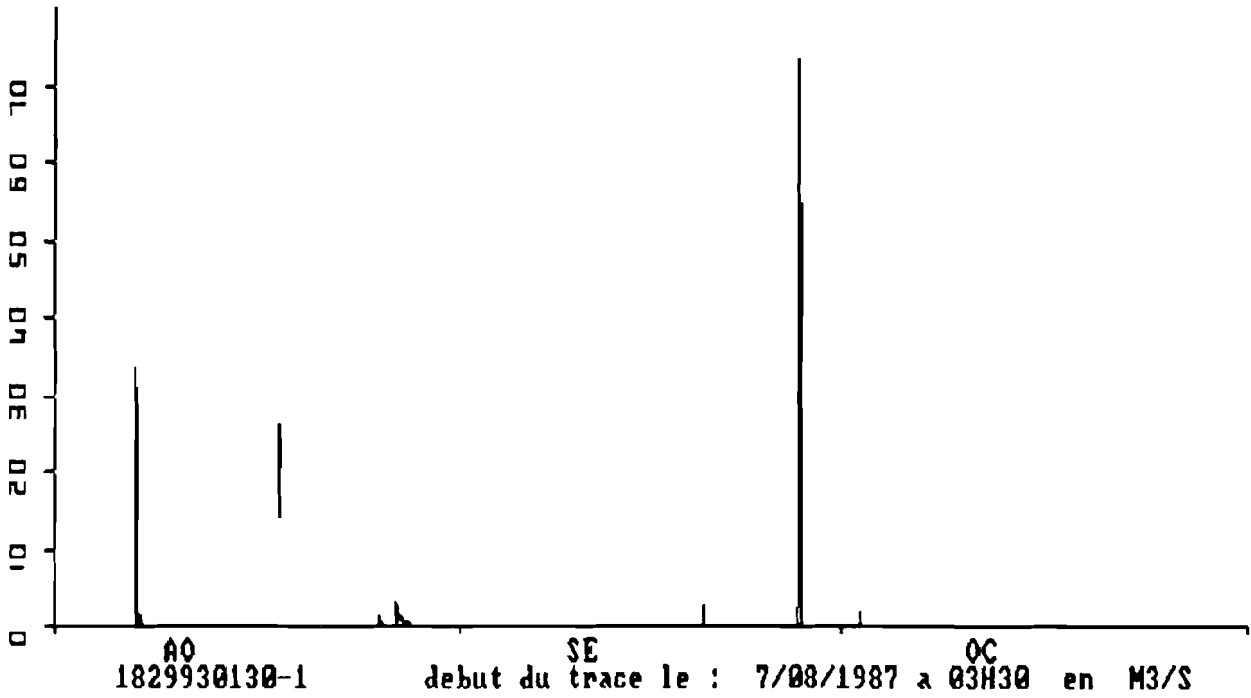


Lame précipitée annuelle 188.4 mm, lame écoulee 7.37 mm, volume écoulé 209600m3, coef d'écoulement 4%

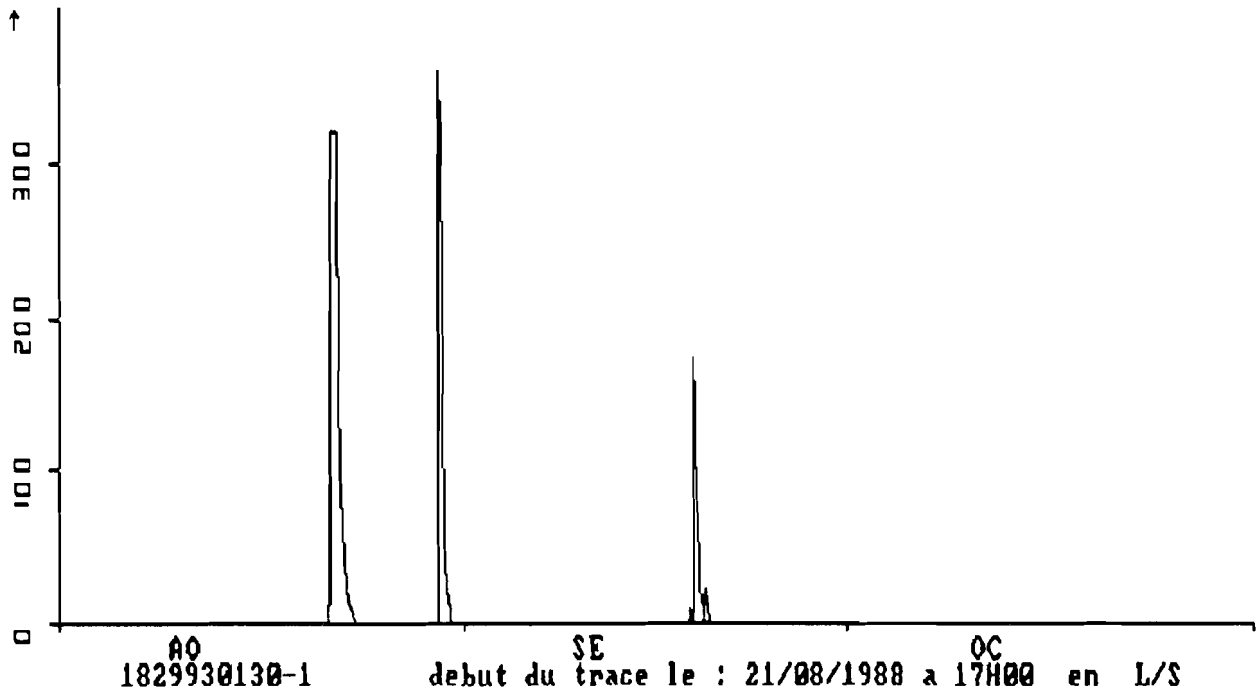


Lame précipitée annuelle 489.5 mm, lame écoulee 107.9 mm, volume écoulé 3066000m3, coef d'écoulement 22%

Figure n°2
Ribeira SAO DOMINGOS, Hydrogrammes annuels

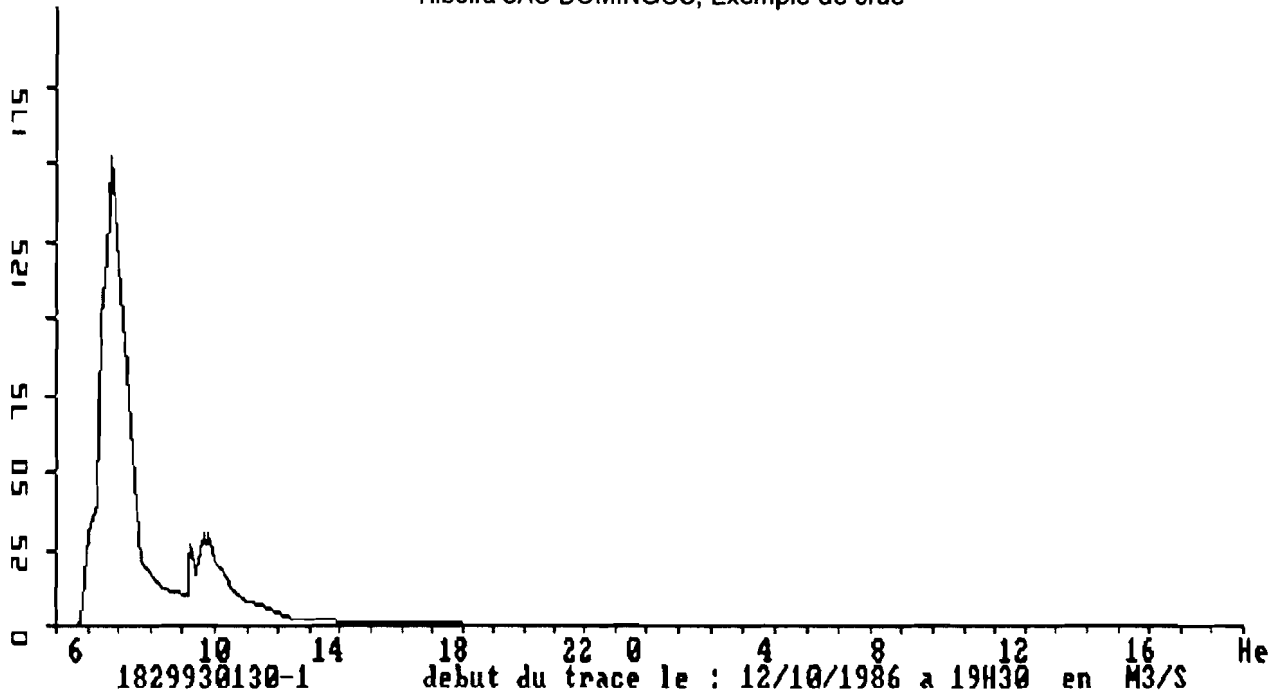


Lame précipitée annuelle 485 mm, lame écoulee (37.8) mm, volume écoulé (1102058) m3, coef d'écoulement (8)%



Année trop incomplète

Figure n°3
Ribeira SAO DOMINGOS, Exemple de crue



Début de crue : 11/10/1986 à 06H30 Débit initial : 0 L/S
 Fin de crue : 12/10/1986 à 21H00 Débit final : 0 L/S
 Maximum de crue: 11/10/1986 à 07H45 Débit maximum écoulé : 152 M3/S
 Débit maximum ruisselé: 152 M3/S
 Temps de montée: 75 min soit 0 Jo 1 H 15 min
 Temps de base : 2310 min soit 1 Jo 14 H 30 min
 Volume écoulé : 772.4 milliers de m3
 Volume de ruissellement : 772.4 milliers de m3
 Volume résiduel : 0 milliers de m3
 Superficie du bassin : 28.43 Km2
 Lane écoulée : 27.17 MM
 Lane ruisselée : 27.17 MM
 Débit spécifique : 5.35 M3/S/Km2 soit 19.26 mm/h

Tableau n°4

STATION 1829930100 S. JORGE RIBIERA SECA - ANALYSE DES CRUES

DATE J:M:A	Pm mm	Tm h:mn	Tb j:h:mn	Ve m3	Le mm	QMax m3/s	Qs l/s/km2	Ke %
16:9:84	228.2	17:16	1:04:45	308400	77.1	43.7	10900	33.8
20:7:85	44.4	50	19:00	9164	2.3	2.95	738	5.2
28:7:85	19.8	1:00	4:40	379	0.09	0.064	16	0.5
3:8:85	1.2	30	2:30	403	0.1	0.137	34.3	8.3
16:8:85	34.8	20	15:20	14330	3.58	9.23	2310	10.3
8:9:85	24.6	10:30	19:30	2318	0.58	0.137	34.3	2.4
11:9:85	20.6	1:30	11:30	764	0.19	46	11.5	0.9
16:9:85	35.2	5:10	20:40	978	0.24	0.268	67	0.7
21:9:85	24.9	1:10	1:50	653	0.16	0.44	110	0.6
27:8:86	97.7	44	20:40	20388	5.1	4.61	1150	5.2
31:8:86	80	14:53	1:01:45	18340	4.58	3.95	988	5.7
5:9:86	50.3	1:25	7:05	9075	2.27	2.77	693	4.5
20:9:86	68.7	55	13:20	14210	3.55	5.07	1270	5.2
21:9:86	10.9	4:11	1:11:00	39340	9.83	4.96	1240	90.2
26:9:86	69.3	47	1:00:30	44050	11.01	9.23	2130	15.9
28:9:86	104	3:22	22:45	150300	37.57	14.7	3680	36.1
29:9:86	20.5	3:28	19:00	34180	8.54	1.07	268	41.7
30:9:86	15.5	1:50	12:00	17760	4.44	0.795	199	28.6
11:10:86	80.2	1:15	12:00	34700	8.68	6.6	1650	10.8
7:8:87	69	2:55	20:00	6762	1.69	0.846	212	2.4
18:8:87	86.7	1:10	18:00	23130	5.78	7.72	1930	6.7
25:8:87	47	1:40	3:30	905	0.23	0.211	52.8	0.5
26:8:87	83.3	2:20	1:04:30	39230	9.81	3.43	858	11.8
12:9:87	20.3	30	10:20	22640	5.66	9.55	2390	27.9
18:9:87	18.3	50	7:30	1632	0.41	0.239	59.8	2.2
19:9:87	23.5	20	1:30	843	0.21	0.367	91.8	0.9
1:10:87	44.6	11:20	1:00:00	15260	3.82	2.51	628	8.6
3:10:87	47.8	5:20	1:12:00	10940	2.74	0.795	199	5.7
6:10:87	53.2	3:20	3:06:00	20700	5.18	0.899	225	9.7
15:10:87	11.8	50	4:20	1320	0.33	0.795	199	2.8
4:8:88	42.2	1:00	5:00	790	0.2	0.085	21.3	0.5
21:8:88	93.2	6:40	1:19:00	169500	42.37	10.9	2730	45.5
14:9:88	22.5	3:00	10:00	2614	0.65	0.137	34.3	2.9

Pm = pluie moyenne en mm

Tm, Tb = temps de montée et temps de base en jour, heure, minute

Ve = volume écoulé pendant la crue en m3

Le = lame écoulée pendant la crue en mm

Qmax = débit maximum en m3/s

Qs = débit spécifique du débit de pointe en l/s/km2

Ke = coefficient d'écoulement en %

Bilan pour les années complètes et hauteurs bien observées

	Pm	Ve	Le	Qmax	Qs	Ke
Année 1984	408.1	308400	77.1	43.7	10900	18.9
Année 1985	318.4	35250	8.81	9.23	2310	2.8
Année 1986	691.4	586100	146.52	14.7	3680	21.2
Année 1987	582.9	224900	56.23	9.55	2390	9.6

Ve et Le = volume et lame écoulés annuels = volume des crues + écoulement de base

Tableau n°4

STATION 1829930110 PONTE FERRO - ANALYSE DES CRUES

DATE J:M:A	Pm mm	Tm h:mn	Tb j:h:mn	Ve m3	Le mm	QMax m3/s	Qs l/s/km2	Ke %
16:9:84	212.9	20:10	1:15:45	1392000	94.09	128	8650	44.2
20:7:85	37	15	2:00	1123	0.08	0.583	39.4	0.2
16:8:85	44.8	45	4:20	27900	1.89	17.6	1190	4.2
8:9:85	20.8	6:00	12:00	1454	0.1	0.188	12.7	0.5
16:9:85	39.9	8:00	19:00	4604	0.31	0.461	31.1	0.8
21:9:85	22.2	5:00	8:00	3067	0.21	0.52	35.1	0.9
27:8:86	95.5	44	1:09:54	51050	3.45	7.22	488	3.6
31:8:86	75.7	1:45	11:00	26970	1.82	8.7	588	2.4
1:9:86	55.9	2:25	15:00	84380	5.7	27	1820	10.2
5:9:86	45.4	1:12	1:01:02	52260	3.53	20.5	1390	7.8
20:9:86	74.5	1:45	7:00	27190	1.84	7.51	507	2.5
26:9:86	50.3	57	1:12:30	132300	8.94	27	1820	17.8
28:9:86	81.5	3:50	1:00:00	326100	22.04	27	1820	27.0
30:9:86	14.5	2:00	12:00	78430	5.3	9.34	631	36.6
2:10:86	4.6	2:40	6:00	30490	2.06	5.66	382	44.8
11:10:86	96.2	1:32	2:08:00	360000	24.3	45.2	3050	25.3
7:8:87	68.5	3:30	13:30	16210	1.1	2.83	191	1.6
17:8:87	82.2	5:50	13:40	80560	5.44	16.7	1130	6.6
25:8:87	49.8	50	10:40	2437	0.16	1.35	91.2	0.3
26:8:87	61.8	1:30	1:21:40	27480	1.86	1.35	91.2	3.0
12:9:87	5.5	2:10	6:00	2297	0.16	1.05	70.9	2.9
13:9:87	11.3	1:00	3:50	1293	0.09	0.224	15.1	0.8
18:9:87	17.8	1:30	5:40	617	0.04	0.079	5.34	0.2
19:9:87	20.9	2:50	1:00:00	2991	0.2	0.354	23.9	1.0
1:10:87	41.4	3:10	7:40	4988	0.34	0.799	54	0.8
2:10:87	44.7	4:20	1:13:40	46820	3.16	11.8	797	7.1
6:10:87	43.6	11:40	4:02:40	212800	14.38	14.9	1010	33.0
15:10:87	13	4:20	1:00:00	9206	0.62	2.51	170	4.8
21:8:88	95.5	23:50	2:12:00	45320	3.06	1.95	132	3.2

Pm = pluie moyenne en mm

Tm, Tb = temps de montée et temps de base en jour, heure, minute

Ve = volume écoulé pendant la crue en m3

Le = lame écoulée pendant la crue en mm

Qmax = débit maximum en m3/s

Qs = débit spécifique du débit de pointe en l/s/km2

Ke = coefficient d'écoulement en %

Bilan pour les années complètes et hauteurs bien observées

	Pm	Ve	Le	Qmax	Qs	Ke
Année 1984	418	1392000	94.1	128	8650	22.5
Année 1985	288.9	38260	2.59	17.6	1190	0.9
Année 1986	723.5	1657600	112	45.2	3050	15.5
Année 1987	543.8	527600	35.65	16.7	1130	6.6

Ve et Le = volume et lame écoulés annuels = volume des crues + écoulement de base

Tableau n°4

STATION 1829930120 POILAO - ANALYSE DES CRUES

DATE J:M:A	Pm mm	Tm h:mn	Tb j:h:mn	Ve m3	Le mm	QMax m3/s	Qs l/s/km2	Ke %
14:7:84	71.3	2:20	8:40	190000	6.73	72	2550	9.4
22:8:84	17.2	2:00	4:00	1061	0.04	0.248	8.79	0.2
16:9:84	212.7	14:22	1:17:50	2781000	98.54	159	5630	46.3
4:9:85	12.4	1:00	17:00	4307	0.15	0.76	26.9	1.2
7:9:85	10.2	1:55	9:00	2103	0.07	1.36	48.2	0.7
8:9:85	20.7	10:00	22:00	1814	0.06	0.076	2.69	0.3
21:9:85	18.4	2:25	13:00	3363	0.12	0.605	21.4	0.7
27:8:86	94.4	17:45	1:01:05	79310	2.81	34.9	1240	3.0
31:8:86	94	12:30	1:05:30	232900	8.25	75.3	2670	8.8
5:9:86	48.7	1:58	21:30	485000	17.19	131	4640	35.3
20:9:86	55.8	42	1:12:00	306000	10.84	26.8	950	19.4
26:9:86	44.5	38	12:00	328000	11.62	145	5140	26.1
28:9:86	61.6	6:15	1:00:00	987100	34.98	122	4320	56.8
29:9:86	14.1	4:05	16:00	80430	2.85	13.6	482	20.2
30:9:86	12.5	6:35	1:05:00	196400	6.96	17.2	609	55.7
11:10:86	93.6	1:35	1:18:00	764100	27.08	113	4000	28.9
18:8:87	71.4	2:00	9:10	145000	5.14	26.8	950	7.2
25:8:87	43.7	1:20	5:20	5018	0.18	2.15	76.2	0.4
26:8:87	37.1	30	20:00	304000	10.77	11.3	400	29.0
12:9:87	4.1	30	8:30	40560	1.44	7.08	251	35.1
19:9:87	20.6	40	1:22:00	151300	5.36	9.65	342	26.0
1:10:87	68.3	10:40	1:10:00	369000	13.07	59.4	2100	19.1
6:10:87	47.4	23:20	3:01:30	994000	35.22	25.4	900	74.3
15:10:87	13.5	1:00	1:08:00	287600	9.13	20.3	719	67.6
21:8:88	79.6	14:25	18:30	5929	0.21	0.681	24.1	0.3

Pm = pluie moyenne en mm

Tm, Tb = temps de montée et temps de base en jour, heure, minute

Ve = volume écoulé pendant la crue en m3

Le = lame écoulée pendant la crue en mm

Qmax = débit maximum en m3/s

Qs = débit spécifique du débit de pointe en l/s/km2

Ke = coefficient d'écoulement en %

Bilan pour les années complètes et hauteurs bien observées

	Pm	Ve	Le	Qmax	Qs	Ke
Année 1984	423.8	2972000	105.31	159	5630	24.8
Année 1985	250	11290	0.4	1.36	48.2	0.2
Année 1986	635	3471060	123	145	5140	19.4

Ve et Le = volume et lame écoulés annuels = volume des crues + écoulement de base

Tableau n°4

STATION 1829930130 ACHADA BALEIA - ANALYSE DES CRUES

DATE J:M:A	Pm mm	Tm h:mn	Tb j:h:mn	Ve m3	Le mm	QMax m3/s	Qs l/s/km2	Ke %
16:9:84	186	2:05	4:10	528400	18.59	98.4	3460	10.0
16:8:85	33.2	11	16:49	90080	3.17	7.53	265	9.5
8:9:85	11.4	20	55	4458	0.16	2.73	96	1.4
16:9:85	46.3	4:46	19:16	93770	3.3	15.5	545	7.1
21:9:85	21	1:02	8:20	21340	0.75	4.58	161	3.6
27:8:86	53.5	11:21	1:02:16	315400	11.1	30.9	1090	20.7
31:8:86	52.3	10:14	23:49	536900	18.88	152	5350	36.1
5:9:86	15.4	1:18	13:53	63170	2.22	16.4	577	14.4
14:9:86	6.6	15	10:50	2488	0.09	1.27	44.7	1.4
21:9:86	23.4	1:30	15:30	112200	3.95	16.4	577	16.9
26:9:86	30.3	1:50	12:00	113200	3.98	18.9	655	13.1
28:9:86	66.9	2:30	21:30	994800	34.99	152	5350	52.3
29:9:86	18.3	10:15	15:15	131800	4.64	27.2	957	25.4
11:10:86	67.6	1:15	23:30	771600	27.14	152	5350	40.1
7:8:87	86.2	3:00	16:00	220400	7.75	33.4	1170	9.0
25:8:87	27.3	4:00	14:30	15570	0.55	1.53	53.8	2.0
26:8:87	28.8	7:30	1:16:30	76770	2.7	3.06	108	9.4
20:9:87	22.2	40	6:30	10950	0.39	2.5	90	1.8
27:9:87	28.7	4:00	10:00	772700	27.18	73.5	2590	94.7
2:10:87	26.9	1:00	7:20	5663	0.2	1.6	56.3	0.7
21:8:88	60	3:00	1:23:00	19230	0.68	0.32	11.3	1.1
30:8:88	2.1	30	23:00	9307	0.33	0.361	12.7	15.7
18:9:88	12.2	9:15	1:12:00	4441	0.16	0.174	6.12	1.3

Pm = pluie moyenne en mm

Tm, Tb = temps de montée et temps de base en jour, heure, minute

Ve = volume écoulé pendant la crue en m3

Le = lame écoulée pendant la crue en mm

Qmax = débit maximum en m3/s

Qs = débit spécifique du débit de pointe en l/s/km2

Ke = coefficient d'écoulement en %

Bilan pour les années complètes et hauteurs bien observées

	Pm	Ve	Le	Qmax	Qs	Ke
Année 1984	293	540170	19	98.4	3460	6.5
Année 1985	188	209600	7.4	15.5	545	3.9
Année 1986	489	3066000	107.9	152	5350	22.1

Ve et Le = volume et lame écoulés annuels = volume des crues + écoulement de base

Tableau n°4

STATION 1829930140 CHAO BOM

DATE J:M:A	Pm mm	Tm h:mn	Tb j:h:mn	Ve m3	Le mm	QMax m3/s	Qs l/s/km2	Ke %
16:8:85	37.7	30	1:10	325	0.02	0.205	12.5	0.1
Année probablement incomplète								
28:8:86	110.3	24	16:50	295000	18.02	62.8	3840	16.3
21:9:86	28.2	6:05	12:55	53650	3.28	3.7	226	11.6
30:9:86	30.5	1:00	10:00	62940	3.84	4.16	254	12.6
2:10:86	24.6	10	3:35	5518	0.34	1.85	113	1.4
Année incomplète								
18:8:87	48.6	20	9:00	31700	1.94	3.52	215	4.0
27:8:87	88.9	10	1:21:10	169100	10.33	7.33	448	11.6
29:8:87	12.1	3:00	19:00	13410	0.82	1	61.1	6.8
4:9:87	13.9	10	3:00	505	0.03	0.111	6.78	0.2
6:10:87	38.5	12:00	2:00:00	66730	4.08	1.64	100	10.6
Année incomplète								
18:9:88	31.4	45	16:30	13900	0.85	0.678	41.4	2.7
22:9:88	6.5	30	11:10	13140	0.85	3.88	237	13.1
Année incomplète								

Pm = pluie moyenne en mm

Tm, Tb = temps de montée et temps de base en jour, heure, minute

Ve = volume écoulé pendant la crue en m3

Le = lame écoulée pendant la crue en mm

Qmax = débit maximum en m3/s

Qs = débit spécifique du débit de pointe en l/s/km2

Ke = coefficient d'écoulement en %

Tableau n°4

STATION 1829930150 FIGUERA GORDA

DATE J:M:A	Pm mm	Tm h:mn	Tb j:h:mn	Ve m3	Le mm	QMax m3/s	Qs l/s/km2	Ke %
7:8:87	48.6	1:40	2:50	739	0.04	0.161	7.94	0.1
26:8:87	33.8	4:50	10:00	225100	11.1	16.9	833	32.8
27:8:87	31.4	3:20	6:31	37720	1.86	3.96	195	5.9
19:9:87	36.6	4:31	1:02:02	202800	10	9.25	456	27.3
2:10:87	44.6	10:21	21:02	131300	6.47	18	888	14.5
Année1987	381.2			601800	29.67	18	888	7.8
18:9:88	17.9	1:00	2:00:45	4479	0.22	0.075	3.7	1.2
Année incomplète								

Pm = pluie moyenne en mm

Tm, Tb = temps de montée et temps de base en jour, heure, minute

Ve = volume écoulé pendant la crue en m3

Le = lame écoulée pendant la crue en mm

Qmax = débit maximum en m3/s

Qs = débit spécifique du débit de pointe en l/s/km2

Ke = coefficient d'écoulement en %

1.3 Modèle de bilan hydrologique

1.3.1 Critique des bilans antérieurs

Les bilans hydrologiques proposés dans la littérature pour les îles du CAP-VERT sont de deux types : type global à l'échelle annuelle ou type bilan de bassin versant avec pour base un pas de temps journalier.

-Bilan de type global :

Au cours d'une mission exploratoire sur l'évaluation des ressources en eau souterraine des île du CAP-VERT, le BURGEAP (1974) propose la formule d'infiltration suivante

$$I_{an} = 0.25(P_{an} - 300)$$

où I_{an} est l'infiltration annuelle exprimée en mm et P_{an} la pluie annuelle en mm. Cette formule s'appuie sur un calcul de l'évapo-transpiration réelle mensuelle suivant la formule de TURC:

$$ETP = 0.4 (IG + 50) T / (T + 15)$$

T étant la température mensuelle moyenne en °C

IG étant le rayonnement global fonction de I_G donné par des tables en fonction de la latitude et de la durée observée de l'ensoleillement sur la durée théorique du jour (h/H)

Cette évaporation potentielle mensuelle (ETP) est satisfaite globalement ou partiellement suivant les hauteurs mensuelles de précipitations et le stock d'eau disponible dans le sol appelé RFU (réserve facilement utilisable) et on en déduit l'évapo-transpiration réelle mensuelle ETR mois par mois et pour l'année.

La différence entre P et ETR est appelée "excès d'eau". Cet excès d'eau se partage en deux fractions, celle qui s'infiltré et celle qui ruisselle.

ETR est bien sûr très dépendant de la pluie mensuelle et de la RFU (choisie à 100 mm dans l'étude du BURGEAP). ETR varie très peu d'une année à l'autre. L'excès d'eau est alors dépendant de P annuel.

En suivant la logique de ce modèle, les années où P est inférieure à 300 mm il n'y aurait ni infiltration, ni ruissellement, ce qui est visiblement incorrect! Des crues importantes sont en effet observées dès les premières pluies, et même dans les années sèches.

MANAERTS (1989) cale le même type de formule à partir de données de bassin versant et propose :

$$I_{an} = 0.22(P_{an} - 150)$$

où I_{an} est l'infiltration annuelle exprimée en mm et P_{an} la pluie annuelle en mm.

La remarque précédente reste valable.

- Bilan de type bassin versant

Les méthodes proposées dans les publications sont également basées sur l'équation générale du bilan hydrique

$$P = (RFU + ETR) + He + I$$

où P, RFU, ETR, He et I sont respectivement la pluie, la réserve du sol facilement utilisable, l'évapo-transpiration réelle, la lame écoulee et la lame infiltrée, toutes exprimées en mm.

Dans des régions où la répartition des pluies dans le temps est aussi variable, où les fortes averses ne sont pas rares et ont un poids relatif important dans le total annuel, les méthodes de bilan global annuel et même mensuel ne sont pas utilisables.

OLIVRY (1989) choisit le pas de temps journalier pour réaliser le bilan hydrologique des bassins de SAO NICOLAU. Il reconstitue ensuite des lames infiltrées à l'échelle annuelle.

Les données hydrologiques et climatiques recueillies sur les bassins de la Ribeira BRAVA et de la Ribeira GRANDE lui permettent de faire les estimations suivantes :

- ETP vaut 3.3 mm/jour, quelque soit l'altitude et le mois (compensation entre température et sécheresse de l'air)

- RFU vaut 50 mm en moyenne sur tous les sols des bassins étudiés, elle perd 3.3mm par jour, les jours sans pluie et jusqu'à épuisement

- He est susceptible d'être observée pour une pluie moyenne supérieure à 50 mm. He est estimé par les formules suivantes lorsque $P > 50$ mm

$$-He = 0.68 (P - RFU - ETR) - 15 \text{ pour le bassin de BRAVA}$$

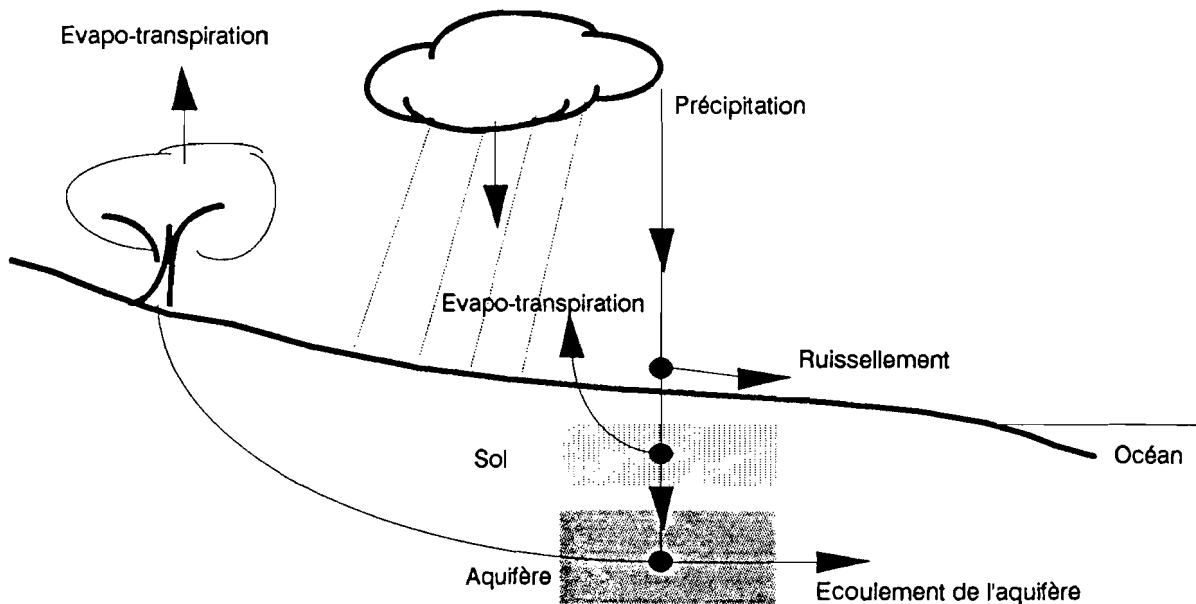
$$-He = 0.25 (P - RFU - ETR) - 12 \text{ pour le bassin de GRANDE}$$

Ce modèle au pas de temps journalier semble le mieux adapté au cas des îles du CAP-VERT. La difficulté de l'estimation du ruissellement demeure (on voit que pour deux bassins voisins les coefficients de ruissellement sont dans un rapport de 2.5). Elle ne pourra être résolue que par une étude globale des lames ruisselées à partir de l'ensemble des données hydrologiques.

1.3.2 Bilan hydrologique proposé

Le modèle, que nous proposons, repose sur la considération du cycle de l'eau représenté à la figure 4 et sur les observations réalisées par l'INIA et étudiées précédemment.

Figure 4 Représentation simplifiée du bilan hydrologique sur un petit bassin



Toute la partie de l'averse dont les intensités sont supérieures à la capacité d'absorption du sol donne lieu à un ruissellement immédiat. Pour les bassins observés, ce ruissellement est calculé par HYDROM, événement par événement. Ces observations permettent de caler une fonction de transformation pluie - lame ruisselée. Ne disposant pas des intensités et des durées des événements pluvieux, cette fonction exprime la hauteur de la lame ruisselée en fonction de la hauteur de l'événement pluvieux et de la capacité d'absorption du sol.

La variation de capacité d'absorption du sol dépend des variations de son état de surface (développement de la végétation, encroûtement, travaux agricoles...) et de son état de saturation. De nombreuses études, parmi lesquelles on peut citer : CHEVALLIER, 1983 SEGUI, 1986 et ALBERGEL 1987, ont montré que cette variation de la capacité d'absorption des sols, au cours de la saison des pluies sur un petit bassin sahélien, peut être caractérisé par un indice pluviométrique récurrent de la forme :

$$IK_n = (IK_{n-1} + P_{n-1}) e^{-at}$$

où IK_n est l'indice de capacité d'absorption du sol pour l'événement pluvieux n (mm), IK_{n-1} est l'indice de capacité d'absorption du sol pour l'événement pluvieux $n-1$ (mm), P_{n-1} est la hauteur de l'événement pluvieux $n-1$ (mm), a est une constante d'ajustement caractéristique du bassin variant de 0 à 1 (jour^{-1}) et t est le temps exprimé en jour entre les événements pluvieux n et $n-1$. a est le premier paramètre du modèle. On fait l'hypothèse qu'il ne se produit qu'un seul événement pluvieux par jour de pluie et que les événements pluvieux de deux jours de pluies consécutifs sont séparés de 24 heures.

La lame ruisselée L_r est une expression linéaire des variables P (hauteur moyenne de l'événement pluvieux sur le bassin) et l'indice IK

$$L_r = x P + y IK + z$$

x , y et z sont trois autres paramètres du modèle; a , x , y et z sont ajustés de façon à avoir le meilleur coefficient de corrélation entre L_r , P et IK

La partie non ruisselée est acheminée vers un réservoir sol, dont la première sortie est le prélèvement occasionné par l'évapo-transpiration potentielle. Ce réservoir est caractérisé par sa capacité, classiquement appelée réserve facilement utilisable (RFU). C'est le cinquième paramètre du modèle. Le niveau de remplissage de ce réservoir S est soumis soit à la pluie (P-Lr) soit à l'évaporation (ETP). S est calculé chaque jour :

$$S = P - Lr - ETP \text{ et } S \geq 0$$

Lorsque, pour un événement pluvieux, S dépasse RFU, la lame d'eau S-RFU est considérée comme lame infiltrée et gagne la zone saturée. Cette fraction peut être reprise par l'écoulement retardé de surface lorsque le niveau piézométrique de la nappe est au dessus de celui de la rivière, par l'écoulement d'inféro-flux dans le lit de la rivière, par l'écoulement de la nappe vers la mer en suivant les zones de fractures ou les formations géologiques les plus drainantes, et par l'évapo-transpiration des arbres dont les racines atteignent la nappe.

1.3.3 Application du modèle de bilan hydrologique aux bassins observés

Dans un premier temps le modèle a été appliqué sur les bassins du réseau en utilisant la lame ruisselée observée pour chaque crue. Les valeurs de l'ETP sont celles calculées par Mme BERESLAWSKI à la station de S. JORGE (ETP PENMAN).

Evapo-transpiration de PENMAN à la station Agro-climatologique de S. JORGE

Jan mm/j	Fev mm/j	Mars mm/j	Avr mm/j	Mai mm/j	Juin mm/j	Juil mm/j	Aout mm/j	Sept mm/j	Oct mm/j	Nov mm/j	Dec mm/j
2.14	2.74	3.34	3.39	3.62	3.64	3.16	3.24	3.33	3.54	2.74	2.44

La valeur de la RFU qui a été fixée à 50 mm, valeur utilisée par OLIVRY à SAO NICOLAU, est confirmée par des mesures de bilan hydrique sur des parcelles cultivées à la station agro-climatologique de S. JORGE (FOREST, com. personnelle). Des essais successifs effectués en prenant RFU = 25 mm, 50 mm et 100 mm, font varier la lame infiltrée annuelle simulée 10 % en 1986 sur le bassin de la Ribeira SAO DOMINGOS (année moyenne aux pluies bien réparties) mais de 100% en 1984 qui n'a connu que 2 pluies.

Le tableau 6 donne un exemple du bilan hydrologique simulé en 1986 sur la Ribeira SAO DOMINGOS. Les pluies sont la moyenne (par la méthode de THYSSEN) des pluies mesurées quotidiennement sur les 10 pluviomètres du bassin. Les lames ruisselées sont celles observées à la station d'ACHADA BALEIA. Le niveau de la réserve sol notée RFU et la lame infiltrée sont celles calculées par le modèle.

Les lames ruisselées et infiltrées annuelles obtenues de la même manière sont récapitulées dans les tableaux 7 pour toutes les années observées sur l'ensemble des stations du réseau et sont notées LRO (lame ruisselée observée) et LIO (lame infiltrée observée).

Pour le calcul de la lame ruisselée en fonction de la pluie moyenne, nous avons utilisé les données des deux bassins : Ribeira SECA à POILAO et Ribeira SAO DOMINGOS à ACHADA BALEIA.

L'observation des données permet de fixer le seuil de la hauteur de pluie nécessaire à l'apparition d'un écoulement à 30 mm. Par itération le paramètre a de l'indice d'absorption des sols est calculé $a=0.2 \text{ jour}^{-1}$. Les paramètres x , y et z sont calculés par la méthode des moindres carrés.

$$\begin{aligned} \text{Si } P < 30 \text{ mm, } L_r &= 0 \\ \text{Si } P \geq 30 \text{ mm, } L_r &= 0.49 P + 0.24 IK - 19 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ecart résiduel} &= 9.9 \text{ mm} \\ R^{*2} &= 0.7786 \\ R \text{ multiple} &= 0.8824 \\ \text{Nombre d'observations} &= 26 \end{aligned}$$

carré de coefficients
de corrélation partielle

$$\begin{aligned} L_r=f(P): & \quad 0.7776 \\ L_r=f(IK): & \quad 0.2109 \end{aligned}$$

Le modèle est appliqué avec ces 5 paramètres pour simuler le bilan hydrologique sur les bassins observés. Les lames écoulées et infiltrées annuelles ainsi obtenues sont récapitulées dans les tableaux 7 (LRC et LIC). La comparaison des valeurs de LRO et LRC avec LIO et LIC valide le modèle. Rappelons que le calage des paramètres a été réalisé sur les bassins de POILAO et de ACHADA BALEIA. La qualité de la comparaison entre valeurs observées et calculées est la même sur les bassins de S.JORGE et de PONTE FERRO.

Nous conservons les valeurs des 5 paramètres du modèle pour simuler le bilan hydrologique sur les bassins versants choisis en accord avec le responsable du projet.

$$\begin{aligned} \text{Si } P < 30 \text{ mm, } L_r &= 0 \\ \text{Si } P \geq 30 \text{ mm, } L_r &= 0.49 P + 0.24 IK - 19 \end{aligned}$$

$$IK_n = (IK_{n-1} + P_{n-1}) e^{-0.2t}$$

$$RFU = 50 \text{ mm}$$

Les pluies moyennes sur le bassin sont calculées à partir des observations journalières des postes pluviométriques de longue durée. L'ETP journalière est l'ETP moyenne mensuelle calculée sur la station climatologique la plus voisine. Si les données ne sont pas suffisantes pour ce dernier calcul, la valeur de l'ETP est fixée à 3.3 mm/j.

L'application de ce modèle à des bassins versants dont les caractéristiques morphologiques et climatiques sont différentes (les surfaces varient entre 5 et 20 km² et les pluies moyennes entre 100 et 500 mm), ne peut donner qu'une idée de l'ordre de grandeur des ressources en eau de surface et en eau souterraine. Il serait nécessaire d'avoir des observations hydrologiques dans les autres îles pour modifier les paramètres de calages.

Cette méthode d'évaluation de la ressource nous paraît cependant plus juste que les bilans globaux au pas de temps mensuels ou annuels. Elle a l'avantage d'être représentative de la variabilité spatiale et temporelle des précipitations dans l'archipel du CAP-VERT.

Tableau n°6

ESTIMATION DE LA LAME INFILTREE A PARTIR DES PLUIES JOURNALIERES						
Station de : ACHADA BALEIA						
ANNEE	MOIS	JOUR	PLUIE	RUISSELEE	RFU	INFILTREE
1986		1	29	0.1	0	0
1986		1	30	0.5	0	0
1986		1	31	0.7	0	0
1986		2	1	6.2	0	3.5
1986		2	2	1.2	0	1.9
1986		2	27	0.1	0	0
1986		5	14	5.1	0	1.5
1986		7	7	0.1	0	0
1986		7	27	0.9	0	0
1986		7	28	0.3	0	0
1986		8	4	1.5	0	0
1986		8	5	0.2	0	0
1986		8	8	0.1	0	0
1986		8	12	0.9	0	0
1986		8	26	13.7	0	10.5
1986		8	27	53.5	11.1	50
1986		8	28	6.4	0	50
1986		8	31	52.3	18.9	50
1986		9	1	20.5	0	50
1986		9	4	16.1	2.2	50
1986		9	5	15.4	0	50
1986		9	10	1.7	0	35
1986		9	11	7.9	0	39.6
1986		9	12	1.7	0	38
1986		9	13	6.1	0.1	40.8
1986		9	14	6.6	0	44
1986		9	15	0.4	0	41.1
1986		9	17	2.1	0	36.5
1986		9	18	5.2	0	38.4
1986		9	19	1.3	0	36.4
1986		9	20	23.4	4	50
1986		9	21	5.8	0	50
1986		9	26	30.3	4	50
1986		9	27	22.6	0	50
1986		9	28	66.9	35	50
1986		9	29	18.3	4.6	50
1986		9	30	4.9	0	50
1986		10	1	3.7	0	50
1986		10	2	0.2	0	46.7
1986		10	4	1.3	0	40.9
1986		10	8	0.5	0	27.2
1986		10	9	1	0	24.7
1986		10	10	39	0	50
1986		10	11	28.6	27.1	50
1986		10	12	2.1	0	48.6
1986		10	21	4.8	0	21.5
1986		10	28	7.3	0	4
1986				489	107	145

Tableau n°7

ESTIMATION DU BILAN HYDROLOGIQUE A PARTIR DES PLUIES JOURNALIERES

Station de : S. JORGE

N° STATION	ANNEE	PM	LRO	LRC	LIO	LIC
8299010	1984	408	77	87	96	91
8299010	1985	318	8	8	34	31
8299010	1986	691	147	159	303	288
8299010	1987	583	56	107	246	189
8299010	1988	520	** 43	65	** 126	103

Station de : PONTE FERRO

N° STATION	ANNEE	PM	LRO	LRC	LIO	LIC
8299011	1984	418	94	81	70	88
8299011	1985	289	3	10	29	24
8299011	1986	723	283	201	199	279
8299011	1987	544	28	97	231	161
8299011	1988	518	** 3	70	** 177	111

Station de : POILAO

N° STATION	ANNEE	PM	LRO	LRC	LIO	LIC
8299012	1984	424	105	84	79	103
8299012	1985	250	0.4	8	12	8
8299012	1986	635	123	143	265	245
8299012	1987	477	*** 80	69	*** 148	127
8299012	1988	475	** 0	65	** 158	93

Station de : ACHADA BALEIA

N° STATION	ANNEE	PM	LRO	LRC	LIO	LIC
8299013	1984	293	19	64	111	72
8299013	1985	188	7	5	0	0
8299013	1986	489	107	53	145	196
8299013	1987	443	** 39	52	*** 159	118
8299013	1988	464	** 1	54	** 151	99

Station de : CHAO BOM

N° STATION	ANNEE	PM		LR		LI
8299014	1985	165		2		0
8299014	1986	414		85		109
8299014	1987	530		55		186
8299014	1988	495		33		126

Station de : BELEM

N° STATION	ANNEE	PM		LR		LI
8299015	1987	381		15		102
8299015	1988	272		7		2

PM pluie moyenne

LRO lame ruisselée observée; LRC lame ruisselée calculée

LIO lame infiltrée calculée avec valeurs observées de LRO, LIC avec valeurs LRC

** valeurs incomplètes *** valeurs incertaines

2 ème partie

Ressource en eau de chaque île

Pour chaque île, les documents suivants ont été réalisés et présentés dans l'ordre :

Un texte résumant les principales caractéristiques de l'île.

Une carte des isohyètes interannuelles. Cette carte est dressée manuellement en s'appuyant sur les postes dont la moyenne, sur la période de référence (1950-1986), est calculée avec au moins 20 ans. On a tenu compte des autres postes de manière qualitative. Ces tracés ont également pris en compte la forme des reliefs et leur exposition au vent. La carte des isohyètes résulte donc de l'interpolation spatiale des valeurs observées sur les stations de plus longues durées, et d'une interprétation des gradients pluviométriques en fonction du relief et de l'exposition. Les principales lignes de crêtes sont représentées sur le document cartographique. Le fond de carte, repris sur des documents existants à la JRH ou à l'INIA, a été réduit à une échelle au format A3. Lorsque le nombre de postes observés sur l'île est insuffisant pour le tracé des isohyètes, on a indiqué sous le nom des postes la valeur de la pluie moyenne interannuelle. Cette valeur est mise entre parenthèses lorsqu'elle résulte de moins de 20 années d'observations.

Une carte des bassins hydrographiques de l'île. Cette carte est tracée automatiquement à partir des contours digitalisés sur les cartes au 1/50000. Le périmètre et la surface des principaux bassins sont notés sur ce document. Ce travail étant en cours à la JRH, seuls les fichiers de bassins concernant 6 îles étaient disponibles à la date de la rédaction de ce rapport.

Une carte des bassins hydrographiques choisis pour la simulation du bilan hydrologique. Sur ces cartes sont représentés le contour des bassins, les postes pluviométriques utilisés dans la simulation et leur aire d'influence suivant la méthode de THYSSEN.

Une fiche technique caractérisant la ressource en eau. Cette fiche contient les éléments suivants:

- La surface de l'île, la répartition des isohyètes en pourcentage de cette surface et la pluie moyenne annuelle de l'île.
- Des tableaux consignant les caractéristiques statistiques des pluies annuelles observées aux principaux postes de l'île. L'étude statistique des pluies annuelles a été réalisée à partir d'un ajustement automatique de 11 lois statistiques. La loi présentée est celle dont l'ajustement est le meilleur au sens du test de BRUNET MORET (1969).
- Des tableaux consignant les caractéristiques statistiques des pluies journalières observées aux principaux postes de l'île. Pour les pluies journalières, la loi choisie est celle de PEARSON III tronquée, un essai d'ajustement des lois de GUMBEL et GAUSSO-LOGARITHMIQUE ayant été également réalisé.
- Des tableaux donnant les éléments de la simulation du bilan hydrologique : Nom et surface des bassins choisis, postes pluviométriques utilisés et leur répartition de THIESSEN et valeurs de l'évapo-transpiration utilisées.
- Des tableaux consignant le résultat de la simulation du bilan hydrologique par bassin étudié. Pour chaque année observée sur tous les postes pluviométriques, les variables suivantes sont indiquées : la pluie moyenne PM mm, la lame ruisselée LrM mm, la lame infiltrée LIM mm et l'évapo-transpiration réelle ETR mm.

Une série de graphiques montrant les ajustements statistiques.

2.1 ILE DE SANTIAGO

L'île de SANTIAGO est située entre les latitudes 14°54' et 15°20' et les longitudes 23°26' et 23°48'. C'est une île sous le vent. Son altitude maximale est de 1394 m et sa surface de 991 km². La capitale du CAP-VERT, PRAIA, est située au sud de cette île. La population de l'île était de 169759 habitants en 1986 soit 50% de la population du CAP-VERT.

La pluie moyenne sur l'île, calculée par la méthode des isohyètes, est de 294.8 mm. Les isohyètes suivent la forme de l'île: en bordure de mer la pluviométrie moyenne est d'environ 200 mm; elle dépasse légèrement 700 mm sur la crête centrale de l'île. Les statistiques annuelles ont été calculées pour 3 postes répartis comme suit: TARRAFAL CHAO BOM au bord de la mer au nord de l'île; S. JORGE DOS ORGAOS au centre et a une altitude moyenne (319 m) et TRINDADE au sud de l'île. L'étude de la pluie journalière a été réalisée pour ces trois postes ainsi que pour CURRALINHO qui est en altitude (900 m). L'influence de l'altitude sur les répartitions statistiques annuelles et journalières est remarquable. La médiane annuelle est 519 mm pour S.JORGE DOS ORGAOS contre 200 à 225 mm pour les stations plus proches de la mer; la pluie journalière de récurrence annuelle vaut respectivement 124 et 121 mm pour S.JORGE et CURRALINHO et 69 et 75 mm pour les autres stations.

Une simulation du bilan hydrologique a été réalisée pour trois bassins de l'île, choisis en raison des aménagements prévus. Deux de ces aménagements doivent servir à l'irrigation et le troisième à l'alimentation en eau de la capitale.

- Ribiera SECA à POILAO, retenue 4.75 millions de m³, surface irriguée 250 ha
- Ribiera SAO DOMINGOS à PORTAL retenue 2.573 millions de m³, surface irriguée 35 ha
- TRINDADE à TRINDADE retenue 12 millions de m³ pour l'alimentation en eau potable de PRAIA.

Une étude des volumes ruisselés a été réalisée pour le dernier bassin au site du barrage.

Pour le bassin de TRINDADE, la station climatologique utilisée pour les valeurs ETP est PRAIA; pour les deux autres bassins (RIBIERA SECA et RIBIERA SAO DOMINGOS), il s'agit de SAO JORGE.

- Ribiera SECA

- La pluie moyenne annuelle sur la période d'observation est de 482.5 mm; l'écoulement moyen est de 91 mm, soit 3.5 millions de m³ et un coefficient d'écoulement moyen de 18.9% .Le volume écoulé moyen est égal au trois-quarts de celui de la retenue envisagée.
- La valeur maximale de la lame écoulée est observée en 1957 : 352.1 mm, soit un volume écoulé de 25.2 millions de m³ et un coefficient d'écoulement de 32.8%. Cette année est également l'année de l'infiltration maximale de la série avec une lame de 385.4 mm, soit 27.6 millions de m³ et 35.9% de la pluie de l'année qui est de 1073.3 mm.
- La valeur minimale de l'écoulement est observée en 1948 qui n'est pas l'année du minimum pluviométrique (1946) ni celui de l'infiltration minimale (1981) de la série.

- En 1948, la pluie est de 185.9 mm et la lame ruisselée simulée de 1.7 mm soit un volume ruisselé de 122000 m³ et un coefficient d'écoulement de 0.9%, mais l'infiltration de 15.5 mm, soit 1.1 millions de m³ (8.3%).
- La pluie la plus faible de la série (133.6 mm) est observée en 1946. Elle donne une lame écoulée de 8.1 mm, soit 580000 m³ avec un coefficient d'écoulement de 6%, et une lame infiltrée de 5.1 mm, soit 365000 m³ et 3.8%.
- l'année 1981 a une pluviométrie annuelle de 152.8 mm ; elle génère un écoulement de 3 mm, soit 215000 m³ (coefficient d'écoulement 2%) et une infiltration de 1.8 mm, soit 129000 m³ et 1.2%.

- Ribeira SAO DOMINGOS

- La ribeira SAO DOMINGOS a un bassin de 33.1 km². La pluie moyenne sur la période d'observation est de 429.3 mm et l'écoulement moyen de 75.7 mm, soit 2.5 millions de m³ et un coefficient d'écoulement moyen de 17.6%. Le volume annuel moyen écoulé est donc du même ordre de grandeur que celui de la retenue.
- La valeur maximale d'écoulement a lieu en 1955. Elle ne correspond pas à la pluie maximale, ni à l'infiltration maximale qui elles ont eu lieu en 1962.
 - En 1955, la lame écoulée a été de 273 mm pour une pluviométrie de 884 mm, soit un volume de 9 millions de m³ et un coefficient d'écoulement de 30.8%, alors que la lame infiltrée valait 317.1 mm ou 10.5 millions de m³ (35.9%).
 - l'année 1962, avec une pluviométrie de 1174.7 mm, donne seulement une lame de 251.4 mm, soit 8.3 millions de m³ et 21.4% d'écoulement; l'infiltration est de 468.7 mm, correspondant à un volume de 15.5 millions de m³ (39.9%).
- Les valeurs minimales de l'écoulement sont apparues en 1977, avec une pluviométrie de 35.2mm et des lames écoulées et infiltrées nulles.
- Dans la série des valeurs que nous obtenons, nous remarquons que la récurrence d'absence d'écoulement est de 35 ans, que celle correspondant à 50000 m³ d'écoulement, soit 1.5 mm de lame, est de 9 ans.

- Ribeira TRINDADE

- La ribeira TRINDADE, avec un bassin de 66.6 km², a une pluie moyenne sur la période d'observations de 284.9 mm. Son écoulement moyen est de 47 mm, soit 3.1 millions de m³, ce qui donne un coefficient d'écoulement moyen de 16.5% .
- La valeur maximale de l'écoulement a eu lieu en 1951, qui ne correspon ni au maximum de la pluie (1952), ni à celui de l'infiltration (1952 également).
 - En 1951, la lame écoulée simulée est de 199 mm pour une pluie de 534.7 mm, soit un volume écoulé de 13.3 millions de m³ et un coefficient 37.2%. La lame infiltrée est de 145.3 mm, soit 9.7 millions de m³ et 27.2%.
 - L'année 1952 donne une lame ruisselée de 189.9 mm, avec une pluie de 689.4 mm.

Le volume écoulé est de 12.6 millions de m³ (27.5%) et la lame infiltrée est maximale : 176.1mm, soit 11.2 millions de m³ (25.5%).

- Les plus faibles valeurs obtenues pour la pluie annuelle, l'écoulement et l'infiltration se suivent : 1972-1973. La pluie, de 4.9 mm en 1972 et 50.9 mm en 1973, n'a donné lieu à aucun écoulement ou infiltration pendant ces deux années.
- Deux autres années très faibles ont réagi différemment.
 - L'année 1988 donne des résultats proches de ceux des années 1972-1973. La pluviométrie est de 88.3mm, le ruissellement de 0.1mm, soit 6660m³ et l'infiltration est identique à l'écoulement.
 - L'année 1983, pour une pluviométrie plus faible (76.7mm) donne une lame ruisselée de 11.1mm soit 740000m³, avec un coefficient de 14.5%; l'infiltration n'est que de 2.2mm, soit 147000m³ (2.8%).
- Nous avons étudié sur ce bassin la partie qui correspond au site de barrage, avec un bassin de 38.85km². La répartition statistique des volumes écoulés est donnée ci-dessous. Le graphique de l'ajustement est donné avec ceux des pluies.

FREQUENCE	0.001	0.01	0.02	0.04	0.1	0.2	0.5	0.8	0.9	0.98	0.98	0.99	0.999
Récur.	1000S	100S	50S	25S	10S	5S	MED	5H	10H	25H	50H	100H	1000H
VOL ECOULE 1000 m ³	0	0	0	0	75	290	1186	3008	4420	6315	7766	9228	14149
VOL INFILTRE 1000 m ³	0	0	0	0	19	379	1515	3250	4395	5795	6797	7766	10806

Ces estimations sont beaucoup moins optimistes que celles présentées dans le rapport INYPSA de faisabilité du projet qui estimait à 5 millions de m³, le volume écoulé moyen.

Les arguments qui permettent de dire que ces dernières estimations sont plus proches de la réalité sont les suivants:

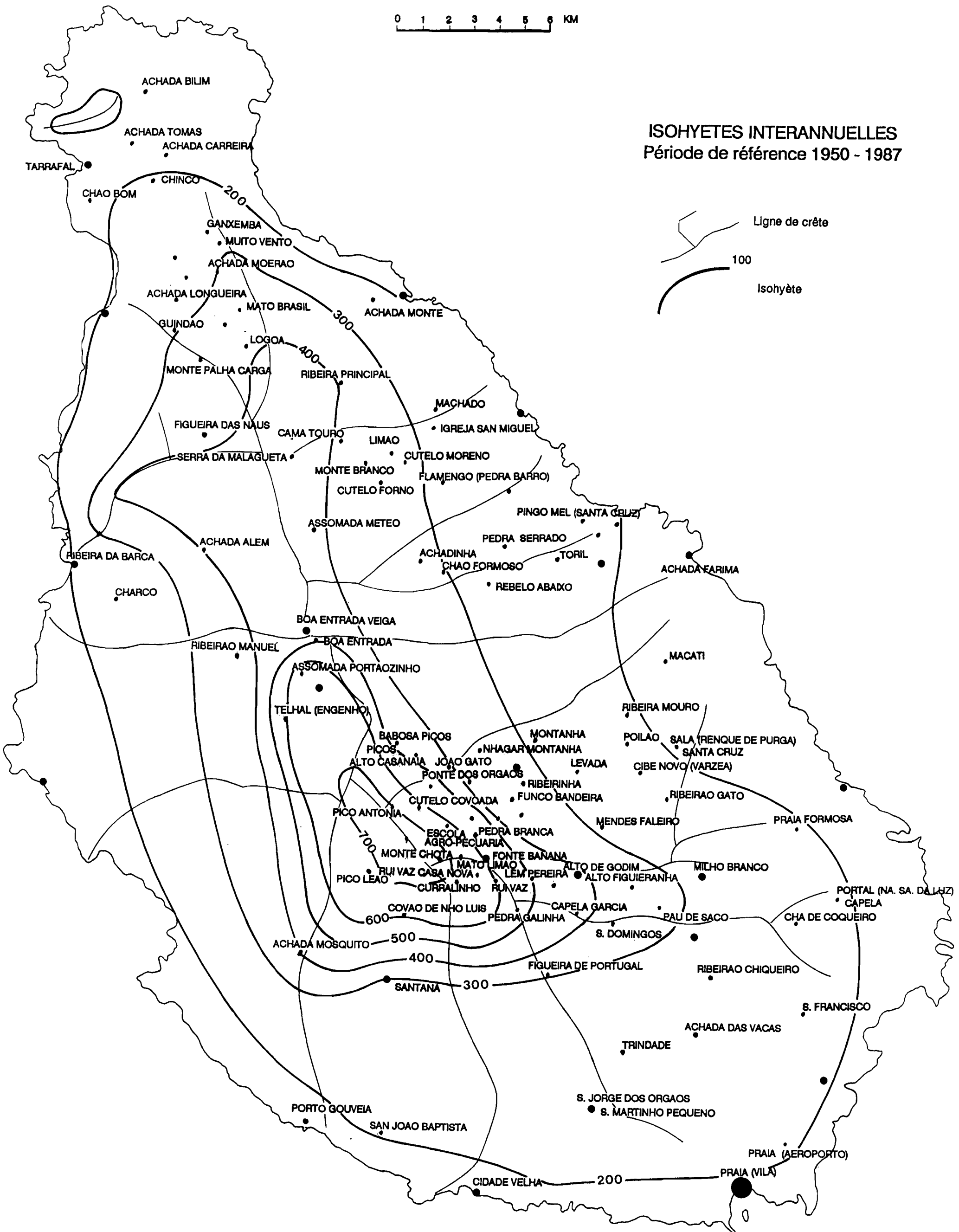
- la simulation des volumes écoulés donne pour le volume moyen, un coefficient d'écoulement de 17% très proche de celui observé sur les bassins voisins de Ribeira SECA et Ribeira SAO DOMINGOS. Il se rapproche de celui estimé pour les barrages de POILAO et de PORTAL. Or 5 millions de m³ correspond à un coefficient d'écoulement moyen annuel supérieur à 50%.
- le modèle de simulation utilisé par l'INYPSA a un pas de temps mensuel qui ne convient pas au climat et à la taille du bassin. Ce modèle simule un écoulement retardé important, qui n'est pas observé sur les bassins voisins.

En tout état de cause, il est indispensable d'organiser quelques campagnes d'observations hydrologiques avant de se lancer dans un projet aussi capital pour la ville de PRAIA. Une simulation de la gestion de la retenue pourra se faire, lorsque les apports seront mieux connus.

ILE DE SANTIAGO



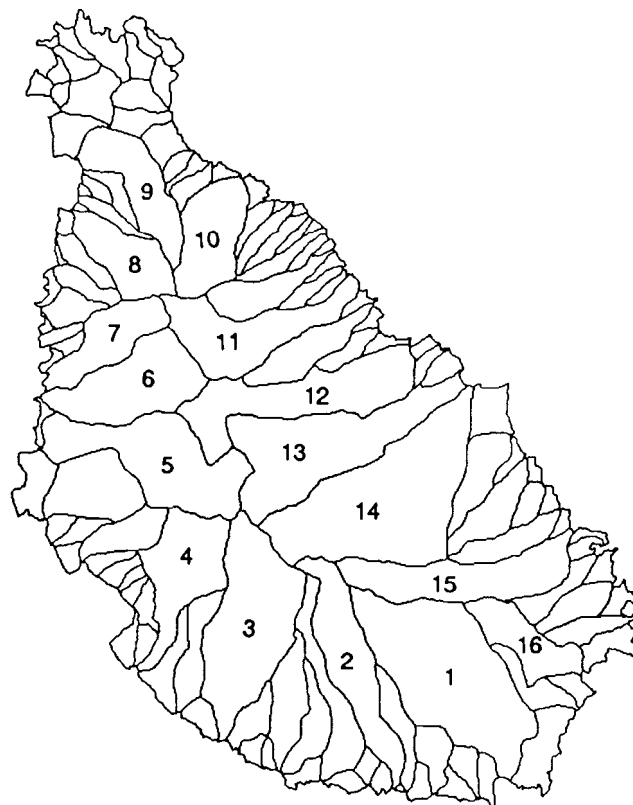
ISOHYETES INTERANNUELLES Période de référence 1950 - 1987



—|—|
4.44648 km

ILE DE SANTIAGO
01/03/91 16:10

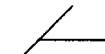


Caractéristiques des principaux
bassins versants

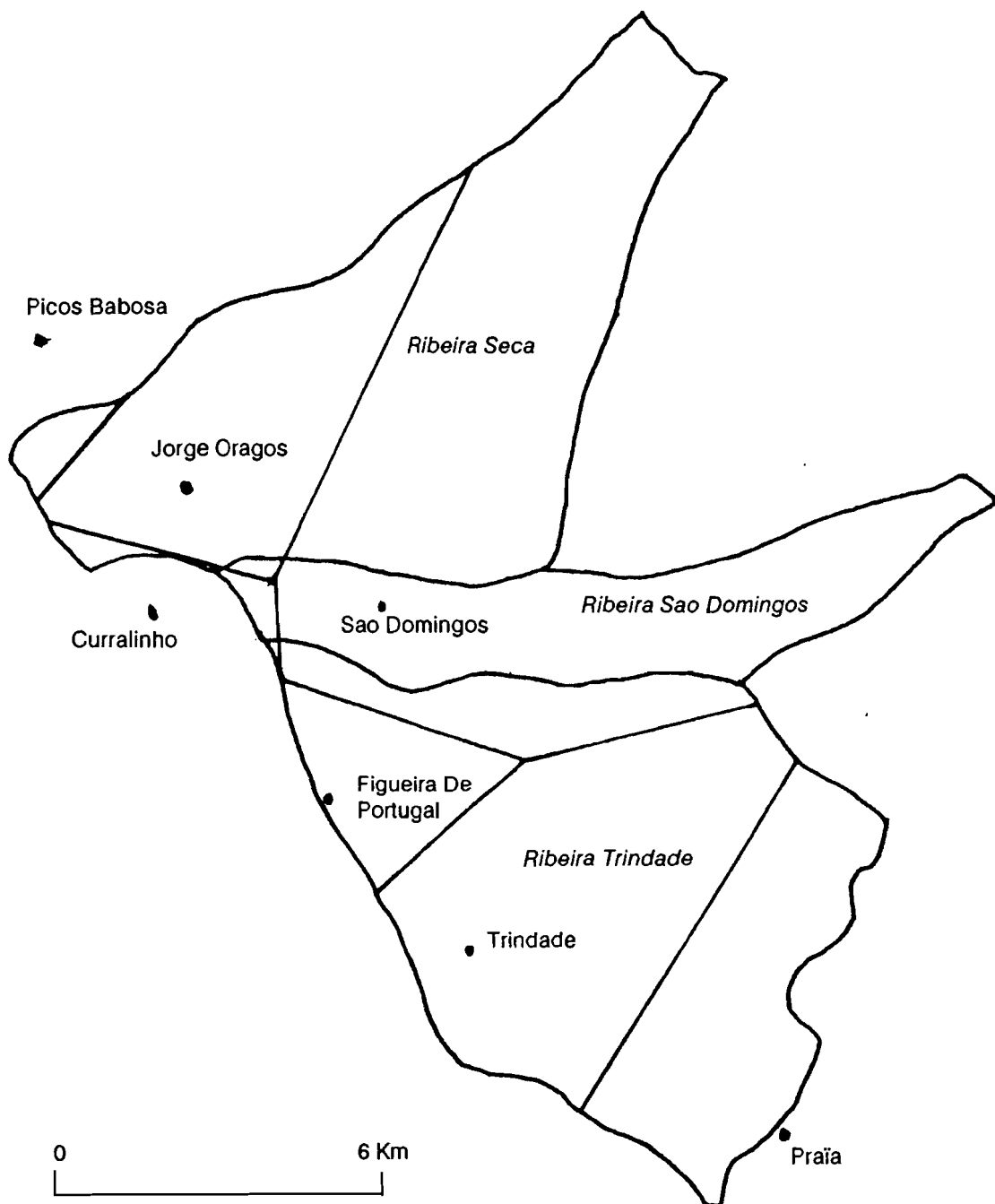


	Bassin	Surface Km2	Périmètre Km
1	Ribeira Trinidad	66.6	37.6
2	San Martinho	30.1	34.8
3	Ribeira Santa Ana	49.7	33.8
4	Ribeira Santa Clara	28	28.8
5	Ribeira Agua Belas	43.2	36.6
6	Ribeira Charco	31.9	25.8
7	Ribeira Barca	18.9	21.9
8	Ribeira Cuba	18.9	19.6
9	Ribeira Grande Tarrafal	23	25.5
10	Ribeira Principal	23.8	20.7
11	Ribeira Dos Flamergo	30.8	32.5
12	Ribeira Santa Cruz	39.7	39.5
13	Ribeira Picos	49.7	41.2
14	Ribeira Seca	71.6	40.5
15	Ribeira San Domingos	33.1	34.1
16	Ribeira San Francisco	16.8	21.2

ILE DE SANTIAGO

Bassins versants sélectionnés pour l'étude de bilan hydrologique

-  Limite des polygones de THIESSEN
-  Poste pluviométrique
-  Limite de bassin



ILE DE SANTIAGO

SURFACE TOTALE = 991 Km²

Répartition des isohyètes (Période de référence 1950-1987)

PLUIE en mm	% de la superficie
<200mm	23.2
200<X<300	43.8
300<X<400	16.9
400<X<500	8.9
500<X<600	2.5
600<X<700	3.7
>700mm	1

PLUIE	MOYENNE	ANNUELLE = 294.8 mm
-------	---------	---------------------

STATISTIQUES SUR DIVERS POSTES

PLUIES ANNUELLES en mm

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.01	0.02	0.04
				100ansS	50ans S	25ans S
S. JORGE DOS ORGAOS	46	569	PEARSON III	12	49	96
TARRAFAL CHAO BOM	31	226	PEARSON III	22	36	54
TRINIDADE	40	263	GALTON	0	12	33

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.1	0.2	0.5
				10ans S	5ans S	2ans
S. JORGE DOS ORGAOS	46	569	PEARSON III	184	282	519
TARRAFAL CHAO BOM	31	226	PEARSON III	87	122	208
TRINIDADE	40	263	GALTON	70	113	224

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.5	0.8	0.9
				2ans	5ans H	10ans H
S. JORGE DOS ORGAOS	46	569	PEARSON III	519	827	1019
TARRAFAL CHAO BOM	31	226	PEARSON III	208	318	387
TRINIDADE	40	263	GALTON	224	388	501

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.96	0.98	0.99
				25ans H	50ans H	100ansH
S. JORGE DOS ORGAOS	46	569	PEARSON III	1248	1410	1546
TARRAFAL CHAO BOM	31	226	PEARSON III	468	525	579
TRINIDADE	40	263	GALTON	651	766	884

PLUIES JOURNALIERES en mm

STATION	Nb Annees	Nb jour/an	Pluie jour	0.5	0.2	0.1
				P > 1mm	maximum	2ans
S. JORGE DOS ORGAOS	46	34	534	124	180	228
TARRAFAL CHAO BOM	31	16	210	69	100	125
TRINIDADE	40	18	218	75	105	130
CURRALINHO	44	37	384	121	163	195

STATION	Nb Annees	Nb jour/an	Pluie jour	0.05	0.02	0.01
				P > 1mm	maximum	20ans
S. JORGE DOS ORGAOS	46	34	534	379	350	406
TARRAFAL CHAO BOM	31	16	210	150	185	212
TRINIDADE	40	18	218	155	189	215
CURRALINHO	44	37	384	228	272	305

BILAN HYDRIQUE

BASSINS ETUDIES

RIBERIA SECA	71.6 km2
RIBIERA SAO DOMINGOS	33.1 km2
TRINDADE	66.6 km2

POSTES PLUVIOMETRIQUES CHOISIS

RIBERIA SECA

station	%	N° PLUVIOM
SAO DOMINGOS	58.8	1820221000
SORGE ORGAOS	36.6	1820219500
PICOS BABOSA	2.7	1820214500
CURRALINHO	1.9	1820208000

RIBIERA SAO DOMINGOS

station	%	N° PLUVIOM
SAO DOMINGOS	98.2	1820221000
SORGE ORGAOS	1.2	1820219500
CURRALINHO	0.6	1820208000

TRINDADE

station	%	N° PLUVIOM
SAO DOMINGOS	11.5	1820221000
CURRALINHO	0.3	1820208000
FIGUERA DE PORTUGAL	12.2	1820209000
TRINIDADE	47.5	1820224500
PRAIA	28.5	1820216000

ETP CHOISIE mm/jour

bassins de	RIBERIA SECA et de			RIBIERA SAO DOMINGOS		
mois	jan	fev	mar	avr	mai	jun
ETP mm	2.14	2.74	3.34	3.39	3.62	3.64
mois	jul	aou	sep	oct	nov	dec
ETP mm	3.16	3.24	3.33	3.54	2.74	2.44

bassin de	TRINDADE					
mois	jan	fev	mar	avr	mai	jun
ETP mm	4	3.6	2.87	2.69	2.9	2.97
mois	jul	aou	sep	oct	nov	dec
ETP mm	3.12	3.51	3.74	3.8	3.86	4.19

BILAN PAR ANNEE

bassin de la RIBIERA SECA

annee	PM	LrM	LiM	ETR M
1942	738.7	177.9	203.0	357.7
1943	891.9	146.6	331.1	414.1
1944	494.2	61.4	138.4	294.5
1945	527.8	76.5	125.9	325.3
1946	133.6	8.1	5.1	120.4
1948	185.9	1.7	15.5	168.6
1949	796.8	149.8	258.2	388.9
1955	877.3	233.7	310.4	333.2
1956	425.1	41.4	95.7	288.1
1957	1073.3	352.1	385.4	335.7
1958	510.1	89.8	108.8	311.5
1959	294.3	9.0	36.4	248.9
1960	399.9	36.2	90.8	273.0
1962	895.2	181.3	321.7	392.2
1963	252.8	42.2	69.4	141.2
1965	342.1	68.4	115.0	158.6
1966	671.6	176.2	195.4	300.0
1979	316.3	54.6	64.3	197.4
1980	300.9	47.6	39.5	213.9
1981	152.8	3.0	1.8	147.9
1982	214.6	18.9	20.3	175.4
1983	187.4	43.4	30.0	114.0
1984	373.3	78.5	92.5	202.3
1985	275.2	18.5	21.1	235.5
1986	689.6	169.1	238.5	281.9
1987	524.3	81.2	148.9	294.1
moyenne	482.5	91.0	133.2	258.2
ecart type	268.4	84.6	113.4	88.1
récurrence x=0		écoulement et ruissellement tous les ans		

bassin de la RIBIERA SAO DOMINGOS

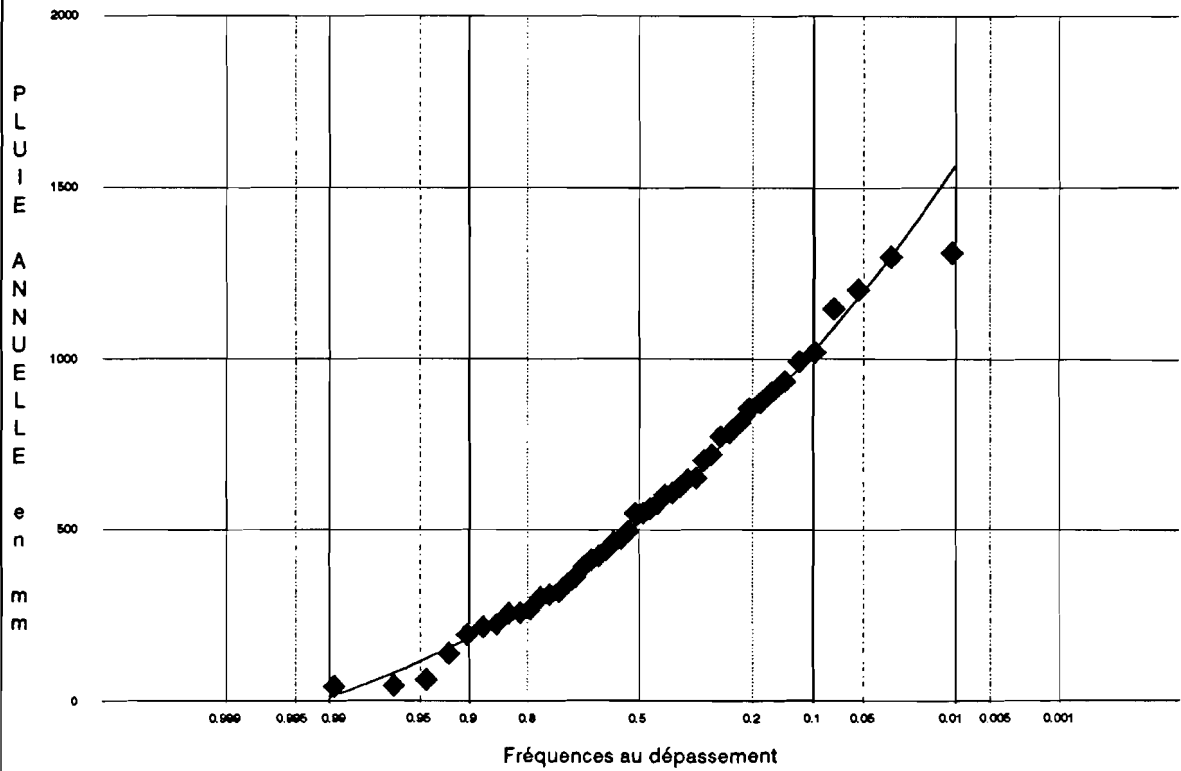
annee	PM	LrM	LiM	ETR M
1942	641.6	145.0	154.0	342.7
1943	790.6	114.8	303.8	371.9
1944	367.1	32.8	83.2	251.1
1945	439.2	60.1	88.3	290.7
1946	90.5	6.0	0.3	84.2
1948	121.0	0.2	1.3	119.5
1949	813.4	164.1	265.9	383.3
1955	884.0	273.0	317.1	293.9
1956	333.4	27.1	65.7	240.6
1957	916.6	232.0	346.3	338.3
1958	425.1	65.7	71.0	288.3
1959	252.8	1.5	21.0	230.2
1960	324.7	4.9	70.7	249.1
1962	1174.7	251.4	468.7	454.5
1966	540.6	108.9	127.5	304.2
1977	35.2	0.0	0.0	35.2
1979	323.7	59.7	79.3	184.7
1980	214.2	23.7	1.3	189.2
1981	93.4	0.3	0.2	92.9
1982	149.6	4.6	0.8	144.3
1983	140.2	26.7	13.8	99.7
1984	259.9	38.8	51.7	169.4
1985	243.8	18.2	16.2	209.4
1986	676.2	165.8	218.6	291.8
1987	481.4	65.9	123.4	292.1
moyenne	429.3	75.7	115.6	238.1
ecart type	303.8	84.1	130.9	105.0
récurrence x=0		35.0	35.0	

bassin de TRINIDADE

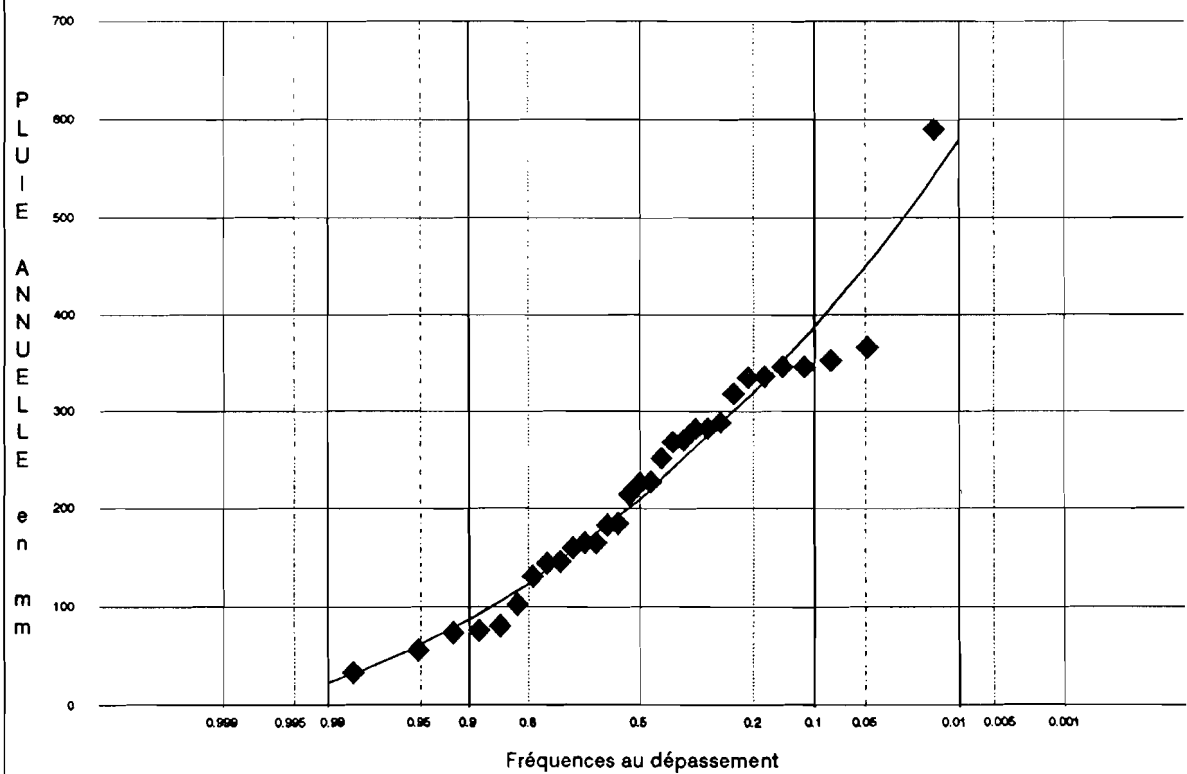
annee	PM	LrM	LiM	ETR M
1945	338.4	52.2	60.8	225.4
1946	131.6	3.7	1.1	126.7
1948	108.6	0.1	0.4	108.1
1949	577.8	93.3	129.9	354.7
1950	515.9	109.9	140.4	265.6
1951	534.7	199.0	145.3	190.4
1952	689.4	189.9	176.1	323.4
1953	446.7	67.8	93.8	285.1
1954	322.1	29.4	24.9	267.8
1955	404.1	82.0	81.7	240.4
1956	223.1	18.2	12.1	192.9
1957	448.0	63.2	114.3	270.4
1958	287.0	26.5	37.4	223.0
1959	115.4	2.2	2.0	111.2
1960	182.5	11.9	21.5	149.1
1961	246.2	30.6	27.0	188.6
1962	422.6	91.4	98.3	232.9
1963	235.0	26.5	24.2	184.4
1966	366.6	37.7	59.5	269.3
1972	4.9	0.0	0.0	4.9
1973	50.9	0.0	0.0	50.9
1975	412.4	84.9	88.6	238.8
1980	236.5	32.2	13.6	190.8
1981	88.3	0.1	0.1	88.1
1982	127.1	15.0	14.3	97.8
1983	76.7	11.1	2.2	63.5
1984	211.2	39.1	42.3	129.9
1985	130.5	2.2	1.6	126.7
1986	261.1	39.5	33.7	188.0
1987	352.6	49.7	57.1	245.8
moyenne	284.9	47.0	50.1	187.8
ecart type	171.9	51.2	51.6	84.1
réurrence x=0		15	15	

annee	bassin de TRINIDADE		au site de barrage		S=38.85km2	V i (m3)
	PM	LrM	LIM	ETR M	V r (m3)	
1945	338.4	52.2	60.8	225.4	2028320	2363012
1946	131.6	3.7	1.1	126.7	145260	43046
1948	108.6	0.1	0.4	108.1	4779	16434
1949	577.8	93.3	129.9	354.7	3624550	5046343
1950	515.9	109.9	140.4	265.6	4270120	5456444
1951	534.7	199.0	145.3	190.4	7729751	5643312
1952	689.4	189.9	176.1	323.4	7376178	6843117
1953	446.7	67.8	93.8	285.1	2634807	3645062
1954	322.1	29.4	24.9	267.8	1142617	967210
1955	404.1	82.0	81.7	240.4	3187448	3175327
1956	223.1	18.2	12.1	192.9	705866	470007
1957	448.0	63.2	114.3	270.4	2456680	4442070
1958	287.0	26.5	37.4	223.0	1029952	1453612
1959	115.4	2.2	2.0	111.2	84810	78671
1960	182.5	11.9	21.5	149.1	463791	834848
1961	246.2	30.6	27.0	188.6	1189704	1047707
1962	422.6	91.4	98.3	232.9	3552250	3817284
1963	235.0	26.5	24.2	184.4	1028321	938616
1966	366.6	37.7	59.5	269.3	1466082	2313168
1972	4.9	0.0	0.0	4.9	0	0
1973	50.9	0.0	0.0	50.9	0	699
1975	412.4	84.9	88.6	238.8	3298792	3443353
1980	236.5	32.2	13.6	190.8	1250970	526689
1981	88.3	0.1	0.1	88.1	3963	4079
1982	127.1	15.0	14.3	97.8	581701	556410
1983	76.7	11.1	2.2	63.5	429720	83994
1984	211.2	39.1	42.3	129.9	1518880	1641413
1985	130.5	2.2	1.6	126.7	86597	63831
1986	261.1	39.5	33.7	188.0	1533953	1308623
1987	352.6	49.7	57.1	245.8	1932516	2217519
moyenne	284.9	47.0	50.1	187.8	1825279	1948063
ecart type	171.9	51.2	51.6	84.1	1987472	2003486
réurrence x=0		15	15			

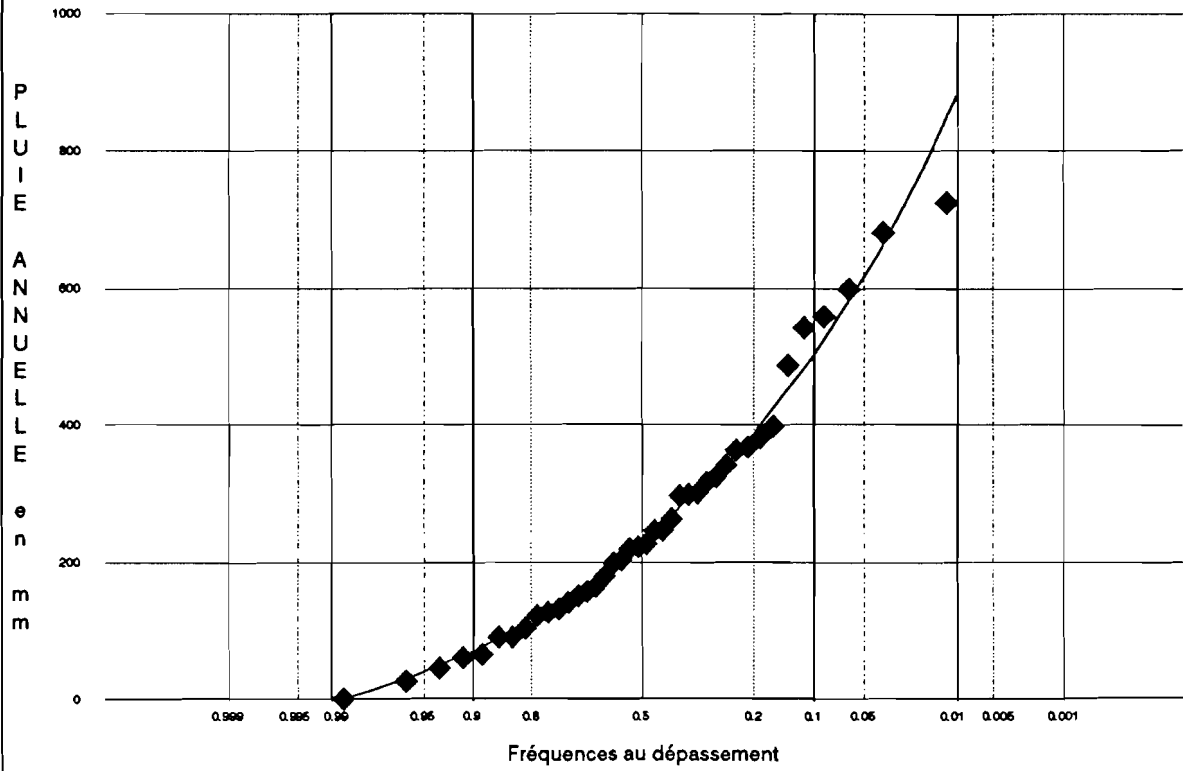
S. JORGE DOS ORGAOS (SANTIAGO)



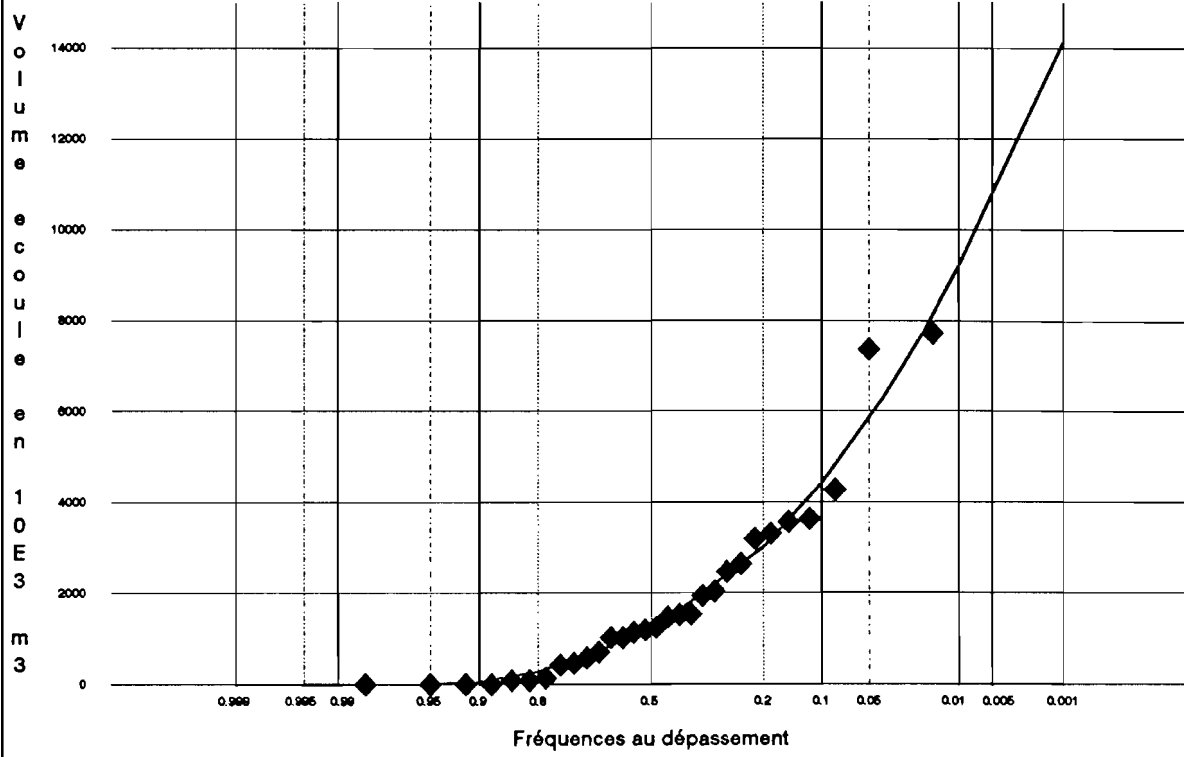
TARRAFAL CHAO BOM (SANTIAGO)



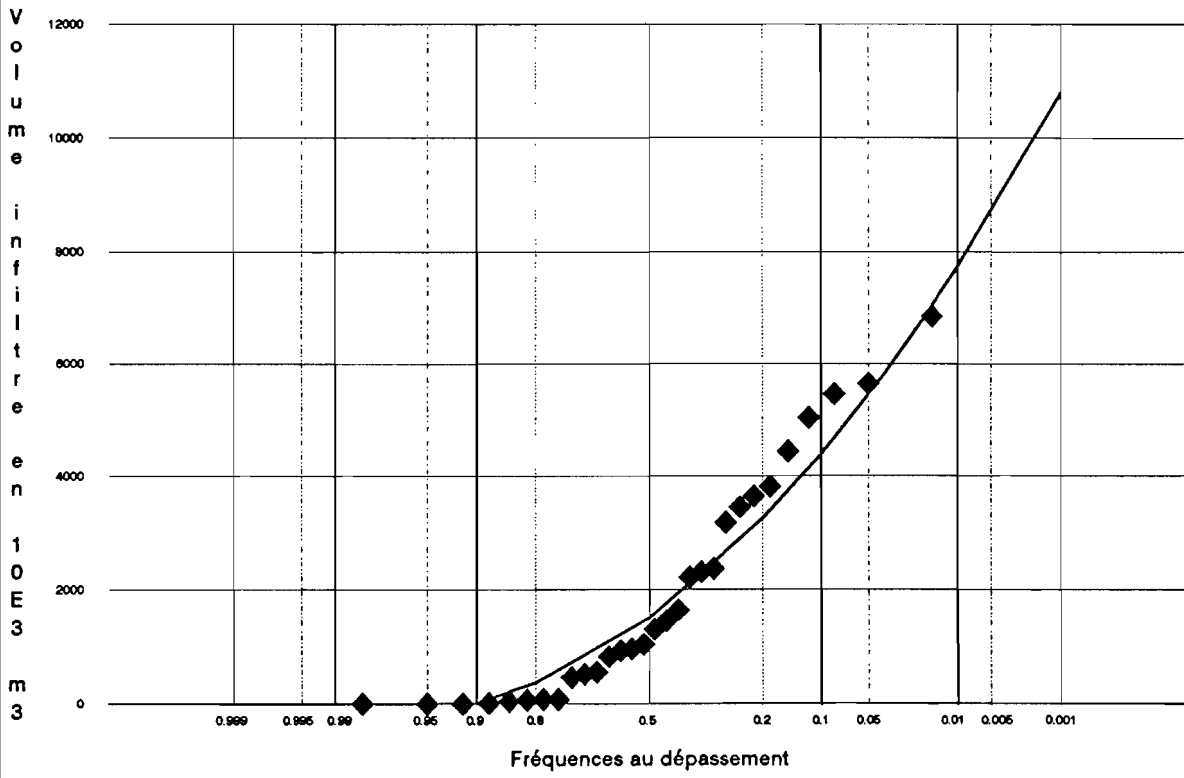
TRINIDADE (SANTIAGO)



VOLUME ANNUEL AU SITE DE BARRAGE DE TRINDADE



BASSIN DE TRINDADE INFILTRATION ANNUELLE



- ILE DE SANTO ANTAO

L'île de SANTO ANTAO est située entre les latitudes 16°54' et 17°13' et les longitudes 24°22' et 23°58.' C'est une île au vent. Son altitude maximale est de 1979 m et sa surface de 779 km². Sa population était de 48649 habitants en 1986 soit 14% de la population du CAP-VERT.

La pluie moyenne sur l'île, calculée par la méthode des isohyètes, est de 217.4 mm. Les statistiques annuelles ont été calculées pour 3 postes répartis comme suit: PONTA DE SOL à la pointe nord-est de l'île au bord de la mer; les deux autres sont des postes d'altitude face aux vents dominants, AGUA DAS CALDEIRAS (1433 m) et RIBEIRA FUNDO (1335 m)..

Trois bassins ont été choisis pour modéliser le bilan hydrologique sur cette île. Ils correspondent à des projets d'aménagement en cours d'étude:

RIBEIRA GRANDE 25.3 km²

RIBEIRA TORRE 16.1 km²

RIBEIRA DO PAUL 8.26 km²

- Ribeira GRANDE

- La ribeira GRANDE, avec un bassin de 25.3 km², a une pluie moyenne de 427.8 mm. Son écoulement moyen est de 101.9 mm, soit 2.6 millions de m³, ce qui donne un coefficient d'écoulement moyen de 23.8%. La lame infiltrée moyenne est de 108.5 mm, soit 2.7 millions de m³ et 25.4%.

- Les valeurs maximales de la pluie, de l'écoulement et de l'infiltration ont été observées en 1961. La pluie de 910.6 mm a donné lieu à un écoulement de 292.2 mm, soit un volume de 7.4 millions de m³ (32.1%); la lame infiltrée a été de 320.8 mm soit 8.1 millions de m³ (35.2%).

- Un écoulement et une infiltration nuls ont eu lieu en 1959. Cette année ne correspond pas au minimum pluviométrique (1983).

- l'année 1983, avec une pluviométrie de 44.4 mm sur le bassin, est la plus faible de l'échantillon, mais contrairement à celle de 1959, elle a donné lieu à un écoulement : 0.2 mm soit 5060 m³. Elle n'a pas donné d'infiltration. La récurrence pour obtenir un écoulement nul est de 21 ans, celle d'une infiltration nulle de 10 ans.

- Ribeira TORE

- La ribeira TORE, avec un bassin de 16.1 km², a une pluie moyenne de 602.9 mm. Son écoulement moyen est de 159.7 mm, soit 2.6 millions de m³, ce qui donne un coefficient d'écoulement moyen de 26.5%. La lame infiltrée moyenne est de 171 mm soit 2.8 millions de m³ et 28.3%.

- La valeur maximale de l'écoulement a été observée en 1961, année correspondant également aux plus fortes valeurs de pluie et d'infiltration. La pluie de 1318.5 mm a donné lieu à un écoulement de 430.1 mm, soit un volume 6.9 millions de m³, correspondant à un coefficient d'écoulement de 32.6%, la lame infiltrée a été de 536.6 mm soit 8.6 millions de m³ et 40.7%.

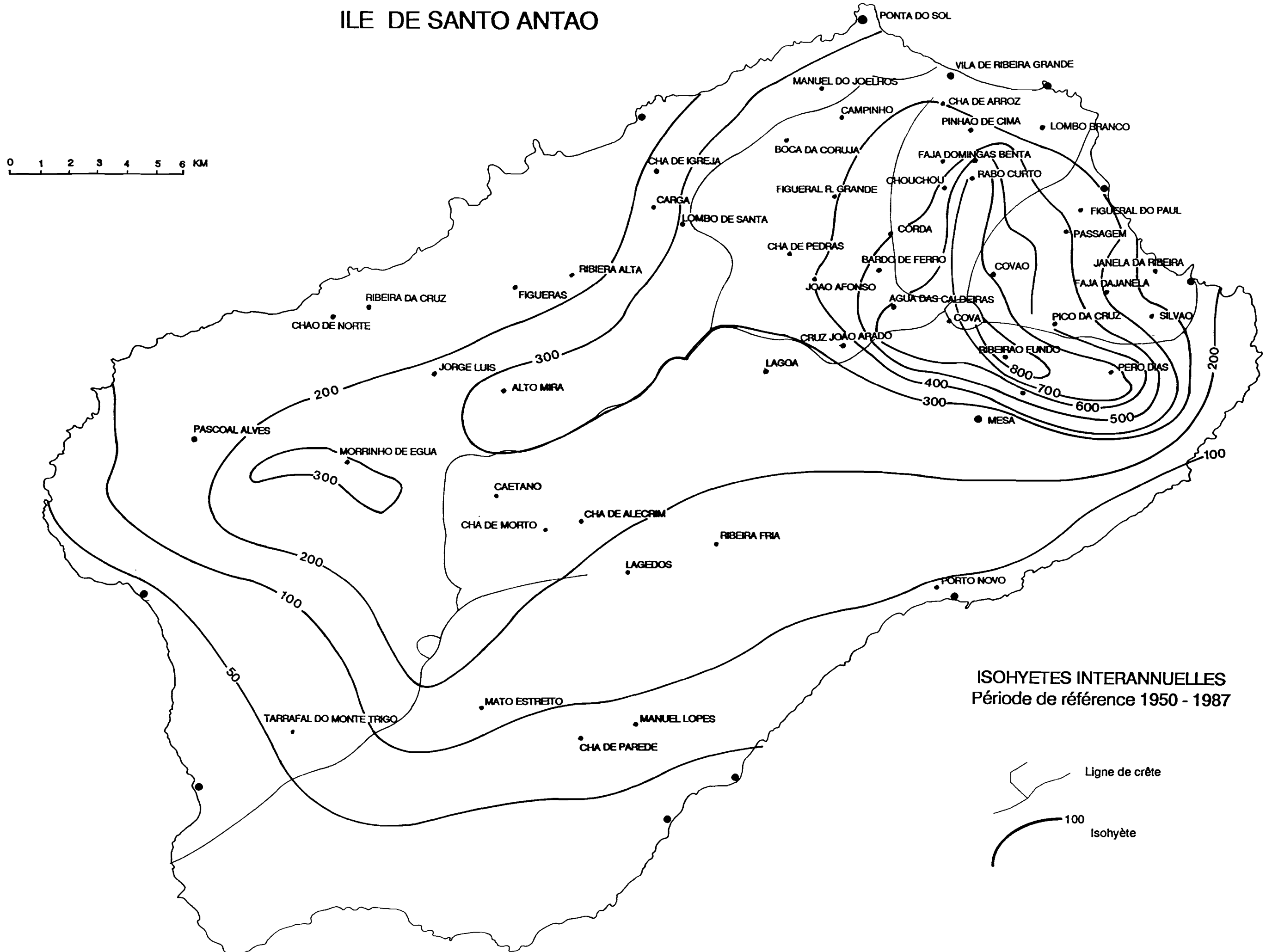
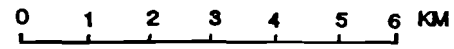
- L'année 1959 correspond aux valeurs minimales de pluviométrie (122 mm), d'infiltration (nulle) et d'écoulement (nul). La période de retour d'une telle année est de 19 ans.

- Ribeira DO PAUL

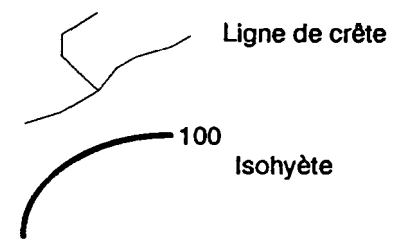
- La ribeira DO PAUL, avec un bassin de 8.26 km², a une pluie moyenne sur la période de 610.7 mm. Son écoulement moyen est de 168.2 mm, soit 1.4 millions m³, ce qui donne un coefficient d'écoulement moyen de 27.5%. La lame infiltrée moyenne est de 163.1 mm, soit 1.3 millions m³ et 26.7%. Cette station avec un plus petit bassin versant est la seule des trois où l'infiltration est inférieure en moyenne à l'écoulement.
- La valeur maximale de l'écoulement a été observée en 1961, ainsi que la pluie et l'infiltration maximales. La pluie de 1207.9 mm a donné lieu à un écoulement de 412.3 mm ou en volume 3.4 millions m³, qui nous donne un coefficient de 34.1%; la lame infiltrée a été de 427.9 mm, soit 3.5 millions m³ et 35.4%.

Il faut remarquer que sur l'île, les trois bassins modélisés réagissent de manière sensiblement identique, la seule différence venant du bassin de faible superficie (ribeira DO PAUL), dont l'infiltration est relativement plus faible que pour les autres. Ceci a également été observé sur les bassins versants que l'INIA a étudiés dans l'île de SANTIAGO, sur la ribeira SECA; on en déduit que plus le bassin est petit, moins il y a d'infiltration.

ILE DE SANTO ANTAO

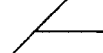




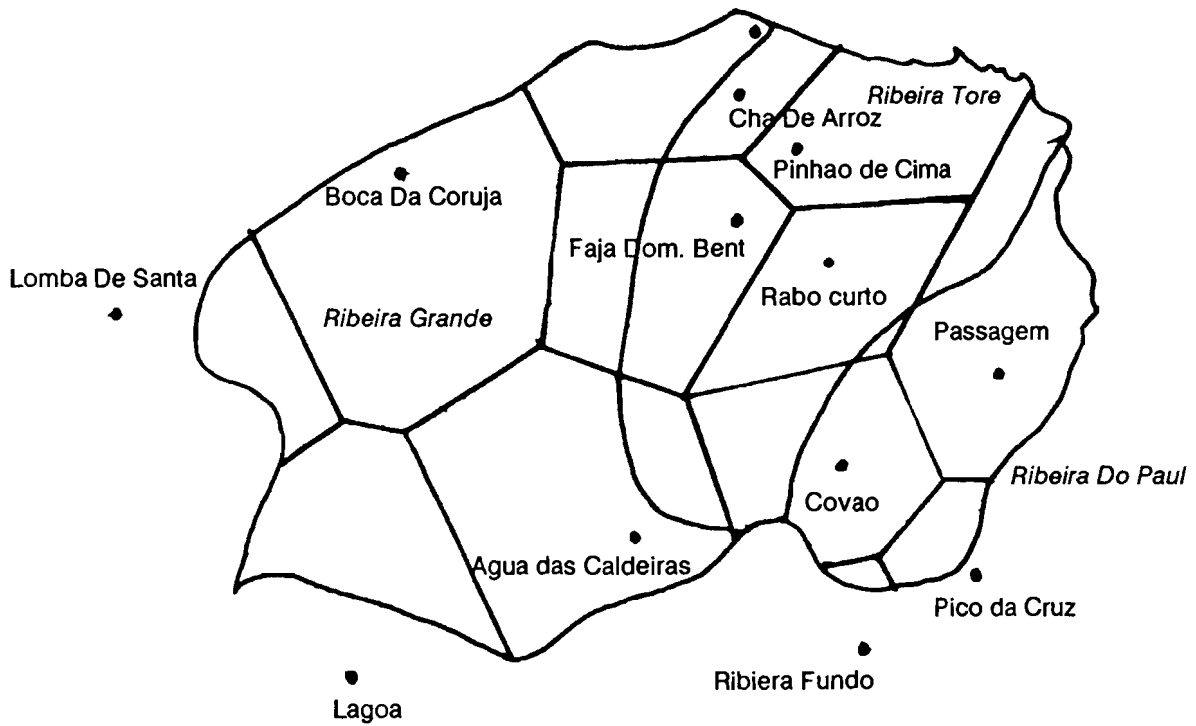
ISOHYETES INTERANNUELLES
Période de référence 1950 - 1987



ILE DE SANTO ANTAO

Bassins versants sélectionnés pour l'étude de bilan hydrologique

-  Limite des polygones de THIESSEN
-  Poste pluviométrique
-  Limite de bassin



ILE DE SANTO ANTAO

SURFACE TOTALE = 779 Km²

Répartition des isohyètes

PLUIE	%
<50mm	14.3
50<X<100	16.7
100<X<200	33.2
200<X<300	4.3
300<X<400	17.1
400<X<500	5.6
500<X<600	3.7
600<X<700	2.8
700<X<800	2.1
>800mm	0.2

PLUIE MOYENNE ANNUELLE=	217.4 mm
-------------------------	----------

STATISTIQUES SUR DIVERS POSTES

PLUIES ANNUELLES en mm

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.01	0.02	0.04
				100ansS	50ans S	25ans S
AGUAS DAS CALDEIRAS	25	672	GOODRICH	37	81	140
RIBIERA FUNDO	22	839	GOODRICH	0	33	125
PONTA DO SOL	37	209	GALTON	7	17	29

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.1	0.2	0.5
				10ans S	5ans S	2ans
AGUAS DAS CALDEIRAS	25	672	GOODRICH	250	374	650
RIBIERA FUNDO	22	839	GOODRICH	289	463	828
PONTA DO SOL	37	209	GALTON	54	84	169

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.5	0.8	0.9
				2ans	5ans H	10ans H
AGUAS DAS CALDEIRAS	25	672	GOODRICH	650	956	1120
RIBIERA FUNDO	22	839	GOODRICH	828	1208	1405
PONTA DO SOL	37	209	GALTON	169	310	410

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.96	0.98	0.99
				25ans H	50ans H	100ansH
AGUAS DAS CALDEIRAS	25	672	GOODRICH	1298	1414	1518
RIBIERA FUNDO	22	839	GOODRICH	1613	1746	1865
PONTA DO SOL	37	209	GALTON	565	686	816

PLUIES JOURNALIERES en mm

STATION	Nb Annees	Nb jour/an P > 1mm	Pluie jour maximum	0.5	0.2	0.1
				2ans	5ans	10ans
AGUAS DAS CALDEIRAS	25	33	487.8	180	256	316
PONTA DO SOL	37	15	220	70	106	136
RIBIERA FUNDO	22	35	377.6	184	247	297

STATION	Nb Annees	Nb jour/an P > 1mm	Pluie jour maximum	0.05	0.02	0.01
				20ans	50ans	100ans
AGUAS DAS CALDEIRAS	25	33	487.8	380	466	533
PONTA DO SOL	37	15	220	168	211	245
RIBIERA FUNDO	22	35	377.6	348	417	470

BILAN HYDRIQUE

BASSINS CHOISIS
 RIBIERA GRANDE
 RIBIERA TORE
 RIBIERA DO PAUL

POSTES PLUVIOMETRIQUES CHOISIS

RIBIERA GRANDE

station	%	N° PLUVIOM
LAGOA	16.8	1810107500
LOMBA DE SANTA	4.7	1810108300
BOCA DA CORUJA	34.8	1810100500
CHA DE ARROZ	6.6	1810101500
FAJA DOMINGAS BENT	7.7	1810105000
AGUA DAS CALDEIRAS	29.4	1810100100

RIBIERA TORE

station	%	N° PLUVIOM
CHA DE ARROZ	9.1	1810101500
FAJA DOMINGAS BENT	19.4	1810105000
AGUA DAS CALDEIRAS	6.7	1810100100
PINHAO DE CIMA	24.7	1810112500
PASSAGEM	7.8	1810111000
RABO CURTO	21.1	1810114500
COVAO	11.2	1810104000

RIBIERA DO PAUL

station	%	N° PLUVIOM
PASSAGEM	48.7	1810111000
COVAO	31.9	1810104000
PICO DA CRUZ	15.2	1810112000
RIBIERA FUNDO	4.2	1810116000

ETP CHOISI

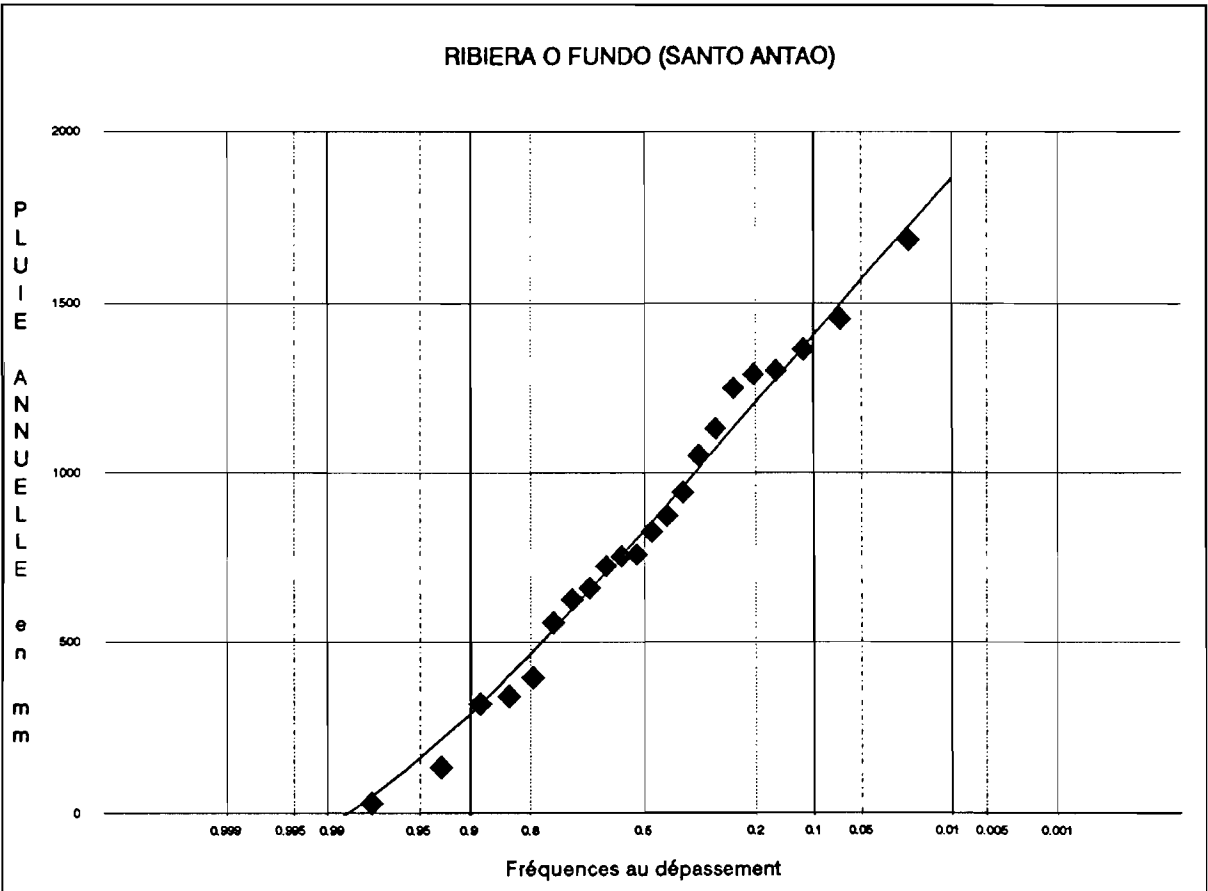
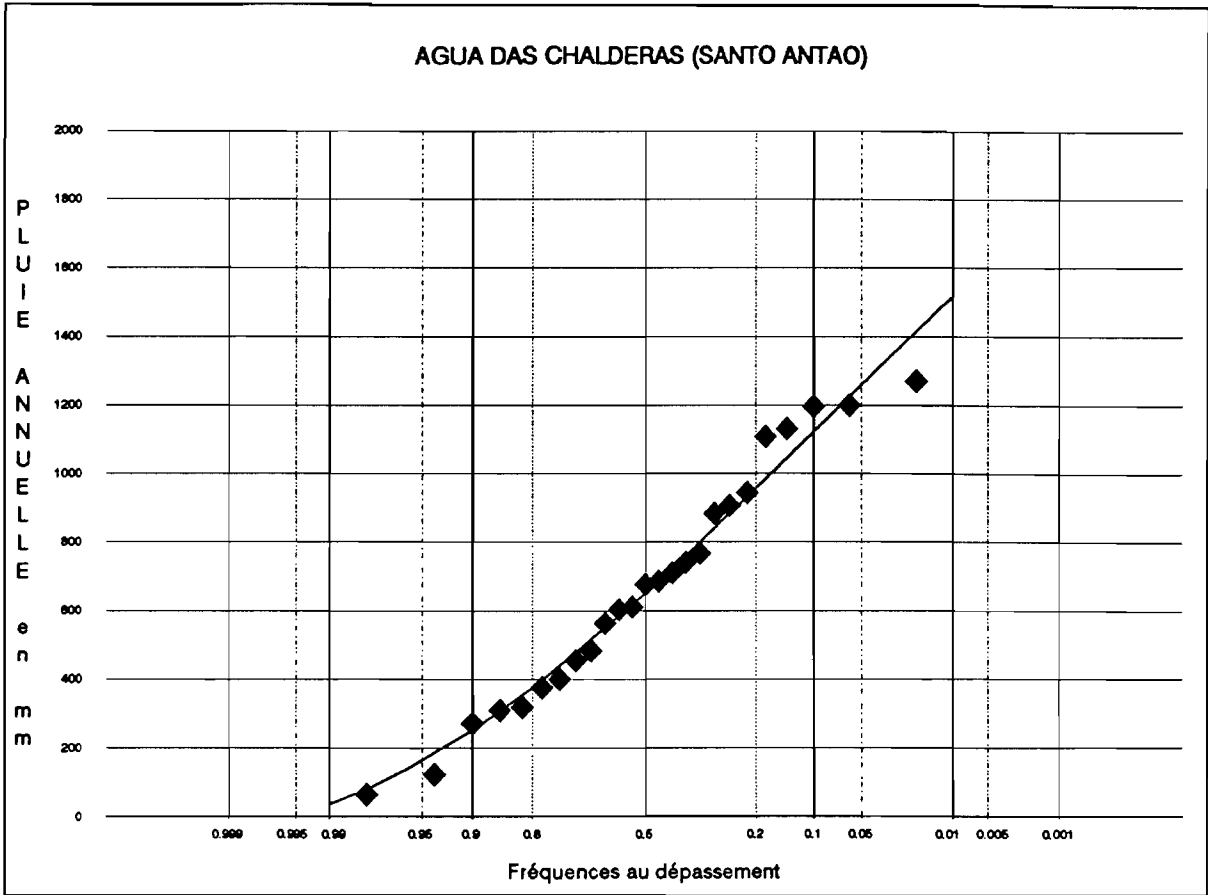
3.3mm pour tous les mois valeur moyenne

BILAN PAR ANNEE

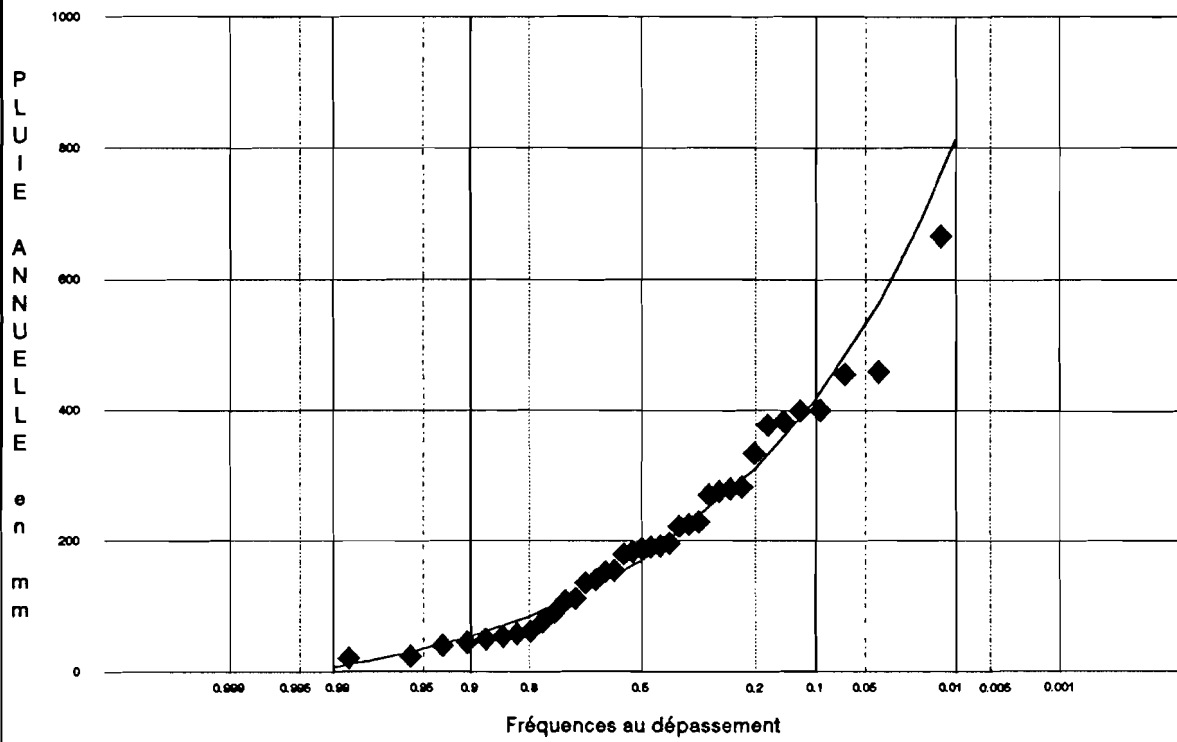
bassin RIBIERA GRANDE					
annee	PM	LrM	LiM	ETR M	
1957	793.9	121.4	233.2	439.3	
1958	509.7	86.3	92.1	331.3	
1959	70.2	0.0	0.0	70.2	
1960	470.5	144.1	124.2	202.1	
1961	910.6	292.2	320.8	297.6	
1962	415.2	37.6	67.3	310.2	
1963	770.5	193.7	206.5	370.3	
1965	607.9	181.6	150.3	276.0	
1966	460.1	86.5	127.6	246.1	
1967	509.7	133.6	146.4	229.7	
1968	266.2	34.1	50.0	182.1	
1978	383.0	94.5	72.0	216.6	
1979	383.0	52.3	70.6	260.1	
1980	307.4	87.8	77.2	142.4	
1981	137.8	11.6	11.2	115.0	
1982	410.3	162.0	118.1	130.2	
1983	44.4	0.2	0.0	44.2	
1984	576.5	210.0	199.3	167.2	
1985	247.2	33.4	35.3	178.6	
1986	282.5	75.4	67.6	139.5	
moyenne	427.8	101.9	108.5	217.4	
ecart type	230.9	78.0	83.2	101.0	
récurrance x=0		21	10		

bassin de RIBIERA TORE				
annee	PM	LrM	LIM	ETR M
1957	859.3	137.2	286.0	436.2
1958	829.6	138.8	257.1	433.7
1959	122.0	0.0	0.0	122.0
1960	830.6	270.7	252.3	307.6
1961	1318.5	430.1	536.6	351.8
1962	532.6	53.0	102.8	376.7
1963	1093.4	337.4	342.8	413.1
1964	699.5	184.1	181.7	333.7
1965	1028.6	352.7	303.6	372.3
1966	603.4	174.6	173.1	255.8
1967	557.8	150.5	149.5	257.9
1978	539.5	130.3	115.3	293.9
1979	407.0	79.8	73.8	253.3
1980	539.9	186.1	125.5	228.3
1981	160.4	11.3	8.2	140.9
1982	331.1	113.5	85.4	132.2
1983	180.2	50.9	46.3	83.0
1984	473.7	157.8	151.3	164.5
1985	347.1	75.5	57.3	214.3
moyenne	602.9	159.7	171.0	272.2
ecart type	327.2	116.4	133.3	110.2
réurrence x=0		19	19	

bassin de RIBIERA DO PAUL				
annee	PM	LrM	LIM	ETR M
1959	150.0	0.0	0.0	150.0
1960	693.0	189.3	175.0	328.6
1961	1207.9	412.3	427.9	367.7
1962	685.1	98.4	187.0	399.7
1963	1025.2	279.3	307.9	437.9
1964	719.3	164.0	175.9	379.4
1965	1133.9	390.9	351.4	391.6
1966	823.9	280.3	260.9	282.7
1968	391.5	56.3	73.8	261.5
1970	623.1	164.6	143.4	315.2
1980	545.5	192.2	124.2	229.0
1981	230.9	20.8	6.0	204.1
1982	624.3	249.3	192.7	182.3
1983	108.3	2.4	4.4	101.5
1984	542.8	191.6	163.7	187.5
1985	382.7	29.7	37.8	315.2
1986	494.7	138.1	141.1	215.5
moyenne	610.7	168.2	163.1	279.4
ecart type	316.6	126.8	122.6	98.1
réurrence x=0		16	16	



PONTA DO SOL (SANTO ANTAO)



2.3 ILE DE BOA VISTA

L'île de BOA VISTA est située entre les latitudes 16°50' et 16°25' et les longitudes 22°45' et 23°00'. C'est une île sous le vent. Son altitude maximale est de 355 m et sa surface de 620 km². Sa population était de 3785 habitants en 1986, soit 1.1% de la population du CAP-VERT.

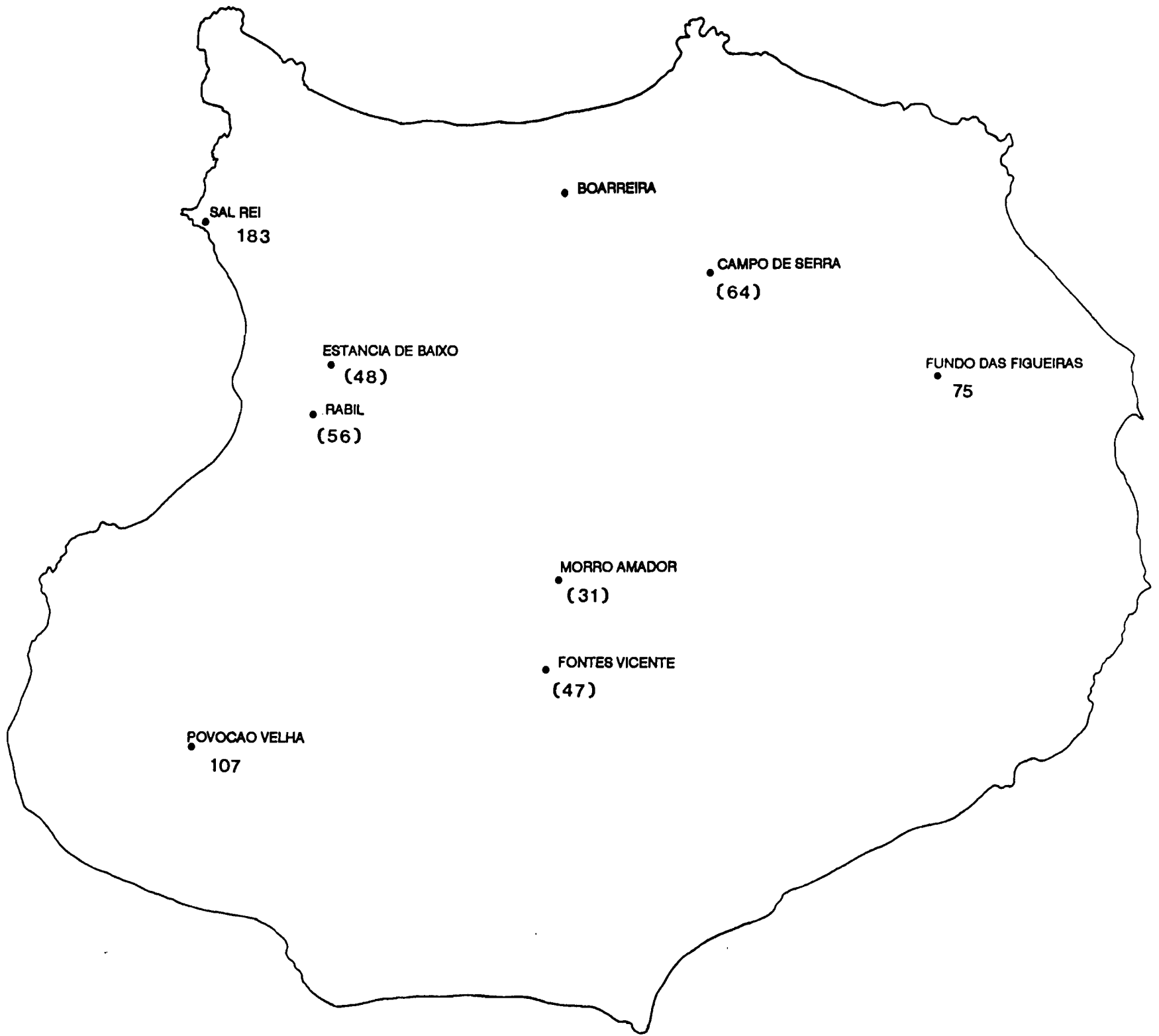
La pluie moyenne sur l'île, calculée par la méthode de THIESSEN, est de 76.4 mm. Les statistiques annuelles ont été calculées pour 2 postes répartis comme suit : FUNDO DE FIGUERAS à l'est et SAL REI à l'ouest de l'île; les statistiques journalières à FUNDO DE FIGUERAS. On remarquera que pour les deux postes la récurrence centennale sèche a une valeur nulle et que la pluie semble supérieure à l'ouest qu'à l'est. Cependant la médiane est inférieure à 100 mm par an.

Un essai de modélisation a été fait sur la station de SAL REI qui est légèrement plus arrosé, afin d'avoir un ordre d'idée de l'écoulement sur l'île. L'ETP est une moyenne, soit 3.3 mm par jour.

- SAL REI

- SAL REI a une pluie moyenne de 118.9 mm. Son écoulement moyen est de 15 mm ce qui donne un coefficient d'écoulement moyen de 12.6% , la lame infiltrée moyenne étant de 11.8 mm, soit 9.9%.
- La valeur maximale de l'écoulement a été observé en 1979, ainsi que celles de la pluie et de l'infiltration. La pluie de 416 mm a donné lieu à un écoulement de 128 mm, correspondant à un coefficient de 30.7%; la lame infiltrée a été de 98 mm , soit 23.6%.
- Les valeurs minimales de l'écoulement et de l'infiltration sont nulles, et ont une récurrence de retour bi-annuelle.

ILE DE BOA VISTA



ISOHYETES INTERANNUELLES
Période de référence 1950 - 1987

0 1 2 3 4 5 KM



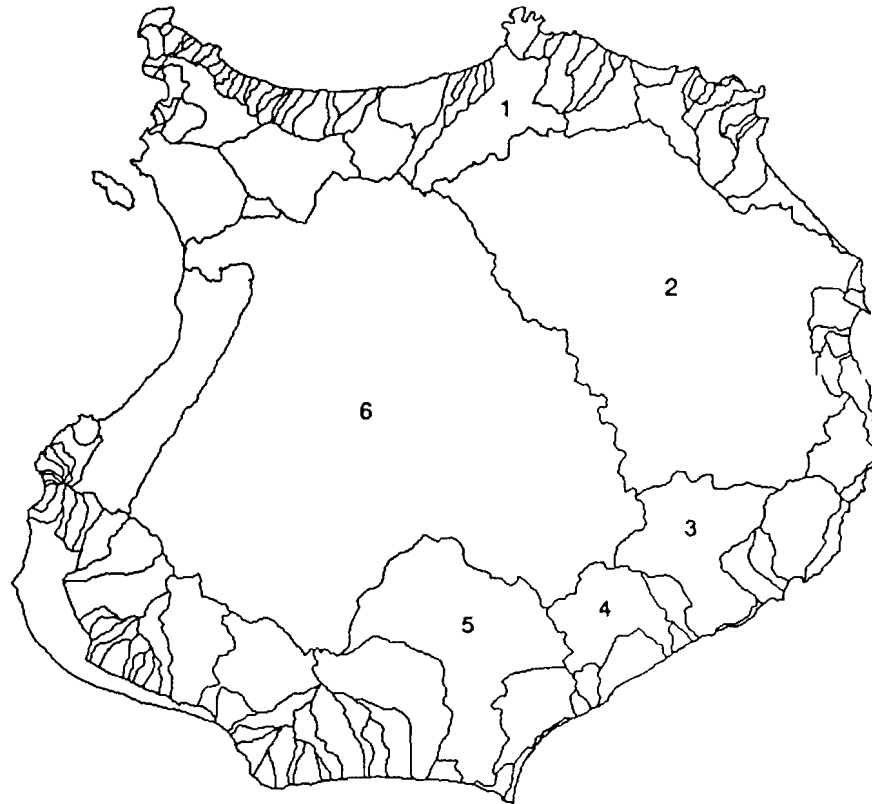
2.65574 km

ILE DE BAO VISTA

01/03/91 17:03

Caractéristiques des principaux
bassins versants

	Bassin	Surface Km2	Périmètre Km
1	SEC 044	12	20.8
2	SEC 067	120.5	59
3	SEC 082	19.3	23.8
4	SEC 085	10.7	17.5
5	SEC 092	33.4	33.7
6	SEC 001	199.2	75.3



ILE DE BOA VISTA

SURFACE TOTALE = 620Km²

PLUIE	MOYENNE ANNUELLE= 76.4mm
-------	--------------------------

STATISTIQUES SUR DIVERS POSTES

PLUIES ANNUELLES en mm

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.01	0.02	0.04
				100ansS	50ans S	25ans S
FOUNDO DAS FIGUERA	36	79	GALTON	0	0	1
SAL REI	46	119	GALTON	0	1	6

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.1	0.2	0.5
				10ans S	5ans S	2ans
FOUNDO DAS FIGUERA	36	79	GALTON	8	18	51
SAL REI	46	119	GALTON	19	36	89

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.5	0.8	0.9
				2ans	5ans H	10ans H
FOUNDO DAS FIGUERA	36	79	GALTON	51	121	184
SAL REI	46	119	GALTON	89	184	260

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.96	0.98	0.99
				25ans H	50ans H	100ansH
FOUNDO DAS FIGUERA	36	79	GALTON	284	375	480
SAL REI	46	119	GALTON	372	466	569

PLUIES JOURNALIERES en mm

STATION	Nb Annees	Nb jour/an	Pluie jour	0.5	0.2	0.1
		P > 1mm	maximum	2ans	5ans	10ans
FUNDO DAS FIGUERAS	36	5	125	51	60	76

STATION	Nb Annees	Nb jour/an	Pluie jour	0.05	0.02	0.01
		P > 1mm	maximum	20ans	50ans	100ans
FUNDO DAS FIGUERAS	36	5	125	93	115	132

BILAN HYDRIQUE

BASSIN CHOISI

SAL REI

POSTE CHOISI

SAL REI

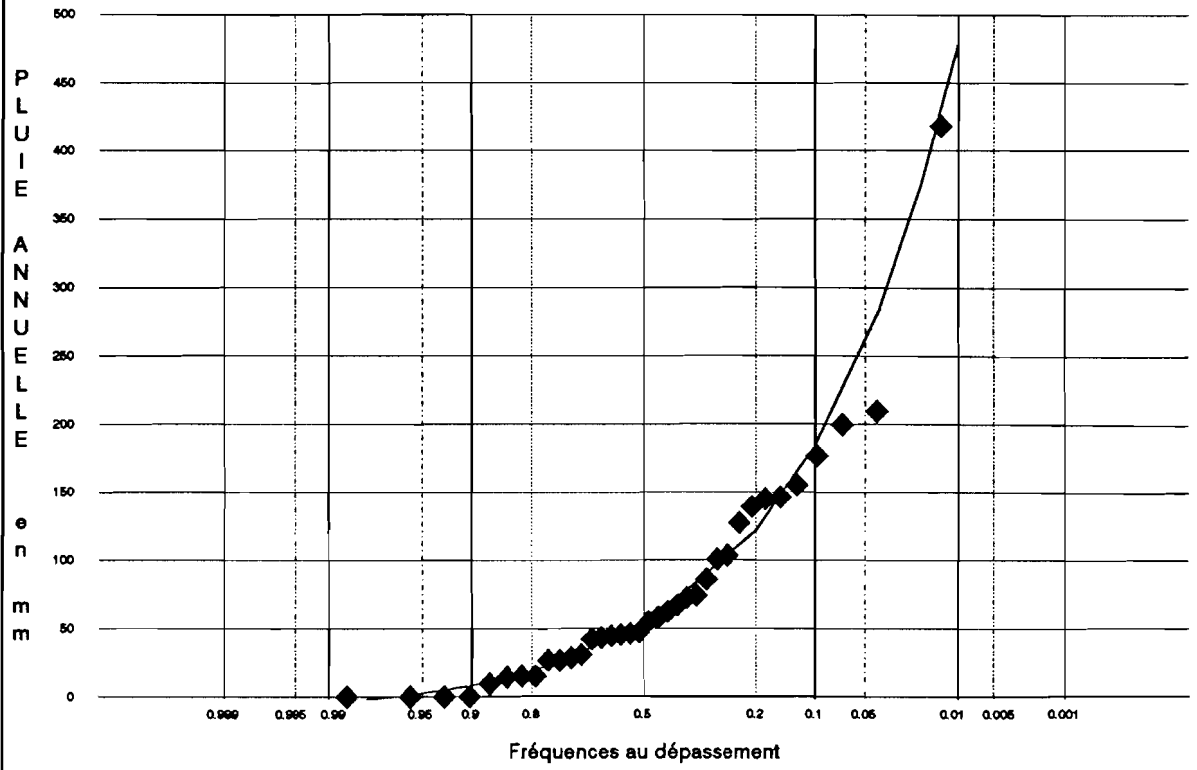
ETP CHOISI

3.3 pour tous les mois valeur moyenne

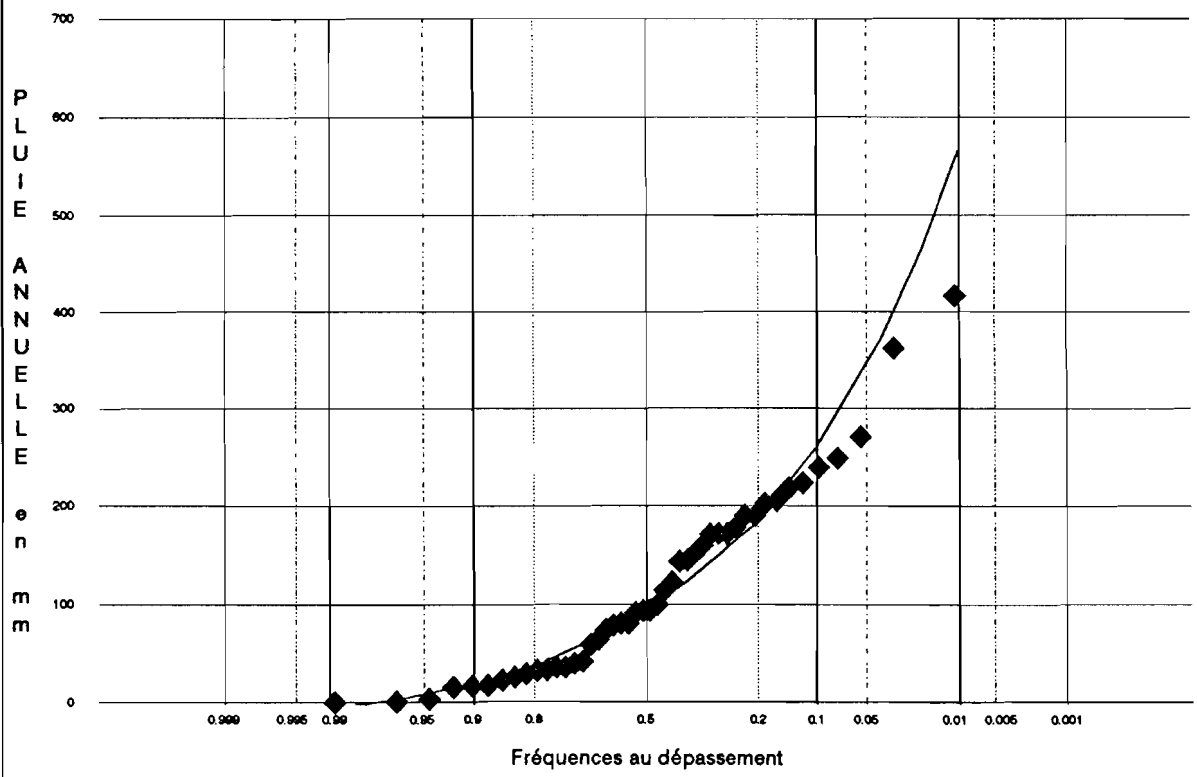
BILAN PAR ANNEE

Station de : SAL REI				
annee	PM	LrM	LiM	ETR M
1931	76	15	1	60.0
1932	91	18	4	69.0
1940	218	47	34	137.0
1941	65	4	0	61.0
1942	79	0	0	79.0
1943	223	7	3	213.0
1944	115	2	0	113.0
1945	59	0	0	59.0
1946	29	0	0	29.0
1947	18	0	0	18.0
1948	17	0	0	17.0
1949	190	22	2	166.0
1950	100	0	0	100.0
1951	145	20	6	119.0
1952	202	12	16	174.0
1953	160	14	8	138.0
1954	143	0	0	143.0
1955	171	14	15	142.0
1956	271	15	0	256.0
1957	363	74	99	190.0
1958	172	26	36	110.0
1959	40	0	0	40.0
1960	94	0	0	94.0
1961	190	22	25	143.0
1962	239	38	29	172.0
1963	36	0	0	36.0
1964	81	0	0	81.0
1965	75	3	0	72.0
1966	122	0	0	122.0
1967	171	27	39	105.0
1968	1	0	0	1.0
1969	178	67	55	56.0
1970	94	11	0	83.0
1971	34	0	0	34.0
1972	42	0	0	42.0
1979	416	128	98	190.0
1980	0	0	0	0.0
1981	36	0	0	36.0
1982	16	0	0	16.0
1983	4	0	0	4.0
1984	26	0	0	26.0
1985	32	0	0	32.0
1986	248	67	48	133.0
1987	151	7	0	144.0
moyenne	118.9	15.0	11.8	92.2
ecart type	96.6	25.9	24.0	63.2
récurrence x=0		2.1	1.8	

FUNDO DAS FIGUERAS (BOA VISTA)



SAL REI (BOA VISTA)

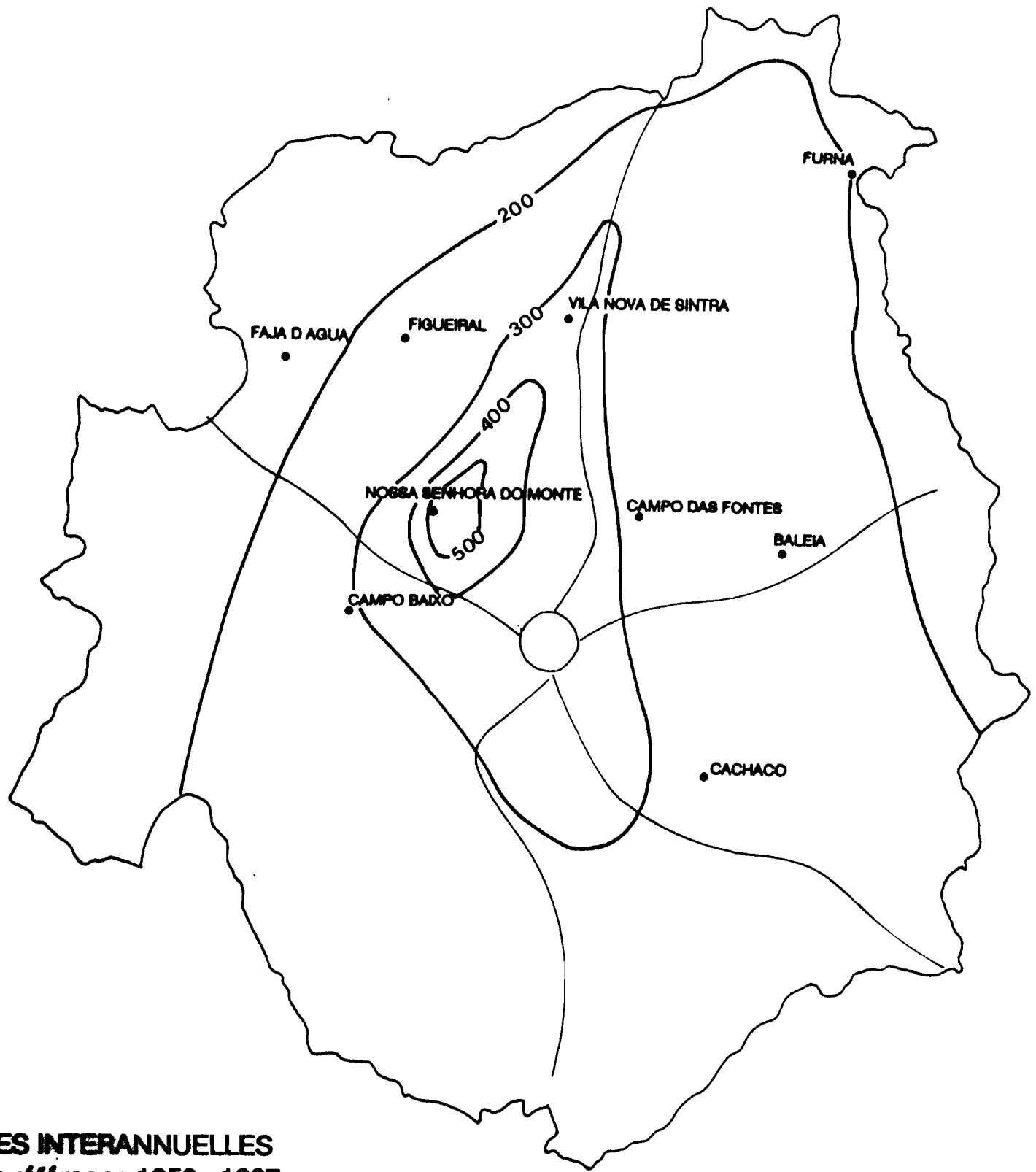


2.4 ILE DE BRAVA

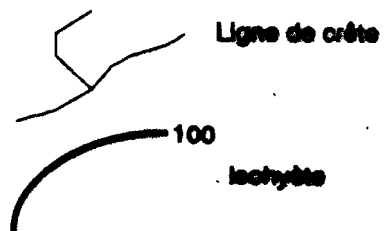
L'île de BRAVA est située vers les latitudes 14°45' et les longitudes 24°45'. C'est une île sous le vent. Sa superficie est de 64 km². Sa population était de 7204 habitants en 1986, soit 2.1% de la population du CAP-VERT.

La pluie moyenne sur l'île, calculée par la méthode des isohyètes, est de 254.5 mm. La répartition par tranche de pluie est donnée dans la fiche technique, ainsi que les statistiques annuelles pour 2 postes: l'un, NOSSA SENHORA, situé en altitude (450 m) , l'autre, FURNA, situé au bord de la mer. On remarque une forte influence de l'altitude sur les pluies.

ILE DE BRAVA



ISOHYETES INTERANNUELLES
Période de référence 1950 - 1987



ILE DE BRAVA

SURFACE TOTALE = 64Km2

Répartition des isohyètes

PLUIE	%
<200mm	38.5
200<X<300	32.3
300<X<400	25.6
400<X<500	2.7
>500mm	0.9

PLUIE	MOYENNE ANNUELLE= 254.5mm
-------	---------------------------

STATISTIQUES SUR DIVERS POSTES

PLUIES ANNUELLES

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.01	0.02	0.04
				100ansS	50ans S	25ans S
NOSSA SENHORA	24	476	GALTON	146	162	183
FURNA	36	183	GALTON	12	21	34

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.1	0.2	0.5
				10ans S	5ans S	2ans
NOSSA SENHORA	24	476	GALTON	223	272	411
FURNA	36	183	GALTON	57	84	156

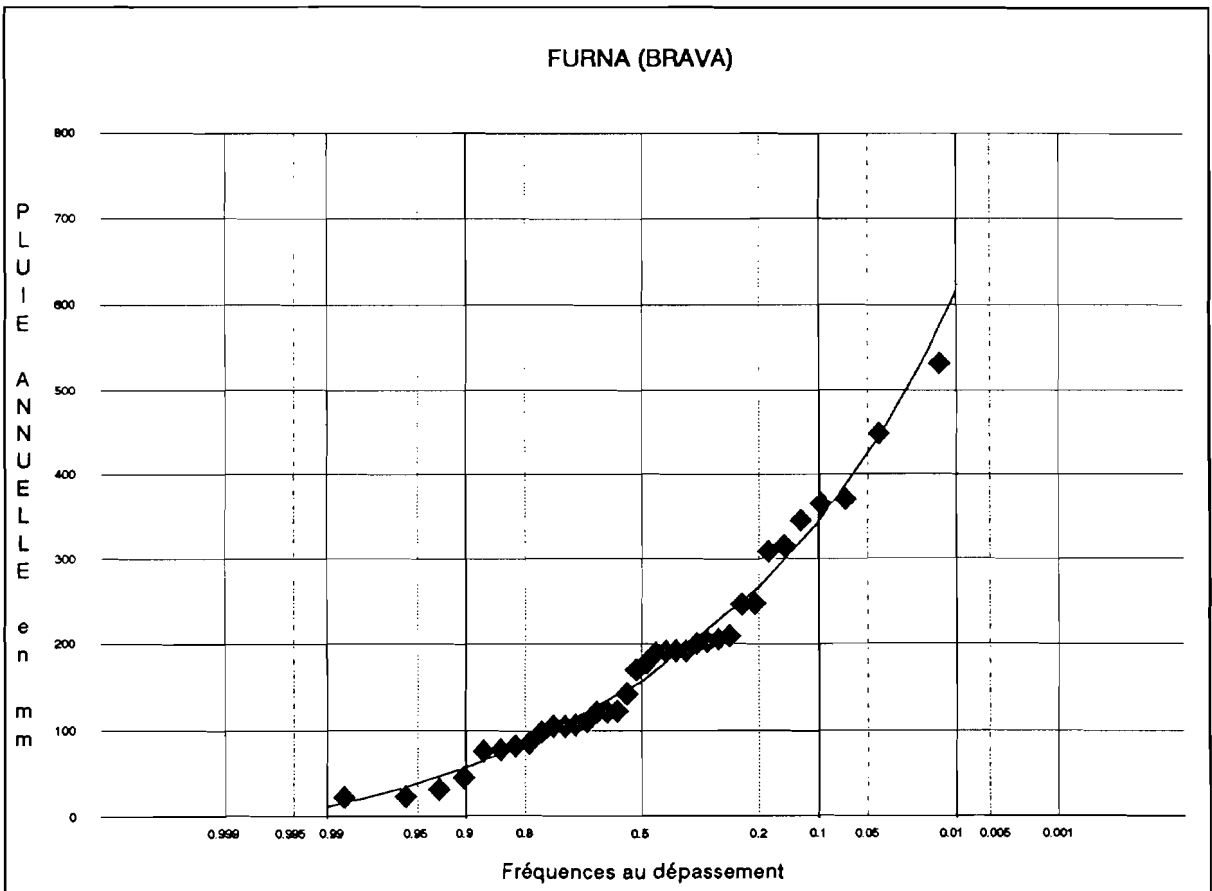
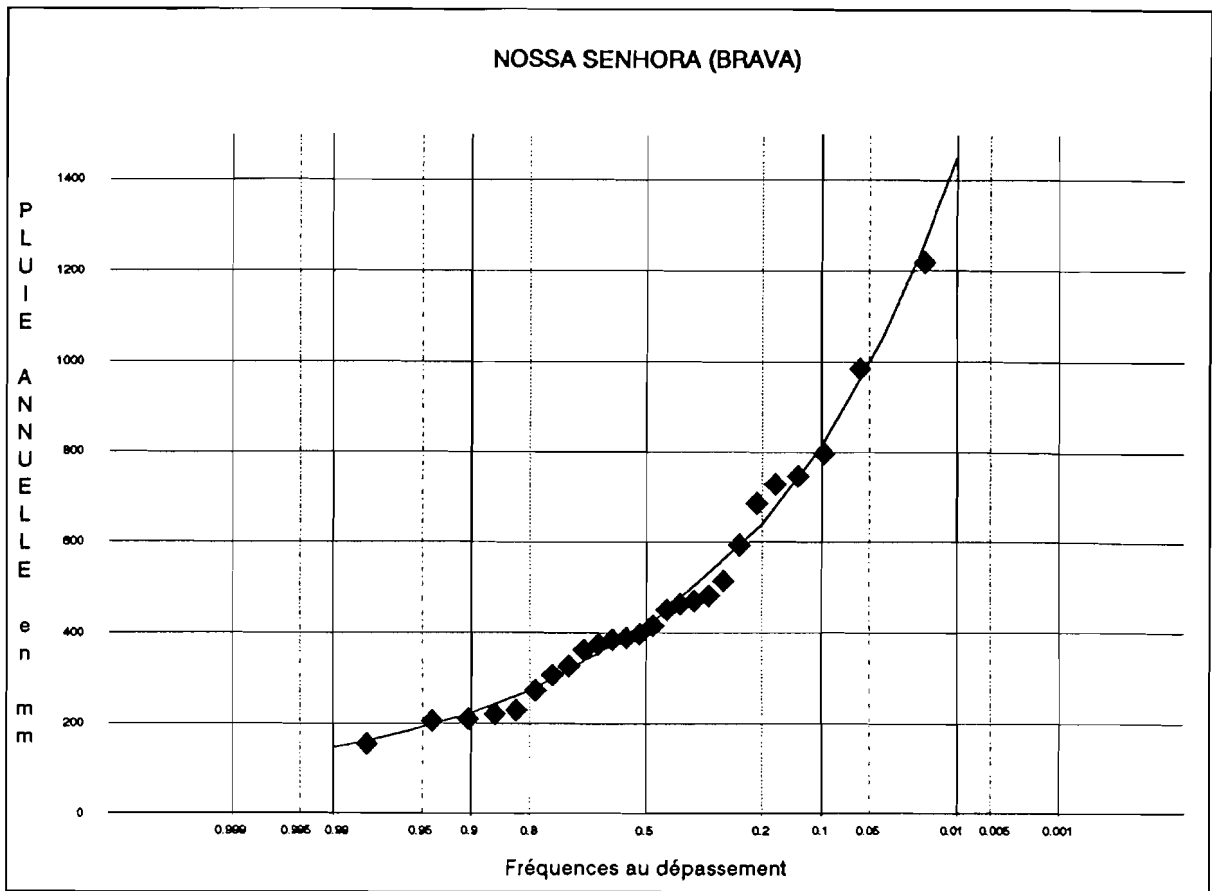
STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.5	0.8	0.9
				2ans	5ans H	10ans H
NOSSA SENHORA	24	476	GALTON	411	639	812
FURNA	36	183	GALTON	156	265	344

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.96	0.98	0.99
				25ans H	50ans H	100ansH
NOSSA SENHORA	24	476	GALTON	1052	1247	1454
FURNA	36	183	GALTON	449	531	616

PLUIES JOURNALIERES

STATION	Nb Annees	Nb jour/an P> 1mm	Pluie jour maximum	0.5	0.2	0.1
				2ans	5ans	10ans
NOSSA SENHORA	26	26	282	108	150	183
FURNA	36	12	140	62	86	104

STATION	Nb Annees	Nb jour/an P> 1mm	Pluie jour maximum	0.05	0.02	0.01
				20ans	50ans	100ans
NOSSA SENHORA	26	26	282	219	267	304
FURNA	36	12	140	123	148	166



2.5 ILE DE SAO NICOLAU

L'île de SAO NICOLAU est située entre les latitudes 16°28' et 16°41' et les longitudes 24°01' et 24°27'. C'est une île sous le vent. Son altitude maximale est de 1312 m et sa surface de 435 km². Sa population était de 15654 habitants en 1986, soit 4.6% de la population du CAP-VERT.

La pluie moyenne sur l'île, calculée par la méthode des isohyètes, est de 125.1 mm. La répartition par tranche de pluie est donnée dans la fiche technique, ainsi que les statistiques annuelles pour 2 postes répartis comme suit : les deux stations sont vers le centre de l'île mais à des altitudes différentes: 125 et 724 m. On remarque aussi l'influence du gradient altimétrique.

Deux bassins ont été choisis pour modéliser le bilan hydrologique sur cette île:

RIBEIRA FAJA 11.1 km² en raison des importants aménagements effectués ces dernières années (captage et forrage)

RIBEIRA BRAVA 9.2 km²

L'ETP choisie est donnée mensuellement dans la fiche technique. Elle a été calculée à la station de RIBEIRA BRAVA

- Ribeira FAJA

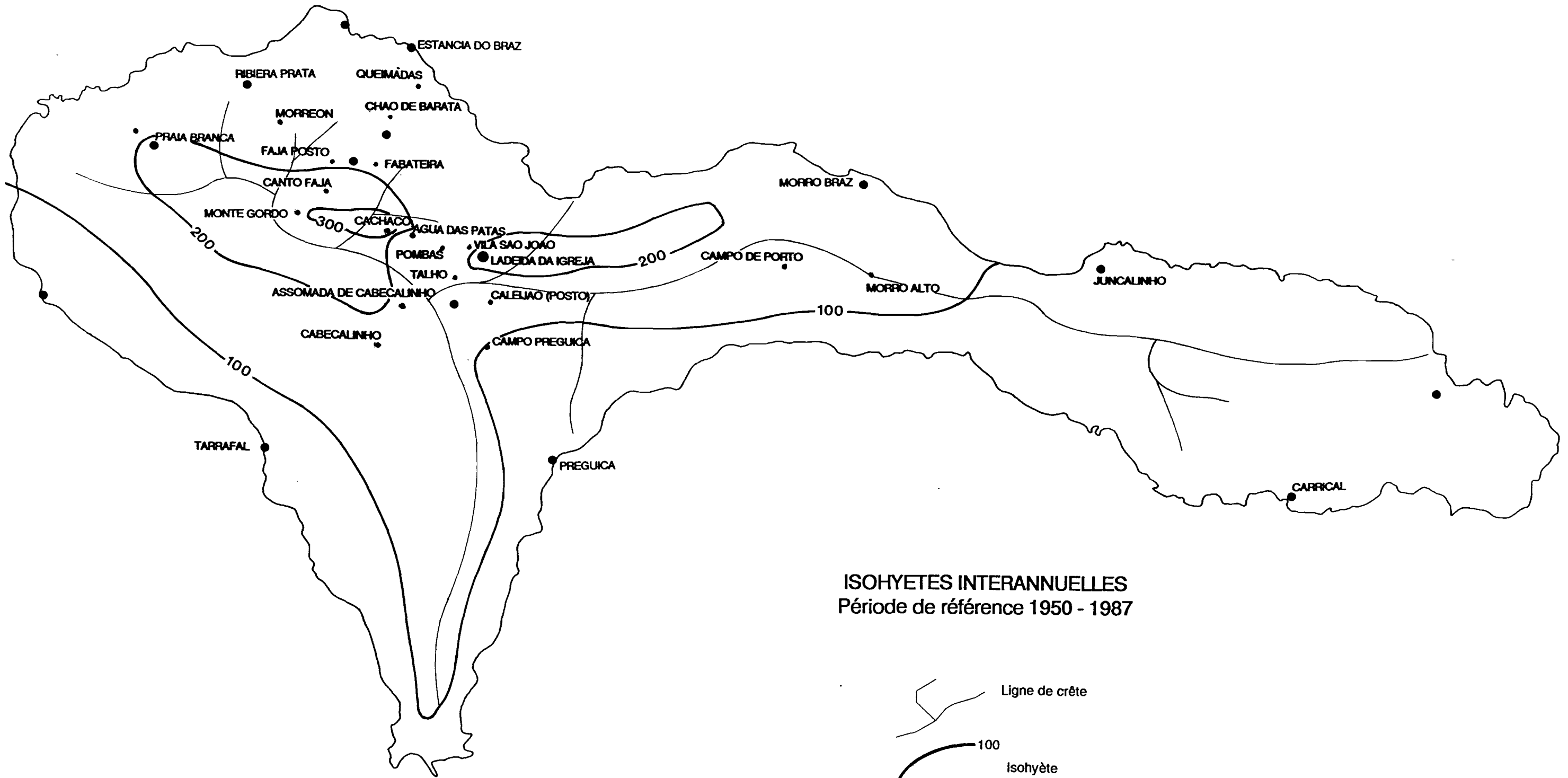
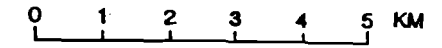
- Le bassin de la ribeira FAJA a une pluie moyenne de 197.3 mm et son écoulement moyen est de 38.1 mm, soit 423000m³, ce qui donne un coefficient d'écoulement moyen de 19.3% . L'infiltration est de 33.3 mm, soit 370000 m³ et 16.9%.
- L'année 1984 correspond aux valeurs maximales : pluie 339.4 mm; lame écoulée 125.9 mm, soit 1.4 million de m³ et un coefficient d'écoulement de 37.1%; lame infiltrée 110.6 mm, soit 1.2 million de m³ et 32.5%.
- Les années 1982 et 1983, correspondent aux minima observés sur la période.
 - * l'année 1982 donne l'infiltration minimale avec une lame de 0.4 mm, soit 4440 m³ (0.4%). La pluviométrie (91 mm) et l'écoulement ne sont pas les plus faibles. L'écoulement est de 7.6 mm, soit 84360 m³ et un coefficient d'écoulement de 8.4%
 - * l'année 1983 est celle du minimum pluviométrique et de l'écoulement minimal. La pluviométrie a été de 66.4 mm , la lame écoulée de 5.4 mm, soit 59940 m³ (8.1%). La lame infiltrée est cependant faible 1.6 mm soit 17760 m³, 2.4%.

- Ribeira BRAVA

- La ribeira BRAVA a une pluie moyenne de 234.6 mm. Son écoulement moyen est de 36.2 mm ,soit 333000 m³ correspondant à un coefficient d'écoulement moyen de 15.4% .La lame infiltrée moyenne est 41.7 mm, soit 384000 m³ et 17.8%.
- La valeur maximale de l'écoulement a été observée en 1961, année ne correspondant ni au maximum de la pluviométrie (1945), ni à celui de l'infiltration (1945 également).

- * l'année 1961, avec une pluviométrie de 537.3 mm, présente la plus forte lame écoulee de la série (145.9 mm), ce qui donne un volume de 1.3 million de m³ (27.2%). La lame infiltrée a été 175.1 mm, soit 1.6 million de m³ (32.6%).
 - * l'année 1945, avec une pluviométrie de 547.5 mm, ne donne que 80.6 mm de lame écoulee, soit 742000 m³ (14.7%); la lame infiltrée est de 180.7 mm, soit 1.7 millions de m³ .
 - * l'année 1961, avec une pluviométrie de 537.3 mm, a la plus forte lame écoulee de la série (145.9 mm), ce qui donne un volume de 1.3 million de m³ (27.2%). La lame infiltrée a été 175.1 mm, soit 1.6 million de m³ (32.6%).
 - * l'année 1945, avec une pluviométrie de 547.5 mm, ne donne que 80.6 mm de lame écoulee, soit 742000 m³ (14.7%); la lame infiltrée est de 180.7 mm, soit 1.7 millions de m³ .
- Toutes les pluies inférieures à 100 mm annuel ne donnent lieu ni à écoulement ni à infiltration. Leur récurrence est de 5ans.

ILE DE SAO NICOLAU

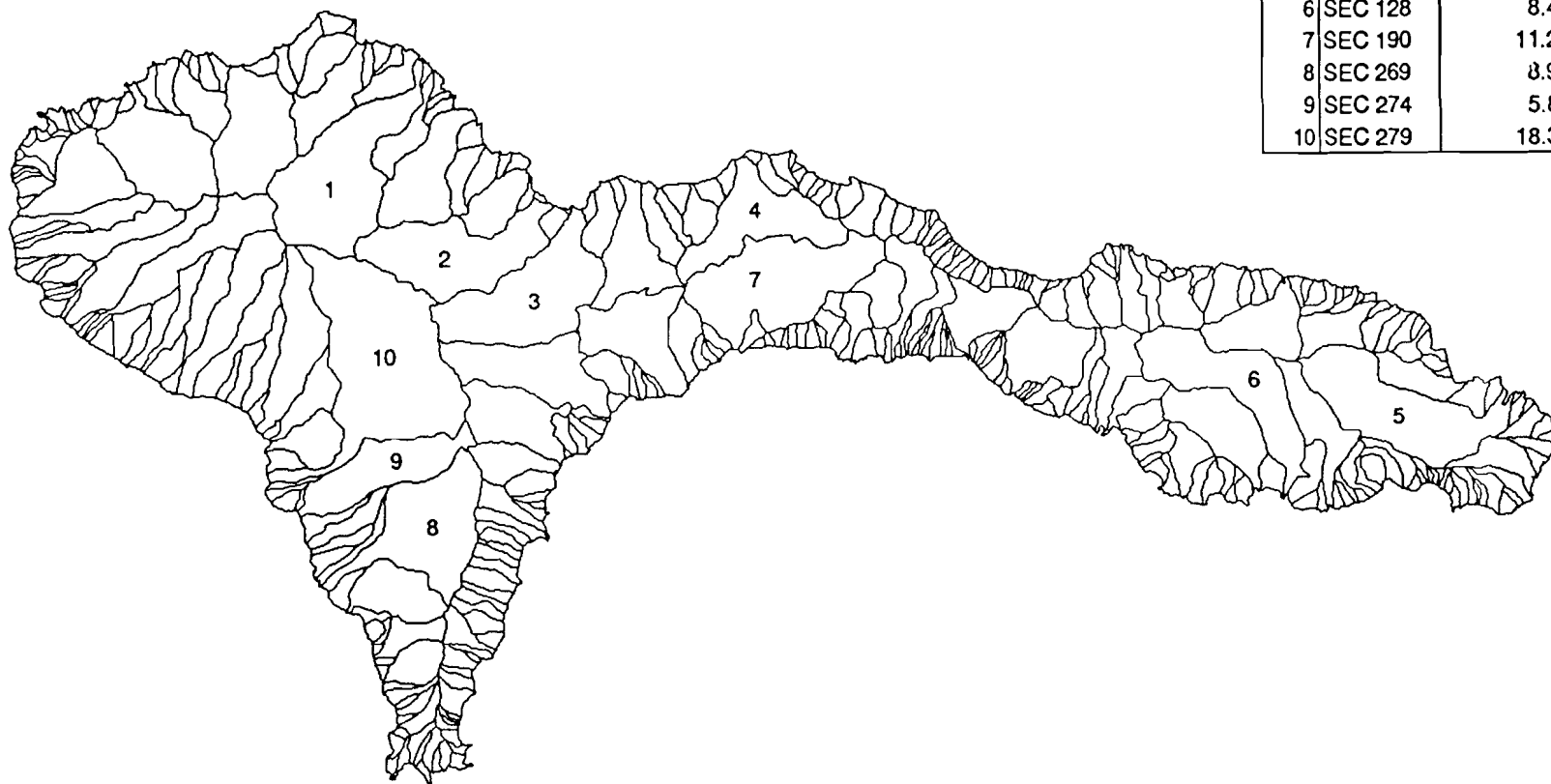


—|—|
2.04896 km

ILE DE SAO NICOLAU
01/03/91 17:08

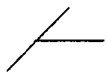


Caractéristiques des principaux
bassins versants

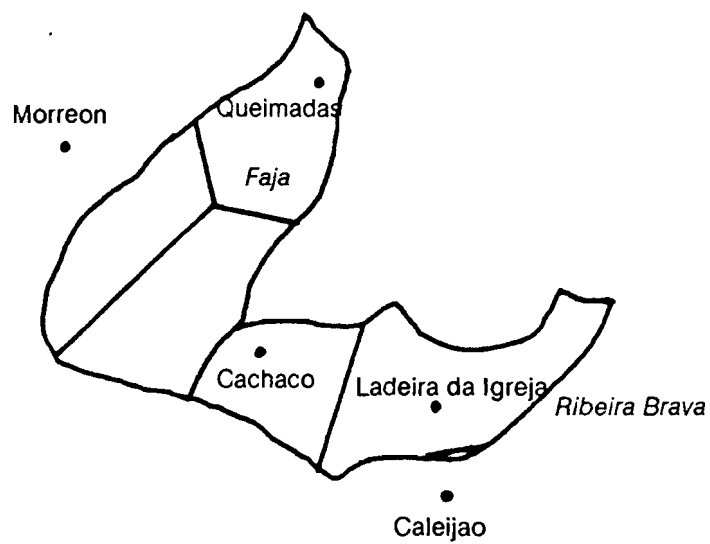
	Bassin	Surface Km2	Périmètre Km
1	SEC 349	11.1	17.8
2	SEC 001	9.2	13.3
3	SEC 003	10.3	16.2
4	SEC 014	6.7	15.4
5	SEC 089	10.5	18.4
6	SEC 128	8.4	17.4
7	SEC 190	11.2	17.7
8	SEC 269	8.9	16.5
9	SEC 274	5.8	13.8
10	SEC 279	18.3	25.2



ILE DE SAO NICOLAU

Bassins versants sélectionnés pour l'étude de bilan hydrologique

-  Limite des polygones de THIESSEN
-  Poste pluviométrique
-  Limite de bassin



ILE DE SAO NICOLAU

SURFACE TOTALE = 435Km2

Répartition des isohyètes

PLUIE	%
<100mm	45.2
100<X<200	46
200<X<300	8.3
>300mm	0.5

PLUIE	MOYENNE	ANNUELLE= 125.1 mm
-------	---------	--------------------

STATISTIQUES SUR DIVERS POSTES

PLUIES ANNUELLES

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.01	0.02	0.04
				100ansS	50ans S	25ans S
CACHACO	26	312	GALTON	2	21	45
LADEIDA DA IGREJA	37	232	GALTON	0	10	25

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.1	0.2	0.5
				10ans S	5ans S	2ans
CACHACO	26	312	GALTON	89	140	270
LADEIDA DA IGREJA	37	232	GALTON	53	88	184

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.5	0.8	0.9
				2ans	5ans H	10ans H
CACHACO	26	312	GALTON	270	459	590
LADEIDA DA IGREJA	37	232	GALTON	184	345	466

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.96	0.98	0.99
				25ans H	50ans H	100ansH
CACHACO	26	312	GALTON	762	894	1029
LADEIDA DA IGREJA	37	232	GALTON	636	774	920

PLUIES JOURNALIERES

STATION	Nb Annees	Nb jour/an P > 1mm	Pluie jour maximum	0.5	0.2	0.1
				2ans	5ans	10ans
CACHACO	26	16	274	95	133	163
LADEIDA DA IGREJA	37	14	175.3	69	96	117

STATION	Nb Annees	Nb jour/an P > 1mm	Pluie jour maximum	0.05	0.02	0.01
				20ans	50ans	100ans
CACHACO	26	16	274	194	235	268
LADEIDA DA IGREJA	37	14	175.3	138	166	187

BILAN HYDRIQUE

BASSINS CHOISIS

FAJA

RIBIERA BRAVA

POSTES PLUVIOMETRIQUES CHOISIS

FAJA

station	%	N° PLUVIOM
QUEIMADAS	40.2	1810404600
MORREON	26.8	1810403300
CACHACO	33	1810401000

RIBIERA BRAVA

station	%	N° PLUVIOM
CACHACO	40.5	1810401000
LADEIRA DA IGREJA	58.1	1810405500
CALEJAO P.	1.4	1810402000

ETP CHOISI

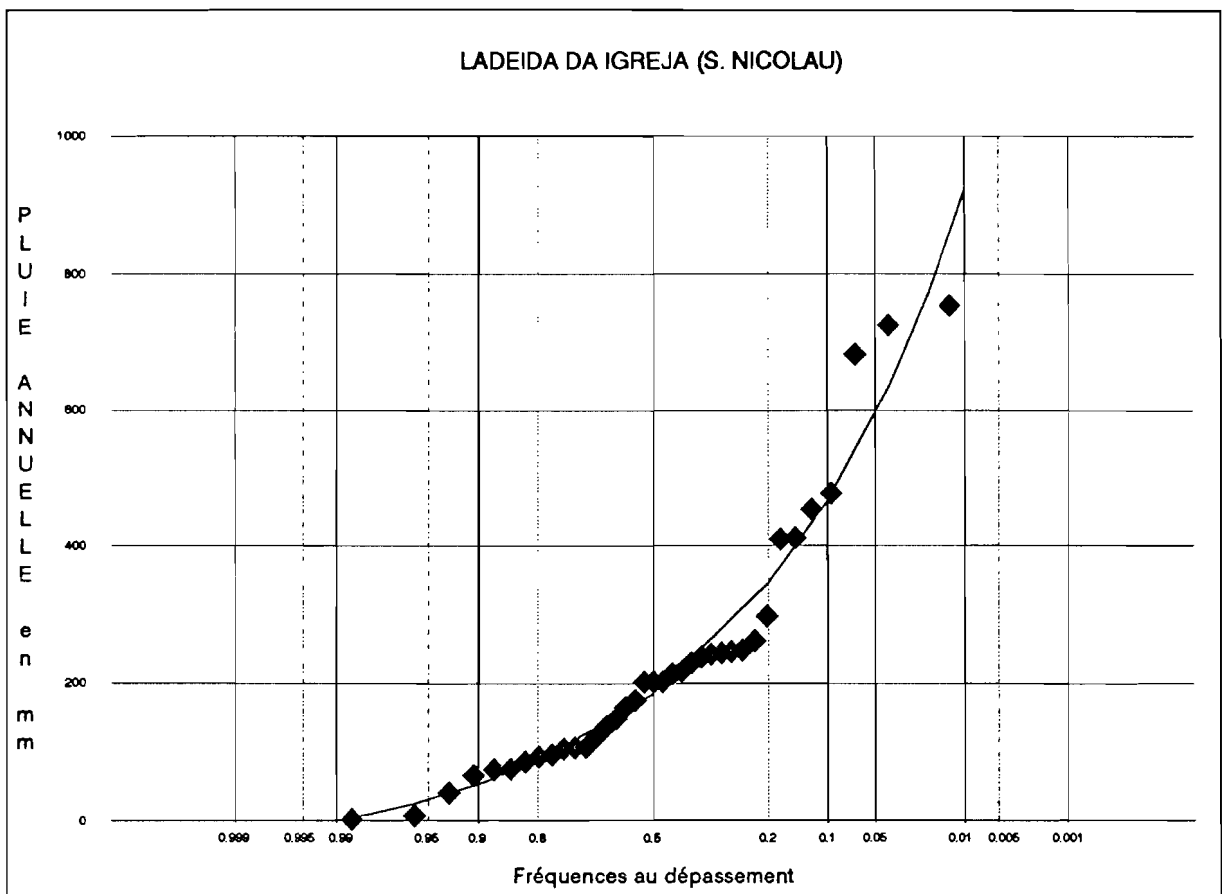
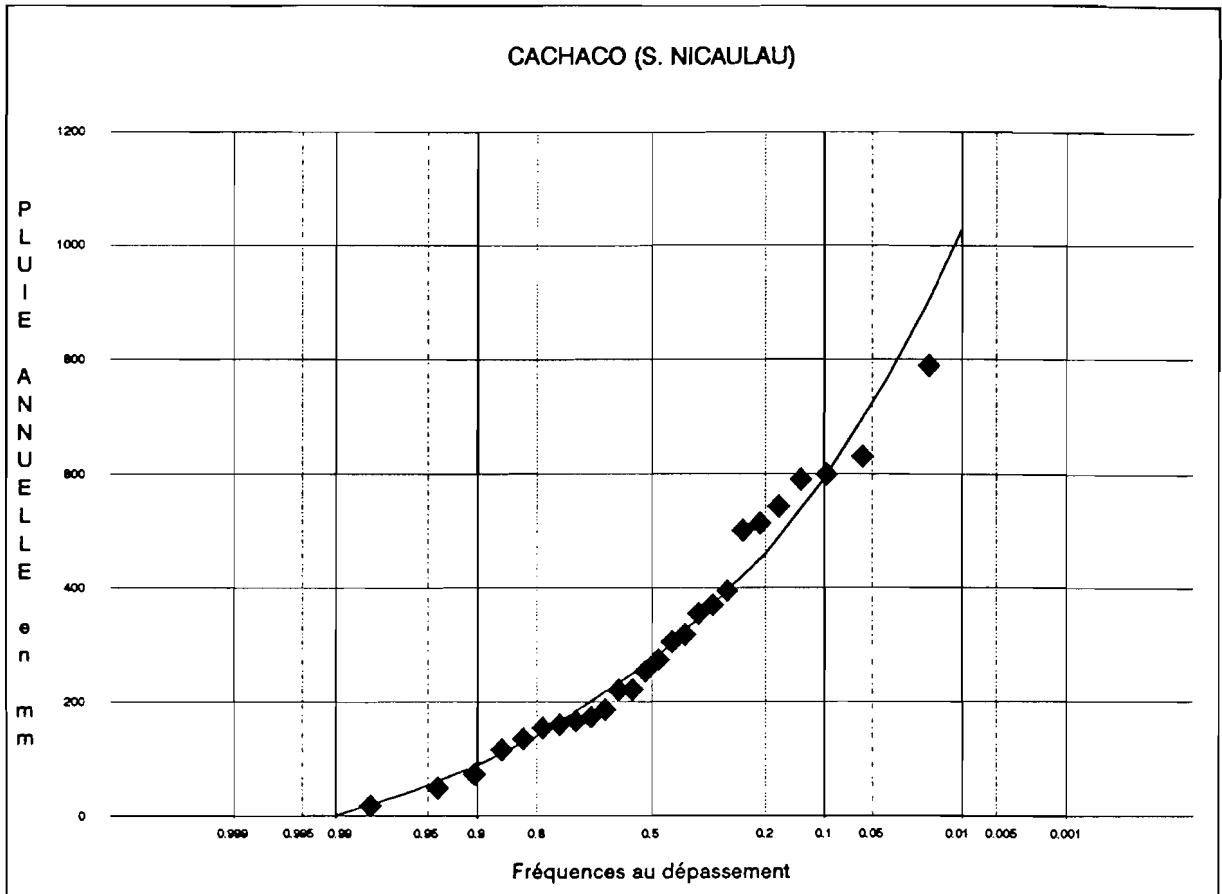
mois	jan	fev	mar	avr	mai	jun
ETP	2.8	2.8	3.73	4.12	4.27	4.58

mois	jul	aou	sep	oct	nov	dec
ETP	3.51	3.79	3.45	3.84	2.99	2.62

BILAN PAR ANNEE

bassin de FAJA					
annee	PM	LrM	LIM	ETR M	
1980	348.6	72.1	55.7	220.7	
1981	93.3	17.9	4.7	70.6	
1982	91.0	7.6	0.4	83.0	
1983	66.4	5.4	1.6	59.4	
1984	339.4	125.9	110.6	102.9	
1985	130.3	1.3	0.0	129.0	
1986	207.2	26.9	38.2	142.0	
1987	302.2	48.0	55.4	198.8	
moyenne	197.3	38.1	33.3	125.8	
ecart type	118.3	42.8	39.6	59.1	

bassin de RIBIERA BRAVA					
annee	PM	LrM	LiM	ETR M	
1945	547.5	80.6	180.7	286.2	
1946	204.8	7.8	13.4	183.6	
1947	269.6	36.6	44.7	188.2	
1948	228.5	25.4	37.2	165.9	
1949	284.9	39.2	21.2	224.5	
1961	537.3	145.9	175.1	216.2	
1962	433.4	63.8	99.1	270.6	
1964	206.8	17.1	18.0	171.8	
1965	164.5	0.1	4.7	159.7	
1968	73.9	0.0	0.0	73.9	
1969	221.3	40.6	44.1	136.7	
1970	172.0	20.1	7.1	144.9	
1971	161.0	14.5	1.2	145.3	
1972	12.0	0.0	0.0	12.0	
1973	146.1	0.4	5.6	140.0	
1980	382.1	72.7	61.6	247.8	
1981	117.9	21.2	3.9	92.8	
1982	110.7	11.0	0.6	99.1	
1983	32.4	0.0	0.0	32.4	
1984	391.9	143.7	120.8	127.4	
1985	136.0	0.0	0.0	136.0	
1986	249.9	42.2	55.2	152.6	
1987	310.9	49.3	64.6	197.0	
moyenne	234.6	36.2	41.7	156.7	
ecart type	145.3	41.9	54.4	68.3	
récurrence x=0		5.8	5.8		



2.6 ILE DE SAO VICENTE

L'île de SAO VICENTE est située vers les latitudes 16°50' N et les longitudes 25°00'W. C'est une île au vent. Son altitude maximale est de 774 m et sa surface de 227 km². Sa population était de 47241 habitants en 1986, soit 14% de la population du CAP-VERT.

La pluie moyenne sur l'île, calculée par la méthode des isohyètes, est de 100 mm. Les statistiques annuelles ont été calculées pour 2 postes répartis comme suit : MINDELO OBSERVATORE au bord de la mer au nord et MATO INGLES situé au centre et à l'altitude 400 m. Vu la très faible ressource en eau sur l'île, une usine de dessalement de l'eau de mer a dû être installée pour l'alimentation de MINDELO, capitale historique du CAP-VERT.

Un bassin a été choisi pour modéliser le bilan hydrologique de l'île à partir de la station de longue durée de MINDELO OBSERVATORE.

Ribeira CALHAU 24.6 km²

on a choisi pour l'ETP choisi est une valeur moyenne de 3.3mm/jour.

- Ribeira CALHAU

- La ribeira CALHAU a une période d'observation très courte (6ans). Sur cette période, le bassin a une pluie moyenne de 66.2 mm, et un écoulement moyen est de 12 mm, soit 295000 m³, correspondant à un coefficient d'écoulement moyen de 18.1%. La lame infiltrée moyenne est 11.3 mm, soit 278000 m³ et 17%.

- Nous remarquons que sur la période, 2 années seulement donnent lieu à du ruissellement et de l'infiltration. L'écoulement maximal, obtenu pour une pluviométrie moyenne de 189.1 mm, vaut 71.9 mm, ce qui correspond à un volume écoulé de 1.8 million de m³ et un coefficient d'écoulement de 38%. La lame infiltrée est de 60mm, ce qui donne 1.5 million de m³ (31.7%).

- MINDELO OBSERVATORE

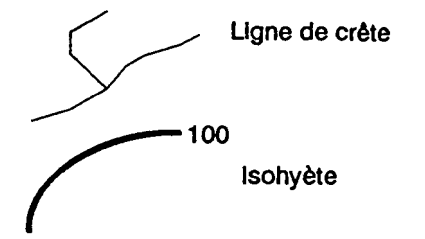
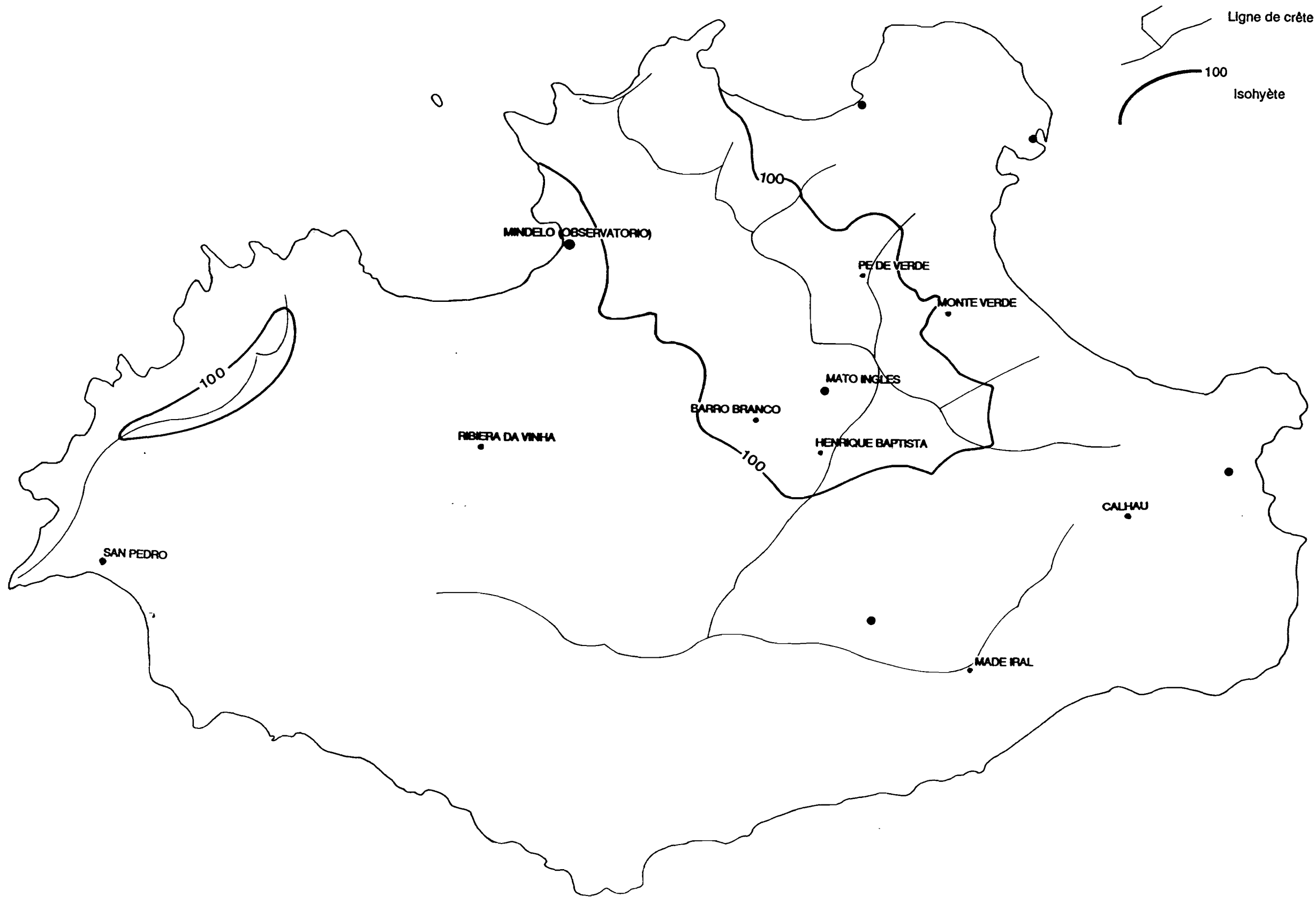
- Sur 74 années qui constituent l'échantillon, la pluie moyenne est de 99.6 mm, l'écoulement moyen est de 7.2 mm, soit 7.2% et l'infiltration moyenne est de 6.8 mm, soit 6.8%.

- Nous remarquerons que comme pour CALHAU, de très nombreuses années ne donnent lieu à aucun écoulement. Leur période de retour est de 2 années sur 3. L'écoulement maximal qui a eu lieu en 1897, pour une pluie annuelle de 237 mm, a été de 93 mm soit un coefficient de 39.2%. L'infiltration a été de 82 mm (34.6%).

ILE DE SAO VICENTE



ISOHYETES INTERANNUELLES
Période de référence 1950 - 1987

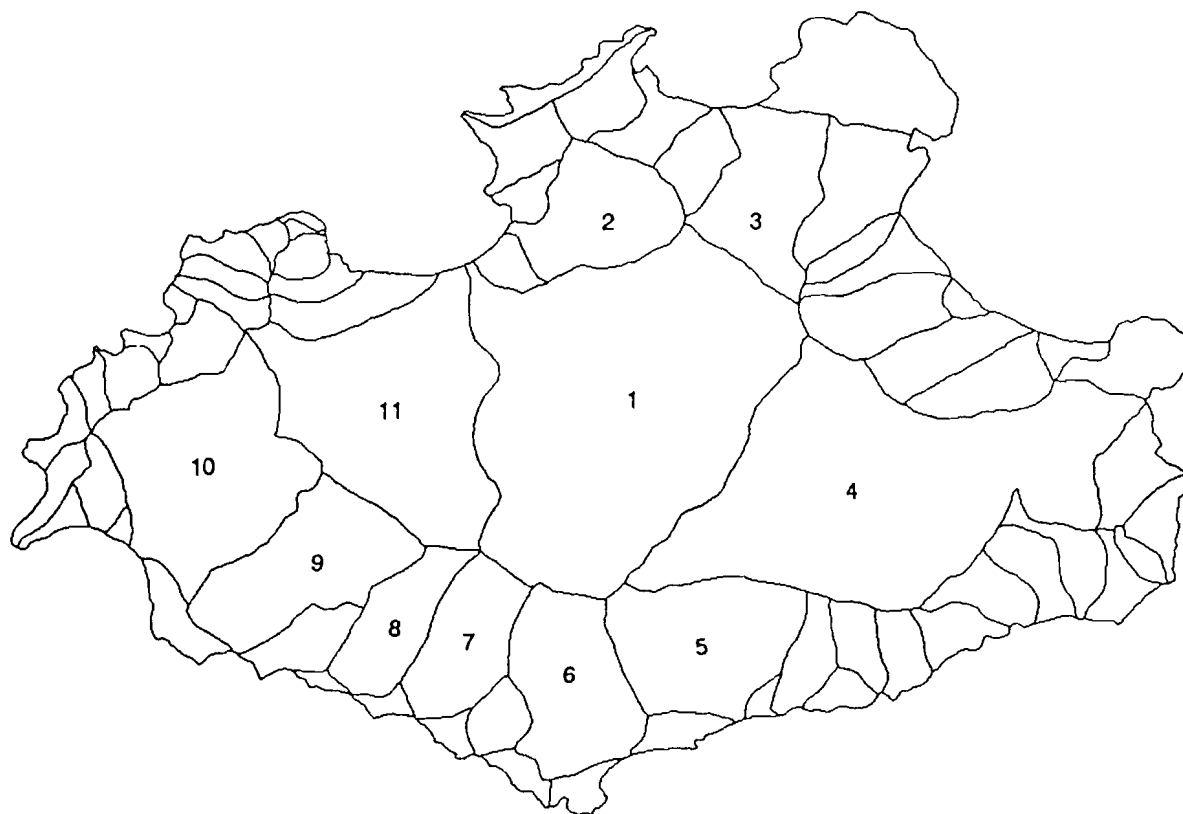


1.51113 km

ILE DE SAO VICENTE
01/03/91 17:10

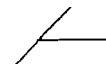


Caractéristiques des principaux
bassins versants

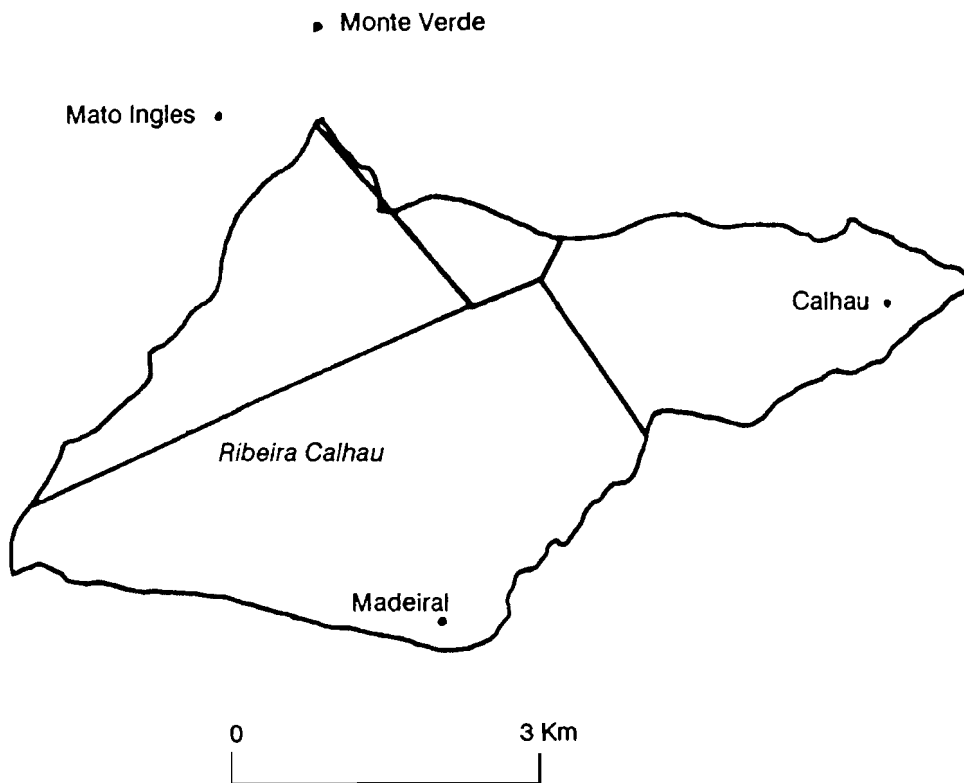
	Bassin	Surface Km2	Périmètre Km
1	SEC 061	34.9	25.6
2	SEC 001	6.7	10.9
3	SEC 008	7.2	12.7
4	SEC 019	30.3	29.3
5	SEC 032	9.3	12.3
6	SEC 034	8	11.8
7	SEC 039	5.4	9.7
8	SEC 041	4.4	9.6
9	SEC 043	8.7	13.4
10	SEC 045	13.8	16.4
11	SEC 060	17.2	19.2



ILE DE SAO VICENTE

Bassins versants sélectionnés pour l'étude de bilan hydrologique

-  Limite des polygones de THIESSEN
-  Poste pluviométrique
-  Limite de bassin



ILE DE SAO VINCENTE

SURFACE TOTALE = 227 Km2

PLUIE	MOYENNE ANNUELLE= 100 mm
-------	--------------------------

STATISTIQUES SUR DIVERS POSTES

PLUIES ANNUELLES en mm

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.01	0.02	0.04
				100ansS	50ans S	25ans S
MATO INGLES	27	170	GALTON	3	8	16
MINDELO OBSEVATORE	95	106	GOODRICH	4	7	12

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.1	0.2	0.5
				10ans S	5ans S	2ans
MATO INGLES	27	170	GALTON	31	53	122
MINDELO OBSEVATORE	95	106	GOODRICH	24	40	90

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.5	0.8	0.9
				2ans	5ans H	10ans H
MATO INGLES	27	170	GALTON	122	256	371
MINDELO OBSEVATORE	95	106	GOODRICH	90	163	210

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.96	0.98	0.99
				25ans H	50ans H	100ansH
MATO INGLES	27	170	GALTON	547	700	873
MINDELO OBSEVATORE	95	106	GOODRICH	265	305	342

PLUIES JOURNALIERES en mm

STATION	Nb Annees	Nb jour/an P> 1mm	Pluie jour maximum	0.5	0.2	0.1
				2ans	5ans	10ans
MATO INGLES	27	11	195	56	83	104
MINDELO OBSEVATORE	95	11	229	40	61	83

STATION	Nb Annees	Nb jour/an P> 1mm	Pluie jour maximum	0.05	0.02	0.01
				20ans	50ans	100ans
MATO INGLES	27	11	195	127	157	181
MINDELO OBSEVATORE	95	11	229	106	139	166

BILAN HYDRIQUE

BASSIN CHOISI

CALHAU

MINDELO

POSTES CHOISIS

CALHAU

station	%	N° PLUVIOM
CALHAU	23.5	1810200200
MONTE VERDE	3.5	1810201200
MATO INGLES	21.2	1810200500
MADEIRAL	51.8	1810200400

ETP CHOISI

3.3mm pour tous les mois

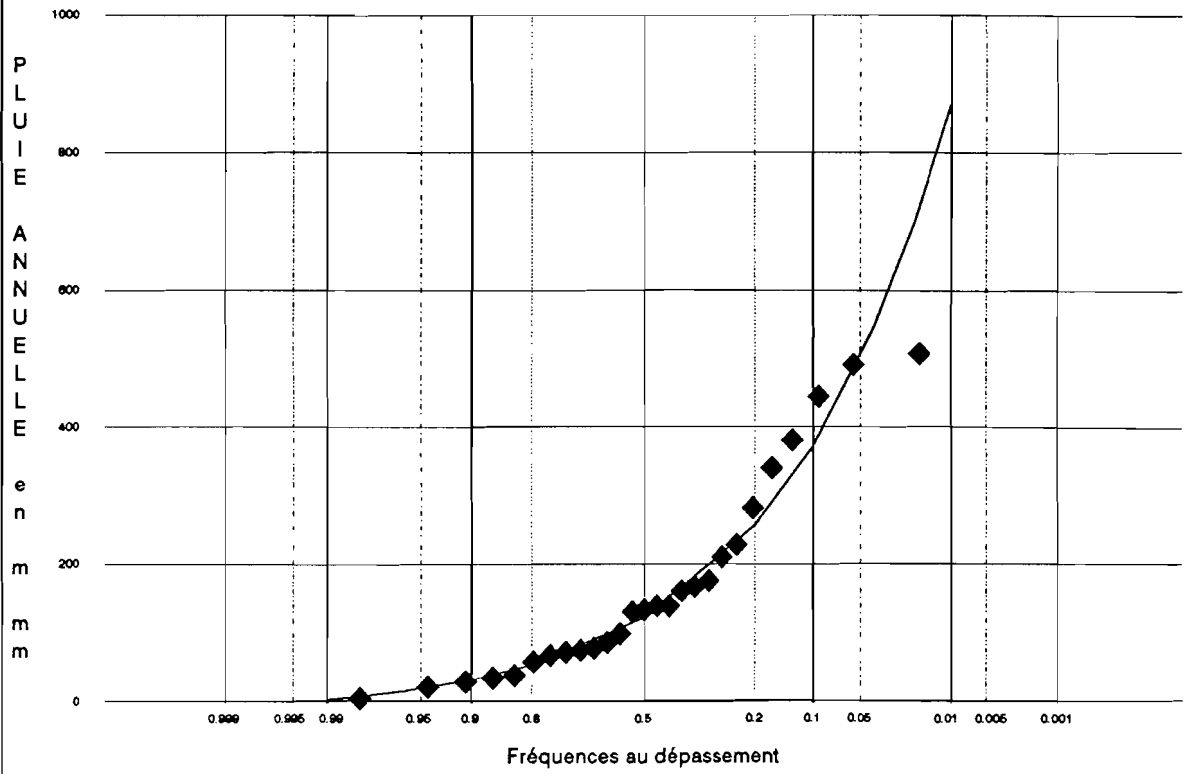
BILAN PAR ANNEE

bassin de CALHAU				
Année	Pluie	Lr	Li	ETR
1981	29.3	0.0	0.0	29.3
1983	27.9	0.0	0.0	27.9
1984	189.1	71.9	60.0	57.2
1985	96.0	0.2	7.8	88.0
1986	11.6	0.0	0.0	11.6
1987	43.3	0.0	0.0	43.3
moyenne	66.2	12.0	11.3	42.9
ecart type	66.8	29.4	24.1	26.9
récence x=0		1.5	1.5	

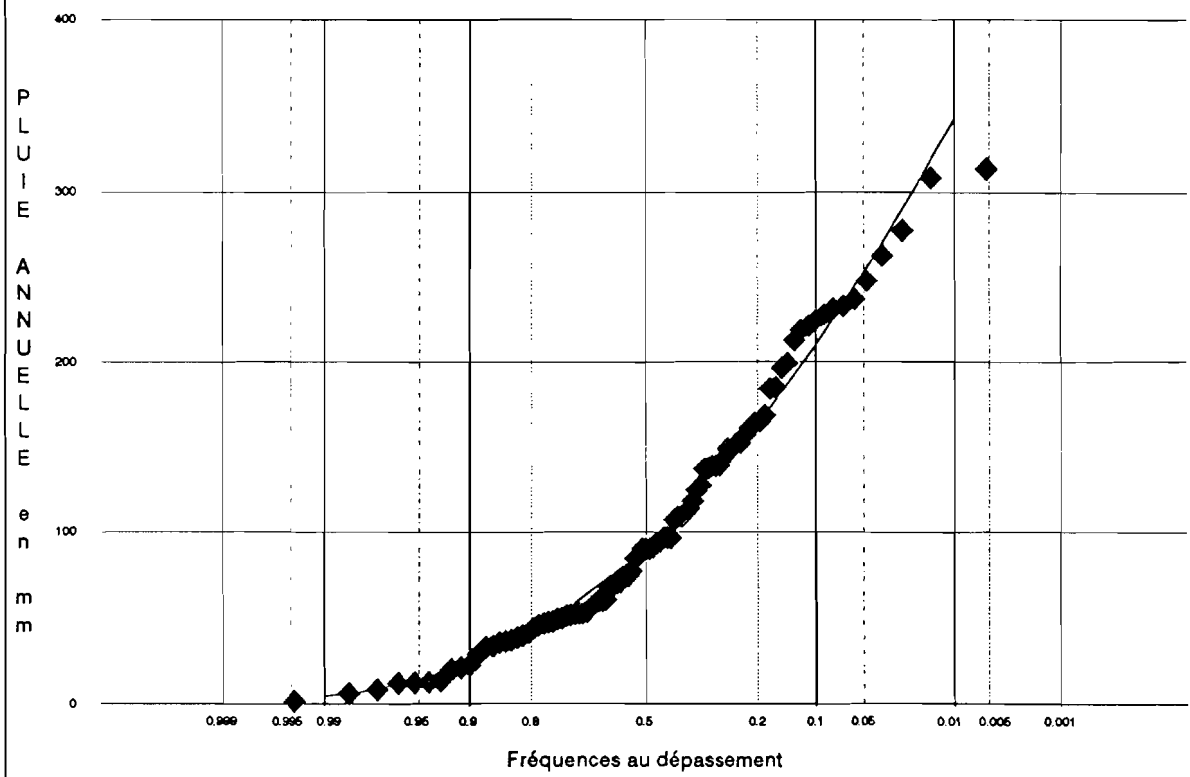
Station de : MINDELO OBSERVATORIO S.VICENTE				
Année	Pluie	Lr	Li	ETR
1884	189	0	0	189
1885	114	0	0	114
1897	237	93	82	62
1902	20	0	0	20
1908	84	0	0	84
1909	169	0	3	166
1911	185	21	33	131
1912	109	8	5	96
1914	127	22	7	98
1915	69	0	0	69
1917	70	0	0	70
1918	143	6	0	137
1919	308	82	66	160
1920	53	0	0	53
1921	21	0	0	21
1922	13	0	0	13
1923	61	0	0	61
1924	78	0	0	78
1925	68	0	0	68
1926	13	0	0	13
1928	137	7	0	130
1929	90	0	0	90
1930	138	5	0	133
1931	52	0	0	52
1932	48	0	0	48
1933	118	1	0	117
1934	48	0	0	48
1935	53	0	0	53
1936	107	0	0	107
1937	60	0	0	60
1938	161	4	21	136
1939	138	13	10	115
1940	36	0	0	36
1941	51	0	0	51
1942	125	0	0	125
1943	219	3	0	216
1944	137	12	7	118
1945	37	0	0	37
1946	36	0	0	36
1947	46	0	0	46
1948	75	0	0	75
1949	233	8	15	210

Station de : MINDELO OBSERVATORIO S.VICENTE					suite
Année	Pluie	Lr	Li	ETR	
1950	248	31	42	175	
1951	139	14	8	117	
1952	278	37	64	177	
1953	313	70	78	165	
1954	221	28	4	189	
1955	224	18	35	171	
1956	212	3	6	203	
1957	164	0	0	164	
1958	149	5	0	144	
1959	29	0	0	29	
1960	33	0	0	33	
1961	152	5	7	140	
1962	74	0	0	74	
1963	39	0	0	39	
1964	59	0	0	59	
1965	54	0	0	54	
1966	50	0	0	50	
1967	97	0	0	97	
1968	23	0	0	23	
1969	96	9	11	76	
1970	40	0	0	40	
1971	53	0	0	53	
1972	6	0	0	6	
1973	34	0	0	34	
1974	12	0	0	12	
1975	57	0	0	57	
1978	47	3	0	44	
1980	93	6	0	87	
1981	14	0	0	14	
1982	2	0	0	2	
1983	9	0	0	9	
1984	71	16	2	53	
moyenne	99.6	7.2	6.8	85.6	
ecart type	76.6	17.4	17.8	56.5	
réurrence x=0		1.6	1.4		

MATO INGLES (S. VICENTE)



MINDELO OBSERVATORE (S. VICENTE)



2.7 -ILE DE SAL

L'île de SAL est située entre les latitudes 16°35' et 16°45' et les longitudes aux environ de 22°20'. C'est une île au vent. Son altitude maximale est de 50 m et sa surface de 216 km². Sa population était de 7283 habitants en 1986 soit 2.1% de la population du CAP-VERT. Un aéroport international a été construit et représente une escale quasi-obligatoire pour tous les longs courriers d'AFRIQUE DU SUD vers l'EUROPE et l'AMERIQUE et pour ceux d'UNION SO-VIETIQUE vers l'AMERIQUE LATINE. Une usine de dessalement de l'eau de mer a été construite pour les besoins de ces infrastructures.

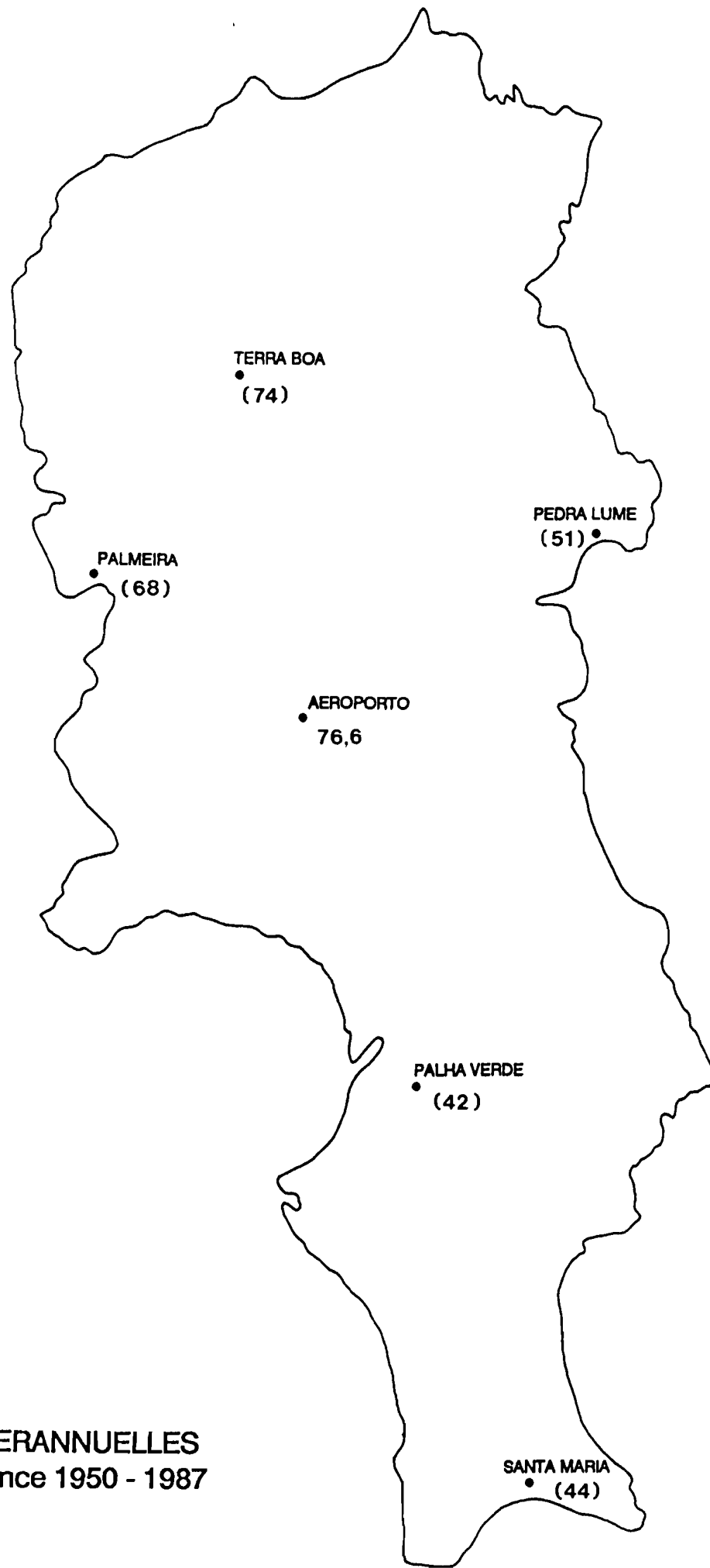
La pluie moyenne sur l'île, calculée par la méthode de THIESSEN, est de 59.3 mm. Les statistiques annuelles et journalières ont été calculées pour 1 poste au centre de l'île; les statistiques annuelles à AEROPORTO. On remarquera que la récurrence centennale a une valeur de 2 mm. La médiane est inférieure à 100 mm. Un essai de modélisation du bilan hydrologique a été fait sur la station de l'aéroport afin d'avoir un ordre d'idée de l'écoulement et de l'infiltration sur l'île. L'ETP est une moyenne, soit 3.3 mm par jour.

-AEROPORTO

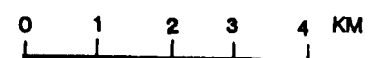
- AEROPORTO a une pluie moyenne sur la période d'observation de 77.8 mm. Son écoulement moyen est de 7.3 mm ce qui donne un coefficient d'écoulement moyen de 9.4% et sa lame infiltrée moyenne est de 4.4 mm (9.9%). Cette station a une infiltration inférieure en moyenne à l'écoulement, comme dans l'île de BOA VISTA.
- L'écoulement maximum a eu lieu en 1967, année correspondant à la pluie et l'infiltration les plus fortes. La pluie de 321 mm a donné lieu à un écoulement de 87 mm (27.1%); la lame infiltrée a été de 91 mm (28.3%).
- Les valeurs minimales de l'écoulement et de l'infiltration sont nulles, et ont une récurrence de retour bi-annuelle.

Le climat de cette île est quasi-désertique.

ILE DE SAL

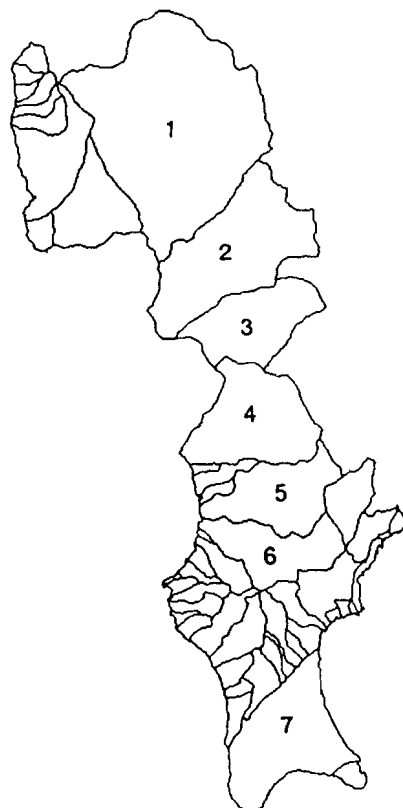


ISOHYETES INTERANNUELLES
Période de référence 1950 - 1987



—|—|—|
2.4351 km

ILE DE SAL
01/03/91 17:06



Caractéristiques des principaux
bassins versants

	Bassin	Surface Km2	Périmètre Km
1	SEC 001	33.1	25.1
2	SEC 060	16.2	19.5
3	SEC 062	8.6	13.5
4	SEC 120	11.3	14.6
5	SEC 116	7.7	14.1
6	SEC 115	6.6	13.5
7	SEC 098	11.4	15.9

ILE DE SAL

SURFACE TOTALE = 216 Km²

PLUIE	MOYENNE ANNUELLE= 59.3 mm
-------	---------------------------

STATISTIQUES SUR DIVERS POSTES

PLUIES ANNUELLES en mm

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.01	0.02	0.04
				100ansS	50ans S	25ans S
AEROPORTO	36	79	GALTON	2	4	9

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.1	0.2	0.5
				10ans S	5ans S	2ans
AEROPORTO	36	79	GALTON	17	28	60

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.5	0.8	0.9
				2ans	5ans H	10ans H
AEROPORTO	36	79	GALTON	60	118	165

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.96	0.98	0.99
				25ans H	50ans H	100ansH
AEROPORTO	36	79	GALTON	235	294	358

PLUIES JOURNALIERES en mm

STATION	Nb Annees	Nb jour/an P> 1mm	Pluie jour maximum	0.5	0.2	0.1
				2ans	5ans	10ans
AEROPORTO	36	7	155	51	59	78

STATION	Nb Annees	Nb jour/an P> 1mm	Pluie jour maximum	0.05	0.02	0.01
				20ans	50ans	100ans
AEROPORTO	36	7	155	99	128	150

BILAN HYDRIQUE

BASSIN
SAL

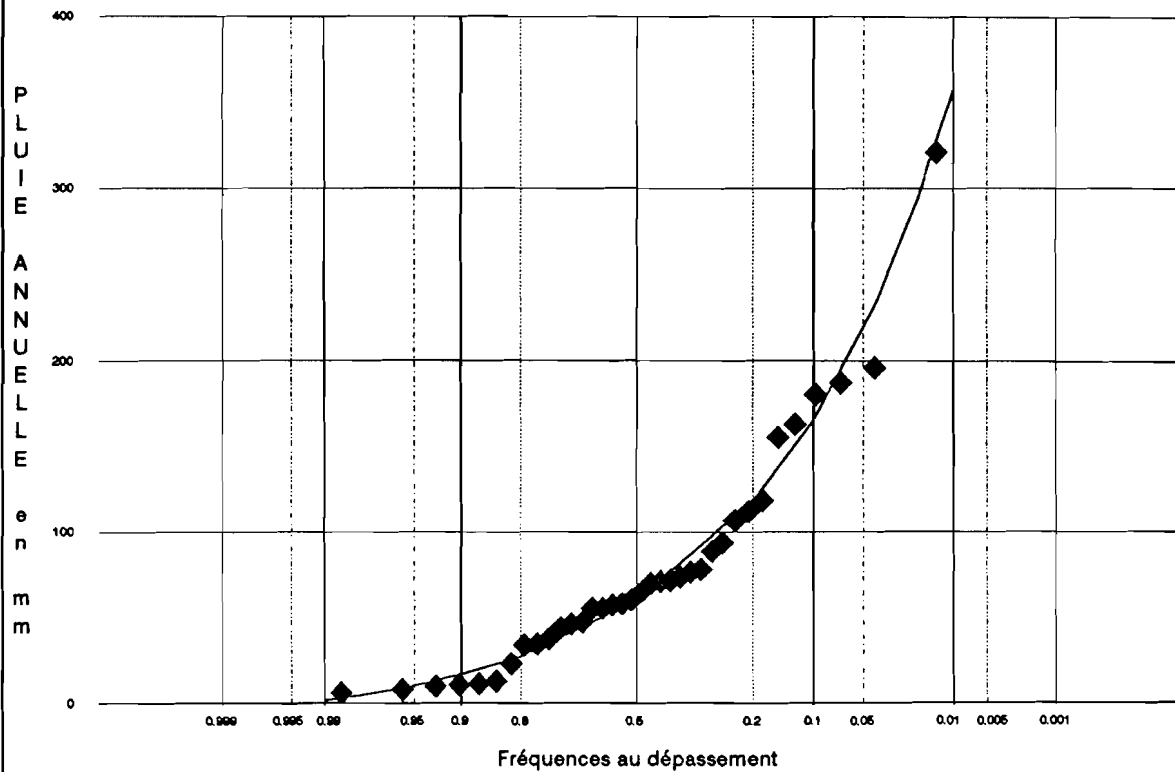
STATION CHOISIE
AEROPORTO

ETP CHOISI en mm
3.3mm pour chaque mois valeur moyenne

BILAN

Station de : AEROPORTO SAL					
annee	PM	LrM	LiM	ETR M	
1950	44	0	0	44.0	
1951	58	0	0	58.0	
1952	187	10	1	176.0	
1953	72	0	0	72.0	
1954	89	0	0	89.0	
1955	196	43	36	117.0	
1956	180	15	0	165.0	
1957	77	0	0	77.0	
1958	112	25	11	76.0	
1959	11	0	0	11.0	
1960	107	1	0	106.0	
1961	93	0	0	93.0	
1962	48	0	0	48.0	
1963	12	0	0	12.0	
1964	58	0	0	58.0	
1965	60	0	0	60.0	
1966	78	10	0	68.0	
1967	321	87	91	143.0	
1968	10	0	0	10.0	
1970	118	12	1	105.0	
1972	13	0	0	13.0	
1973	56	0	0	56.0	
1974	6	0	0	6.0	
1975	56	0	0	56.0	
1976	46	0	0	46.0	
1977	8	0	0	8.0	
1980	35	0	0	35.0	
1981	156	25	11	120.0	
1982	23	0	0	23.0	
1983	65	0	0	65.0	
1984	70	13	0	57.0	
1985	74	6	0	68.0	
1986	34	0	0	34.0	
1987	71	0	0	71.0	
moyenne	77.8	7.3	4.4	66.1	
ecart type	66.4	17.1	16.7	43.5	
récurrence x=0		1.7	1.4		

AEROPORTO (SAL)



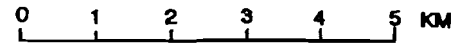
2.8 ILE DE FOGO

L'île de FOGO est située entre les latitudes 14°48' et 15°03' N et les longitudes 24°17' et 24°31' W. C'est une île sous le vent. Son altitude maximale est de 2829 m et sa surface de 476 km². Sa population était de 33878 habitants en 1986, soit 10% de la population du CAP-VERT.

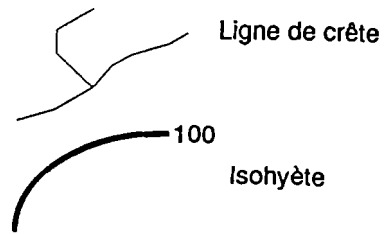
La pluie moyenne sur l'île, calculée par la méthode des isohyètes, est de 432.3 mm. La répartition par tranche de pluie est donnée dans la fiche technique, ainsi que les statistiques annuelles pour 3 postes situés l'un en haute altitude (MONTE VELHA 1300m) , l'autre en altitude moyenne (COVA FIGUIERA 459m) et le dernier (SAO FILIPE) vers la mer. Les remarques faites précédemment s'appliquent ici aussi pour l'influence du gradient altimétrique. De plus le coté exposé au vent est beaucoup plus pluvieux.

C'est de loin l'île la plus pluvieuse de l'archipel. L'écoulement de surface se fait par d'innombrables petits torrents dévalant les flancs du volcan. De nombreuses sources naissent le long des pentes du volcan.

ILE DE FOGO



ISOHYETES INTERANNUELLES Période de référence 1950 - 1987



ILE DE FOGO

SURFACE TOTALE = 476Km2

Répartition des isohyètes

PLUIE	%
<200mm	10.5
200<X<300	25.6
300<X<400	17.8
400<X<500	14.5
500<X<600	10.1
600<X<700	8.2
700<X<800	5.5
800<X<900	3.8
900<X<1000	1.8
1000<X<1100	2.1
> 1100mm	0.1

PLUIE	MOYENNE	ANNUELLE= 432.3mm
-------	---------	-------------------

STATISTIQUES SUR DIVERS POSTES

PLUIES ANNUELLES en mm

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.01	0.02	0.04
				100ansS	50ans S	25ans S
COVA FIGUEIRA	37	385	GALTON	29	51	77
MONTE VELHA	37	1066	GOODRICH	225	253	297
S. FILIPE	51	166	GALTON	1	9	20

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.1	0.2	0.5
				10ans S	5ans S	2ans
COVA FIGUEIRA	37	385	GALTON	127	184	333
MONTE VELHA	37	1066	GOODRICH	400	542	949
S. FILIPE	51	166	GALTON	41	66	135

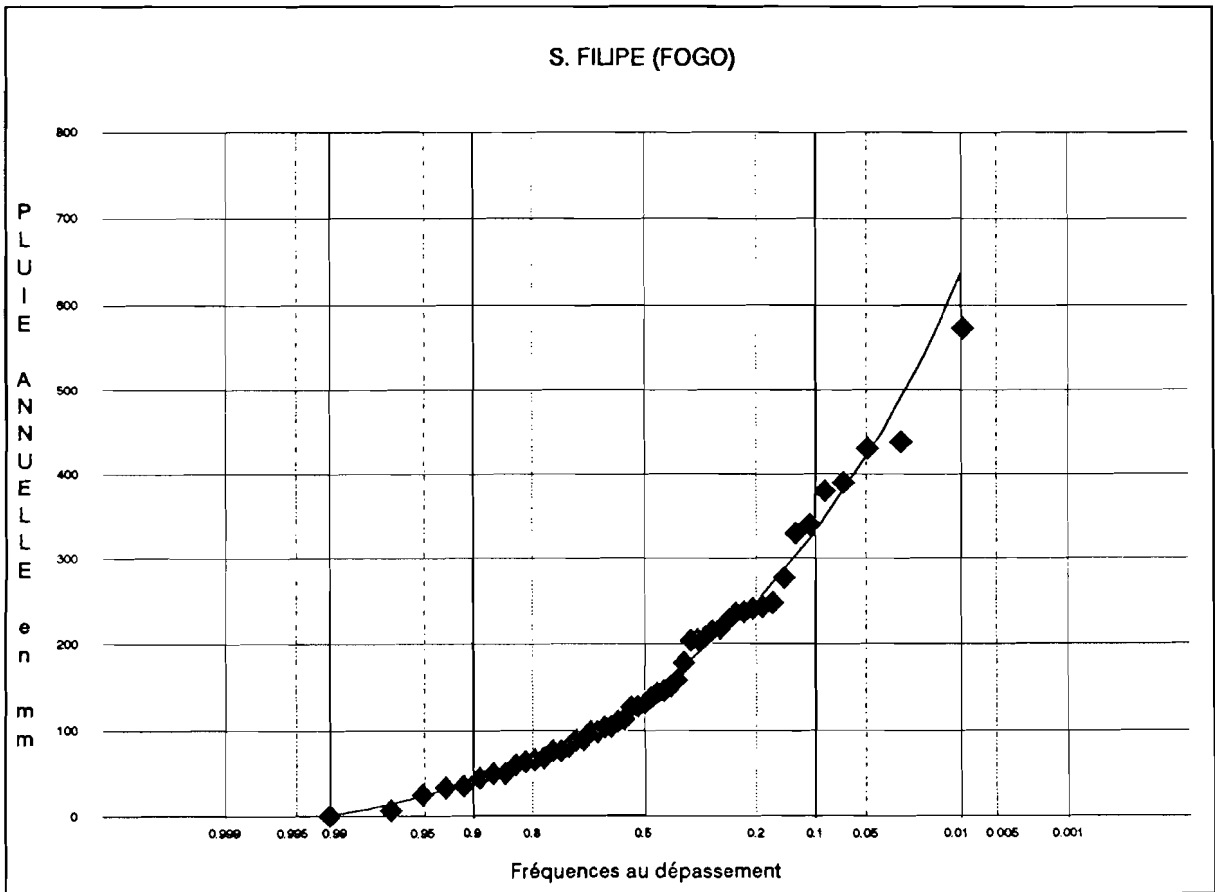
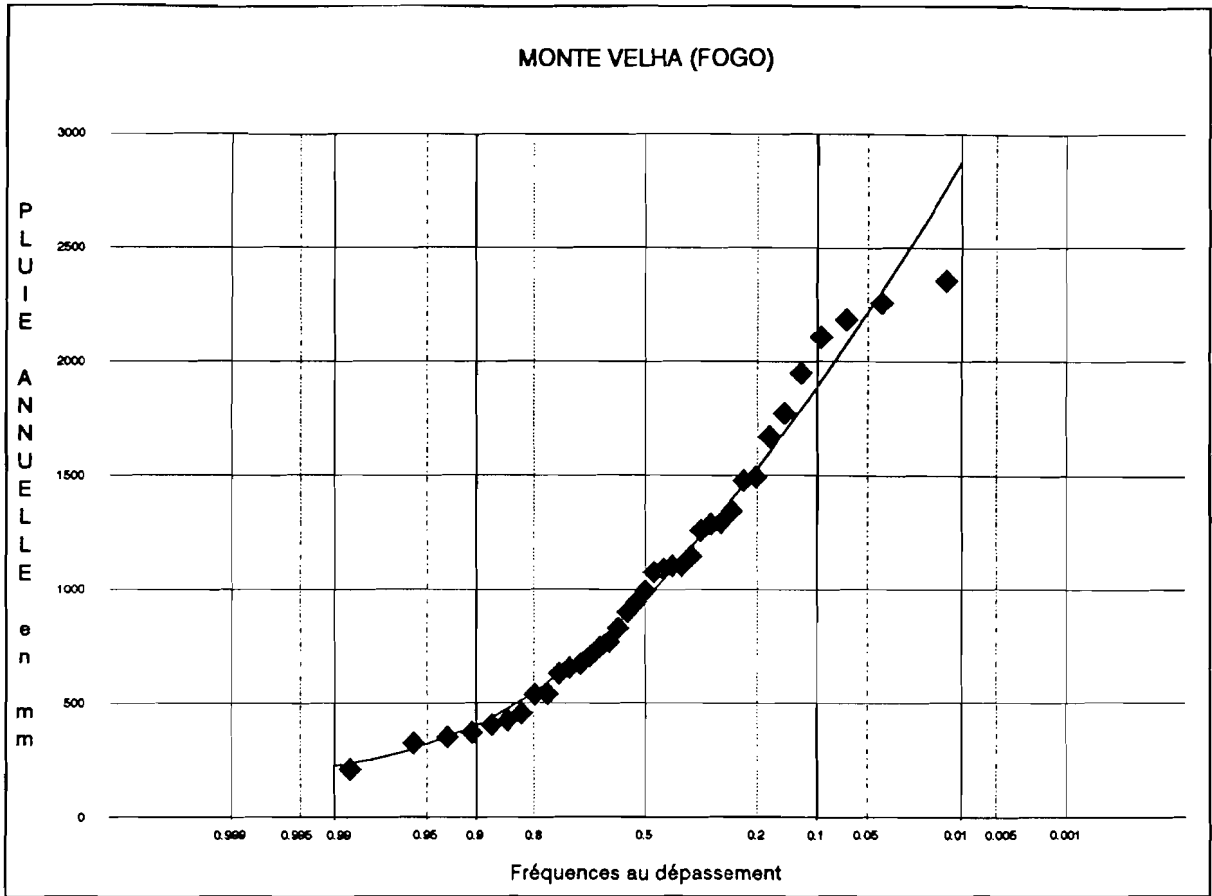
STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.5	0.8	0.9
				2ans	5ans H	10ans H
COVA FIGUEIRA	37	385	GALTON	333	552	706
MONTE VELHA	37	1066	GOODRICH	949	1525	1886
S. FILIPE	51	166	GALTON	135	247	331

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.96	0.98	0.99
				25ans H	50ans H	100ansH
COVA FIGUEIRA	37	385	GALTON	909	1066	1227
MONTE VELHA	37	1066	GOODRICH	2310	2604	2881
S. FILIPE	51	166	GALTON	447	530	638

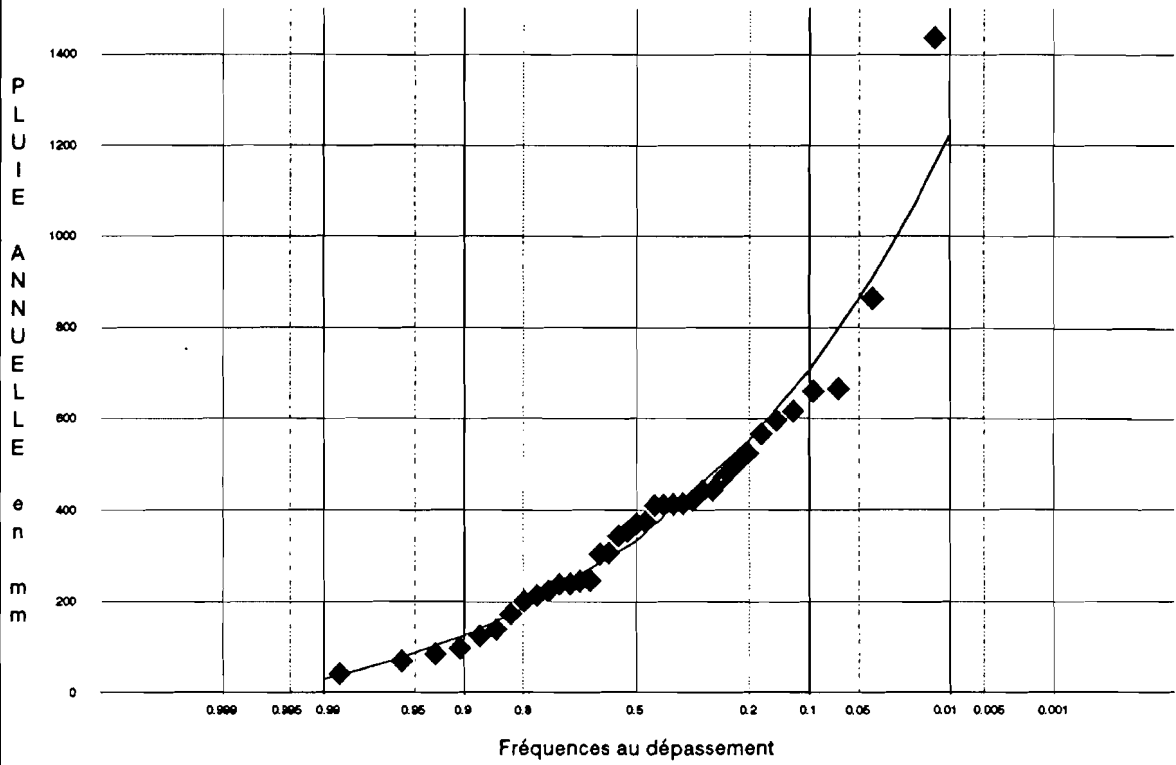
PLUIES JOURNALIERES en mm

STATION	Nb Annees	Nb jour/an P> 1mm	Pluie jour maximum	0.5	0.2	0.1
				2ans	5ans	10ans
COVA FIGUEIRA	37	25	343	92	133	166
MONTE VELHA	37	45	452	205	270	321
S. FILIPE	51	11	153	55	90	119

STATION	Nb Annees	Nb jour/an P> 1mm	Pluie jour maximum	0.05	0.02	0.01
				20ans	50ans	100ans
COVA FIGUEIRA	37	25	343	202	252	291
MONTE VELHA	37	45	452	374	444	498
S. FILIPE	51	11	153	151	195	231



COVA FIGUERA (FOGO)



2.9 ILE DE MAIO

L'île de MAIO est située entre les latitudes 15°07' et 15°20' et les longitudes aux environs de 23°10'. C'est une île sous le vent. Son altitude maximale est de 437 m et sa surface de 269 km². Sa population était de 5103 habitants en 1986 soit 1.5% de la population du CAP-VERT.

La pluie moyenne sur l'île, calculée par la méthode de THIESSEN, est de 142.5 mm. Les statistiques annuelles et journalières ont été calculées pour 1 poste au centre-ouest de l'île: VILA DE MAIO. On remarquera que la récurrence centennale a une valeur nulle. La médiane est égale à 153mm par an .

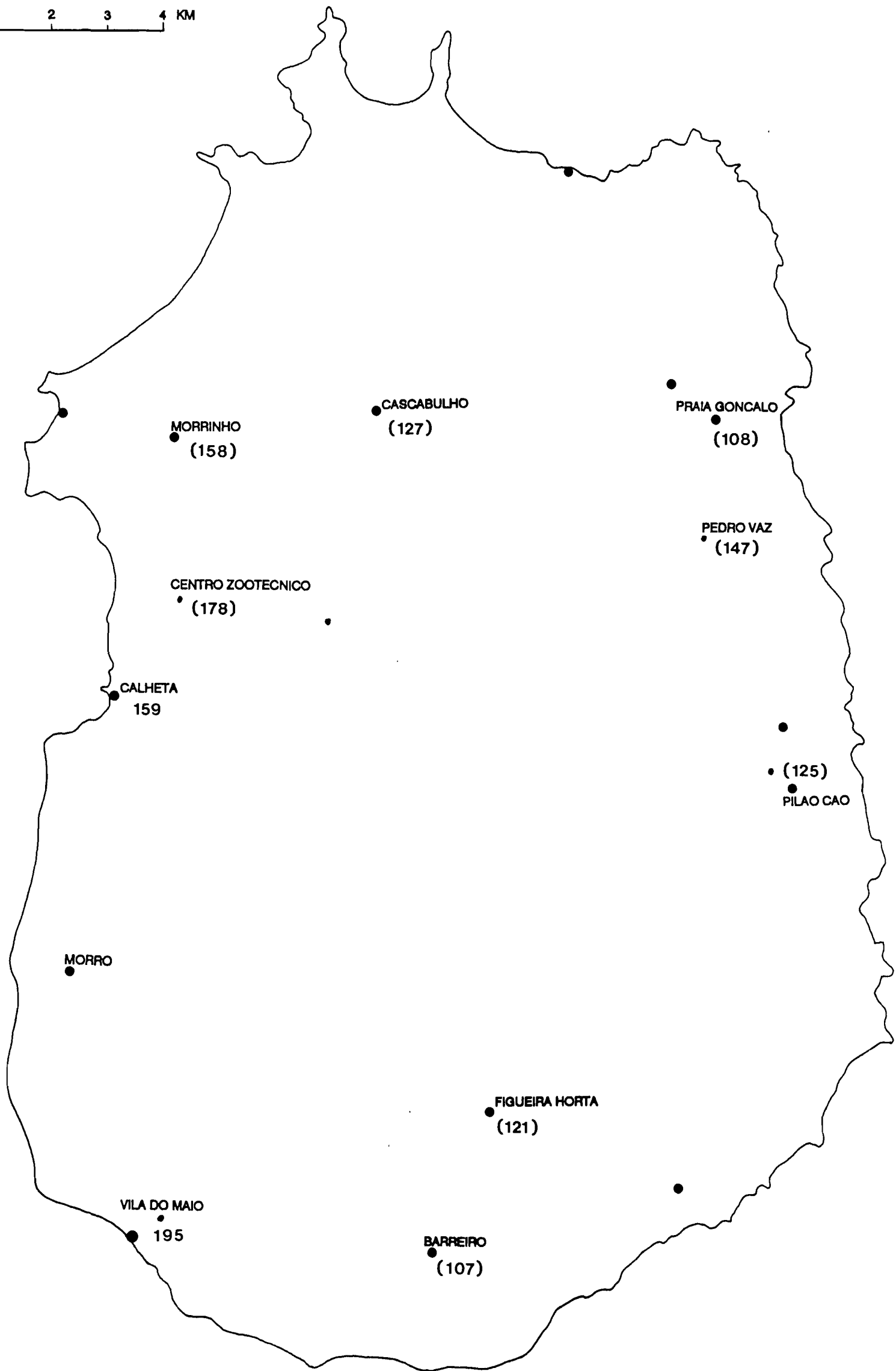
Un essai de modélisation du bilan hydrologique a été fait sur la station de VILA DE MAIO afin d'avoir un ordre d'idée de l'écoulement et de l'infiltration sur l'île. L'ETP est une moyenne, 3.3mm par jour.

- VILA DE MAIO


- VILA DE MAIO a une pluie moyenne de 193.9mm. Son écoulement moyen est de 36.1mm, ce qui donne un coefficient d'écoulement moyen de 18.6%. La lame infiltrée moyenne vaut 35.7mm (18.4%). L'infiltration est inférieure, en moyenne, à l'écoulement dans cette simulation, comme dans l'île de BOA VISTA. Notons cependant, que le caractère géologique très différent de cette île doit faire que les valeurs des paramètres de calage du modèle devraient être changées. On remarque que peu de rivières coulent jusqu'à la mer tandis que de nombreux puits sont très productifs.
- La valeur maximale de l'écoulement a été observée en 1957, ainsi que la pluie et l'infiltration les plus fortes. La pluie de 861 mm a donné lieu à un écoulement de 373 mm, soit un coefficient d'écoulement de 43.3%; la lame infiltrée a été de 313 mm (36.5%).
- Les valeurs minimales de l'écoulement et de l'infiltration sont nulles, et ont une récurrence de 6 ans pour l'écoulement et de 3 ans pour l'infiltration.

ILE DE MAIO

0 1 2 3 4 KM



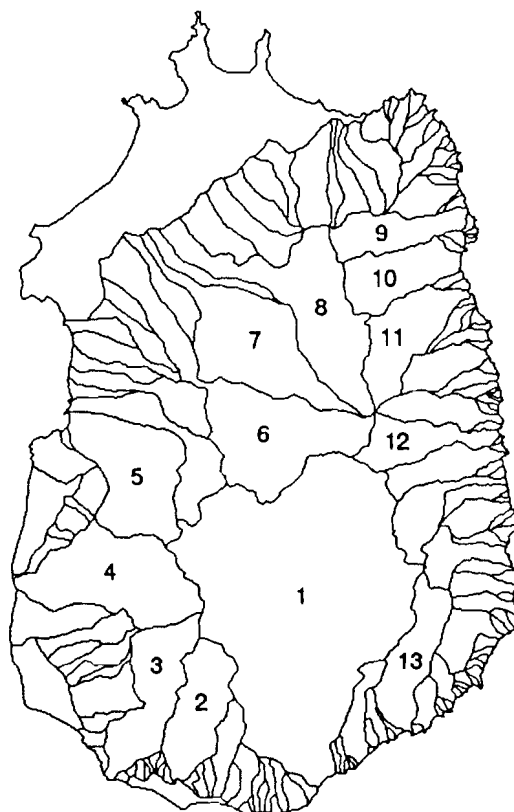
ISOHYETES INTERANNUELLES
Période de référence 1950 - 1987


 2.2334 km

ILE DE MAIO
 01/03/91 17:05

Caractéristiques des principaux
 bassins versants

	Bassin	Surface Km2	Périmètre Km
1	SEC 125	46.2	33.02
2	SEC 141	6	11.7
3	SEC 143	7.1	14.7
4	SEC 009	11.1	15.5
5	SEC 016	9.4	14.5
6	SEC 025	15.1	27.7
7	SEC 027	10.9	20.8
8	SEC 029	12	23.8
9	SEC 060	4.1	10.6
10	SEC 065	4.9	10.1
11	SEC 068	5.8	12.1
12	SEC 081	4	11.3
13	SEC 114	5.2	12.5



ILE DE MAIO

SURFACE TOTALE = 269 Km2

PLUIE	MOYENNE ANNUELLE= 142.5 mm
-------	----------------------------

STATISTIQUES SUR DIVERS POSTES

PLUIES ANNUELLES en mm

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.01	0.02	0.04
				100ansS	50ans S	25ans S
VILA DO MAIO	32	203	GALTON	0	5	16

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.1	0.2	0.5
				10ans S	5ans S	2ans
VILA DO MAIO	32	203	GALTON	39	68	153

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.5	0.8	0.9
				2ans	5ans H	10ans H
VILA DO MAIO	32	203	GALTON	153	304	424

STATION	Nb Annees	Moy.	loi choisie	0.96	0.98	0.99
				25ans H	50ans H	100ansH
VILA DO MAIO	32	203	GALTON	597	742	899

PLUIES JOURNALIERES en mm

STATION	Nb Annees	Nb jour/an P > 1mm	Pluie jour maximum	0.5	0.2	0.1
				2ans	5ans	10ans
VILA DO MAIO	32	11	350	75	128	176

STATION	Nb Annees	Nb jour/an P > 1mm	Pluie jour maximum	0.05	0.02	0.01
				20ans	50ans	100ans
VILA DO MAIO	32	11	350	228	304	365

BILAN HYDRIQUE

BASSIN
MAIO

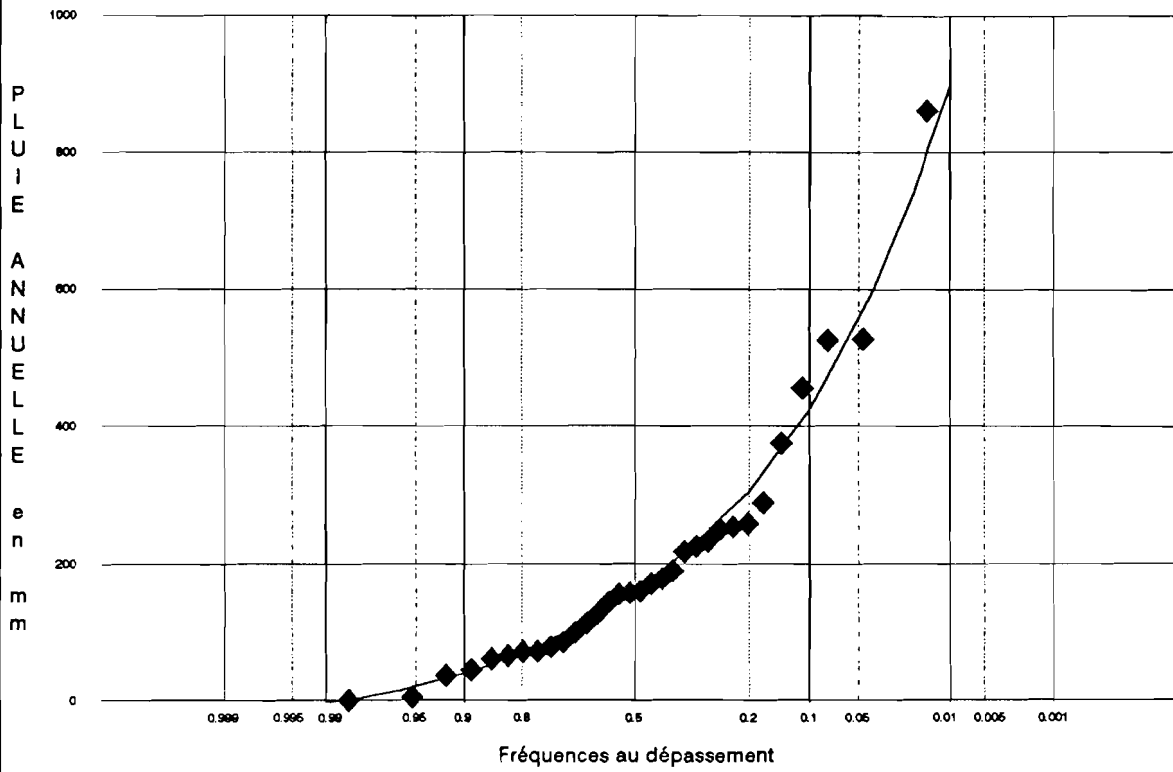
STATION CHOISIE
VILA DE MAIO

ETP CHOISI mm
3.3mm pour chaque mois valeur moyenne

BILAN

Station de : VILA DE MAIO				
annee	PM	LrM	LiM	ETR M
1948	0	0	0	0.0
1950	233	9	64	160.0
1951	526	200	204	122.0
1952	527	96	143	288.0
1953	375	60	79	236.0
1954	190	8	8	174.0
1955	258	19	32	207.0
1956	254	22	12	220.0
1957	861	373	313	175.0
1958	171	12	16	143.0
1959	127	14	7	106.0
1960	36	0	0	36.0
1961	218	23	9	186.0
1962	113	0	0	113.0
1963	85	0	0	85.0
1964	157	35	26	96.0
1965	160	22	8	130.0
1966	289	58	36	195.0
1967	250	12	53	185.0
1968	45	0	0	45.0
1970	79	13	0	66.0
1972	5	0	0	5.0
1980	156	7	0	149.0
1981	61	1	0	60.0
1982	72	0	0	72.0
1983	65	4	0	61.0
1984	178	62	50	66.0
1985	99	6	0	93.0
1986	1	0	0	1.0
1987	226	26	10	190.0
moyenne	193.9	36.1	35.7	122.2
ecart type	183.7	75.4	69.8	74.2
réurrence x=0		6	2.7	

VILA DO MAIO (MAIO)



Troisième partie

Ressources en eau de l'archipel du CAP-VERT

Au coeur de l'Atlantique, l'archipel des îles du CAP-VERT a pour position géographique 24°W et 16°N. Cette position lui confère un climat aride dont les facteurs les plus représentatifs sont:

- l'irrégularité des précipitations d'une année à l'autre; les pluies tombent principalement entre juillet et octobre; on compte un petit nombre de jours de pluie et de faibles hauteurs de précipitation annuelle,
- les périodes répétées de sécheresse qui jalonnent l'histoire du pays d'autant de dramatiques famines,
- la violence de certaines averses, aussi abondantes que brèves dans le temps, dévastant cultures et infrastructures,
- la permanence pendant une grande partie de l'année des vents de Nord-Est,
- la variabilité climatique entre versants exposés au vent ou sous le vent; cette exposition se traduit respectivement par une aridité totale ou une humidité relative.

1. Ressource pluviométrique

Dans tout l'archipel août, et surtout septembre, sont les mois les plus arrosés. Le tableau 1 fournit quelques indications sur la pluviométrie annuelle des différentes îles. Les valeurs des pluies moyennes sur l'île sont calculées sur la période de référence 1950-1987 par la méthode des isohyètes. Les précipitations sont d'une irrégularité saisonnière déjà soulignée, à laquelle s'ajoute une irrégularité spatiale rarement aussi prononcée dans d'autres archipels. On constate, toutes choses égales par ailleurs, que la pluviométrie augmente quand la latitude diminue et quand l'altitude augmente (OLIVRY, 1989).

A cette ressource pluviale mesurable, il faut ajouter la nébulosité qui affecte en particulier les versants nord des montagnes au dessus de 400 m d'altitude. Cette nébulosité est à l'origine de précipitations occultes telle la rosée, qui bien que n'apparaissant que sous forme de traces dans les pluviomètres, doivent jouer un rôle non négligeable dans le bilan hydrique des régions d'altitude. Elles fournissent d'abord de l'eau par condensation à la végétation; ensuite, en étant consommées par l'évapotranspiration, elles retardent d'autant la ponction dans les sols. La fréquence d'observation de masse d'air saturée d'humidité (nuages ou brouillards) excède largement la saison des pluies. Elle est liée à celle de vents dominants de Nord Est. REIS CUNHA (1964) a mis au point un "capteur de brouillard" adaptable aux pluviomètres et pluviographes; depuis des mesures ont été effectuées dans le massif de la MALAGUETA à SANTIAGO, au MONTE VERDE à SAO VICENTE et au MONTE GORDO à SAO NICOLAU (OLIVRY, 1989). En exemple, le tableau 2 donne les quantités d'eau recueillies à un pluviomètre classique et à un pluviomètre équipé d'un capteur de brouillard dans la SERRA MALAGUETA à 900 m d'altitude de novembre 1979 à octobre 1980 (ACOSTA BALADON & GIODA, 1990)

Tableau 1 : Précipitations annuelles en mm							
Station	Période	Altitude	Exposition	P moyenne	P annuelle	P annuelle	nb jours
		m		interannuelle	la plus forte	la plus faible	pluies/an
SANTO ANTAO	Pluie moyenne sur la période 1950 -1987 = 217.4 mm						
Ague das Calderas	1957,1986	1433	N	700.5	1271.5	65.2	47
Pero Dias	1945,1986	1110	N	681.7	1590.6	89.5	36
Ponta do Sol	1939,1986	16	N	221.5	666	22	18
Tarrafal monte Trigo	1941,1971	10	SW	69	255.5	1.2	6
SAO VINCENTE	Pluie moyenne sur la période 1950 -1987 = 100 mm						
Mato Ingles	1953,1987	400	centre	177.2	508.5	4.5	11
Midelo observatorio	1884,1984	10	N	109.6	468.8	1.5	14
Monte Verde	1981,1987		E	82.7	280.5	21	6
San Pedro	1962,1987	25	W	24.6	140	0	3
SAO NICOLAU	Pluie moyenne sur la période 1950 -1987 = 125.1 mm						
Carrical	1945,1987	10	E	56.4	207.5	1.2	6
Estancia do Braz	1945,1987	25	N	191.9	713	11.5	11
Monte Gordo	1980,1987	1040	centre	289.6	539	57.3	10
Preguica	1941,1987	50	S	98.6	234.1	1	8
SAL	Pluie moyenne sur la période 1950 -1987 = 59.3 mm						
Aeroporto	1949,1977	54	centre	82.2	321	6.2	10
BOA VISTA	Pluie moyenne sur la période 1950 -1987 = 76.4 mm						
Fundo das Figueras	1946,1987	20	NE	79.6	418	9.7	5
Povocao Velha	1946,1987	85	SW	102.1	385	5	6
MAIO	Pluie moyenne sur la période 1950 -1987 = 124.5 mm						
Cascabulho	1962,1987	30	N	133.5	281.1	54.5	5
Vila do Maio	1949,1987	20	S	199.3	861.2	0.5	11
SANTIAGO	Pluie moyenne sur la période 1950 -1987 = 294.8 mm						
Praia	1885,1987	27	S	216.9	731.1	13.2	20
Serra da Malagueta	1941,1987	850	centre	845	1654.2	31	9
Chao Bom	1941,1971	8	N	248.7	589.8	55.9	15
FOGO	Pluie moyenne sur la période 1950 -1987 = 432.3 mm						
Achada Fora	1945,1987	1100	centre	327.9	669	99.5	14
Achada Furna	1945,1987	850	S	289.4	642	75.5	12
Monte Palha	1946,1987	1416	centre	583.2	1605	90.9	20
Sao Filipe	1929,1987	60	E	166.8	573.1	7.5	12
BRAVA	Pluie moyenne sur la période 1950 -1987 = 254.5 mm						
Cachaco	1949,1975	588	S	302.4	616.6	63.9	21
Campo das Fontes	1963,1975	760	centre	241.1	618.5	126.4	20
Furna	1941,1975	15	NE	265.1	531.6	45.8	14

Tableau 2. Les précipitations occultes sur l'île de SANTIAGO
Localité SERRA MALAGUETA, Altitude 900m, période nov 1979 oct 1980
ACOSTA BALADONI & GIODA, 1990

Mois	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Tot
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Pluviomètre	3.5	0	0	4.1	0.5	0	0	0	17.5	477.4	179.2	13.3	698.5
Pluviomètre avec capteur brouillard	159.1	139.6	63.9	107.6	228.8	146.4	448.5	423.3	395.1	1333	936.8	492.8	4874.9

En fonction des caractéristiques de la pluviométrie, les principales associations culturales non irriguées sont les suivantes :

- café - pois d'Angola - maïs - haricots : zone humide d'altitude avec présence de brouillard (500 m)

- pois d'Angola - maïs - haricots : zone semi aride d'altitude (400 m)

- maïs - haricots : zone aride d'altitude (>400m) ou zone basse semi aride bien exposée

- patates douces : culture de décrue dans les bas-fonds ou culture sur les pentes d'altitude en zone humide

La pluie est directement recueillie dans des citernes de quelques centaines de m³ ou des bassins, pour l'alimentation en eau des habitations dispersées. Cette pratique est très répandue sur l'île de FOGO où les toits et parfois les routes sont utilisés comme impluvium. De nombreux travaux ont tenté de déterminer la faisabilité de captage d'eau à partir de brouillard pour l'alimentation humaine. REIS CUNHA donne une cartographie île par île des zones où des capteurs de brouillard pourraient être un appoint intéressant dans la fourniture d'eau de fermes isolées.

Les sécheresses font dramatiquement partie intégrante de l'histoire du peuple Cap-verdien. OLIVRY (1989) fait une synthèse des sécheresses connues en se référant à la fois à l'histoire et aux chroniques de données les plus longues. Deux conclusions doivent être retenues de ce travail:

- les sécheresses apparaissent comme des phénomènes aléatoires, éventuellement pluri-annuels, dont seule la probabilité statistique peut être estimée et dont la récurrence n'implique aucune idée de périodicité

- dans l'état actuel des connaissances sur les mécanismes du climat dans cette région du monde, rien n'indique une détérioration définitive des conditions pluviométriques. Il est cependant remarquable que depuis un siècle la tendance générale des précipitations s'inscrit nettement à la baisse. Grosso modo, la hauteur annuelle de précipitations paraît avoir diminué de moitié. Cette tendance décroissante générale est affectée, tous les dix à quinze ans, de brefs "sursauts pluviométriques". On note seulement deux séquences humides un peu plus longues : 1887-1900 et 1949-1954.

Le dernier épisode de sécheresse qui dure pratiquement depuis 1968, avec des maximums de déficit en 1972-1973 et 1982-84 est particulièrement marqué et concorde avec les observations faites dans le reste du SAHEL.

2. Les ressources en eau de surface

Le réseau d'observation limnimétrique est très récent dans l'archipel du CAP-VERT. Excepté quelques études ponctuelles, on ne dispose d'observations de type réseau hydrologique que depuis 1984.

La seule rivière pérenne (ou à peu près) de l'archipel est la RIBEIRA TARAFAL sur l'île de SAN ANTAO. On distingue deux formes d'écoulement de surface : les torrents et ravines qui descendent le long des parois abruptes des volcans, et les ribeiras (appellation des rivières pérennes ou non) qui entaillent les plateaux volcaniques. Les ribeiras ont creusé de véritables canyons plus ou moins étroits et profonds. Lorsqu'elles atteignent leur niveau de base, les sources sont souvent présentes et le fond des vallées devient une oasis (CIDADE VELHA à SANTIAGO, par exemple.)

Seules les ribeiras des plateaux volcaniques (achadas) peuvent avoir un intérêt dans la ressource en eau de surface utilisable. Leurs bassins versants ont des surfaces comprises entre 20 et 50 km². Si l'on excepte les îles basses de l'Est (SAL, BOA VISTA et MAIO), le relief des bassins est particulièrement vigoureux. Il suffit pour s'en convaincre de tracer les courbes hypsométriques des bassins jusqu'au débouché des ribeiras dans l'océan.

Les crues sont soudaines; elles sont concomitantes aux grosses averses et ont des débits de pointe très forts. Les volumes écoulés sont très variables d'une année à l'autre; le tableau 3 indique les caractéristiques d'écoulement pour deux bassins versant de l'île de SANTIAGO

BASSIN	écoulement annuel 1000 m3	débit maximum observé m3/s	nombre de crues
Ribeira Seca à POILA S= 28.2 km ²			
1984	2972	159	3
1986	4108	145	9
Ribera S. DOMINGOS à Achada Baleia S= 28.4 km ²			
1985	209.6	15.5	4
1986	3066	152	9

(seules les années complètes ont été prises en compte)

Pour utiliser ces eaux de surface, on construit depuis quelques années des captages au fil de l'eau pouvant remplir des bassins d'une capacité allant jusqu'à un millier de m³. Plus traditionnellement, des aménagements de digues filtrantes ont été réalisés dans ces ribeiras pour accumuler les sédiments transportées et l'eau. On a obtenu sur de telles terrasses d'alluvionnement des rendements moyens de 2 t/ha de maïs sans apport d'intrant (FOREST com. pers.). Ces derniers aménagements nécessitent une bonne connaissance de la dynamique torrentielle, et tous n'ont pas eu le résultat escompté.

La construction de barrage se heurte au manque de données hydrologiques. Il existe deux retenues expérimentales de quelques milliers de m³ sur l'île de SANTIAGO, barrage de CASTELAO et barrage de SAO PHILIPPE. Le premier se heurte à des problèmes d'alluvionnement dus aux transports solides, le second à des pertes par infiltration très importantes. Il est certain que ces deux problèmes sont un frein au développement d'une politique d'édification de petits barrages. Les quelques données sur les transports solides observés par l'INIA sur l'île de SANTIAGO et par l'ORSTOM sur l'île de SAO NICOLAU montrent que l'érosion hydrique est très importante lors des crues les plus fortes. Il a été mesuré sur la Ribeira Brava à SAO NICOLAU une érosion de 14500 t/ha pour l'année 1978, mais cette année avait connue une crue tout à fait exceptionnelle. Ramenée à une moyenne inter-annuelle sur les 6 ans de mesures, l'érosion sur ce même bassin prend une valeur de 4300 t/km²/an. La comparaison des concentrations mesurées sur la Ribeira Seca et la Ribeira Achada Baleia sur l'île de SANTIAGO en 1986 par l'INIA montre que les transports solides sont beaucoup plus importants sur la Ribeira Achada Baleia. Ces deux bassins ayant du point de vue morphologie des traits communs et les crues ayant été de la même violence, on peut penser que la différence provient des aménagements de défense et restauration des sols et du reboisement beaucoup plus important sur le bassin de la Ribeira Seca.

La construction d'un barrage à TRINDADE d'une capacité de 12 millions de m³ est envisagée pour l'alimentation en eau de la ville de PRAIA. Les possibilités de remplissage de cette retenue et sa gestion ont été étudiées par le bureau d'étude INYPSA à partir d'un modèle pluie-débit à l'échelle mensuelle. Les prévisions de remplissage données par cette étude paraissent surestimées par rapport aux pluies moyennes mesurées sur le bassin du barrage et aux coefficients d'écoulement observés sur les bassins voisins.

La simulation des écoulements sur le bassin versant de TRINDADE à partir d'un modèle de bilan hydrologique, au pas de temps journalier, calé sur les bassins versants voisins des Ribeiras SECA et SAO DOMINGOS, montre que l'écoulement moyen interannuel est de $1.8 \cdot 10^6$ m³ (écart type $2 \cdot 10^6$ m³). L'écoulement maximum a été estimé à $7.7 \cdot 10^6$ m³ pour l'année 1951 et à 0 pour les années 1972 et 1973. L'ajustement d'une loi de GOODRICH aux valeurs simulées montre que l'occurrence d'une année sans écoulement est de 15 ans et que l'écoulement de récurrence centennale est inférieure au volume de la retenue prévue.

BERESLAWSKI (1990) a fait le point des études de faisabilité de barrages et donne une liste de sites récapitulés dans le tableau 4.

Tableau 4 Inventaire des sites de barrages envisagés au CAP-VERT

Bassin	Barrage	Volume m ³	Surface irriguée ha	Cout ECV
Descanso	Descanso	28955	1.5	6500000 (1985)
Praia Formosa	Praia formosa	19500		14019400 (1985)
CaniçoPequeno	Caniço	356368	28	30725000 (1985)
R. Baia	Dobe	350000	7.5	66221450 (1983)
R.S. Domingos	Portal	2573000	35	
R. J. Varela	Laranjo	500000	15	
R. Seca	Poilao	4750000	250	366225000 (1981)
Trindade	Trindade	12800000		1245000000 (1989)
Garça	Garça1	50000		76336000 (1983)
l. Boavista	Lagedonia de Calhau			19886850 (1983)

3. Ressource en eau souterraine

C'est de loin la ressource la plus sollicitée dans l'archipel du CAP-VERT, tant pour l'alimentation des populations que pour l'irrigation. La description de la ressource en eau souterraine a été réalisée à partir des documents du BURGEAP et de la synthèse d'OLIVRY (1989).

3.1 Le complexe éruptif interne ancien (CA)

Les roches intrusives granulaires sont de types variés : gabbros (SANTIAGO), syénites (BOA VISTA), essexites (MAIO), quelques filons de carbonatites (SANTIAGO, FOGO, BRAVA, SAO VICENTE). La matrice interfilonienne est constituée de basalte plus ou moins altéré, de brèches, et plus rarement de tufs. De par la forte altération argileuse de surface, cette série est peu perméable à l'affleurement. Par contre en profondeur, les niveaux altérés qui atteignent de 5 à 10 m ont un coefficient de porosité élevé (5 à 10% et plus).

De nombreux puits, notamment à SANTIAGO, ont été creusés dans cette série. Bien que ne traversant pas toute la zone d'altération et ne pénétrant que de quelques mètres sous le niveau phréatique, ces puits ont en général une capacité de production comprise entre 5 et 15 m³ par jour. Exceptionnellement, ces puits permettent une extraction de 20 à 40 m³/jour lorsqu'ils drainent une petite nappe alluviale du toit du CA. Les forages réalisés à SANTIAGO ont montré que les niveaux productifs principaux étaient situés au toit de la roche saine en relation avec une zone de fracturation, dont l'épaisseur ne semble pas excéder 10 à 20m. Au-delà d'une trentaine de mètres de profondeur, la roche devient très compacte et pratiquement improductive. La productivité de ces forages est uniformément comprise entre 2 et 7 m³/h, permettant une exploitation de 30 à 100 m³/jour. Pour les captages recoupant en profondeur des filons importants de roche saine, probablement postérieurs au CA et qui forment drain, les débits horaires peuvent atteindre 15 et même 25 m³/h.

3.2. Les brèches de la base du Miocène

Les brèches marines ont des caractéristiques qui dépendent essentiellement de leur pourcentage en pillow-lavas. Lorsque les débris hyaloclastiques prédominent, la perméabilité et la productivité de ce type de formation paraissent voisines de celle du CA. Quand les pillow-lavas abondent, ils sont souvent très compacts et la productivité est beaucoup plus faible. Les formations bréchiques continentales ont également une productivité voisine du CA. L'altération de surface est très peu perméable au point de mettre en charge les niveaux inférieurs : forage artésien FT19 à SANTIAGO.

3.3. Base de la série intermédiaire

Les produits pyroclastiques contenus dans ces formations sont presque toujours altérés et très cimentés, et les coulées de lave compactes et peu fracturées. L'ensemble est très peu perméable. C'est le cas du complexe inférieur filonien à SANTO ANTAO et SAO VICENTE, et de la base de la série du Pic d'Antonia à SANTIAGO. Quant aux formations phonolitiques, elles sont généralement peu perméables.

3.4. La série intermédiaire et les dernières grandes coulées

Elle est formée de pillow-lavas et de coulées de laves très épaisses et bien fracturées (pliocène). Elle constitue le principal réservoir aquifère. Plusieurs facteurs, comme sa forte épaisseur, le bon coefficient d'emménagement, sa perméabilité moyenne qui évite une vidange trop rapide, et son alimentation élevée (hauts reliefs les mieux arrosés) lui permettent de tenir ce rôle. Les pillow-lavas sont remarquablement bien conservés. Leur porosité et leur perméabilité sont extrêmement élevées. Ce sont les aquifères de plus forte productivité de

l'archipel : à 35 m³/h les rabattements ne sont que de quelques centimètres. Les coulées de laves épaisses de la série intermédiaire ont une porosité comprise entre 1 et 2 %, mais qui doit s'élever à 4 ou 5% pour certains basaltes bulleux ou pour les coulées moins épaisses, plus pentues et plus fracturées.

3.5 La série récente

Elle est avant tout caractérisée par des roches de très fortes perméabilités et porosités : laves scoriacées, brèches, lapillis. Ces formations sont en général dénoyées, sauf dans le cas de quelques coulées comblant quelques vallées fossiles (FAJA de SAO NICOLAU) et de massifs piroclastiques, lorsqu'elles reposent sur des tufs cimentés (Mte GORDO de SAO NICOLAU). Leur forte porosité en font alors de bons réservoirs, mais entraîne une vidange rapide. Les débits des sources situées à l'exutoire de telles formations subissent de fortes fluctuations.

3.6 Les alluvions

Là où les alluvions ont une extension assez grande, à SANTO ANTAO et SANTIAGO, elles sont presque toujours grossières, propres, au moins à leur base. Les niveaux les plus récents sont plus sableux et même silteux. Il en résulte une perméabilité extrêmement forte, qui reste élevée même dans les niveaux de surface, favorisant ainsi l'infiltration des ruissellements. De nombreuses galeries drainantes sont construites dans les alluvions. Leur productivité est très liée à la pluviométrie. OLIVRY note l'assèchement régulier de ces galeries du bassin de la Ribeira BRAVA à SAO NICOLAU. Sur l'île de SANTIAGO des captages dans les nappes d'alluvions existent dans les bassins de SALTOS, de la Ribeira SECA, de la Ribeira BARCA, de PRAIA FORMOSA, de PICOS, de SANTA CRUZ et de CUMBA. L'augmentation de cette ressource passe par des aménagements de surface en vue de favoriser l'infiltration au cours des crues : étalement des crues par la construction de digues filtrantes, rectifications torrentielles, barrage de recharge...

3.7 Baisse des nappes et renouvellement des eaux souterraines

Depuis le début des années 70, on assiste à une diminution considérable de la ressource en eau souterraine. Par exemple les ressources connues en 1956 étaient de 4800 m³/jour sur l'île de SAO NICOLAU. Elles s'étaient abaissées à moins de 1800 m³/jour en 1972 et continuent de décroître dangereusement. Cette diminution considérable, la plus forte enregistrée dans l'archipel, s'explique certes par l'exceptionnel déficit pluviométrique, mais aussi par les prélèvements de plus en plus nombreux. Sur l'île de SANTIAGO on dénombre 2600 points de prélèvements d'eau dans les nappes dont 1100 forages. Le prélèvement annuel est de 45000 m³/jour. Très peu d'études fiables sont disponibles sur le renouvellement des eaux souterraines. La datation des eaux prélevées à CAMPO PREQUICA montre que la recharge de cette nappe est vieille de 5 à 6000 ans, c'est à dire date de l'époque du dernier Humide Néolithique dans les régions sahéliennes (FONTES, 1987). OLIVRY conclue l'étude des eaux souterraines de SAO NICOLAU par la phrase suivante : Sous réserve d'un inventaire plus complet qui pourrait être conduit sur les points d'eau obtenus par forage (à l'écart des écoulements actuellement rechargés par les pluies les plus fortes), on peut faire l'hypothèse que l'eau de certaines nappes du CAP-VERT représente une réserve fossile, non reconstituée dont l'exploitation aurait un caractère minier.

Le calcul du bilan hydrologique à partir des pluies journalières, montre que les valeurs de l'infiltration sont très variables d'une île à l'autre et suivant la position du bassin sur l'île. Le tableau 5 récapitule les bilans hydrologiques calculés sur différents bassins. Il est à noter que l'écart type calculé sur la lame infiltrée est du même ordre de grandeur que la moyenne. Sur tous les bassins la lame infiltrée annuelle simulée a pris une valeur nulle, et souvent pendant deux années consécutives (1972 et 1973) excepté sur le bassin de la Ribeira SECA, (île de

SANTIAGO). Si les résultats obtenus sur les bassins étudiés de l'île de SANTIAGO sont transposables à l'ensemble de l'île, on pourrait estimer la valeur moyenne de la quantité infiltrée à 10^6 m³. Le prélèvement annuel moyen actuel sur l'île de SANTIAGO est de l'ordre de $16.4 \cdot 10^6$ m³. Cela représente 17% de la lame infiltrée. Les différentes mesures piézométriques effectuées par la JUNTA DE RECURSOS HIDROLICOS ne montrent pas de fortes réalimentations. Plus de 80% de la lame infiltrée est donc perdue par évaporation (arbres) ou écoulement vers la mer.

Tableau 5 Bilan Hydrologique pour quelques bassins

BASSIN	Pluie moyenne mm	Lame écoulée moyenne mm	Lame infiltrée moyenne mm	Nb d'années simulées
Ile SANTIAGO				
R. Seca	482.5	91.0	133.2	26
R. S. Domingos	429.3	75.7	115.6	26
R. Trindade	284.9	47.0	50.1	30
Ile S.ANTAO				
R. Grande	427.8	101.9	108.5	20
R. Tore	602.9	159.7	171.0	19
R. D. Paul	610.7	168.2	163.1	17
Ile B. VISTA				
S. Rei	118.9	15.0	11.8	46
Ile S. NICOLAU				
Faja	197.3	38.1	33.3	8
R. Brava	234.6	36.2	41.7	23
Ile S. VICENTE				
Calchau	66.2	12.0	11.3	6
Mindelo	99.6	7.2	6.8	71
Ile de SAL				
Aéroport	77.8	7.3	4.4	34
Ile de MAIO				
Vila de Maio	193.9	36.1	35.7	30

4. Le dessalement d'eau de mer

Pour assurer une ressource en eau potable à la consommation humaine, des usines de dessalement d'eau de mer ont dû être installées sur les îles de SAO VICENTE et de SAL. Un procédé de dessalement est également utilisé à SANTIAGO par l'usine de mise en bouteille et production de boissons gazeifiées. Le prix de revient du dessalement de l'eau de mer est estimé à 350 ECV le m³. Cette solution est considérée comme le dernier recours pour l'alimentation en eau des villes.

Bibliographie

ACOSTA BALADON A., GIODA A. (1990) : L'importance des précipitations occultes sous les tropiques secs, ORSTOM MONTPELLIER.

ALBERGEL J. (1988) : Genèse et prédétermination des crues au BURKINA FASO. Du m2 au km2; étude des paramètres hydrologiques et de leur évolution. Etude et thèse, éditions de l'ORSTOM.

ALBERGEL J., PEPIN Y. (1990) : Etude des ressources en eau des îles du CAP-VERT, rapport d'expertise du 17/07/1990 au 7/08/1990.

BERESLAWSKI,(1990): Primeiro inventario das captações das águas superficiais existentes e em estudo. PNUD/DCTD/CVI/87/001.

BRUNET-MORET Y..(1969) : Etude des lois statistiques utilisées en "hydrologie" Cah. ORSTOM ser. hydro, vol 1-2-3.

BURGEAP (1974) : La mise en valeur des eaux souterraines dans l'archipel du CAP-VERT. Rapport de fin de mission. R140 et E140 (Y. VAILLEUX et L. BOURGUET)

(1980) Campagne de forages, galeries et captages dans l'île de SAO NICOLAU. 1979-1980

(1982) Note technique n° 42. CAMPO DO PREGUICA. Premiers résultats d'exploitation du forage FN10

(1983) Etude générale du Massif du PICO DA ANTONIA. Rapport R548 PRAIA.

CHEVALLIER P. (1983): L'indice des précipitations antérieures. Evaluation de l'humectation des sols des bassins versants représentatifs. Cah ORSTOM, ser hydro, vol XX, N°3-4.

CUNHA F. REIS (1964) : O problema da captação da água do novoeiro em CABO-VERDE . Garcia de Orta vol./2 n°4 pp 719-756 LISBOA

FONTES J.C. (1987) : Rapport sur la teneur en radiocarbone de l'eau souterraine du site de Campo di Preguiça (SAO NICOLAU, archipel du Cap-vert, 4 p. ORSAY).

INIA (Programa AGRHYMET) : Hidrologia de superfície (dados) 1984-1988

INIPSA (1989) Etude du barrage de TRINDADE

OLIVRY J.C.,(1989) : Hydrologie de l'archipel du CAP-VERT. Etude de l'île de SAO NICOLAU. Etude et thèse. Edition de l'ORSTOM.

MANNAERTS C.M. (1984): Etude hydrologique et pédologique SANTIAGO et MAIO. Projet de reboisement et de développement forestier. FAO CVI/015/BEL.

MINISTERIO DO ESENVOLIMENTO RURAL E PESCAS (Gabinete de estudos et planeamento), (1988) : Estatísticas agrícolas.

SEGUIS L. (1986): Recherche pour le SAHEL, d'une fonction de production journalière (lame précipitée, lame écoulée). Thèse de doctorat Université des Sciences et Techniques du Languedoc.