

Dominique Rossignol
Département TOA UR 2

Centre ORSTOM de la Guadeloupe

CLASSES DE PRECIPITATIONS
STRUCTURE VERTICALE DE L'ATMOSPHERE
ANOMALIES CLIMATIQUES

Novembre 1987

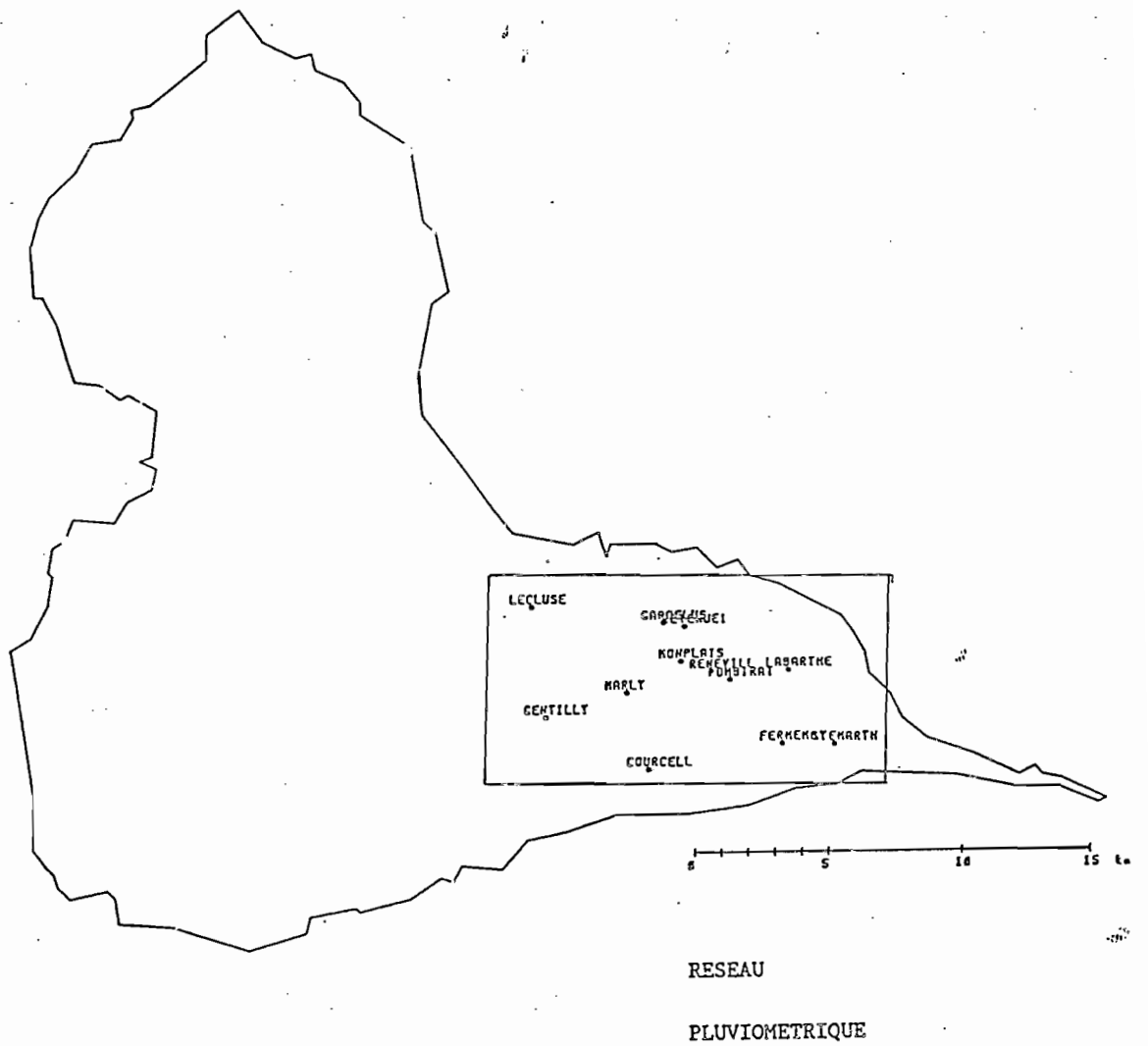


FIGURE 1

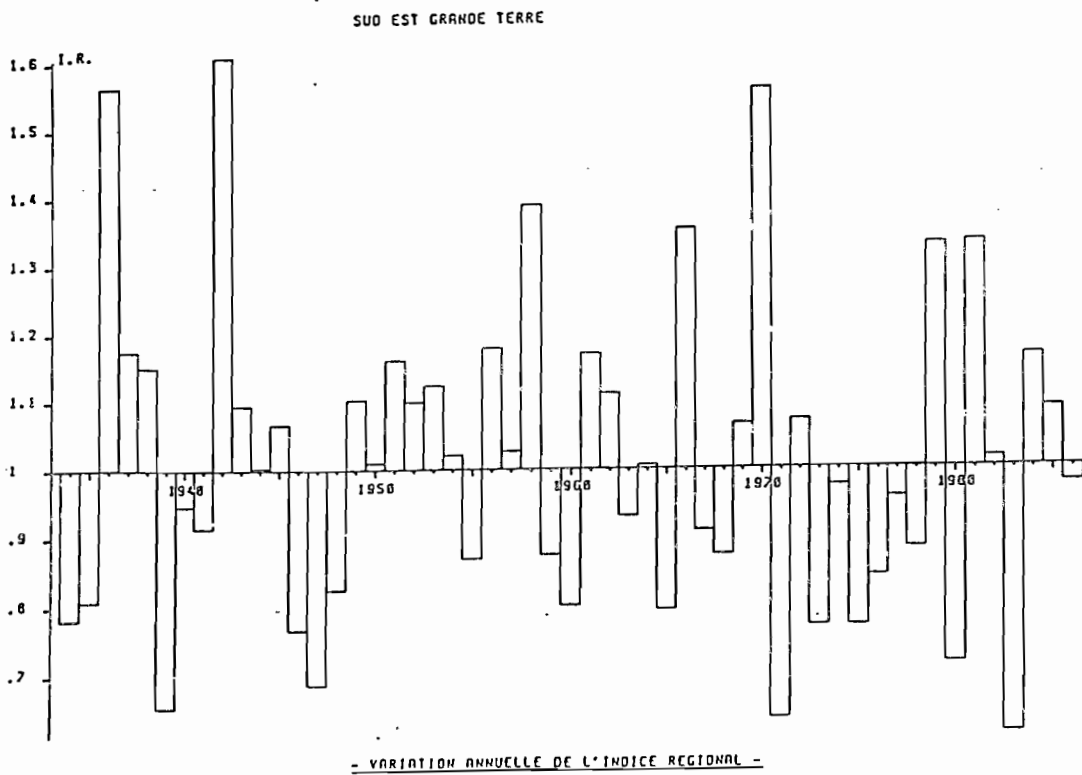


FIGURE 2

INTRODUCTION

L'ORSTOM et le service Météorologique National ont signé une convention d'échange de données pour réaliser une étude sur les relations entre la structure verticale de l'atmosphère et les intensités de pluies journalières en Guadeloupe.

Un des objectifs de l'étude consiste à obtenir une classification des types temps par l'analyse statistique du fichier pluviométrique journalier.

Dans un premier temps nous avons choisi d'étudier un réseau pluviométrique situé dans une zone pluviométrique homogène. L'analogie avec d'autres zones, et les relations entre différentes zones seront traitées ultérieurement.

SITUATION GEOGRAPHIQUE ET PERIODE D'ETUDE (1981-84)

Le réseau choisi est la zone pluviométrique homogène du Sud-Est de la Grande-Terre. C'est le réseau le plus dense de la Guadeloupe, situé en dehors de l'influence de l'effet orographique. IL est représenté en figure 1. Douze postes pluviométriques couvrent une zone d'environ 15 Km de long sur 8 km de large.

La période d'étude a été choisie en fonction des données les plus récentes disponibles, et en fonction des accidents climatiques observés. Comme le montre la variation de l'indice pluviométrique régional de la figure 2, l'année 1981 a été excédentaire, 1982 moyenne, 1983 déficitaire, et 1984 légèrement au dessus de la moyenne, réalisant une gamme complète de situations climatiques. L'ajustement par une loi Gausso-logarithmique de l'indice donne une période de retour de 65 ans pour l'année 1983, et 15 ans pour l'année 1981.

Le nombre d'années étudiées dépend essentiellement des limitations imposées par les capacités de calcul du micro-ordinateur utilisé.

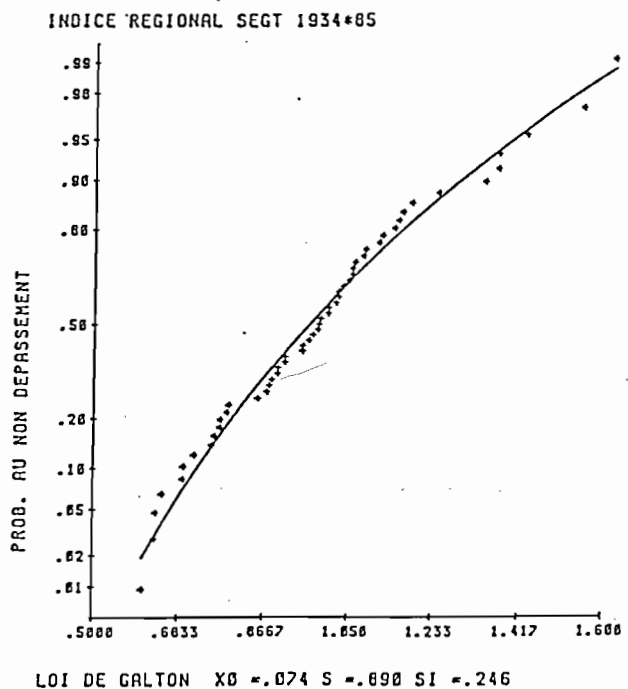


FIGURE 3

METHODE DE CLASSIFICATION

La classification par aggrégation autour de centres mobiles est un algorithme simple, déjà décrit dans de nombreux ouvrages statistiques. Les étalons initiaux sont tirés au hasard, et la distance choisie est Euclidienne.

La méthode a été appliquée à la pluie journalière enregistrée à chaque station pluviométrique du réseau.

Le nombre optimum de classes a été préalablement déterminé par le tracé de la courbe du rapport de l'inertie inter-classe sur l'inertie totale, représentant le pourcentage d'inertie expliquée (figure 4).

Il apparaît nettement que le nombre de classes optimum est de 4, avec un fort pourcentage d'inertie expliquée égal à 75%.

RESULTATS DE LA CLASSIFICATION

Le résultat de la classification fait l'objet du tableau 1 de l'annexe.

Pour identifier les quatres classes obtenues nous avons calculé sur le réseau la moyenne, l'écart type, le coefficient de variation. Les tableaux des valeurs journalières sont donnés en annexe pour les deux premières classes. Le tableau 1 résume les caractéristiques de chaque classe. On y trouve par classe : la moyenne journalière maximale et minimale, la moyenne de la classe, le nombre d'individus, le cumul, le pourcentage de la précipitation totale, ainsi que les minima absolus enregistrés dans les postes.

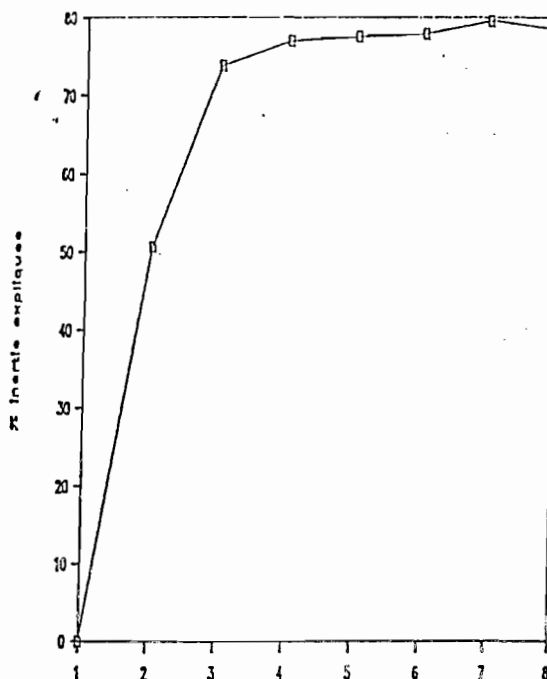


FIGURE 4-

TABLEAU 1

CLASSE	1	2	3	4	
mini. moyen	44.1	14.7	3.6	0	
maxi. moyen	151.5	38.2	14.2	3.5	
moyenne	61.5	22.4	6.7	0.7	
max. abs.	191.0	147.0	47.0	26.0	
coef. var.	.2	.4	.6	3.4	
Nb. de jours	22	76	235	1128	32% sec
cumul	1353	1702	1574	768	
% total	25	32	29	14	

On constate que du point de vue de la moyenne journalière les classes sont disjointes. On remarque plus particulièrement l'absence de valeurs entre le minimum de la classe 1 (44.1 mm) et le maximum de la classe 2 (38.2). Nous avons vérifié cette particularité sur la série des valeurs journalières moyennes de 1968 à 1985. L'histogramme des précipitations supérieures à 25 mm présente un minimum correspondant à la classe 42,5 mm.

HISTOGRAMME DES PLUIES JOURNALIERES

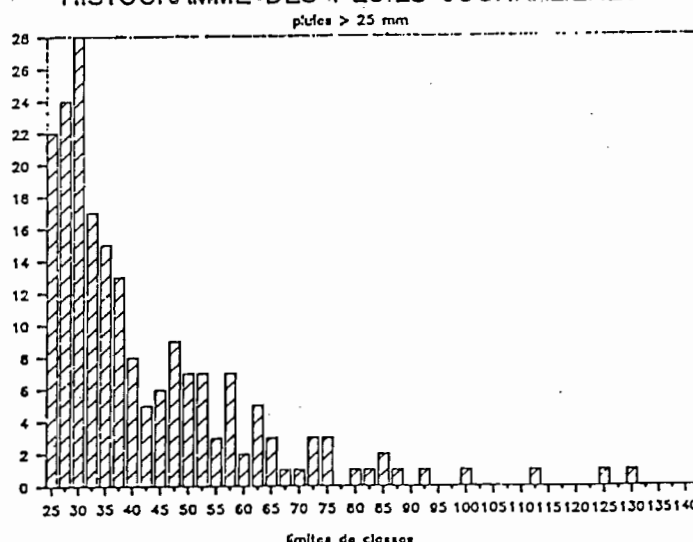


FIGURE 5

La différenciation entre les classes se fait non seulement suivant l'intensité des précipitations, mais également sur le nombre de postes ayant reçu une précipitation importante.

La répartition des précipitations en quatre classes bien disjointes suggère que l'on peut distinguer quatre modes convectifs selon l'intensité des phénomènes. Cette répartition en quatre classes a déjà été choisie par différents auteurs (López, Bétts) pour caractériser l'intensité convective en milieu tropical. Elle apparaît d'elle-même par classification automatique des précipitations.

Classe 1 : forte convection généralisée sur la zone
(perturbations synoptiques)

Classe 2 : convection d'intensité moyenne généralisée
ou forte convection localisée.

Classe 3 : faible convection généralisée ou convection moyenne localisée

Classe 4 : pas de convection (32%) ou faibles averses isolées

CARACTERISTIQUES DES CLASSES

Pour caractériser la variabilité spatio-temporelle des précipitations dans chacune des classes, nous avons eu recours à l'analyse en composantes principales.

La figure 6 montre le pourcentage de variance expliquée en fonction du nombre de facteurs pour chacune des classes. Elle distingue nettement la classe 1 des autres classes : 3 facteurs sont suffisants pour expliquer 90% de la variance de la première classe, 7 pour la classe 2, 8 facteurs pour la classe 3, 9 facteurs pour la 4. Ceci signifie qu'en fonction du phénomène étudié sur la zone il faudra un nombre de postes allant de 3 à 9. Trois sont suffisants pour la forte convection, alors que 7 à 9 sont nécessaires pour la convection moyenne et faible.

La classe 1 possède une variabilité spatiale moindre des autres.

Pour compléter l'information spatiale nous présentons les individus les plus proches et les plus éloignés de chacune des classes sur les figures 7 et 8.

On remarque également que la classe 1 se distingue des trois autres par des précipitations homogènes à la fois pour l'étalon et pour l'individu le plus éloigné du centre. Les étalons des autres classes présentent des précipitations homogènes sur la zone, alors que les individus éloignés sont caractérisés par des averses localisées.

Il conviendrait de compléter l'analyse de chacune des classes par une caractérisation des structures d'averses par classe.

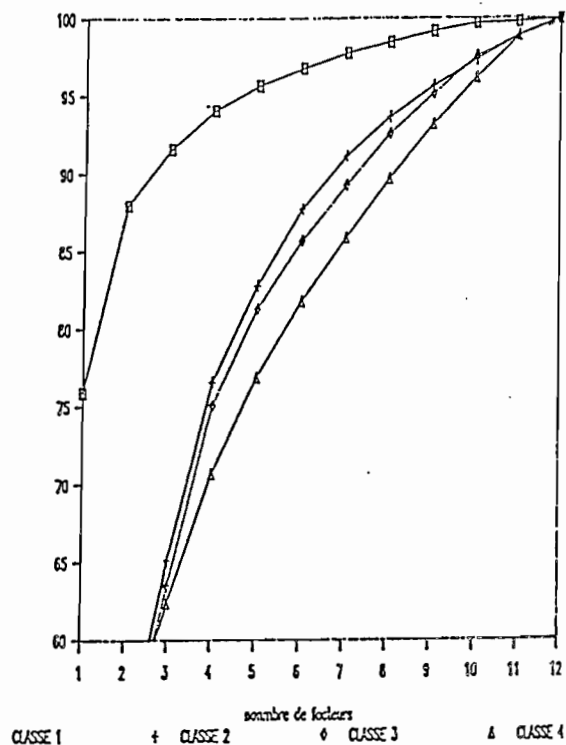
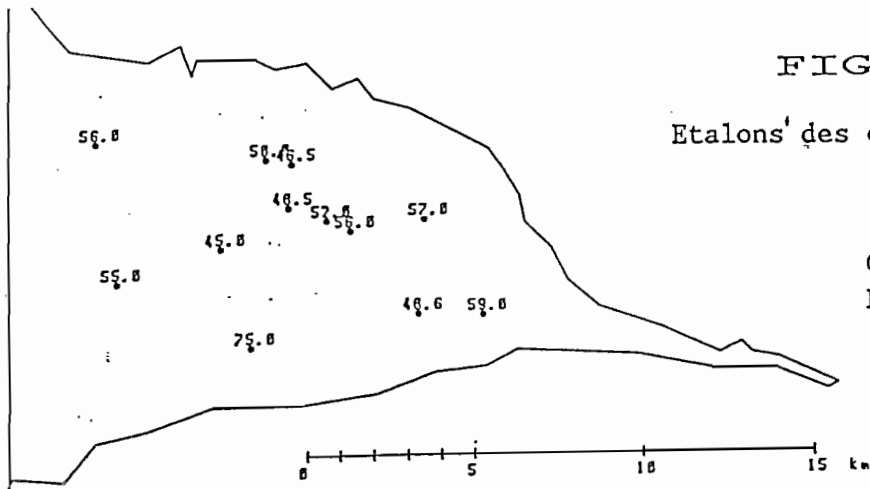


FIGURE 6

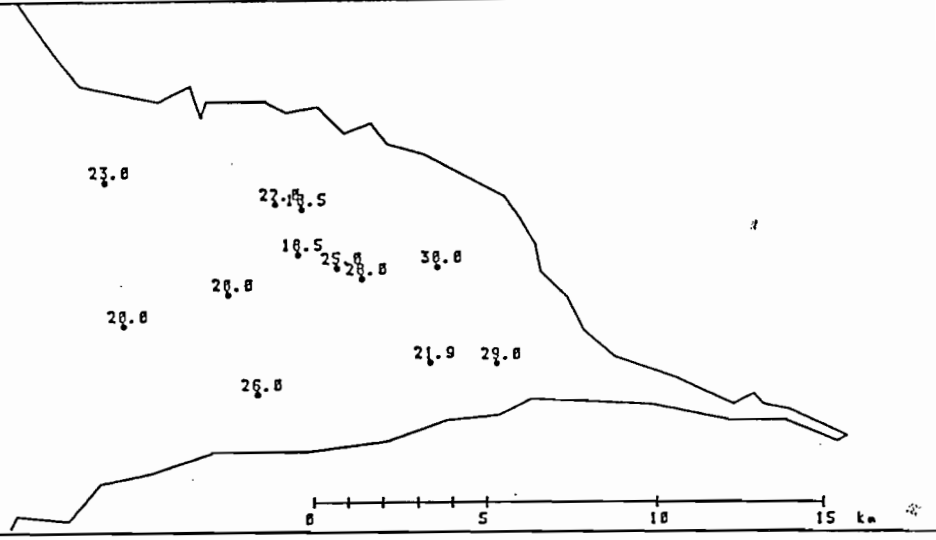
FIGURE 7

Etalons des classes

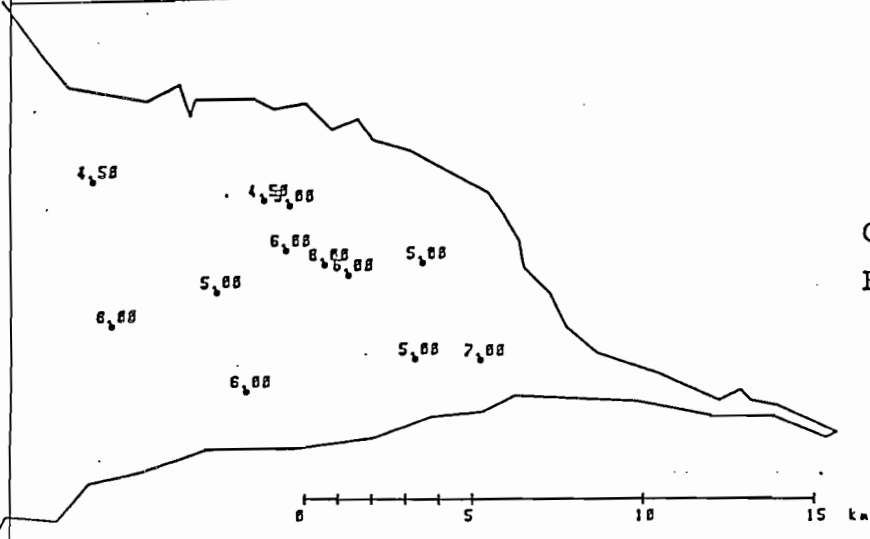
Classe 1
Forte convection



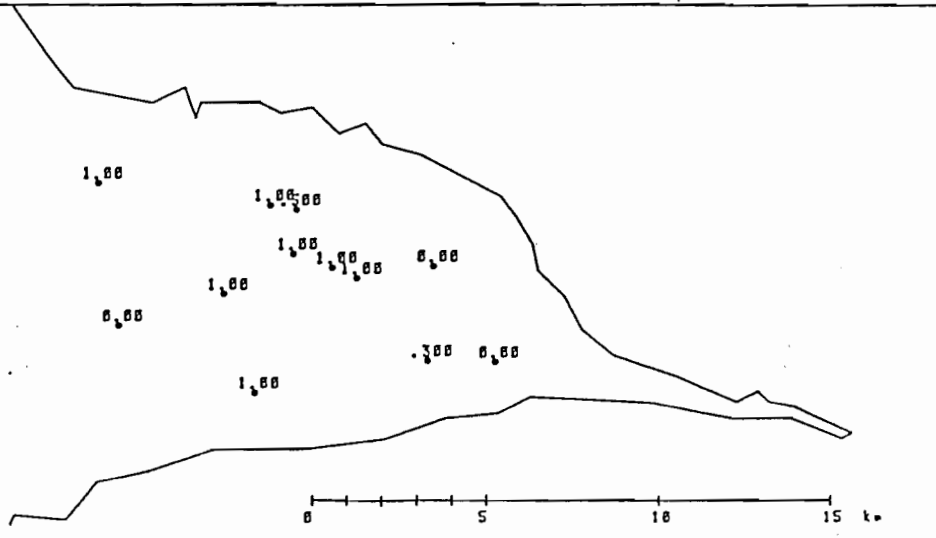
Classe 2
Convection moyenne



Classe 3
Faible convection



Classe 4
Pas de convection
ou faibles averses
isolées.



STRUCTURE VERTICALE DE L'ATMOSPHERE

Nous avons calculé le radio-sondage moyen correspondant à chacune des classes. Les résultats obtenus sont présentés sous forme d'émagrammes (figures 9), et de quatre tableaux en annexe.

La figure 10 représente les profils d'énergie statique des différentes classes. Conformément aux études antérieures, on observe un profil homogène pour la classe 1, et le creusement progressif du minimum des couches moyennes au fur et à mesure de la décroissance de l'activité convective, et du transport vertical d'énergie.

Sur le diagramme de la différence de rapport de mélange entre les différentes classes et la classe 4 (figure 11), les classes 1 et 2 se distinguent par un net excédent d'humidité à tous les niveaux avec un maximum vers 3000 m. La classe 3 ne présente qu'une faible différence avec la 4.

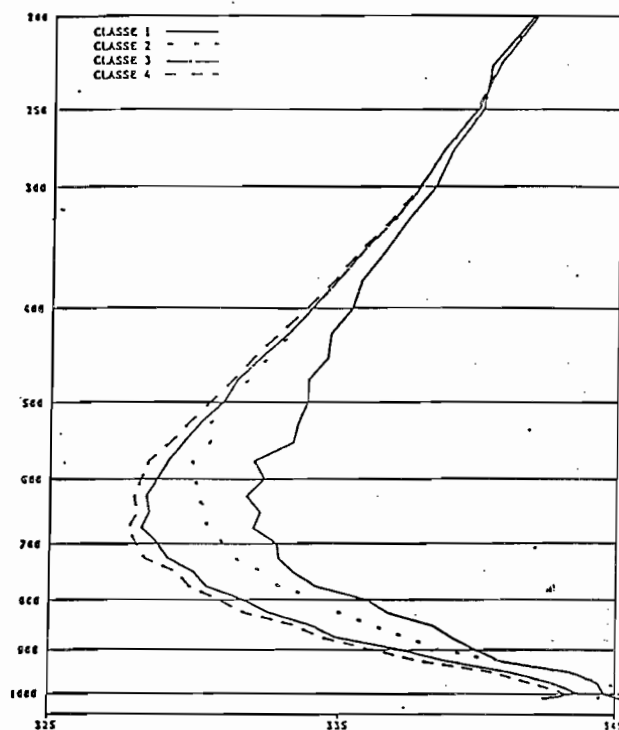


FIGURE 10

La figure 12 montre les profils de différence de température, mettant en évidence l'anomalie positive des basses couches pour les classes 1 et 2, l'anomalie négative des couches moyennes correspondant à la disparition de l'inversion. On remarque le réchauffement des couches supérieures de la classe 1 du à la forte convection. La différence de structure entre la classe 3 et 4 est assez peu sensible.

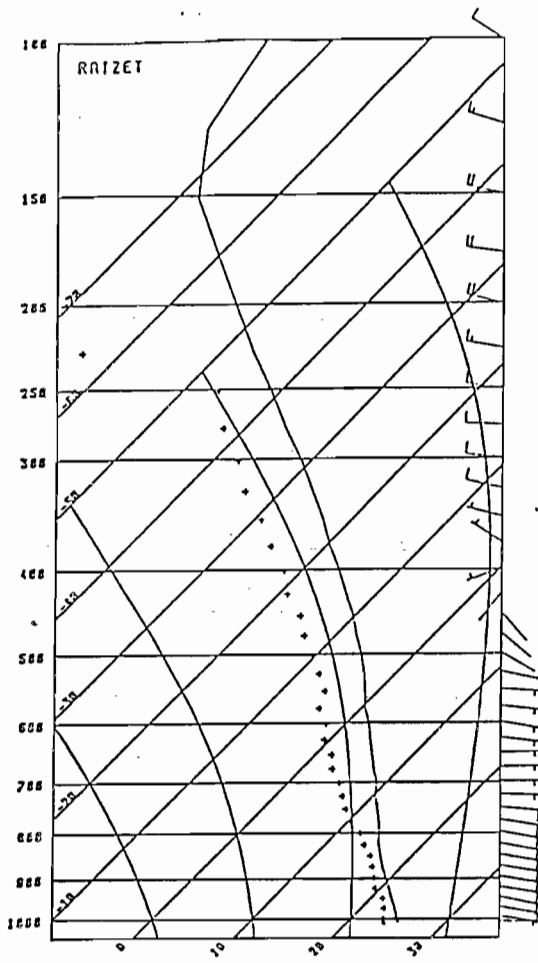
En résumé la classe 1 se distingue nettement des autres surtout par le profil d'humidité, mais également par un cisaillement moindre du vent des basses couches. Par contre la distinction entre la classe 3 et la classe 4 est beaucoup moins sensible.

IMPLICATIONS CLIMATIQUES

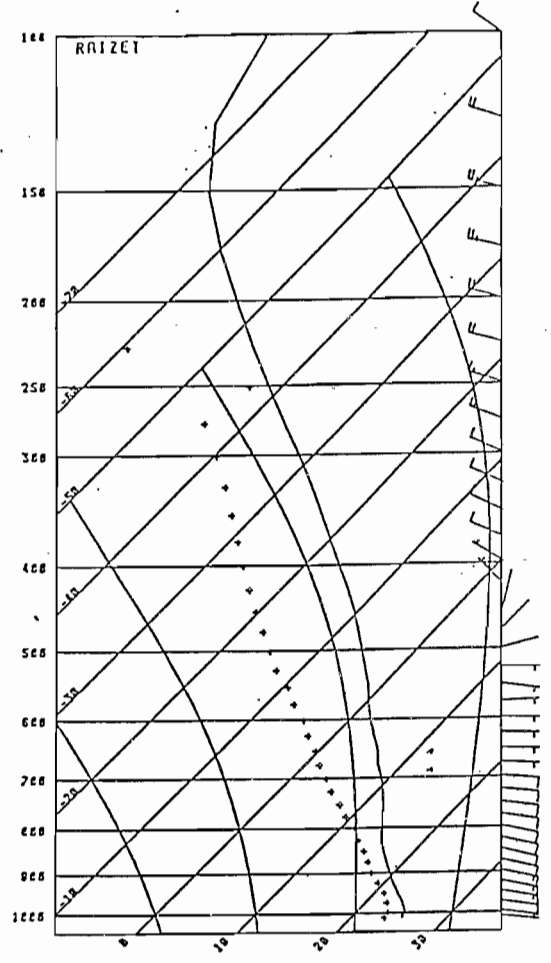
L'année 1983 a été une année sèche sur la Guadeloupe en général, et sur la Grande-Terre en particulier. L'examen des différentes classes met en évidence un fort déficit d'individus dans les classe 1 et 2 en 1983, respectivement 1 individu au lieu de 5,5 moyenne, et 12 au lieu de 19. Le déficit pluviométrique est donc essentiellement du au manque d'activité convective intense durant l'année 1983.

Ce résultat est à rapprocher des études de M. Desbois du Laboratoire de Météorologie Dynamique, constatant sur les moyennes climatologiques de températures de sommet des nuages une faible activité convective tropicale Atlantique et Africaine sur les images de Météosat.

Identifier chacune des classes par les caractéristiques nuageuses observées par satellite devrait pouvoir permettre une évaluation quantitative des précipitations.

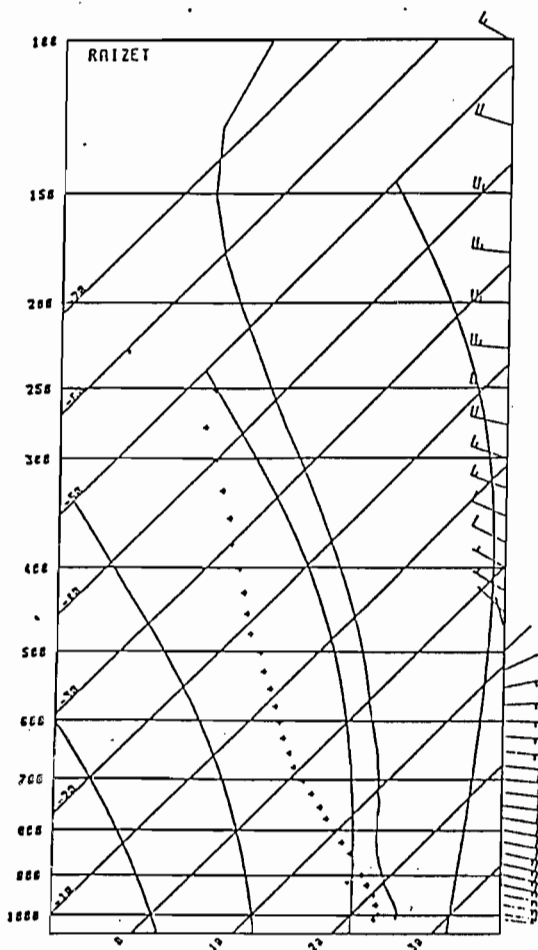


CLASSE 1

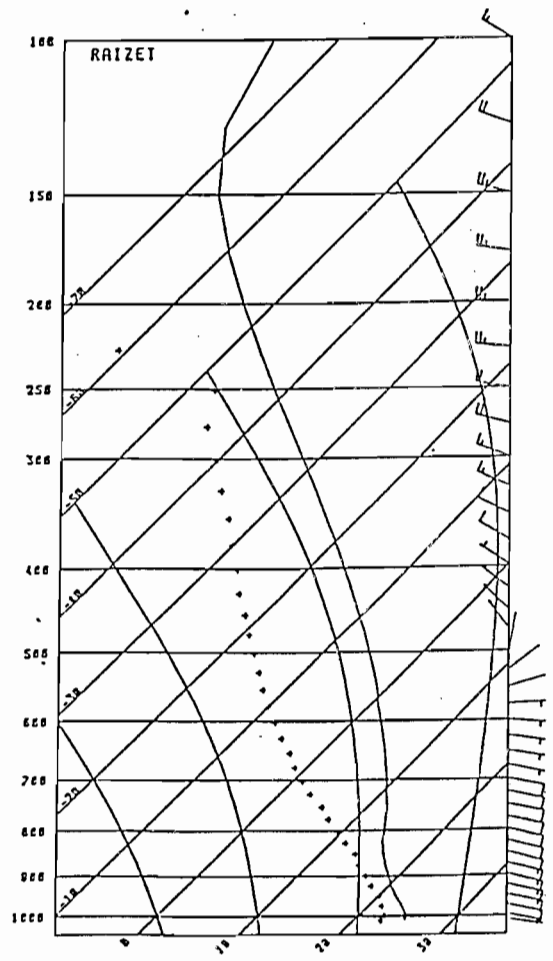


CLASSE 2

FIGURE 9



CLASSE 3



CLASSE 4

RAPPORT DE MELANGE

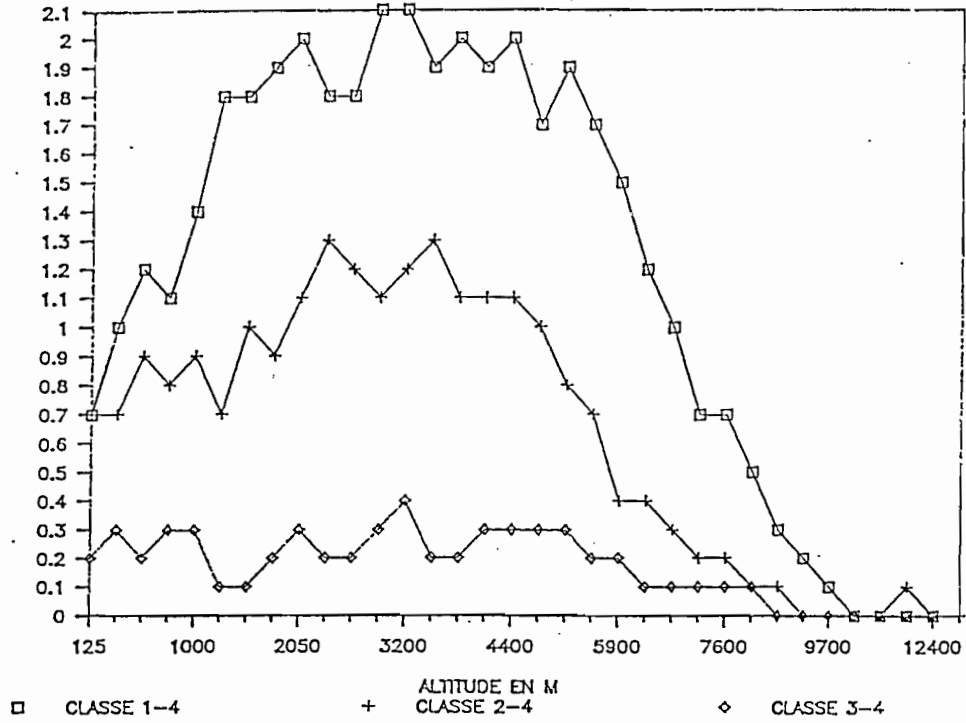


FIGURE 11

DIFFERENCE DE TEMPERATURE

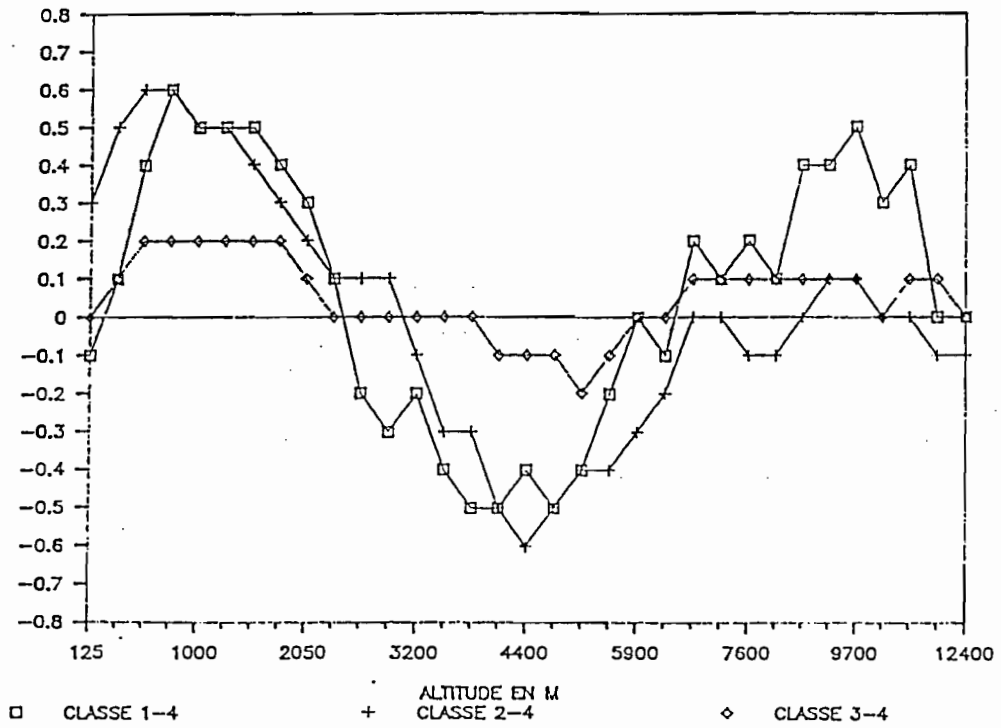


FIGURE 12

FIGURE 13

200												
250	-0.1	-0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
300	-0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0
400	-0.1	0.0	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.1	-0.2
450	0.0	0.0	0.1	-0.2	0.0	-0.3	0.0	-0.1	-0.1	-0.3	-0.1	-0.2
500	-0.2	0.1	0.3	-0.2	0.2	-0.5	0.0	-0.1	0.1	-0.3	-0.4	-0.5
550	-0.4	-0.1	0.5	-0.2	0.5	-0.3	0.1	-0.1	0.1	-0.3	-0.6	-0.9
600	-0.3	-0.2	0.6	-0.2	0.5	-0.2	-0.3	-0.2	-0.2	-0.6	-0.7	-0.9
650	-0.4	-0.7	0.9	-0.6	0.4	0.3	-0.1	0.3	-0.1	-0.6	-0.6	-0.9
700	-0.7	-1.6	1.2	-1.9	0.3	0.1	0.2	0.3	-0.3	-0.4	-1.1	-0.7
750	-0.9	-2.6	1.0	-2.8	0.0	-0.2	-0.2	0.1	-0.5	-0.5	-1.4	-0.6
800	-1.0	-3.5	0.2	-2.8	-0.1	-0.2	-1.1	-0.7	-0.3	-0.2	-1.4	-0.2
850	-0.2	-2.5	-0.7	-2.2	-0.2	-0.6	-0.8	-0.8	-0.5	-0.6	-0.9	0.1
900	-0.3	-0.8	-1.1	-1.5	0.2	-1.2	-0.1	-0.4	-0.5	-0.9	-1.0	0.0
950	-1.0	-0.8	-0.8	-0.6	0.3	-0.4	-0.6	-0.7	-0.5	-0.5	-0.6	-0.2
1000	-1.3	-0.7	-0.8	-0.5	0.1	-0.7	-0.6	-0.7	-1.0	-0.3	-1.0	-0.2
1050	-1.3	-1.0	-0.5	-0.3	0.1	-0.5	-0.3	-0.3	-1.0	-0.4	-1.1	-0.3
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

Rapport de mélange g/kg

Année 1983-1981

FIGURE 14

200	1.8	2.2	2.9	2.2	1.2	1.2	0.3	0.7	-0.3	-0.6	-0.5	-0.9
250	0.9	2.1	2.7	1.3	0.7	0.7	0.7	0.6	-0.3	-0.5	-0.8	-1.1
300	1.7	2.4	2.1	0.5	0.3	0.3	0.3	0.5	-0.3	-0.5	-1.2	-1.2
400	1.7	2.4	1.0	0.3	0.3	0.3	0.9	0.3	-0.2	-0.4	-1.0	-1.6
450	1.8	2.3	-0.2	0.3	0.2	0.2	0.9	1.1	-0.1	-0.4	-0.3	-1.5
500	1.6	2.2	-0.7	0.4	0.5	0.5	0.9	1.4	-0.3	-0.8	-0.7	-1.1
550	1.5	1.8	-0.5	0.0	0.1	0.1	0.9	1.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5
600	1.3	1.5	-0.2	0.0	0.2	0.2	1.1	0.6	-0.3	0.0	-0.7	-0.4
650	1.5	2.0	-0.4	-0.1	0.4	0.4	0.7	0.3	-0.5	-0.1	-1.1	-0.5
700	1.8	2.4	-0.2	0.6	0.7	0.7	0.5	0.1	-0.6	-0.5	-0.7	-0.3
750	1.4	2.5	0.3	1.3	0.8	0.8	0.8	0.3	-0.5	-0.3	-0.3	-0.5
800	0.2	2.5	1.1	1.1	0.8	0.8	0.9	0.2	-0.5	-0.3	-0.4	-0.9
850	-0.9	0.6	0.7	0.2	0.3	0.3	0.3	0.0	-0.5	-0.3	-0.7	-0.9
900	-0.5	-0.9	-0.2	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.4	-0.7	-0.5	-0.9	-0.8
950	-0.4	-0.7	-0.3	-0.2	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.6	-0.6	-1.0	-0.6
1000	-0.3	-0.6	-0.3	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.2	-0.4	-0.6	-0.3	-0.5
1050	-0.4	-0.7	0.2	0.3	-0.1	-0.1	0.1	0.1	-0.3	-0.3	-0.4	-0.2
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

Différence de Température

Année 1983-1981.

MOYENNES MENSUELLES DES SONDAGES DE L'ATMOSPHERE

Nous avons cherché à mettre en évidence une éventuelle relation entre les caractéristiques des précipitations et la structure verticale de l'atmosphère moyenne.

Sur l'échantillon étudié, l'année 1981 est pluviométriquement excédentaire, alors que l'année 1983 est déficitaire. Pour mettre en évidence les différences structurales entre les années, nous avons calculé la différence entre les profils mensuels moyens de température et d'humidité des deux années.

La coupe verticale de l'anomalie d'humidité présente un déficit constant de vapeur d'eau dans les basses couches de l'atmosphère supérieure à 1 g/kg (figure 13).

La figure 14 représente la coupe annuelle des différences de température. On constate une anomalie négative de température dans les basses couches, pendant toute l'année, et une anomalie positive dans les couches supérieures, atteignant un maximum de près de trois degrés en mars au niveau 200 mb. Cette forte anomalie positive en altitude représente un frein à l'extension verticale des cumulonimbus convectifs.

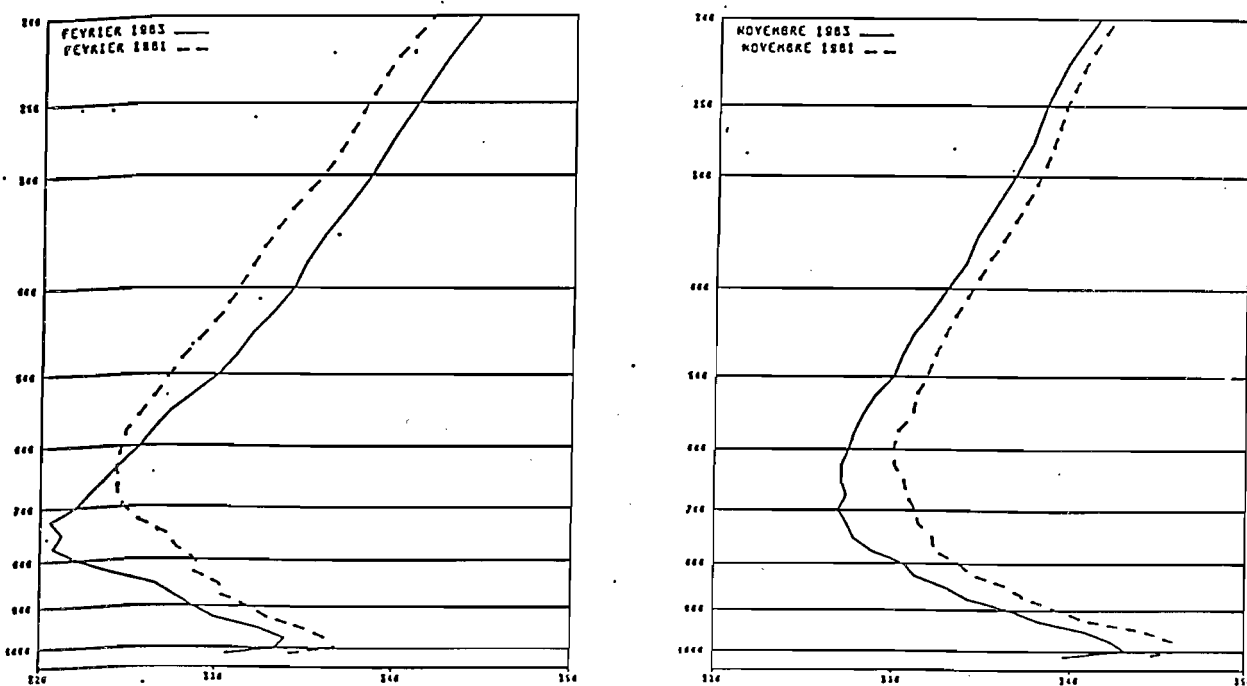


FIGURE 15

Les coupes verticales de l'énergie statique des mois de Février et de Novembre 1983 et 1981 (figure 15) illustrent l'importance des différences de structures moyennes entre les deux années.

ANOMALIE DE LA CIRCULATION GENERALE DE L'ATMOSPHERE

La forte anomalie de température en altitude est à rapprocher de la circulation générale moyenne pendant les années de situation à 'El Nino'. Elles sont caractérisées par une forte anomalie convective à l'équateur, impliquant un réchauffement important des couches supérieures, et une forte anomalie du vent d'Ouest zonal au niveau 200 mb comme le montre la figure 16 reproduite du Climate Diagnosis Bulletin de Mars 1987. Ce courant d'Ouest de plus de 20 m/s advecte l'air réchauffé par la convection équatoriale du Pacifique central vers la région des Caraïbes. Ce schéma explique la forte anomalie de température en altitude en 1983, ainsi que la convection anormalement faible des six premiers mois de l'année 1983.

Le renforcement des vents d'Ouest favorise la circulation zonale au dépens des perturbations méridiennes d'altitude, génératrices de systèmes pluvieux.

L'Oscillation Australe semble donc avoir un rôle sur la situation de sécheresse du début de l'année 1983. Le déficit pluviométrique des mois suivants peut avoir une autre origine, bien qu'il semble admis par différents auteurs que l'Oscillation Australe soit liée à une faible activité cyclonique de l'Atlantique.

Il reste à découvrir la cause de la baisse d'humidité observée dans les basses couches. Deux phénomènes peuvent être invoqués :

- une évaporation moindre au niveau de l'océan due à une température plus faible sur le parcours des alizés,

- la présence d'un anticyclone des Açores plus puissant, lié au renforcement des alizés Atlantiques pendant les périodes 'El Nino'.

Si la sécheresse de 1983 est liée à l'Oscillation Australe, on doit retrouver des situations analogues dans la série chronologique des pluies mensuelles.

La figure 17 représente la variation de l'anomalie mensuelle centrée normée des précipitations sur la zone depuis 1961. On remarque une coïncidence des événements 'El Nino' et des périodes d'anomalie négative pour les années 1963, 1965, 1977, et 1983.

La faible Oscillation Australe de 1972 ne semble pas avoir eu d'influence. Il existe également des périodes sèches en l'absence d'Oscillation Australe comme l'année 1971.

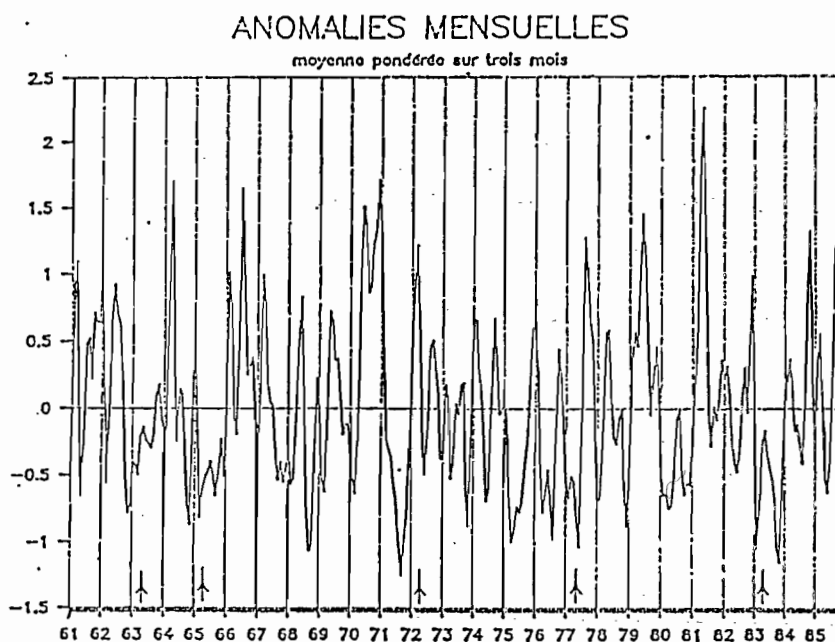


FIGURE 17

FIGURE 16

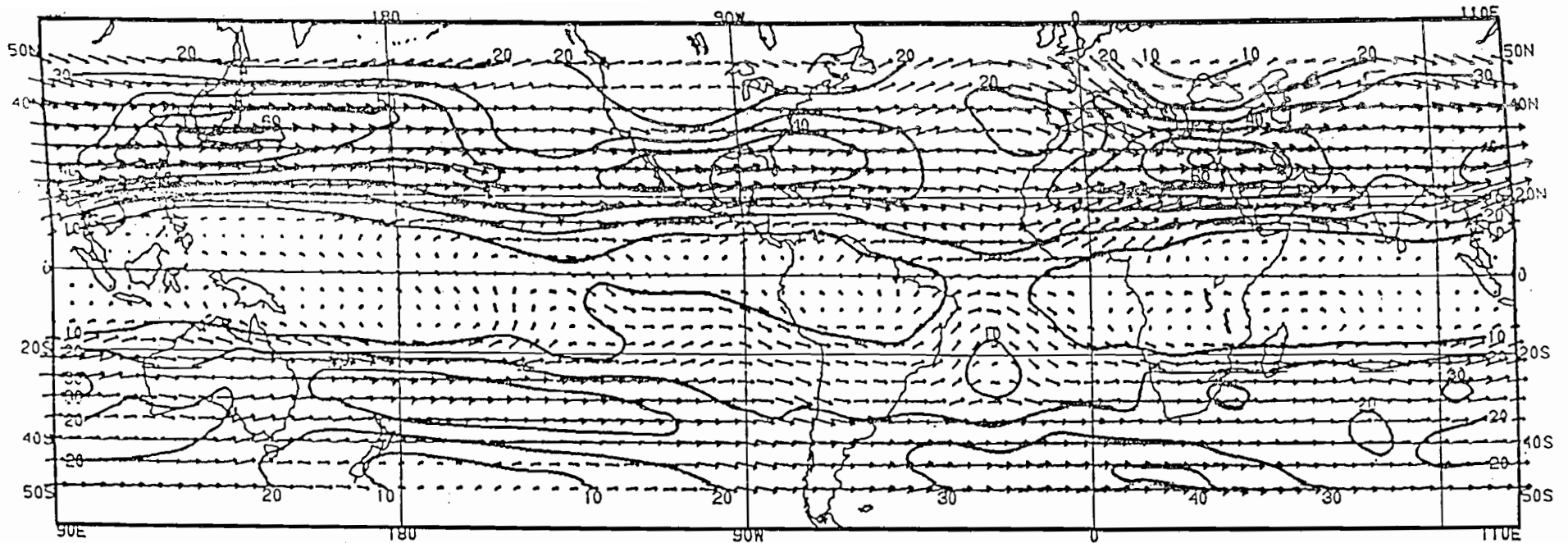


FIGURE 6 - 200 MB VECTOR WIND, MAR 1987 (NMC final analysis). Winds are analyzed on a 2.5° grid and interpolated to a 5° Mercator grid for display. Vector length of 5° of longitude represents wind speed of 20 ms^{-1} . Contour interval for isotachs is 10 ms^{-1} .

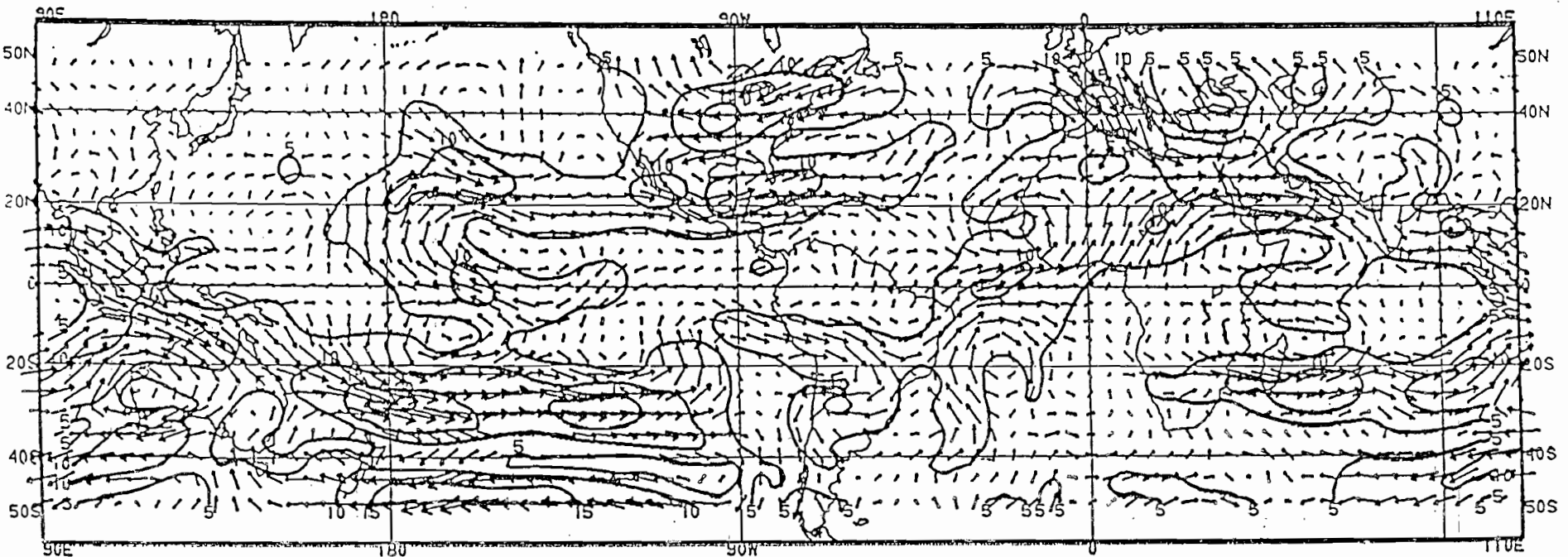


FIGURE 7 - 200 MB VECTOR WIND ANOMALY, MAR 1987. Anomaly is departure from 1968-1983 base period monthly means. Vector length of 5° of longitude represents wind speed of 6.25 ms^{-1} . Contour interval for isotachs is 5 ms^{-1} .

L'année 1987 présente à de nombreux égards des similitudes avec l'année 1983 (déficit pluviométrique de carême et excédent en Mai). Il conviendrait d'étendre la période d'étude aux années antérieures, et à l'année 1987. Si les résultats obtenus se confirmaient alors, il serait possible de prévoir les périodes de sécheresse dues à l'Oscillation Australe à l'aide de son indice (Anomalie de Pression en Surface à Tahiti moins Darwin), qui en 1987 s'est manifestée dès le mois de Novembre 1986, près de deux mois avant l'occurrence de la sécheresse de Carême.

CONCLUSION

La classification automatique de la répartition des précipitations sur une zone homogène met en évidence quatre modes convectifs des régions tropicales, et la structure verticale de l'atmosphère associée à chacun de ces modes.

Cette étude devrait se poursuivre par l'analyse des caractéristiques différentes des pluviogrammes des averses de chacune des classes.

Les déficits pluviométriques importants correspondent à des années déficientes en modes convectifs forts, qui produisent en moyenne sur la zone 57 % des précipitations annuelles.

La structure verticale de l'atmosphère moyenne d'une année déficitaire est significativement différente de celle d'une année excédentaire. Les principales caractéristiques sont l'anomalie négative d'humidité dans les basses couches, et pour le début de l'année 1983, l'anomalie positive de température en altitude. Cette dernière caractéristique est mise en relation avec la présence d'un phénomène 'El Nino', et représente une tentative d'explication d'un lien entre les sécheresses de carême aux Antilles et l'Oscillation Australe.

Nous souhaitons confirmer ces résultats sur une zone géographique plus étendue, et une période d'étude comportant plusieurs années 'El Nino' tel que 1987 qui présente un carême similaire à l'année 1983.

BIBLIOGRAPHIE

Gray, W.M., 1984: Atlantique Seasonal Hurricane Frequency. Part I: El Nino and 30 mb Quasi-Biennial Oscillation Influences. Mon. Wea. Rev., 112, 1649-1668

Lopez R. E., P. T. Gannon, D. O. Blanchard, C. C. Balch, 1984: Synoptic and Regional Parameters Associated with the Degree of Convective Shower Activity in South Florida .Mon. Wea. Rev., 112, 686-703

Betts A. K., 1974: Thermodynamic Classification of Tropical Convective Soundings. Mon. Wea. Rev., 102, 760-764

Texeira L., E. R. Reiter, 1985: Sea Surface Temperature, Rainfall and Southern Oscillation: Relationships over Tropical America. Arch. Met. Biocl., Ser A 34, 85-109

Der Megreditchian G., Legendre, Pasquier, 1981: Typisation des situations météorologiques par classification automatique en vue de la prévision locale, La Houille Blanche N°. 7/8

Der Megreditchian G., De Billy, Foka, Grosse, Rulliere, 1981: Typologie des précipitations quotidiennes mensuelles et saisonnières sur la France, La Houille Blanche N° 7/8

Der Megreditchian G., 1983, Le traitement Statistique des données multidimensionnelles, Direction de la Météorologie

Hoepffner M., M. Morell, D. Rossignol, 1985: La Sécheresse de 1983 en Guadeloupe. Cah. ORSTOM ser. Hydrol. vol XXI, 51-73

ANNEXE

CLASSIFICATION

CLASSE N-0	EFFECTIF	INERTIE	LE+PROCHE	DISTMIN	LE+LOIN	OISTMAX
1	1126	21.62	04.03.82	1.446	03.04.82	26.24
2	22	135.3	07.09.81	29.23	02.05.81	324.9
3	76	95.11	12.07.81	11.16	29.09.82	149.8
4	235	52.10	17.01.84	5.189	28.04.84	52.75
TOTAL	1461	304.1				

INERTIE TOTALE : 1224. INTERCLASSE : 911.7 NBR. CHANGEMENT CLASSE : 13

CLASSIFICATION SEGT 1981-1984. repartition des individus par classe

1	2	3	4
01.01.81	22.04.81	01.02.81	04.01.81
02.01.81	02.05.81	03.02.81	10.01.81
03.01.81	30.05.81	04.04.81	11.01.81
05.01.81	31.05.81	05.04.81	28.01.81
06.01.81	05.07.81	14.04.81	10.02.81
07.01.81	02.09.81	17.04.81	11.02.81
08.01.81	03.09.81	01.05.81	18.02.81
09.01.81	07.09.81	03.06.81	21.02.81
12.01.81	28.12.81	18.06.81	01.03.81
13.01.81	11.09.82	12.07.81	09.03.81
14.01.81	26.12.82	03.10.81	28.03.81
15.01.81	29.12.82	17.10.81	01.04.81
16.01.81	16.04.83	29.10.81	02.04.81
17.01.81	30.04.84	10.11.81	06.04.81
18.01.81	03.07.84	18.11.81	10.04.81
19.01.81	10.09.84	29.11.81	16.04.81
20.01.81	31.10.84	30.11.81	21.04.81
21.01.81	01.11.84	01.12.81	23.04.81
22.01.81	03.11.84	25.12.81	24.04.81
23.01.81	04.11.84	26.12.81	29.04.81
24.01.81	05.11.84	27.12.81	03.05.81
25.01.81	27.11.84	29.12.81	11.05.81
26.01.81		05.04.82	13.05.81
27.01.81		19.04.82	15.05.81
29.01.81		07.05.82	20.05.81
30.01.81		26.05.82	25.05.81
31.01.81		21.07.82	04.06.81
02.02.81		25.07.82	27.06.81
04.02.81		23.08.82	29.06.81
05.02.81		30.08.82	30.06.81
06.02.81		12.09.82	07.07.81
07.02.81		23.09.82	08.07.81
08.02.81		26.09.82	13.07.81
09.02.81		27.09.82	19.07.81
12.02.81		29.09.82	25.07.81
13.02.81		16.10.82	28.07.81
14.02.81		18.10.82	29.07.81
15.02.81		01.11.82	04.08.81
16.02.81		13.11.82	08.08.81
17.02.81		16.11.82	09.08.81
19.02.81		17.11.82	10.08.81
20.02.81		18.11.82	11.08.81
22.02.81		19.11.82	19.08.81
23.02.81		11.12.82	22.08.81
24.02.81		15.12.82	10.09.81
25.02.81		16.12.82	28.09.81
26.02.81		27.12.82	29.09.81
27.02.81		28.12.82	01.10.81
28.02.81		22.05.83	02.10.81
02.03.81		23.05.83	04.10.81
03.03.81		03.07.83	18.10.81
04.03.81		04.07.83	26.10.81
05.03.81		27.07.83	28.10.81
06.03.81		28.07.83	30.10.81
07.03.81		15.08.83	31.10.81
08.03.81		19.08.83	17.11.81
10.03.81		11.09.83	26.11.81
11.03.81		24.09.83	27.11.81
12.03.81		25.09.83	28.11.81
13.03.81		29.09.83	23.12.81
14.03.81		14.01.84	24.12.81
15.03.81		12.02.84	30.12.81
16.03.81		29.04.84	31.12.81
17.03.81		23.06.84	02.01.82
18.03.81		10.07.84	14.01.82
19.03.81		12.09.84	17.01.82
20.03.81		15.09.84	22.01.82
21.03.81		22.09.84	03.02.82
22.03.81		27.10.84	05.02.82
23.03.81		30.10.84	10.02.82
24.03.81		06.11.84	12.02.82
25.03.81		07.11.84	14.02.82
26.03.81		08.11.84	15.02.82
27.03.81		26.11.84	19.02.82
29.03.81		29.11.84	23.02.82
30.03.81		31.12.84	08.03.82
31.03.81			09.03.82
03.04.81			12.03.82
07.04.81			14.03.82
08.04.81			18.04.82
09.04.81			06.05.82
11.04.81			01.06.82
12.04.81			04.06.82

CLASSE 1

DONNEES

CLASSE 1 SEGT 1981-1984

nombre de variables : 12 nombre d'individus : 22

	LECLUSE	MONPLAI	LABARTH	GARDELU	FERHEMA	POMBIRA	STEMART	COURCEL	GENTILL	MARLY	RENEVIL	RETENUE
22.04.81	88.50	78.00	90.00	101.0	113.3	80.00	80.00	95.00	90.00	46.00	70.00	74.00
02.05.81	124.0	135.0	141.0	191.0	104.2	138.0	150.0	168.0	190.0	150.0	140.0	186.5
30.05.81	40.00	27.00	80.00	43.00	47.50	41.50	66.00	27.00	60.00	21.00	54.00	27.50
31.05.81	50.00	52.00	85.00	61.00	48.30	60.50	60.00	61.00	70.00	59.00	62.00	54.00
05.07.81	44.00	37.00	60.00	53.00	49.20	58.00	60.00	44.00	29.00	36.00	54.00	42.50
02.09.81	59.00	39.50	36.00	62.00	45.00	39.00	40.00	57.00	38.00	38.50	37.00	56.00
03.09.81	49.00	46.50	79.00	70.50	76.70	78.00	76.00	97.00	68.00	64.00	73.00	60.00
07.09.81	56.00	48.50	57.00	50.00	48.60	56.00	59.00	75.00	55.00	45.00	52.00	46.50
26.12.81	46.50	47.50	48.00	38.00	52.00	46.50	53.50	56.00	36.00	34.00	52.00	28.00
11.09.82	51.00	51.50	70.00	56.00	64.40	75.00	60.00	48.00	53.00	38.00	54.00	51.00
26.12.82	54.00	78.00	54.50	72.00	64.10	46.50	56.00	72.00	48.00	40.00	46.50	49.00
29.12.82	72.50	61.50	55.00	85.00	28.90	62.00	56.00	86.00	90.00	115.0	57.00	39.50
16.04.83	31.00	35.50	52.00	43.00	69.40	42.00	60.00	46.00	40.00	42.00	32.00	36.50
30.04.84	58.50	62.00	32.00	47.50	22.50	42.00	16.00	75.00	90.00	92.50	46.00	47.00
03.07.84	30.00	41.50	50.00	37.00	56.80	62.00	51.00	35.50	38.00	31.00	48.00	34.50
10.09.84	60.50	56.50	85.00	74.00	77.60	49.50	80.00	55.00	60.00	56.00	46.50	68.00
31.10.84	60.00	27.00	29.00	28.00	46.50	29.00	29.00	88.00	75.00	70.50	26.50	38.00
01.11.84	46.00	46.50	49.00	49.50	47.30	46.00	51.00	57.00	45.00	42.00	45.00	30.00
03.11.84	48.00	58.00	59.00	59.00	57.60	63.00	55.00	73.00	32.00	61.00	65.00	68.50
04.11.84	55.50	38.00	35.00	50.00	40.20	37.00	35.00	79.00	39.00	48.00	38.00	37.50
05.11.84	74.00	92.00	66.00	84.50	63.80	71.00	55.00	144.0	86.00	96.00	91.00	82.50
27.11.84	94.00	79.00	70.00	84.00	63.40	71.00	68.00	104.0	50.00	90.50	85.00	76.50

MATRICE DE CORRELATION

CLASSE 1 SEGT 1981-1984

MATRICE DES CORRELATIONS

nombre de variables : 12 nombre d'individus : 22

	LECLUSE	MONPLAI	LABARTH	GARDELU	FERHEMA	POMBIRA	STEMART	COURCEL	GENTILL	MARLY	RENEVIL	RETENUE
LECLUSE	1.000											
MONPLAIS	.8432	1.000										
LABARTHE	.5915	.6664	1.000									
GARDELUS	.8743	.9029	.8124	1.000								
FERHEMA	.4950	.5609	.7477	.6491	1.000							
POMBIRAY	.7012	.8059	.6504	.6777	.6789	1.000						
STEMARTH	.6099	.6734	.9450	.8475	.7789	.8591	1.000					
COURCEL	.8473	.8233	.4668	.7764	.4316	.6737	.4950	1.000				
GENTILLY	.7882	.7601	.6742	.8291	.4320	.7279	.6505	.7621	1.000			
MARLY	.7838	.7435	.4121	.7283	.1473	.6095	.4232	.6379	.8110	1.000		
RENEVILL	.7686	.8639	.8216	.8785	.5738	.9269	.8046	.7806	.7389	.6929	1.000	
RETENUE1	.8342	.8753	.7815	.9364	.6497	.8684	.8098	.7977	.8063	.7233	.8648	1.000

MOYENNE MINI. MAXI.

CLASSE 1 SEGT 1981-1984

nombre de variables : 6 nombre d'individus : 22

	MOYENNE	COFVAR	MINI	MAXI	FREQ.	DDN.MAN
22.04.81	83.62	.1939	46.00	113.3	1.000	0.000
02.05.81	151.5	.1729	104.2	191.0	1.000	0.000
30.05.81	44.54	.3860	21.00	80.00	1.000	0.000
31.05.81	60.23	.1567	48.30	85.00	1.000	0.000
05.07.81	47.22	.2056	29.00	60.00	1.000	0.000
02.09.81	45.58	.2075	36.00	62.00	1.000	0.000
03.09.81	69.81	.1894	46.50	97.00	1.000	0.000
07.09.81	54.05	.1414	45.00	75.00	1.000	0.000
26.12.81	44.83	.1878	28.00	56.00	1.000	0.000
11.09.82	55.99	.1721	38.00	75.00	1.000	0.000
26.12.82	56.80	.2030	40.00	76.00	1.000	0.000
29.12.82	67.37	.3367	28.90	115.0	1.000	0.000
16.04.83	44.12	.2479	31.00	69.40	1.000	0.000
30.04.84	52.58	.4426	16.00	92.50	1.000	0.000
03.07.84	42.94	.2323	30.00	62.00	1.000	0.000
10.09.84	64.05	.1882	46.50	85.00	1.000	0.000
31.10.84	45.54	.4656	26.50	88.00	1.000	0.000
01.11.84	46.19	.1315	30.00	57.00	1.000	0.000
03.11.84	58.26	.1720	32.00	73.00	1.000	0.000
04.11.84	44.35	.2740	35.00	79.00	1.000	0.000
05.11.84	83.82	.2601	55.00	144.0	1.000	0.000
27.11.84	77.95	.1809	50.00	104.0	1.000	0.000

CLASSE 2 SEGT 1981-1984

	nombre de variables : 6				nombre d'individus : 76	
	MOYENNE	COEFFVAR	MINI	MAXI	FREQ.	DDN.MAN
01.02.81	16.74	.2159	11.00	22.00	1.000	0.000
03.02.81	15.20	.6358	3.500	34.40	1.000	0.000
04.04.81	32.62	.3974	10.00	56.00	1.000	0.000
05.04.81	27.92	.5021	4.000	50.00	1.000	0.000
14.04.81	20.66	.5065	6.500	45.00	1.000	0.000
17.04.81	18.29	.3053	9.500	30.00	1.000	0.000
01.05.81	36.71	.2658	23.00	51.00	1.000	0.000
03.06.81	27.67	.2243	16.50	40.00	1.000	0.000
16.06.81	23.10	.2574	15.00	35.00	1.000	0.000
12.07.81	23.49	.1652	18.50	30.00	1.000	0.000
03.10.81	32.94	.3504	15.80	60.00	1.000	0.000
17.10.81	14.78	.3031	6.400	20.00	1.000	0.000
29.10.81	30.31	.4979	9.500	60.00	1.000	0.000
10.11.81	18.51	.6071	0.000	40.60	.8333	0.000
18.11.81	21.62	.4640	9.000	45.00	1.000	0.000
29.11.81	17.71	.6307	0.000	37.00	.8333	0.000
30.11.81	27.07	.2466	18.50	40.30	1.000	0.000
01.12.81	17.91	.4032	8.000	35.00	1.000	0.000
25.12.81	20.99	.2476	12.00	30.00	1.000	0.000
26.12.81	29.32	.3651	15.00	54.50	1.000	0.000
27.12.81	35.84	.1369	29.50	47.00	1.000	0.000
29.12.81	35.44	.3252	19.50	60.00	1.000	0.000
05.04.82	26.26	.5552	3.500	54.00	1.000	0.000
19.04.82	31.37	.3951	8.000	50.00	1.000	0.000
07.05.82	19.72	.1308	15.00	24.00	1.000	0.000
26.05.82	24.04	.7051	6.000	72.00	1.000	0.000
21.07.82	16.55	.4164	0.000	25.00	.9167	0.000
25.07.82	17.46	.4741	.5000	31.00	1.000	0.000
23.08.82	28.77	.3252	14.00	43.00	1.000	0.000
30.08.82	20.20	.5341	9.000	49.00	1.000	0.000
12.09.82	19.48	.2416	9.000	28.00	1.000	0.000
23.09.82	19.50	.2525	9.000	26.50	1.000	0.000
26.09.82	18.73	.1838	12.30	25.00	1.000	0.000
27.09.82	20.93	.2401	13.00	31.50	1.000	0.000
29.09.82	28.50	1.514	0.000	147.0	.8333	0.000
16.10.82	38.23	.1741	26.50	48.00	1.000	0.000
18.10.82	15.40	.3358	7.600	25.50	1.000	0.000
01.11.82	16.42	.2166	12.00	22.60	1.000	0.000
13.11.82	15.65	.8234	2.000	52.00	1.000	0.000
16.11.82	20.39	.5261	3.000	40.00	1.000	0.000
17.11.82	15.51	.6016	4.000	40.00	1.000	0.000
18.11.82	20.92	.4679	7.000	36.00	1.000	0.000
19.11.82	32.68	.3906	20.00	68.00	1.000	0.000
11.12.82	23.47	.7276	4.700	65.00	1.000	0.000
15.12.82	16.80	.7979	5.000	56.00	1.000	0.000
16.12.82	36.99	.4226	18.00	70.00	1.000	0.000
27.12.82	15.93	.4651	7.500	32.20	1.000	0.000
28.12.82	21.07	.3799	8.000	38.00	1.000	0.000
22.05.83	20.67	.2193	13.50	30.00	1.000	0.000
23.05.83	21.57	.5757	5.000	43.00	1.000	0.000
03.07.83	22.41	.1657	16.00	27.40	1.000	0.000
04.07.83	19.07	.3271	9.000	31.00	1.000	0.000
27.07.83	20.02	.2322	11.00	28.00	1.000	0.000
28.07.83	17.77	.3894	7.500	28.00	1.000	0.000
15.08.83	17.01	.3919	5.000	28.00	1.000	0.000
19.08.83	15.26	.5134	0.000	25.00	.9167	0.000
11.09.83	19.33	.2653	10.00	28.00	1.000	0.000
24.09.83	15.05	.7349	6.000	41.60	1.000	0.000
25.09.83	32.00	.2918	20.00	49.50	1.000	0.000
29.09.83	27.96	.5027	5.000	50.00	1.000	0.000
14.01.84	15.94	.2059	13.00	23.30	1.000	0.000
12.02.84	19.10	.7916	0.000	43.50	.9167	0.000
29.04.84	19.22	.7092	3.000	56.00	1.000	0.000
23.06.84	19.90	.3006	6.000	28.00	1.000	0.000
10.07.84	14.93	.2047	10.50	20.00	1.000	0.000
12.09.84	34.64	.4515	11.00	80.00	1.000	0.000
15.09.84	19.80	.3086	12.50	31.50	1.000	0.000
22.09.84	20.47	.3246	9.000	30.00	1.000	0.000
27.10.84	15.70	.3593	6.000	24.00	1.000	0.000
30.10.84	22.00	.2710	12.00	30.00	1.000	0.000
06.11.84	28.62	.1182	24.00	37.00	1.000	0.000
07.11.84	19.19	.2860	10.00	27.00	1.000	0.000
08.11.84	22.73	.3034	13.50	40.00	1.000	0.000
26.11.84	19.92	.5114	2.000	36.00	1.000	0.000
29.11.84	20.07	1.071	2.000	76.00	1.000	0.000
31.12.84	18.50	.2343	10.00	25.00	1.000	0.000

Classe 1 forte convection

!PRES. mb	!GEOP. m	!TEMP.deg	!M.R.g/kg	!DD degre	!FF knt
1012	8.000	25.1	18.8	92.0	1.00
1000	115.0	24.5	18.3	98.0	5.00
975.	335.0	23.3	17.8	100.	12.0
950.	565.0	22.0	17.1	102.	12.0
925.	795.0	20.7	15.7	100.	12.0
900.	1034.	19.3	14.9	100.	12.0
875.	1274.	17.9	14.2	100.	12.0
850.	1525.	16.6	13.4	100.	12.0
825.	1777.	15.3	12.3	101.	10.0
800.	2041.	14.2	11.4	101.	9.00
775.	2306.	12.9	10.2	100.	9.00
750.	2584.	11.5	9.36	96.0	8.00
725.	2864.	10.0	8.65	92.0	7.00
700.	3159.	8.80	7.94	90.0	6.00
675.	3456.	7.10	7.14	88.0	6.00
650.	3770.	5.50	6.63	88.0	5.00
625.	4089.	3.80	5.87	97.0	4.00
600.	4421.	2.10	5.49	100.	4.00
575.	4760.	.100	4.82	97.0	3.00
550.	5118.	-1.60	4.64	94.0	3.00
525.	5480.	-3.50	4.05	103.	2.00
500.	5873.	-5.60	3.47	121.	2.00
475.	6270.	-8.10	2.92	131.	2.00
450.	6686.	-10.5	2.51	140.	2.00
425.	7128.	-13.4	1.97	218.	2.00
400.	7588.	-16.4	1.66	251.	3.00
375.	8069.	-19.8	1.26	304.	4.00
350.	8564.	-23.1	.960	285.	6.00
325.	9116.	-27.0	.673	283.	8.00
300.	9689.	-31.2	.500	277.	8.00
275.	10294	-36.1	.330	273.	10.0
250.	10952	-41.2	.230	278.	12.0
225.	11635	-47.1	.029	280.	15.0
200.	12427	-53.2		284.	19.0
175.	13268	-60.1		278.	20.0
150.	14215	-68.0		282.	19.0
125.	15287	-74.0		287.	14.0
100.	16580	-76.6		302.	11.0

Classe 2 convection moyenne

!PRES. mb	!GEOP. m	!TEMP.deg	!M.R.g/kg	!DD degre	!FF knt
1013	8.000	25.1	18.3	96.0	2.00
1000	122.0	24.9	18.3	97.0	5.00
975.	343.0	23.7	17.7	98.0	12.0
950.	573.0	22.2	16.7	99.0	13.0
925.	803.0	20.7	15.5	101.	14.0
900.	1042.	19.3	14.2	102.	14.0
875.	1282.	17.9	13.4	103.	12.0
850.	1533.	16.5	12.5	104.	12.0
825.	1784.	15.2	11.5	103.	12.0
800.	2048.	14.1	10.7	102.	12.0
775.	2313.	12.9	9.57	99.0	11.0
750.	2592.	11.8	8.71	98.0	11.0
725.	2872.	10.4	7.76	96.0	10.0
700.	3167.	8.90	7.05	95.0	9.00
675.	3464.	7.20	6.32	93.0	7.00
650.	3778.	5.70	5.73	92.0	7.00
625.	4097.	3.80	5.05	91.0	5.00
600.	4429.	1.90	4.52	91.0	5.00
575.	4767.	.100	3.87	88.0	4.00
550.	5125.	-1.60	3.38	97.0	3.00
525.	5488.	-3.70	2.80	91.0	3.00
500.	5879.	-5.90	2.39	76.0	2.00
475.	6276.	-8.20	2.02	45.0	2.00
450.	6689.	-10.7	1.67	14.0	1.00
425.	7133.	-13.5	1.38	316.	3.00
400.	7592.	-16.7	1.12	302.	5.00
375.	8072.	-20.0	.904	293.	8.00
350.	8566.	-23.5	.711	295.	10.0
325.	9118.	-27.3	.541	293.	12.0
300.	9690.	-31.6	.390	293.	12.0
275.	10294	-36.4	.265	290.	14.0
250.	10952	-41.6	.319	287.	15.0
225.	11634	-47.2	.052	284.	19.0
200.	12425	-53.3		283.	22.0
175.	13266	-60.0		281.	24.0
150.	14215	-67.0		282.	23.0
125.	15291	-73.3		287.	19.0
100.	16589	-76.6		304.	11.0

Classe 3 faible convection

!PRES. mb	!GEOP. m	!TEMP.deg	!M.R.g/kg	!DD degre	!FF knt
1013	8.000	24.9	17.7	98.0	2.00
1000	125.0	24.6	17.8	99.0	6.00
975.	346.0	23.3	17.1	100.	13.0
950.	575.0	21.8	16.1	101.	13.0
925.	804.0	20.3	14.9	102.	14.0
900.	1043.	19.0	13.8	103.	14.0
875.	1283.	17.6	12.5	103.	13.0
850.	1534.	16.3	11.7	103.	13.0
825.	1785.	15.1	10.6	102.	12.0
800.	2048.	14.0	9.70	101.	12.0
775.	2313.	12.8	8.64	100.	12.0
750.	2592.	11.7	7.83	98.0	11.0
725.	2871.	10.3	6.93	97.0	10.0
700.	3166.	9.00	6.15	96.0	9.00
675.	3464.	7.50	5.36	97.0	8.00
650.	3777.	6.00	4.84	96.0	7.00
625.	4097.	4.20	4.27	94.0	6.00
600.	4429.	2.40	3.83	92.0	5.00
575.	4768.	.500	3.42	88.0	3.00
550.	5126.	-1.40	2.98	78.0	3.00
525.	5489.	-3.40	2.58	65.0	2.00
500.	5880.	-5.60	2.24	45.0	1.00
475.	6277.	-8.00	1.83	34.6	1.00
450.	6692.	-10.6	1.57	31.4	2.00
425.	7134.	-13.4	1.33	30.1	4.00
400.	7594.	-16.5	1.09	29.9	5.00
375.	8075.	-19.8	.855	29.7	9.00
350.	8570.	-23.4	.701	29.4	11.0
325.	9120.	-27.3	.529	29.0	13.0
300.	9693.	-31.6	.390	28.8	14.0
275.	10297	-36.4	.265	28.3	18.0
250.	10955	-41.5	.215	27.7	19.0
225.	11637	-47.0	.051	27.5	24.0
200.	12429	-53.2		27.4	25.0
175.	13270	-59.9		27.7	25.0
150.	14221	-66.7		28.0	25.0
125.	15298	-73.0		28.8	20.0
100.	16597	-76.7		29.9	13.0

Classe 4 pas de convection

!PRES. mb	!GEOP. m	!TEMP.deg	!M.R.g/kg	!DD degre	!FF knt
1013	8.000	25.0	17.6	99.0	2.00
1000	126.0	24.6	17.6	101.	6.00
975.	346.0	23.2	16.8	102.	12.0
950.	575.0	21.6	15.9	102.	13.0
925.	805.0	20.1	14.6	103.	14.0
900.	1044.	18.8	13.5	104.	14.0
875.	1283.	17.4	12.4	104.	13.0
850.	1533.	16.1	11.6	105.	12.0
825.	1785.	14.9	10.4	104.	12.0
800.	2048.	13.9	9.38	104.	11.0
775.	2313.	12.8	8.39	103.	11.0
750.	2591.	11.7	7.59	102.	11.0
725.	2871.	10.3	6.59	102.	10.0
700.	3165.	9.00	5.84	102.	9.00
675.	3462.	7.50	5.17	102.	7.00
650.	3776.	6.00	4.65	100.	7.00
625.	4096.	4.30	4.04	98.0	5.00
600.	4428.	2.50	3.55	94.0	5.00
575.	4767.	.600	3.09	87.0	3.00
550.	5125.	-1.20	2.70	74.0	2.00
525.	5488.	-3.30	2.37	54.0	1.00
500.	5880.	-5.60	2.04	9.00	1.00
475.	6277.	-8.00	1.74	32.4	2.00
450.	6691.	-10.7	1.48	31.3	3.00
425.	7134.	-13.5	1.22	30.6	5.00
400.	7593.	-16.6	1.03	30.3	6.00
375.	8074.	-19.9	.827	30.1	10.0
350.	8569.	-23.5	.661	29.7	12.0
325.	9119.	-27.4	.499	29.4	15.0
300.	9691.	-31.7	.378	28.9	16.0
275.	10295	-36.4	.258	28.4	20.0
250.	10953	-41.6	.205	27.9	21.0
225.	11635	-47.1	.043	27.5	24.0
200.	12427	-53.2		27.5	26.0
175.	13268	-59.8		27.8	26.0
150.	14219	-66.7		28.3	26.0
125.	15297	-73.0		28.9	21.0
100.	16595	-76.8		30.0	14.0