

**EPSAT – NIGER  
SUIVI A LONG TERME**

**CAMPAGNE 2001**

Introduction.....	6
I. <b>Caractéristique de la saison des pluies 2001 à l'échelle du Niger</b> .....	7
II. LE RESEAU DE PLUVIOGRAPHES .....	8
A. Les stations du réseau et leur installation.....	8
1. Les stations.....	8
2. Installations .....	11
B. Qualité de l'acquisition .....	13
1. Pannes.....	13
2. Comparaison valeurs seuil et valeurs augets .....	14
III. Analyse spatiale de la saison.....	15
A. Analyse des cumuls saisonniers .....	15
1. Description des cumuls saisonniers : répartition spatiale des hauteurs tombées .....	15
2. Ajustement d'une loi normale sur les cumuls saisonniers .....	16
3. Structure spatiale des cumuls : caractéristiques du variogramme des cumuls saisonniers .....	16
4. Variogramme des résidus à la dérive climatologique .....	19
B. Analyse spatiale des évènements .....	20
1. Introduction : caractéristiques des évènements majeurs .....	20
a) Comparaison du nombre d'évènements majeurs sur les dernières années et des cumuls qui leur sont dus.....	20
b) Histogramme des cumuls provenant des évènements majeurs de la saison 2001 .....	24
2. Calcul du variogramme climatologique et interprétation.....	25
C. Analyse des gradients locaux .....	26
1. Gradients observés au niveau saisonnier.....	26
2. Gradients observés au niveau évènementiel.....	28
3. Exemple : le cas de la station de Niamey.....	29
IV. Analyse temporelle de la saison .....	30
A. Analyse temporelle des cumuls pluviométriques.....	30
1. Introduction : déroulement de la saison 2001 .....	30
2. Cumuls mensuels sur le degré carré.....	30
B. Analyse temporelle des évènements pluvieux .....	33
1. Liste des évènements majeurs : comparaisons inter-stations et interannuelles.....	33
a) Comparaison des hyètoigrammes de trois stations.....	33
b) Comparaison des hyètoigrammes moyens de trois années .....	34
2. Caractéristiques temporelles des évènements majeurs.....	35
a) Histogramme de la durée de ces évènements.....	35
b) Étude d'un évènement à petits pas de temps.....	36
C. Début de saison des pluies : comparaison critère climatique, hydrologique et critère agronomique.....	40
1. Définitions et calcul des dates de démarrages selon différents critères. ....	40
2. Résultats .....	40
a) Variabilité inter annuelle.....	40
b) Variabilité spatiale : comparaison avec les années précédentes .....	42
Conclusion.....	44
Annexes.....	45
A. Détail des pannes par stations .....	46
B. Jours de fonctionnement et pannes.....	47
C. Coût de fonctionnement de la campagne 2001 .....	48
D. Tableau des cumuls journaliers aux stations de Banizoumbou, Alkama, Torodi, Niamey IRD, Niamey aéroport, Koryia, KoureKobade.....	49

E. Cumuls mensuels enregistrés aux 39 stations du réseau (cône de réception 1,50m au dessus du sol), pour les mois d'avril à octobre 2001 .....	56
F. Cartes mensuelles d'isohyètes obtenues par krigeage des 34 stations du réseau (cône de réception 1,50m au dessus du sol), pour les mois de mai à octobre 2001 .....	57
G. Liste des fichiers créés lors du traitement des données pluviographiques.....	58

## LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 : Dispositif de mesures durant la saison 2001, sur le degré carré.....	11
Figure 3.1 : Isohyètes (mm) de la saison des pluies 2001 (15 avril-15octobre) sur le degré carré de Niamey (34 stations).....	15
Figure 3.2: Ajustement d'une loi normale sur les cumuls de la période 15 avril – 15 octobre 16	
Figure 3.3: Fonction de structure des cumuls (15 avril - 15 octobre), et essai d'ajustement par un variogramme gaussien.....	17
Figure 3.4 : Isohyètes du cumul saisonnier d'après le modèle gaussien, sur le degré carré ....	18
Figure 3.5: Cartes de l'écart type suivant le modèle gaussien, sur le degré carré.....	18
Figure 3.6: Moyenne des cumuls calculée à partir des valeurs mesurées sur des bandes latitudinales 20 kilomètres. ....	19
Figure 3.7: Directions des systèmes convectifs majeurs (modélisés par les vecteurs « première station touchée – dernière station touchée »). ....	23
Figure 3.8: Histogramme des cumuls moyens en mm des épisodes spatiaux majeurs de la saison 2002.....	25
Figure 3.9 : Variogramme climatologique.....	25
Figure 3.10 : comparaison des évènements pluvieux pour les deux stations proches de Massi Koubou et Gardama Kouara : hauteurs des évènements majeurs (a) et hauteurs cumulées (b).....	27
Figure 3.11 : Cumul de l'évènement des 14 et 15 août 2001 (début le 14/08 à 21h10, fin le 15/08 à 03h50).....	28
Figure 3.12: Comparaison des cumuls mensuels 2001 (mm) des 2 stations de Niamey avec les cumuls moyens mensuels sur la période 1950-89. ....	29
Figure 4.1 : Evolution cumulée de la pluviométrie en 2001 (basée sur les cumuls mensuels moyens), comparée aux années précédentes.....	30
Figure 4.2 : Isohyètes mensuels (mm) de la saison des pluies 2001 obtenus par krigeage sur le degré carré de Niamey.....	32
Figure 4.3: Chronologies des pluies journalières (mm) enregistrées sur 6 stations. ....	33
Figure 4.4: Chronologie et cumul moyen des évènements majeurs (mm) enregistrés sur le degré carré en 1993, 1997 et 2001. ....	34
Figure 4.5: Histogramme de la durée en heure des épisodes spatiaux majeurs de la saison 2001.....	35
Figure 4.6 : Suivi spatial de l'évènement du 21/07/01, au pas de temps 5 minutes.....	38
Figure 4.7 : Transect de suivi de l'évènement du 21/07/01.....	39
Figure 4.8 : Evolution de l'évènement du 21/07/01, sur les 5 stations du transect.....	39
Figure 4.9 : Moyennes des différents critères au cours des 10 dernières années de l'expérience Epsat.....	41
Figure 4.10 : Dates de démarrage et de fin de la saison des pluies suivant 2 critères (agronomique et climatique).....	41
Figure 4.11 - Dates de démarrage de la saison des pluies sur l'observatoire EPSAT-Niger pour 4 années (1992, 1997, 1998, 1999), à gauche suivant le critère hydrologique (seuil 2.5 mm), à droite suivant le critère agronomique. ....	43

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1: Liste des 39 postes du réseau en 2001, classés par ordre alphabétique. ....	9
Tableau 2.2: Liste des 39 sites du réseau en 2001, classés par numéro. ....	10
Tableau 2.3: Planning d'installation des stations et cumuls mesurés sur la période de fonctionnement et sur la période 15 avril - 15 octobre, pour les stations du degré carré (a) et celles du réseau synoptique (b). ....	12
Tableau 2.4 : Période de fonctionnement des 39 pluviographes installés en 2001 .....	13
Tableau 3.1: Liste des 36 événements majeurs enregistrés en 2001 à partir de 34 stations. ...	22
Tableau 3.2: Comparaison pour les années 1991 à 2001 de l'importance des évènements majeurs .....	24

## Introduction

La saison 2001, dont la moyenne des cumuls saisonniers sur l'année sur le degré carré est de 462,9 mm et dont l'écart-type est de 54,5 mm, est déficitaire par rapport à la période sèche 1968-89 (environ 505mm) et très inférieure à la moyenne obtenue sur la période 1950-89 (environ 560 mm).

Comme chaque année, la saison pluvieuse a montré de fortes variabilités spatiale et temporelle qui vont être étudiées en détails dans ce rapport.

La saison 2001 est tout d'abord étudiée succinctement à l'échelle du Niger. Dans la suite du rapport, seule la zone du degré carré de Niamey (où se trouve le réseau de mesure EPSAT-Niger) est étudiée. Pour commencer le réseau de mesure opérationnel en 2001 est présenté ainsi que la qualité des données acquises. Ensuite vient une analyse spatiale de la saison, comprenant l'analyse spatiale des cumuls (permettant d'étudier la variabilité spatiale des cumuls et la dérive climatologique), l'analyse spatiale des événements (renseignant entre autres sur la direction de déplacements des événements pluvieux) et l'étude des gradients locaux. Enfin, une analyse temporelle de la saison est faite. L'analyse temporelle des cumuls permet entre autres de caractériser le déroulement de la saison et l'évolution mensuelle des cumuls ; l'analyse temporelle des événements majeurs renseigne sur l'importance de la contribution de ces événements au cumul total, sur la durée des événements et conduit à une étude d'un événement avec petit pas de temps. Une dernière partie de l'analyse temporelle consiste à étudier la durée de la saison 2001 suivant différents critères.

## **I. Caractéristique de la saison des pluies 2001 à l'échelle du Niger**

## II. LE RESEAU DE PLUVIOGRAPHES

### *A. Les stations du réseau et leur installation*

#### **1. Les stations**

L'expérimentation EPSAT-Niger est dans une phase de suivi à long terme depuis la saison 1994. Ceci a engendré une diminution progressive du nombre de pluviographes au fur et à mesure que les expérimentations s'achevaient. Comme pour les années antérieures, la couverture pluviographique s'étend sur environ 16 000 km<sup>2</sup>, limitée en longitude par les méridiens 1°40 E et 3° E et en latitude par les parallèles 13 et 14 N.

Cette année, le réseau comporte 34 pluviographes auxquels il faut ajouter, dans le cadre de la collaboration avec la Direction de la Météorologie Nationale, ceux de Tillabéri et Birnin n'Konni, installés en 1999 ainsi que ceux de Tahoua, Maradi et Zinder, installés cette année (**cf. Tableau 2.1: Liste des 39 postes du réseau en 2001, classés par ordre alphabétique et Tableau 2.2: Liste des 39 sites du réseau en 2001, classés par numéro**).

Les pluviographes sont à augets basculeurs, munis d'un cône de 400 cm<sup>2</sup> (*Lebel et al., 1991*). Ce réseau a une maille de base de 25 km ce qui, au regard des travaux qui ont déjà été effectués, semble suffisant pour obtenir des valeurs moyennes de pluie sur les surfaces de l'ordre du degré carré (**Figure 2.1 : Dispositif de mesures durant la saison 2001 sur le degré carré**).



Stations	Codes	Latitude	Longitude	Altitude	X	Y	N° EPSAT
	identification	deg min sec	deg min sec				
ALKAMA	1321204300	13°49'19"	02°57'28"	205	103,32	91,39	43
BANIZOUMBOU	1321201100	13°31'58"	02°39'37"	202	71,34	59,25	11
BERIKOIRA	1321202100	13°38'59"	02°28'37"	215	51,49	72,26	21
BERKIAWEL	1321202800	13°32'30"	02°18'31"		33,33	60,23	28
BIRNI N'KONNI	1321232500	13°48'00"	05°15'00"				325
BOGDJOTTOU	1321241200	13°04'50"	01°49'48"		-18,41	7,75	412
BOLOLADIE	1321208400	13°13'29"	01°52'12"		-14,06	24,98	84
BOUBON GOLF	1321208500	13°36'24"	01°56'09"		-6,93	67,46	85
DAREY	1321201800	13°39'15"	02°42'51"		77,11	73,00	18
DEBEREGATI	1321202500	13°03'40"	02°06'52"	230	12,38	6,78	25
FANDOU BERI	1321200900	13°31'55"	02°33'31"	232	60,36	59,14	9
GAMONZON	1321203400	13°26'56"	02°02'00"		3,6	49,91	34
GARDAMA KOUARA	1321205000	13°50'04"	02°16'33"	212	29,78	92,78	50
GOROU GOUSSA	1321208000	13°50'18"	02°02'08"		3,83	93,22	80
GUILAHEL	1321204900	13°17'41"	02°08'45"	274	15,77	32,79	49
HARIKANASSOU	1321204100	13°15'28"	02°50'28"	208	90,99	28,65	41
IH JACHERE	1321210500	13°14'26"	02°13'49"		26,02	26,75	105
KAFINA	1321241300	13°44'01"	02°43'21"		77,89	81,57	413
KALASSI	1321200500	13°31'36"	02°34'40"		62,42	58,56	5
KALIGOROU	1321206100	13°36'58"	03°00'52"		36,27	4,63	61
KARE	1321202900	13°02'30"	02°00'06"		36,27	4,63	29
KOKORBE FANDOU	1321207300	13°50'49"	02°37'13"		66,91	94,18	73
KOLLO	1321205400	13°22'27"	02°14'40"	198	26,42	41,61	54
KOURE KOBADÉ	1321202600	13°00'17"	03°03'00"	220	113,71	0,52	26
KOURE SUD	1321205100	13°12'14"	02°36'52"		66,48	22,67	51
KOYRIA	1321208200	13°46'00"	01°42'00"		-32,38	85,25	82
MARADI	1321241600	13°29'59"	07°07'08"				416
MASSIKOUBOU	1321207800	13°49'37"	02°25'00"	250	44,95	91,94	78
NIAMEY AEROPORT	1321209400	13°28'47"	02°10'23"		18,71	53,36	94
NIAMEY IRI	1321208300	13°30'00"	02°05'21"		9,63	55,60	83
NIAMEY ORSTOM	1321207000	13°31'52"	02°05'48"	220	10,44	59,07	70
SANDIDEY	1321205700	13°13'11"	03°03'32"		6,37	24,43	57
TAHOUA	1321226900	14°52'47"	05°16'13"				269
TANABERI	1321203200	13°02'30"	02°32'53"		59,34	4,63	32
TILLABERI	1321241400	14°12'16"	01°27'16"				414
TORODI	1321208600	13°07'00"	01°47'06"		-23,27	12,97	86
WANKAMA	1321211600	13°39'00"	02°38'55"		70,02	72,28	116
YILLADE	1321203500	13°01'09"	02°47'22"	237	85,84	2,13	35
ZINDER	1321231500	13°46'31"	08°59'03"				315

*X, Y coordonnées dans le degré carré (origine du repère 2 E, 13 N) :*

$$Y = (\text{Latd.} - 13) * 111,2 \quad \text{en km}$$

$$X = (\text{Longd.} - 2) * (108,3 - 0,5 * Y / 111,2) \quad \text{en km} \quad \text{Latd. et Longd. en degré décimaux}$$

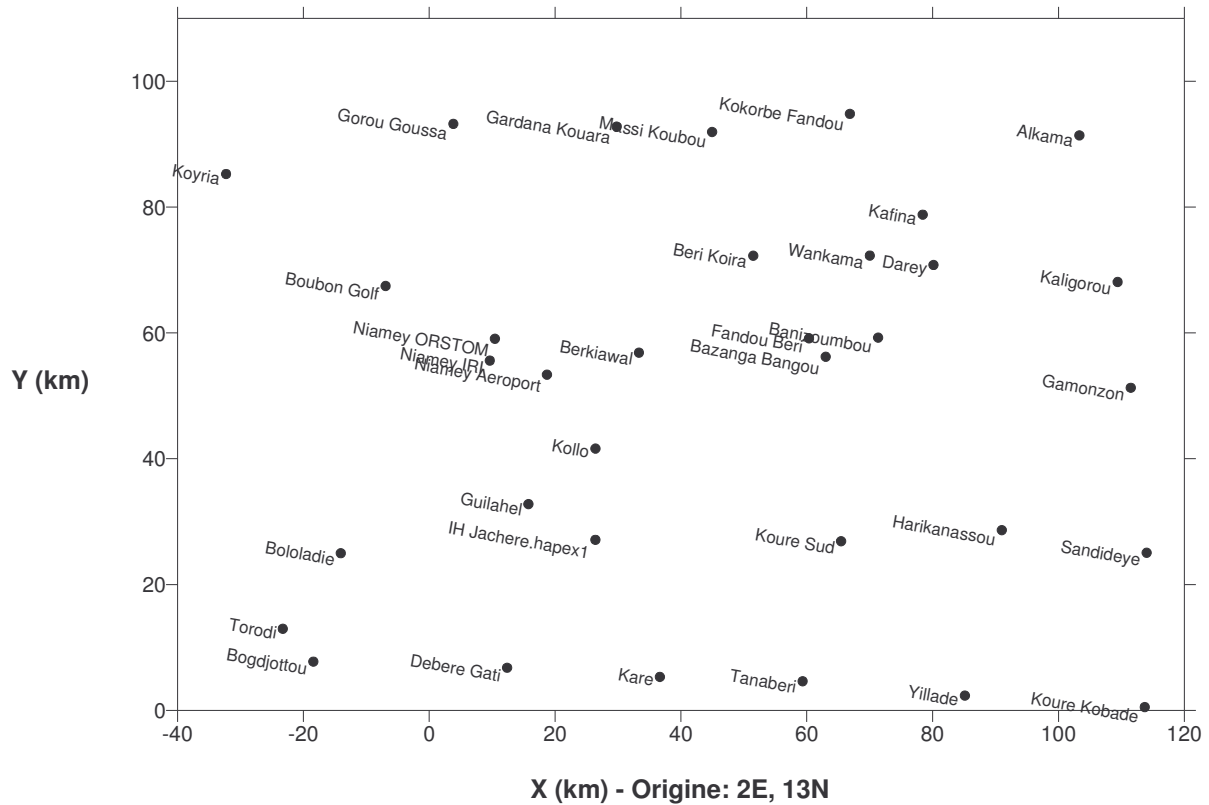
**Tableau 2.1: Liste des 39 postes du réseau en 2001, classés par ordre alphabétique.**

N° EPSAT	Stations	Codes	Latitude	Longitude	Altitude	X	Y
		identification	deg min sec	deg min sec			
5	KALASSI *	1321200500	13°31'36"	02°34'40"		62,42	58,56
9	FANDOU BERI	1321200900	13°31'55"	02°33'31"	232	60,36	59,14
11	BANIZOUMBOU	1321201100	13°31'58"	02°39'37"	202	71,34	59,25
18	DAREY	1321201800	13°39'15"	02°42'51"		77,11	73,00
21	BERIKOIRA	1321202100	13°38'59"	02°28'37"	215	51,49	72,26
25	DEBEREGATI	1321202500	13°03'30"	02°07'20"		12,38	6,50
26	KOURE KOBADÉ	1321202600	13°00'17"	03°03'00"	220	113,71	0,52
28	BERKIAWEL	1321202800	13°32'30"	02°18'31"		33,33	60,23
29	KARE	1321202900	13°02'30"	02°20'06"		36,27	4,63
32	TANABERI	1321203200	13°02'30"	02°32'53"		59,34	4,63
34	GAMONZON	1321203400	13°26'56"	02°02'00"		111,49	51,28
35	YILLADE	1321203500	13°01'09"	02°47'22"		85,48	2,13
41	HARIKANASSOU	1321204100	13°15'28"	02°50'28"	208	90,99	28,65
43	ALKAMA	1321204300	13°49'19"	02°57'28"	205	103,32	91,39
49	GUILAHÉL	1321204900	13°17'41"	02°08'45"	274	15,77	32,79
50	GARDAMA KOUARA	1321205000	13°50'04"	02°16'33"	212	29,78	92,78
51	KOURE SUD	1321205100	13°12'14"	02°36'52"		66,48	22,67
54	KOLLO	1321205400	13°22'27"	02°14'40"	198	26,42	41,61
57	SANDIDEY	1321205700	13°13'11"	03°03'32"		114,01	25,06
61	KALIGOROU	1321206100	13°36'58"	03°00'52"		109,40	68,09
70	NIAMEY ORSTOM	1321207000	13°31'52"	02°05'48"	220	10,44	59,07
73	KOKORBE FANDOU	1321207300	13°50'49"	02°37'13"		66,91	94,18
78	MASSIKOUBOU	1321207800	13°49'37"	02°25'00"	250	44,95	91,94
80	GOROU GOUSSA	1321208000	13°50'18"	02°02'08"		3,83	93,22
82	KOYRIA	1321208200	13°46'00"	01°42'00"		-32,38	85,25
83	NIAMEY IRI	1321208300	13°30'00"	02°05'21"		9,63	55,60
84	BOLOLADIE	1321208400	13°13'29"	01°52'12"		-14,06	24,98
85	BOUBON GOLF	1321208500	13°36'24"	01°56'09"		-6,93	67,46
86	TORODI	1321208600	13°07'00"	01°47'06"		-23,27	12,97
94	NIAMEY AEROPORT	1321209400	13°28'47"	02°10'23"		18,71	53,36
105	IH JACHERÉ	1321210500	13°14'26"	02°13'49"		26,02	26,75
116	WANKAMA	1321211600	13°39'00"	02°38'55"		70,02	72,28
269	TAHOUA	1321226900	14°52'47"	05°16'13"			
315	ZINDER	1321231500	13°46'31"	08°59'03"			
325	BIRNI N'KONNI	1321232500	13°48'00"	05°15'00"			
412	BOGDJOTTOU	1321241200	13°04'50"	01°49'48"		-18,41	7,75
413	KAFINA	1321241300	13°44'01"	02°43'21"		77,98	81,57
414	TILLABERI	1321241400	14°12'16"	01°27'16"			
416	MARADI	1321241600	13°29'59"	07°07'08"			

\* Kalassi : est la station de Bazanga déplacée au village de Kalassi par sécurité

**Tableau 2.2: Liste des 39 sites du réseau en 2001, classés par numéro.**

**Epsat-Niger - réseau de 34 stations  
Suivi à long terme**



**Figure 2.1 : Dispositif de mesures durant la saison 2001, sur le degré carré**

## 2. Installations

Quatre postes ont fonctionné en permanence entre la fin de la saison des pluies 2000 et le début de la saison des pluies 2001. Les autres ont été démontés, nettoyés, testés et entreposés durant la saison sèche. Cette année encore, une carte électronique "oedipe" s'est avérée hors d'usage au cours de la saison et a été remplacée immédiatement à partir du stock constitué par le surplus de pluviographes issus du réseau dense d'EPSAT-Niger.

Le planning d'installation des stations a commencé le 12 mars (Kare, n°29) et s'est terminé le 20 avril (Zinder, n°315) (**Tableau 2.3: Planning d'installation des stations et cumuls mesurés sur la période de fonctionnement et sur la période 15 avril - 15 octobre, pour les stations du degré carré (a) et celles du réseau synoptique (b)**)

La plupart des stations implantées près des villages ont été surveillées en permanence par un gardien, réduisant ainsi les risques de déprédations et de vols. Pour obtenir un suivi des pluies aussi précis que possible, compte tenu du personnel disponible et du budget, chaque station a reçu une visite de contrôle au moins tous les 31 jours durant toute la saison des pluies. Les cartouches ont été changées environ tous les 45 jours pour permettre de suivre l'évolution de la saison des pluies en temps le moins décalé possible.

En fin de saison, le démontage des stations s'est effectué entre le 16 octobre et le 30 octobre.

a)

STATIONS	N° EPSAT	date d'installation	date de démontage	cumul seuu période totale	cumul seuu 15/04-15/10
ALKAMA	43	28.03.01	30.10.01	486,6	486,6
BANIZOUMBOU	11	Permanent	Permanent	402,9	402,9
BERIKOIRA	21	14.04.01	18.10.01	425,0	425,0
BERKIAWEL	28	23.03.01	18.10.01	501,5	501,5
BOGDJOTTOU	412	07.04.01	25.10.01	425,7	425,7
BOLOLADIE	84	07.04.01	25.10.01	425,9	425,9
BOUBON GOLF	85	09.04.01	29.10.01	415,0	415,0
DAREY	18	21.03.01	19.10.01	399,5	399,5
DEBEREGATI	25	14.03.01	24.10.01	529,4	529,4
FANDOU BERI	9	Permanent	Permanent	418,6	418,6
GAMONZON	34	29.03.01	30.10.01	441,5	441,5
GARDAMA	50	10.04.01	26.10.01	382,5	382,5
KOUARA					
GOROU	80	10.04.01	26.10.01	490,0	490,0
GOUSSA					
GUILAHEL	49	14.03.01	24.10.01	448,5	448,5
HARIKANASSOU	41	29.03.01	23.10.01	421,7	421,7
IH JACHERE	105	13.03.01	24.10.01	465,8	465,8
KAFINA	413	27.03.01	31.10.01	414,5	414,5
KALASSI	5	27.03.01	22.10.01	451,3	451,3
KALIGOROU	61	28.03.01	30.10.01	506,5	506,5
KARE	29	12.03.01	24.10.01	501,3	501,3
KOKORBE	73	23.03.01	19.10.01	492,5	492,5
FANDOU					
KOLLO	54	05.04.01	16.10.01	464,4	464,4
KOURE KOBADÉ	26	04.04.01	23.10.01	495,5	495,5
KOURE SUD	51	16.03.01	16.10.01	509,2	509,2
KOYRIA	82	09.04.01	29.10.01	444,7	444,7
MASSIKOUBOU	78	14.04.01	18.10.01	548,1	548,1
NIAMEY	94	09.04.01	Permanent	541,0	541,0
AEROPORT					
NIAMEY IRI	83	09.04.01	Permanent	545,9	545,9
NIAMEY	70	Permanent	Permanent	509,2	509,2
ORSTOM					
SANDIDEY	57	30.03.01	23.10.01	<b>566,4</b>	<b>566,4</b>
TANABERI	32	05.04.01	16.10.01	474,5	474,5
TORODI	86	07.04.01	25.10.01	392,2	392,2
WANKAMA	116	Permanent	Permanent	<b>330,5</b>	<b>330,5</b>
YILLADE	35	03.04.01	16.10.01	470,6	470,6

b)

STATIONS	N° EPSAT	date d'installatio n	date de démontage	cumul seuu période totale	cumul seuu 15/04-15/10
BIRNI N'KONNI	325	18.04.01	31.10.01	<b>281,3</b>	<b>281,3</b>
MARADI	416	19.04.01	31.10.01	<b>595,7</b>	<b>595,7</b>
TAHOUA	269	18.04.01	31.10.01	389,1	389,1
TILLABERI	414	09.04.01	29.10.01	333,0	333,0
ZINDER	315	20.04.01	31.10.01	424,9	424,9

**Tableau 2.3: Planning d'installation des stations et cumuls mesurés sur la période de fonctionnement et sur la période 15 avril - 15 octobre, pour les stations du degré carré (a) et celles du réseau synoptique (b).**

## B. Qualité de l'acquisition

### 1. Pannes

En 2001, le taux de fonctionnement reste à un bon niveau. Pour les 39 pluviographes, le taux a atteint 97,98 % (164 jours de panne pour 8125 jours d'appareillage) et on n'a pas enregistré de lacune seu. Huit appareils ont connu des avaries (**Tableau 2.4 : Période de fonctionnement en 2001**).

Sur l'ensemble des stations, 72 % des postes ne présentent pas de lacune. Ce taux relativement faible de lacunes sur les augets a permis de reconstituer les cumuls saisonniers et mensuels de la plupart des stations.

EPSAT - NGER : Période de fonctionnement en 2001								
STATIONS	PERIODES DE FONCTIONNEMENT							
	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPT	OCT
ALKAMA	-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
BANIZOUMBOU	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
BERIKOIRA		---	-----	-----	-----	-----	-----	-----
BERKIAWEL	-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
BIRNI N'KONNI		---	-----	-----	-----	-----	-----	-----
BOGDJOTTOU		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
BOLOLADIE		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
BOUBON GOLF		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
DAREY	--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
DEBEREGATI	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
FANDOU BERI	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
GAMONZON		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
GARDAMA KOUARA		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
GOROU GOUSSA		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
GUILAHEL	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
HARIKANASSOU		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
IH JACHERE	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
KAFINA	-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
KALASSI	-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
KALIGOROU		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
KARE	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
KOKORBE FANDOU	--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
KOLLO		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
KOURE KOBADÉ		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
KOURE SUD	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---
KOYRIA		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
MARADI		---	-----	-----	-----	-----	-----	-----
MASSIKOUBOU		---	-----	-----	-----	-----	-----	-----
NIAMEY AEROPORT		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
NIAMEY IRI		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
NIAMEY ORSTOM	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
SANDIDEY		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
TAHOUA		---	-----	-----	-----	-----	-----	-----
TANABERI		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
TILLABERI		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
TORODI		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
WANKAMA	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
YILLADE		-----	-----	-----	-----	-----	---	---
ZINDER		---	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tableau 2.4 : Période de fonctionnement des 39 pluviographes installés en 2001

## 2. Comparaison valeurs seuil et valeurs pluies

Suivant le même dispositif que l'an dernier (habillage de certaines stations), cette année, l'écart entre le cumul pluies et le cumul seuil pour la saison est resté faible (**Tableau 2.5 : Comparaison des valeurs totales de la saison (mm), seuil et pluies**). Sur la saison, l'écart maximal atteint 3.4 % et seulement 4 postes ont un écart supérieur à 3.0 %. Sur les 27 postes sans lacune, l'écart relatif moyen seuil-pluies est égal à 1.7 %.

\* delta = (pluies-seuil)/seuil

STATIONS	N° EPSAT	Période de comparaison	cumul pluies	cumul seuil	DELTA %
ALKAMA	43	28.03/30.10	484,0	486,6	-0,5
BANIZOUMBOU	11		lacune	402,9	
BERIKOIRA	21	14.04/18.10	427,0	425,0	0,5
BERKIAWEL	28	23.03/18.10	514,0	501,5	2,5
BIRNI N'KONNI	325	18.04/31.10	281,3	273,0	2,9
BOGDJOTTOU	412	07.04/25.10	428,0	425,7	0,5
BOLOLADIE	84	07.04/25.10	415,5	425,9	-2,4
BOUBON GOLF	85	09.04/29.10	402,0	415,0	-3,1
DAREY	18	21.03/19.10	411,0	399,5	2,9
DEBEREGATI	25	14.03/24.10	529,5	529,4	0,0
FANDOU BERI	9		lacune	418,6	
GAMONZON	34	29.03/30.10	442,5	441,5	0,2
GARDAMA KOUARA	50		lacune	382,5	
GOROU GOUSSA	80	10.04/26.10	483,5	490,0	-1,3
GUILAHEL	49	14.03/24.10	436,5	448,5	-2,7
HARIKANASSOU	41	29.03/23.10	418,5	421,7	-0,8
IH JACHERE	105	13.03/24.10	474,0	465,8	1,8
KAFINA	413		lacune	414,5	
KALASSI	5	27.03/22.10	466,0	451,3	3,3
KALIGOROU	61	28.03/30/10	521,5	506,5	3,0
KARE	29	12.03/24.10	505,0	501,3	0,7
KOKORBE FANDOU	73	23.03/19.10	508,5	492,5	3,2
KOLLO	54		lacune	464,6	
KOURE KOBADÉ	26	04.04/23.10	503,0	495,5	1,5
KOURE SUD	51	16.03/16.10	515,5	509,2	1,2
KOYRIA	82	09.04/29.10	431,5	444,7	-3,0
MARADI	416	19.04/30.10	616,0	595,7	3,4
MASSIKOUBOU	78	14.04/18.10	558,5	548,1	1,9
NIAMEY AEROPORT	94	09.04/30.10	550,5	541,0	1,8
NIAMEY IRI	83		lacune	545,9	
NIAMEY ORSTOM	70		lacune	509,2	
SANDIDEY	57	30.03/23.10	562,0	566,4	-0,8
TAHOUA	269			lacune	
TANABERI	32		lacune	474,5	
TILLABERI	414		lacune	333,0	
TORODI	86	07.04/25/10	395,0	392,2	0,7
WANKAMA	116		lacune	330,5	
YILLADE	35		lacune	470,6	
ZINDER	315	20.04/31.10	426,0	424,9	0,2

**Tableau 2.5 : Comparaison des valeurs totales de la saison (mm), seuil et pluies.**

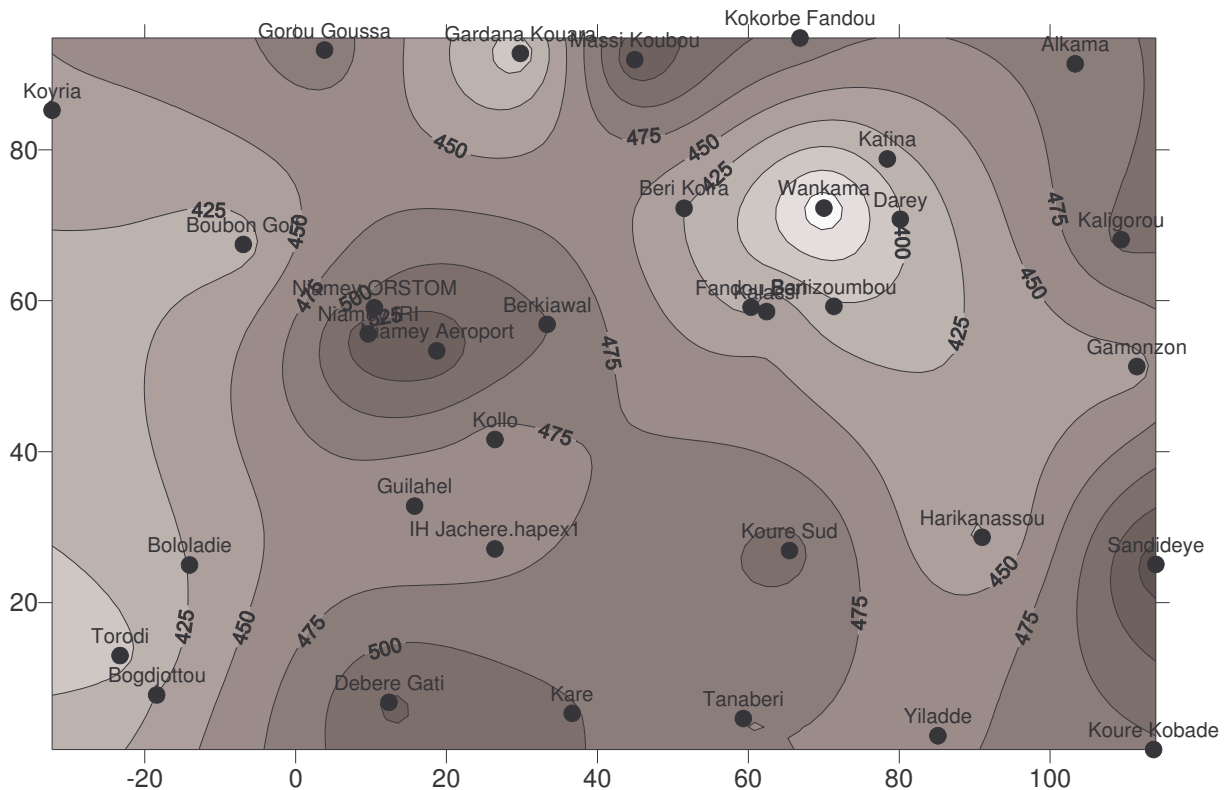
### III. Analyse spatiale de la saison

#### A. Analyse des cumuls saisonniers

##### 1. Description des cumuls saisonniers : répartition spatiale des hauteurs tombées

Cette année encore, la variabilité spatiale des cumuls saisonniers sur la zone reste très importante (**Figure 3.1 : Isohyètes (mm) de la saison des pluies 2001 (15 avril-15 octobre) sur le degré carré de Niamey (34 stations)**). Cependant, le rapport entre la valeur la plus faible (330.5 mm) et la plus forte (566.4 mm) n'atteint pas 2, chiffre parfois dépassé lors des dernières années (1997, 1998). La zone où il a le moins plu fut incontestablement la partie Ouest, qui a reçu nettement moins de 450 mm. On compte ensuite une bande Nord-Sud relativement bien arrosée qui passe par Niamey. A l'Est de Niamey, la zone située aux alentours de Wankama fut fortement déficitaire (330.5 mm). Enfin, le Dallol Bosso a bénéficié de précipitations relativement importantes, supérieures à 475 mm.

Donc le gradient pluviométrique Nord-Sud que l'on observe à grande échelle sur l'Afrique de l'Ouest n'est pas décelable sur la zone Epsat Niger en 2001.

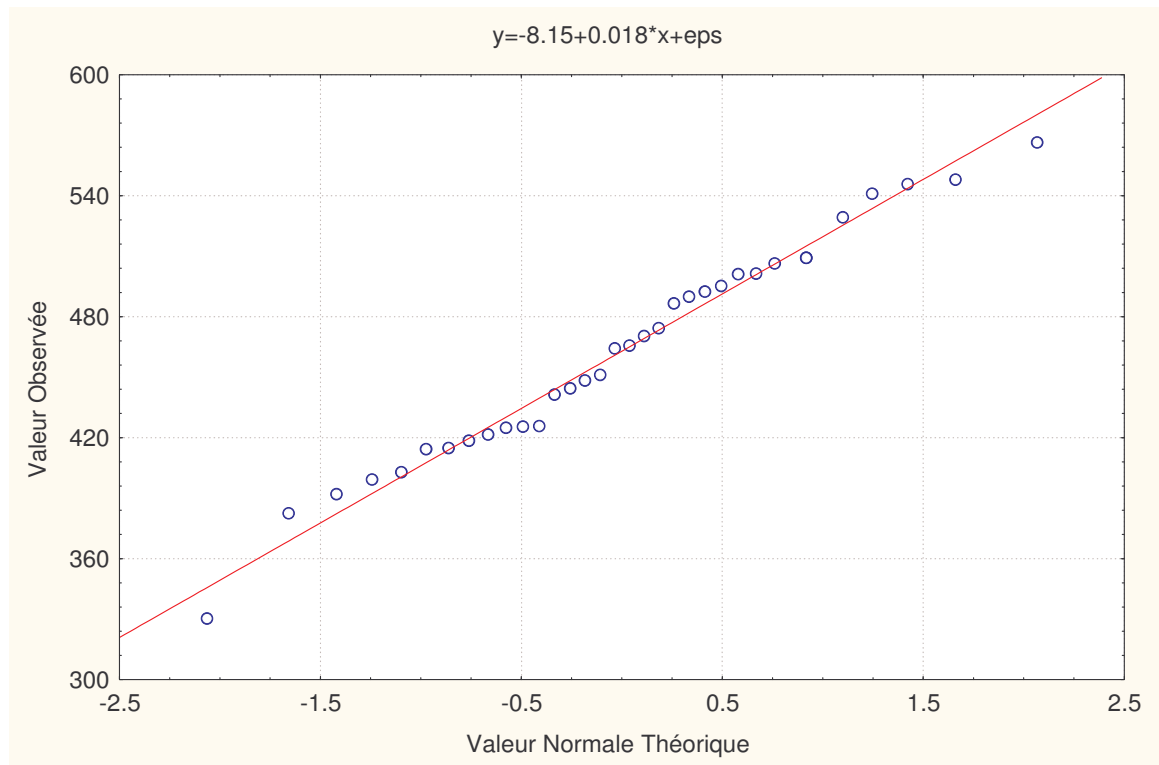


**Figure 3.1 : Isohyètes (mm) de la saison des pluies 2001 (15 avril-15 octobre) sur le degré carré de Niamey (34 stations).**

Les valeurs extrêmes, minimale et maximale, ont été enregistrées à la station de Wankama (330.5 mm) et Sandideye (566,4 mm) (**Tableau 2.3**). Ces deux stations sont situées dans la partie Est de la zone, la première coté Nord et la seconde coté Sud. Une distance d'environ 50 km les sépare, ce qui donne un gradient de pluie de  $4.7 \text{ mm.km}^{-1}$ . Cependant, on ne peut bien sûr pas parler là de gradient moyen. En revanche, si l'on prend la valeur la plus faible à l'Ouest (station de Torodi = 392.2 mm) et la valeur la plus forte à l'Est, on obtient un gradient Ouest–Est représentatif d'environ  $1.25 \text{ mm.km}^{-1}$ .

## 2. Ajustement d'une loi normale sur les cumuls saisonniers

Comme pour la plupart des années, exception faite de la saison 1992, les cumuls saisonniers enregistrés sur le degré carré, pour la période de référence 15 avril-15 octobre, se répartissent selon une loi normale. Cette année, la loi normale a une moyenne arithmétique de 462.9 mm et un écart-type de 54.5 mm. (**Figure 3.2: Ajustement d'une loi normale sur les cumuls de la période 15 avril – 15 octobre**).



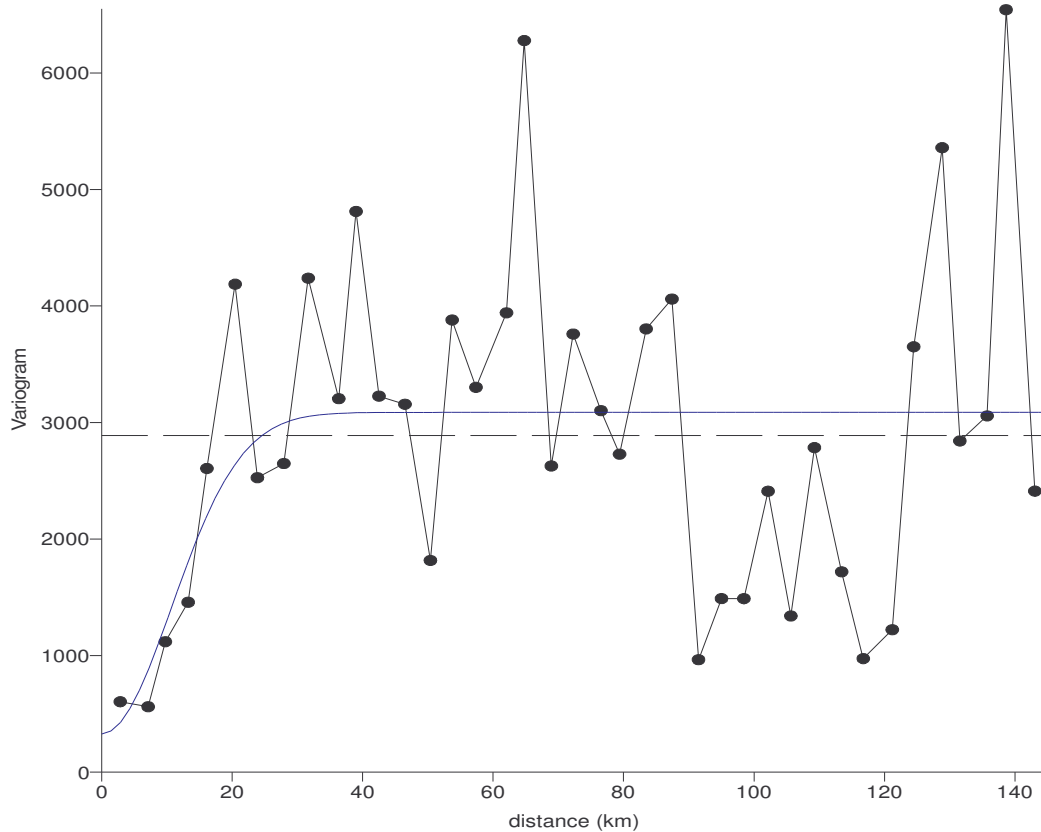
**Figure 3.2: Ajustement d'une loi normale sur les cumuls de la période 15 avril – 15 octobre**

## 3. Structure spatiale des cumuls : caractéristiques du variogramme des cumuls saisonniers

Le variogramme du cumul saisonnier montre une structure classique, avec un palier et une portée d'environ 20km, valeur cohérente avec celles trouvées les années précédentes (entre 10 km et 30 km). On peut modéliser cette structure, tout au moins sur les plus faibles

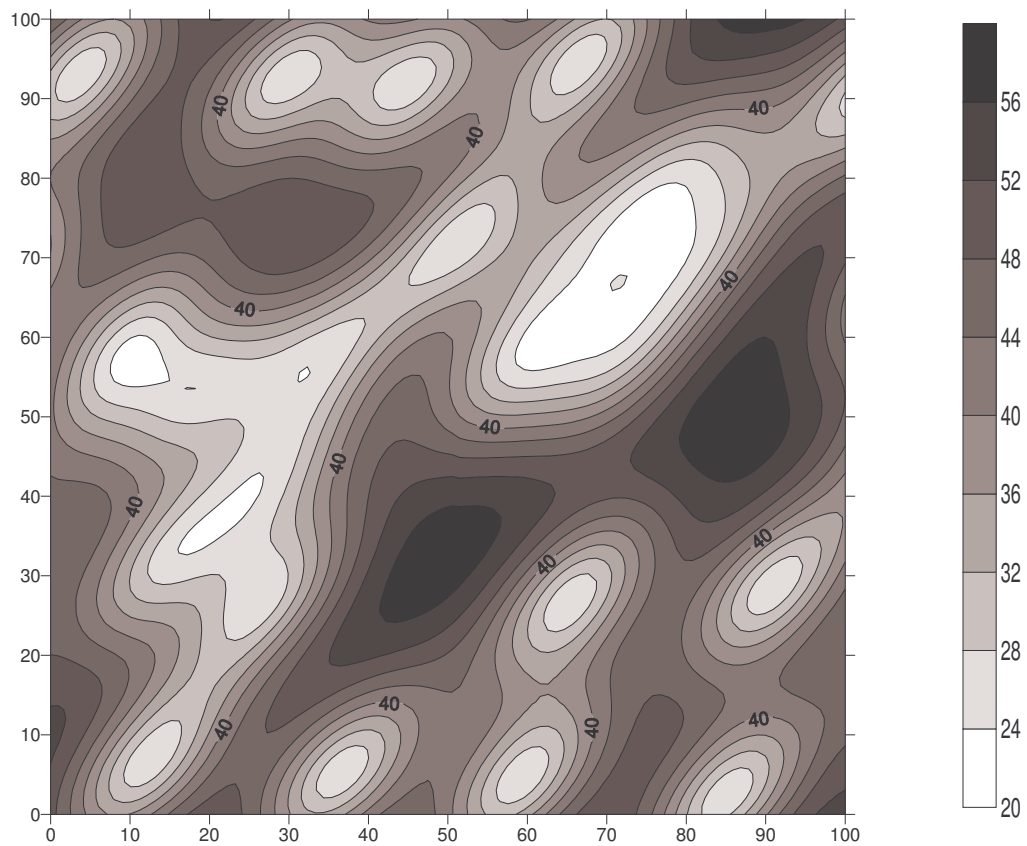
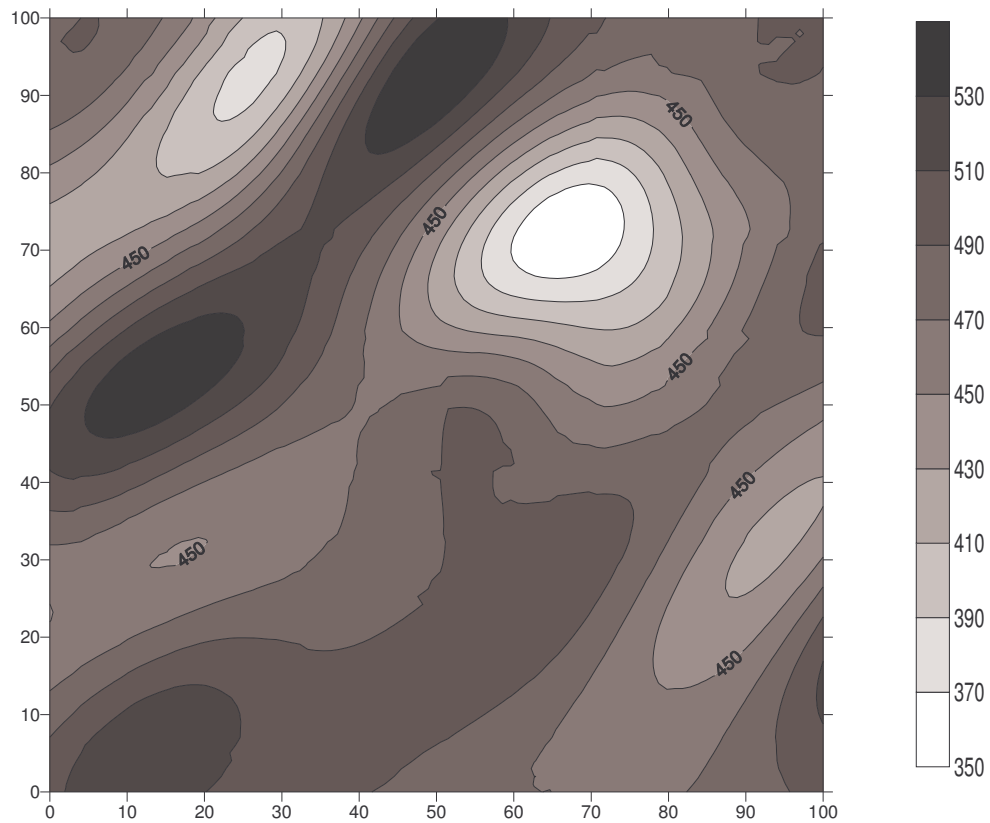


distances, par une fonction gaussienne de portée 24 km et de palier  $2760 \text{ mm}^2$ , auquel on ajoute un effet de pépite de  $328 \text{ mm}^2$ . On note que la variance moyenne (trait pointillé sur la **Figure 3.3: Fonction de structure des cumuls (15 avril - 15 octobre), et essai d'ajustement par un variogramme gaussien**) est assez faible par rapport aux années précédentes, comme 1998 par exemple.



**Figure 3.3: Fonction de structure des cumuls (15 avril - 15 octobre), et essai d'ajustement par un variogramme gaussien**

La carte obtenue à partir ce variogramme (**Figure 3.4 : Isohyètes du cumul saisonnier d'après le modèle gaussien, sur le degré carré**, **Figure 3.5: Cartes de l'écart type suivant le modèle gaussien, sur le degré carré**) est assez proche de celle obtenue sans l'utilisation de variogramme (**Figure 3.1 : Isohyètes (mm) de la saison des pluies 2002 (15 avril-15octobre) sur le degré carré de Niamey (33 stations)**)).



**Figure 3.4 : Isohyètes du cumul saisonnier d'après le modèle gaussien, sur le degré carré**

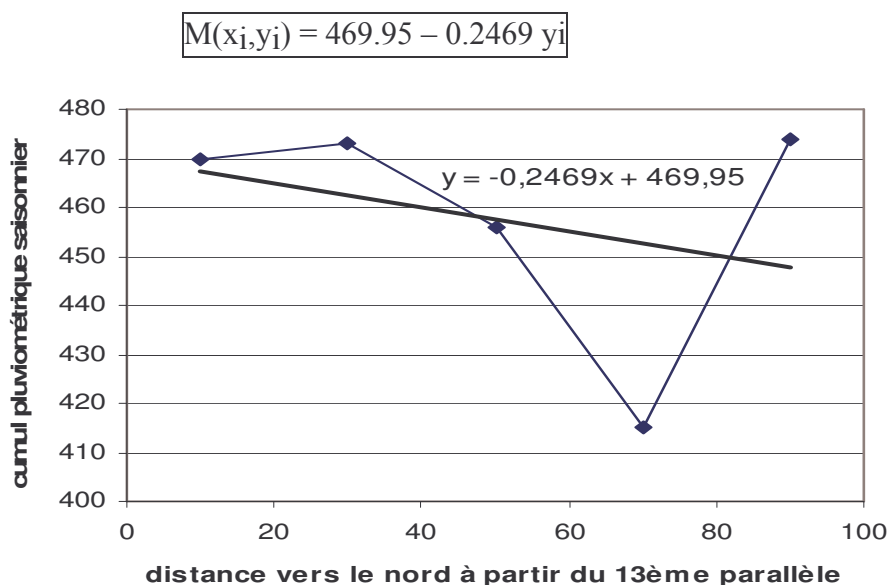
**Figure 3.5: Cartes de l'écart type suivant le modèle gaussien, sur le degré carré**

#### 4. Variogramme des résidus à la dérive climatologique

Sachant l'existence d'un gradient climatologique ou d'une dérive, on construit le variogramme des résidus. Ce gradient fut estimé à partir du calcul des moyennes des cumuls saisonniers, sur des bandes latitudinales de 20 km de large. Il faut noter que dans le but d'homogénéiser la répartition du nombre de stations au sein de chaque bande et de limiter les surabondances locales de données, seule une station fut prise en compte à Niamey (celle du site IRD). Cela permet de moyenner dans chaque bande à partir de 6 ou 7 stations et de construire un graphique des moyennes des cumuls, calculées à partir des valeurs mesurées sur les bandes latitudinales de 20 kilomètres, par rapport à leurs distances à la limite Sud du degré carré (**Figure 3.6: Moyenne des cumuls calculée à partir des valeurs mesurées sur des bandes latitudinales 20 kilomètres**).

Il est fort probable que la forte décroissance observée sur les 80 km les plus méridionaux soit en partie explicable par le gradient climatique. On notera en revanche la très forte moyenne observée à l'extrême nord de la zone d'étude, valeur maximale résultant d'un effet plus local, propre à cette saison.

Une régression linéaire fut calculée afin de pouvoir estimer le gradient :



**Figure 3.6: Moyenne des cumuls calculée à partir des valeurs mesurées sur des bandes latitudinales 20 kilomètres.**

La valeur de  $0.25 \text{ mm.km}^{-1}$  sur le degré carré est très inférieure aux valeurs généralement observées à l'échelle du Niger (environ  $1 \text{ mm.km}^{-1}$  généralement, d'après *Lebel et al., 1992*). Cela est évidemment dû au bruitage causé par les phénomènes locaux, et notamment à la pluviométrie exceptionnelle du nord de la zone.

Comme il a été dit précédemment, le variogramme des cumuls présente un palier assez bien marqué : la variance cesse d'augmenter au-delà d'une distance assez faible, estimée à une vingtaine de kilomètres. Ceci n'est pas systématique en ce qui concerne les variogrammes saisonniers, car il arrive que le gradient climatique Nord/Sud leur ajoute une composante linéaire (*Lebel et al., 1997*). Il ne semblerait pas que cela soit le cas cette année.

Dans ce contexte, il semble quelque peu abusif de déterminer le variogramme des résidus à la dérive climatologique. Il semble plus approprié de s'attarder sur une analyses des gradients locaux.

## ***B. Analyse spatiale des évènements***

### **1. Introduction : caractéristiques des évènements majeurs**

- a) Comparaison du nombre d'évènements majeurs sur les dernières années et des cumuls qui leur sont dus.

Le nombre d'épisodes majeurs en 2001 est égal à 36, selon les critères d'extension spatiale et de continuité temporelle définis précédemment (cf. **Tableau 3.1: Liste des 36 évènements majeurs enregistrés en 2001 à partir de 34 stations**). Par rapport aux années précédentes, le nombre d'épisodes majeurs est parmi les plus faibles (47 en 1991, 50 en 1992, 38 en 1993, 55 en 1994, 32 en 1995, 38 en 1996, 34 en 1997, 44 en 1998, 49 en 1999, 39 en 2000).

La circulation des systèmes convectifs sur la zone du degré carré respecte en général une circulation globalement E-O. Seul un évènement s'est terminé sur une longitude plus élevée que l'initiale. Plus précisément, les directions de propagation sont comprises entre N-S et SE-NO, et la grande majorité est entre NE-SO et SE-NO.

On observe sur la **figure 3.7 (Directions des systèmes convectifs majeurs (modélisés par les vecteurs « première station touchée – dernière station touchée »)** que les évènements ayant très probablement traversé tout le degré carré sont au nombre de 9 (trait continu gras). Une quinzaine d'évènements prennent naissance ou bien dégènèrent sur la zone sans avoir parcouru une distance importante (traits pointillés), ce qui permet d'envisager que ce puisse être des convections locales. Une dizaine enfin coupe le degré carré sur l'un des bords, de sorte qu'il est impossible d'affirmer s'il s'agit de convections locales ou de grands systèmes convectifs.



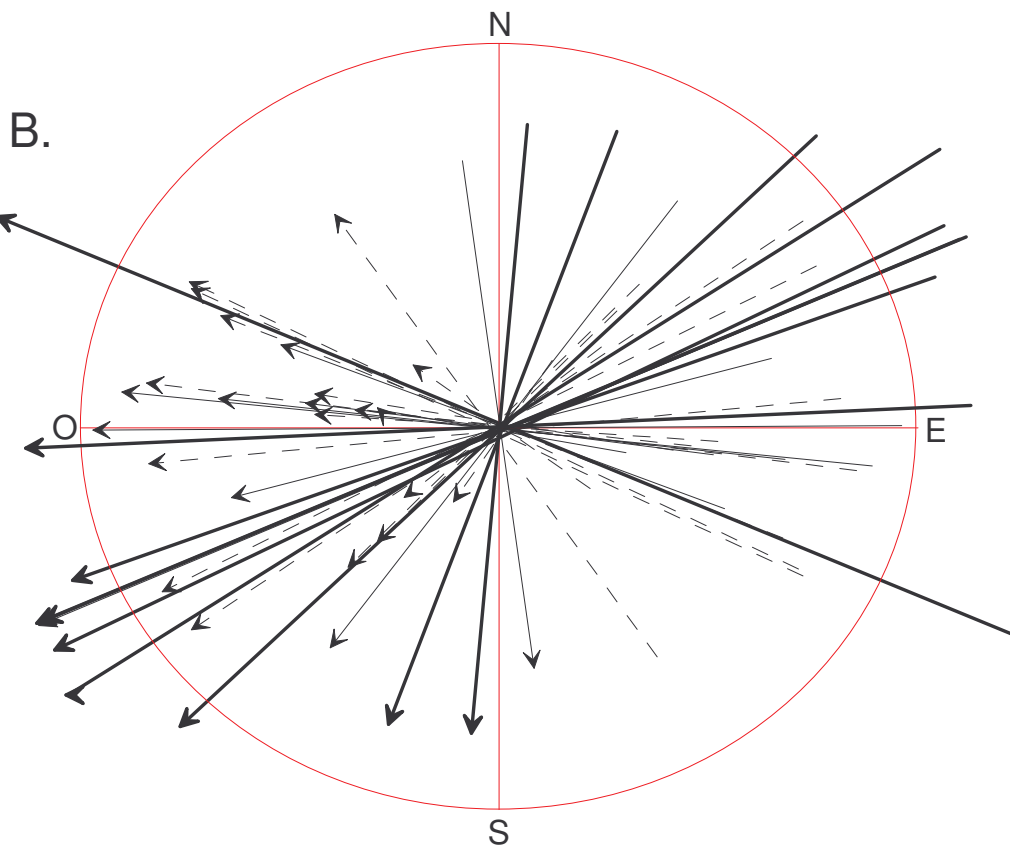
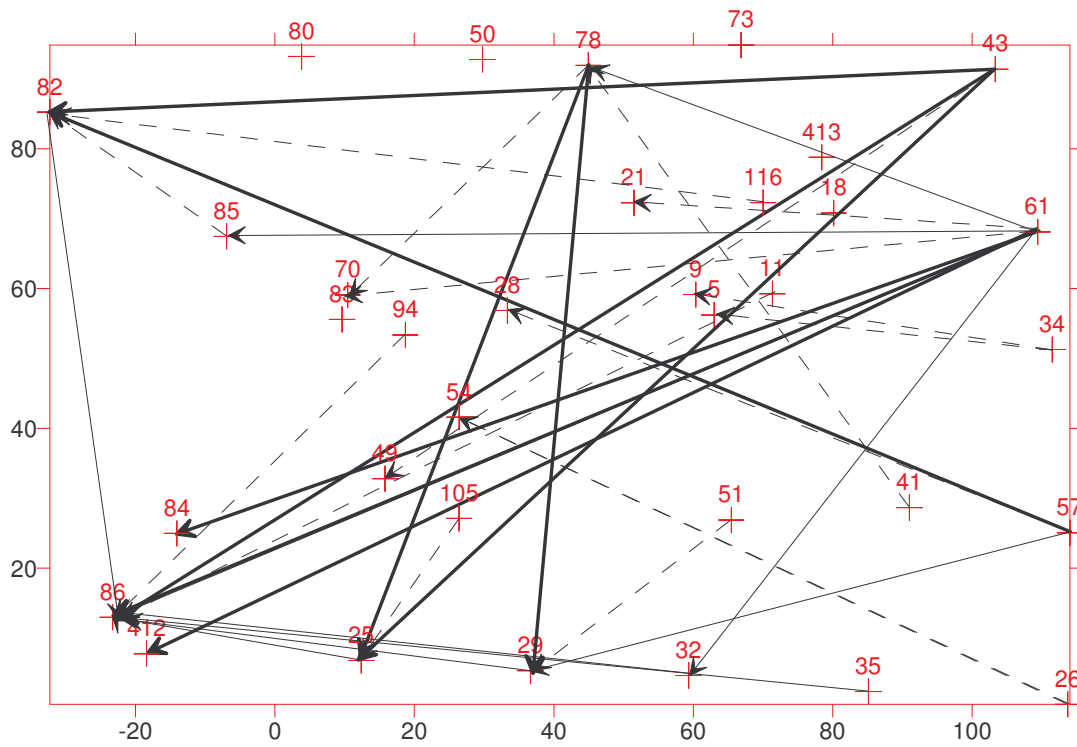
23	14/ 8 a 21h10'	15/ 8 a 3h50'	33	61	86	96	168	219	307	345	465	405
						-78	-51	-32	-32	-32	-78	
24	18/ 8 a 7h 5'	18/ 8 a 9h 0'	16	78	29	56	101	136	194	235	235	120
						-94	-78	-78	-78	-78	-78	
25	20/ 8 a 11h 5'	20/ 8 a 13h50'	34	61	84	94	159	207	272	300	300	170
						-70	-82	-82	-82	-83	-83	
26	21/ 8 a 8h45'	21/ 8 a 10h10'	11	26	54	15	25	30	35	40	40	90
						-57	-34	-26	-26	-26	-26	
27	25/ 8 a 7h40'	25/ 8 a 13h30'	32	61	412	77	148	205	297	387	390	355
						-5	-5	-5	-413	-413	-413	
28	26/ 8 a 4h55'	26/ 8 a 7h30'	11	29	86	54	93	114	190	256	260	160
						-25	-25	-25	-25	-25	-25	
29	29/ 8 a 4h20'	29/ 8 a 9h25'	31	61	85	58	102	140	250	290	360	310
						-26	-84	-84	-84	-84	-84	
30	1/ 9 a 20h45'	2/ 9 a 2h55'	25	43	86	112	205	283	423	465	465	375
						-28	-28	-18	-18	-73	-73	
31	2/ 9 a 3h45'	2/ 9 a 9h 5'	28	61	21	78	130	179	238	250	305	325
						-26	-26	-26	-26	-26	-26	
32	4/ 9 a 19h20'	4/ 9 a 23h35'	25	43	49	93	174	235	295	330	370	260
						-73	-73	-73	-73	-73	-73	
33	6/ 9 a 5h45'	6/ 9 a 7h45'	14	32	86	57	77	104	115	115	115	125
						-84	-51	-51	-51	-51	-51	
34	9/ 9 a 5h35'	9/ 9 a 9h10'	33	57	82	123	213	302	366	395	400	220
						-413	-413	-413	-413	-413	-413	
35	19/ 9 a 4h20'	19/ 9 a 9h45'	28	116	82	129	238	323	516	540	560	330
						-78	-78	-78	-78	-78	-78	
36	23/ 9 a 21h30'	24/ 9 a 1h10'	33	43	82	93	172	249	358	395	395	225
						-28	-28	-28	-28	-28	-28	

Maxima	5 mn	144	30 mn	516
	10 mn	240	60 mn	610
	15 mn	323	totalite	810

**Tableau 3.1: Liste des 36 événements majeurs enregistrés en 2001 à partir de 34 stations.**

*Un événement majeur est comptabilisé dès lors que 30% (P) au moins des stations en fonctionnement (N) enregistrent une quantité de pluie supérieure à 1 mm. Les cumuls T sont exprimés en 1/10 mm ainsi que les quantités maximales de pluies enregistrées pendant l'événement en 5, 10, 15, 30, 60 minutes. Les nombres de taille réduite correspondent aux stations où l'on a relevé l'intensité maximale à un pas de temps donné pendant l'événement. i, j correspondent respectivement à la première et à la dernière station touchée. Le temps de passage de l'événement sur le degré carré est donné en minutes. La moyenne pluviométrique krigée par événement, sur le degré carré, est donnée en millimètre.*

A.



**Figure 3.7: Directions des systèmes convectifs majeurs (modélisés par les vecteurs « première station touchée – dernière station touchée »).**

*Trait continu gras : évènements traversant tout le degré carré*

*Trait pointillé : évènement prenant naissance ou dégénéralant dans la zone*

*Trait continu fin : évènement dont l'extension est visiblement « moyenne » ou impossible à déterminer compte tenu du réseau de stations*

*A. Sur le degré carré (les numéros Epsat des stations sont indiqués)*

*B. Sur une boussole (la longueur des flèches est proportionnelle à la distance entre les stations de « départ » et d' « arrivée »).*

Le **tableau 3.2** résume les différentes caractéristiques des événements majeurs pour les années 1991 à 2001. La relation entre le nombre d'évènements majeurs et le cumul saisonnier donne un  $r^2$  de 0,52 : depuis quelques années, ce paramètre semble stagner autour de 0.5, ce qui laisse à penser que le nombre d'évènements majeurs n'est pas un critère très pertinent pour évaluer la qualité de la saison des pluies.

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
nb Èvts > 30 %sts	47	50	38	55	32	38	34	44	49	39	36
cumul saisonnier	522	513	463	663	495	503	418	659	563	443	463
cumul Èvts majeurs	519	504	424	538	454	446	366	593	480	383	358
% evt maj saison	99,4	98,2	91,6	81,1	91,7	88,7	87,6	90,0	85,3	86,5	77,3
80 %sts cumul en %	80	85	75	71	84	80	65	72	69	64	59
80 %sts nbre en %	64	54	70	55	66	68	41	50	51	44	44

**Tableau 3.2: Comparaison pour les années 1991 à 2001 de l'importance des évènements majeurs**

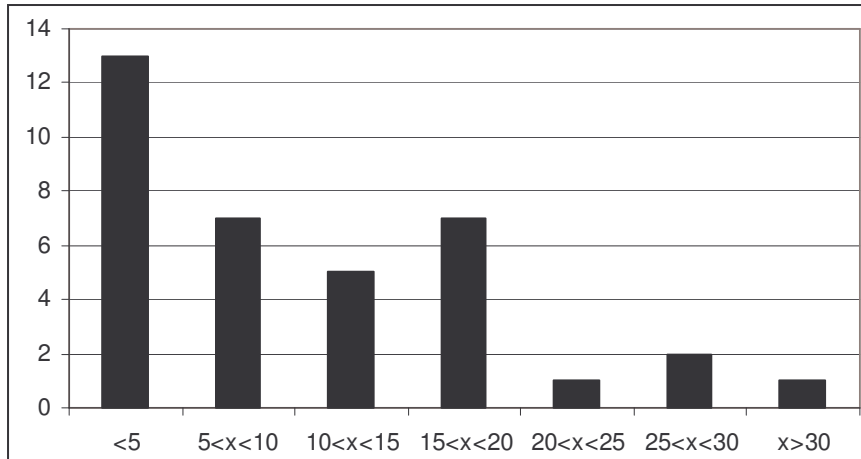
*Comparaison du nombre d'évènements majeurs, du cumul saisonnier, du cumul total des évènements majeurs (au moins 30 % de stations touchées) et du pourcentage en nombre d'épisodes et en hauteur du total saisonnier des évènements ayant touchés plus de 80 % des stations en fonctionnement.*

Sur les onze années, on peut, par contre, constater que la participation des évènements majeurs dans le cumul total de la saison varie d'une année sur l'autre entre 77,3 % et 99,5 %. Ceci ne semble pas être corrélé à la qualité de la saison, mais cela reste un bon indicateur de l'importance des évènements locaux à faible dispersion spatiale et de leur contribution plus ou moins grande au cumul saisonnier.

b) Histogramme des cumuls provenant des évènements majeurs de la saison 2001

L'histogramme des cumuls des épisodes majeurs sur le degré carré (**Figure 3.8: Histogramme des cumuls moyens en mm des épisodes spatiaux majeurs de la saison 2002**) montre que le nombre des épisodes dont le cumul est inférieur à 10 mm en 2001 représente 55 % des évènements, ceux de moins de 5 mm représentent 36%. On notera le faible taux d'évènements de forte précipitations : seulement 11% des évènements ont donné plus de 20mm. Il s'agit d'une productivité intermédiaire si on la compare à la gamme des valeurs obtenues lors des campagnes précédentes.





**Figure 3.8: Histogramme des cumuls moyens en mm des épisodes spatiaux majeurs de la saison 2002**

## 2. Calcul du variogramme climatologique et interprétation

Le variogramme climatologique est défini comme une moyenne des variogrammes de  $N$  événements :

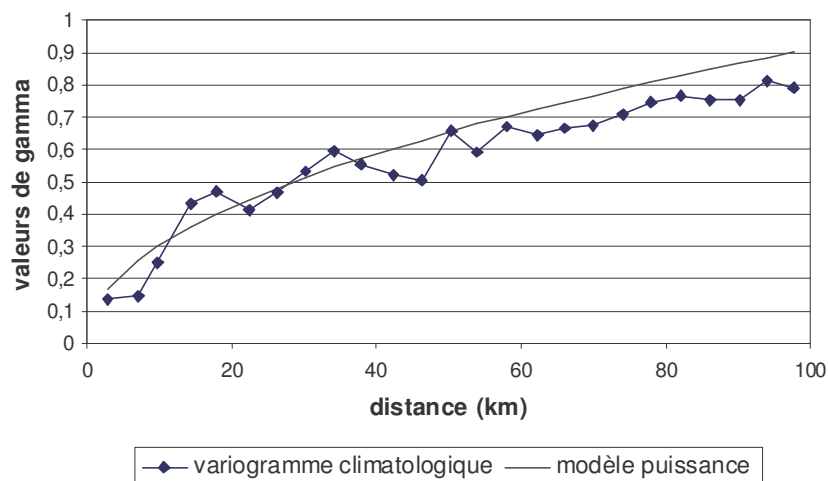
$$\gamma_H^* = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \gamma_i^* \quad (\text{Lebel et Bastin, 1985})$$

où :

$\gamma_i^*$  est le variogramme correspondant à l'évènement  $i$

$N$  est le nombre d'évènement considérés.

Le variogramme est présenté en **Figure 3.9**



**Figure 3.9 : Variogramme climatologique**

Le variogramme peut être modélisé de manière satisfaisante sur les plus faibles distances avec un modèle exponentiel (pépite : 0,1 ; coefficient de forme : 0,48). On note cependant que le palier n'apparaît pas être aussi évident que les années précédentes et la portée ne correspond pas à la distance de l'ordre de 30 km généralement observée pour les événements pluvieux de grande extension spatiale (*Lebel, Mamni, Taupin, La pluie au Sahel : une variable rebelle à la régionalisation*).

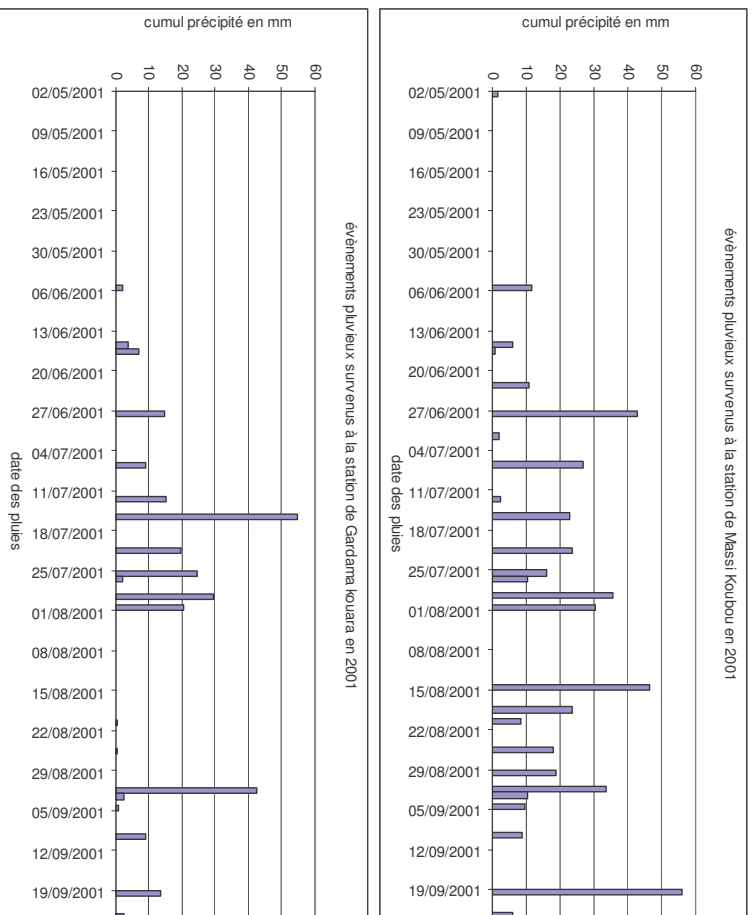
## **C. Analyse des gradients locaux**

### **1. Gradients observés au niveau saisonnier**

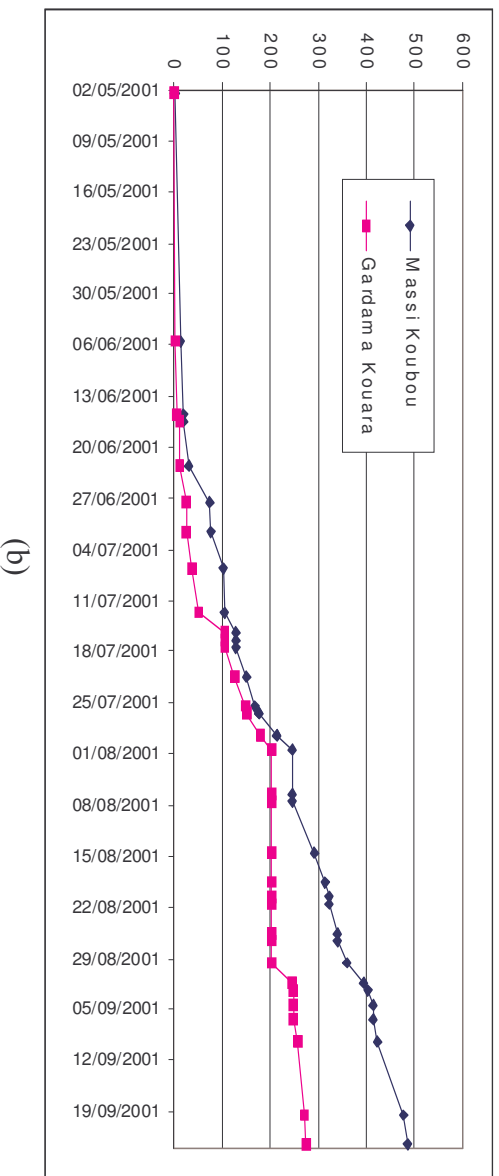
La saison 2001 fut marquée par la présence de forts gradients locaux sur les cumuls saisonniers, notamment au Nord de la zone. C'est ainsi qu'entre les stations de Massi Koubou (548.1 mm) et de Gardama Kouara (382.5 mm), distantes d'environ 17 Km, le gradient avoisine les 10 mm.km<sup>-1</sup>. De même entre Massi Koubou et Wankama (330.5 mm, valeur minimale du degré carré), stations éloignées d'environ 30 km, le gradient monte à 7.3 mm.km<sup>-1</sup> environ. Ces observations confirment celles réalisées tout au long de l'expérience Epsat-Niger, extrêmement abondantes en ce qui concerne les gradients locaux observés en fin de saison.

En ce qui concerne les stations de Massi Koubou et Gardama Kouara, lorsque l'on observe la chronologie de la constitution de ces cumuls à partir des événements majeurs (**Figure 3.10 : comparaison des événements pluvieux pour les deux stations proches de Gardama Kouara et Massi Koubou : hauteurs des événements majeurs (a) et hauteurs cumulées (b)**), on constate que la divergence apparaît aux alentours du 14 août. A partir de cette date, se succèdent des événements pluvieux touchant exclusivement Massi Koubou : 14/08, 18/08, 20/08, 25/08 et 29/08. Ces cinq événements, dont quatre sont considérés comme étant dus à des grands systèmes précipitants, représentent à eux seuls 115.5 mm, soit pratiquement 70% de la différence de cumul total saisonnier entre les deux stations. Durant cette période du 14/08 au 29/08, il n'y a pas eu sur ces deux stations d'événements « mineurs ». La question est donc de savoir pourquoi la station de Gardama Kouara n'a pas été touchée par ces grands systèmes.

En examinant les chroniques des deux stations voisines de Massi Koubou et Gardama Kouara, et celles situées à la même latitude, Gorou Goussa et Kokorbe Fandou, on remarque que ces dernières ont été touchées par les événements compris entre le 14/08 et le 29/08, mais dans une moindre mesure que Massi Koubou. Ceci nous amène à nous interroger sur la création éventuelle de conditions locales favorables à la convection (couche limite), par la succession rapprochée des événements de la période considérée.



(a)



(b)

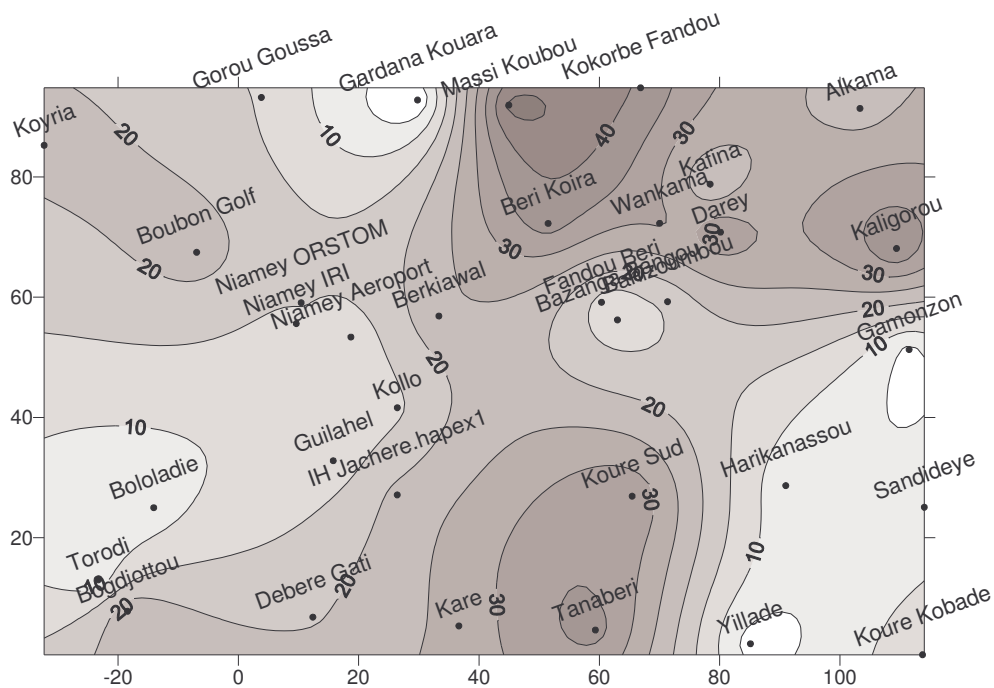
**Figure 3.10 : comparaison des événements pluvieux pour les deux stations proches de Massi Koubou et Gardama Kouara : hauteurs des événements majeurs (a) et hauteurs cumulées (b)**

## 2. Gradients observés au niveau évènementiel

L'expérience Epsat Niger a montré que la variabilité inter stations, pour une année, était en grande partie due aux différences d'intensités enregistrées pour un évènement donné (Lebel *et al.*, 1997).

D'autre part, on sait également que la maille du réseau actuel n'est pas suffisamment fine pour ne pas lisser les petites cellules convectives (évènements du groupe 3, d'après la classification d'Amani (Amani *& al.*, 1996)). Seuls les systèmes de méso échelle sont saisis. En somme, les gradients sont très importants à l'échelle de l'évènement, mais la configuration actuelle du réseau ne permet pas de tous les mettre en évidence.

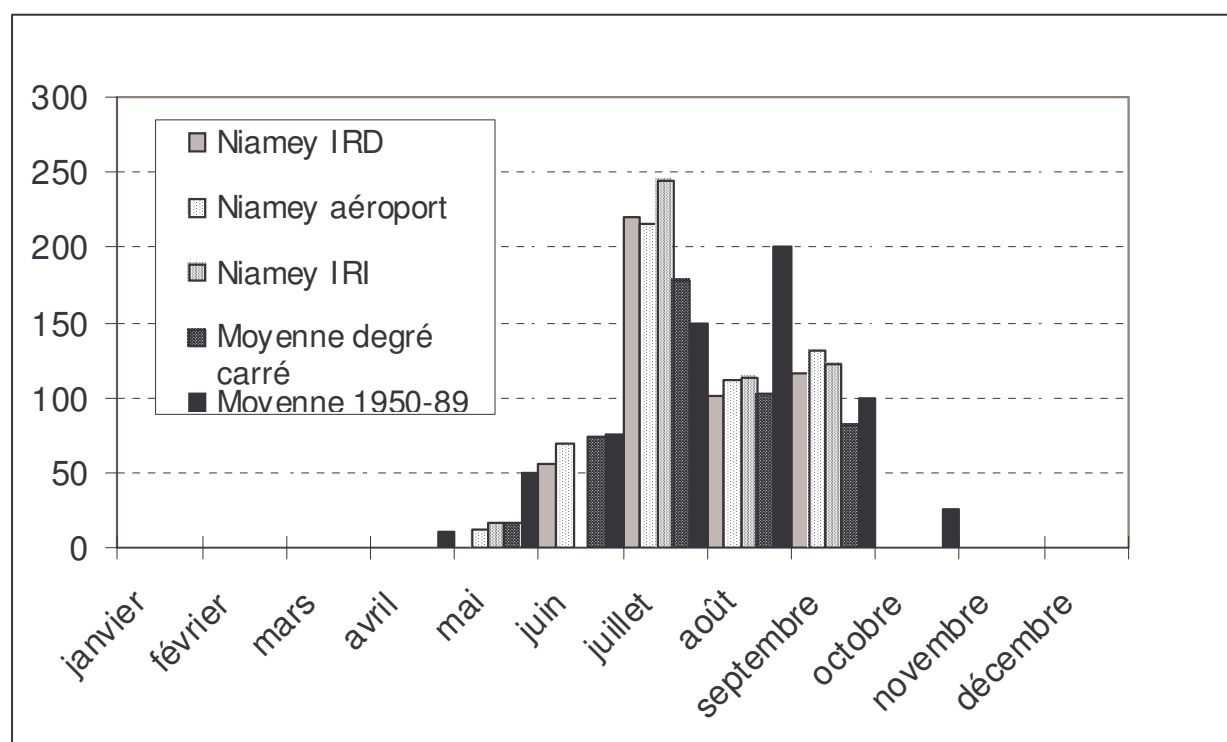
On peut néanmoins étudier ceux qui sont nés du passage de grands systèmes convectifs. L'exemple suivant (**Figure 3.11 : Cumul de l'évènement des 14 et 15 août 2001 (début le 14/08 à 21h10, fin le 15/08 à 03h50)**) montre le cumul enregistré lors de l'évènement de la nuit du 14/08 au 15/08, qui toucha 97% des stations du degré carré. Elle produisit un cumul total de 671 mm sur ces stations, soit pratiquement une moyenne de 20 mm/station. Sur cette pluie, le réseau de pluviographes a enregistré les deux cumuls extrêmes à moins de 20 km l'un de l'autre : la station de Gardama Kouara fût totalement épargnée (0 mm) alors qu'à 18 km de là, la station de Massi Koubou recevait 46.5 mm, la plus forte valeur sur tout le degré carré. Cet évènement a ainsi produit un gradient maximum enregistré de 2.75mm/km.



**Figure 3.11 : Cumul de l'évènement des 14 et 15 août 2001 (début le 14/08 à 21h10, fin le 15/08 à 03h50).**

### 3. Exemple : le cas de la station de Niamey

Comme chaque année, la comparaison des cumuls mensuels entre les stations de Niamey Aéroport, Niamey IRD et Niamey IRI, distantes d'une dizaine de kilomètres montre des différences importantes (**Figure 3.12: Comparaison des cumuls mensuels 2001 (mm) des 3 stations de Niamey avec les cumuls moyens mensuels sur la période 1950-89**). Ceci montre bien qu'au Sahel la corrélation station à station, que cela soit au pas saisonnier, mensuel ou événementiel, n'apparaît pas stationnaire.



**Figure 3.12: Comparaison des cumuls mensuels 2001 (mm) des 2 stations de Niamey avec les cumuls moyens mensuels sur la période 1950-89.**

Ces disparités sont logiquement d'avantage marquées au niveau des événements (par exemple l'événement du 16 juillet, avec 31 mm sur l'aéroport et seulement 16.5 mm sur l'IRD), qu'au niveau du cumul. L'écart des cumuls saisonniers entre les stations ne dépasse pas 18% (entre l'aéroport et l'IRD au mois de juin), pour les mois où toutes les données sont disponibles tout du moins.

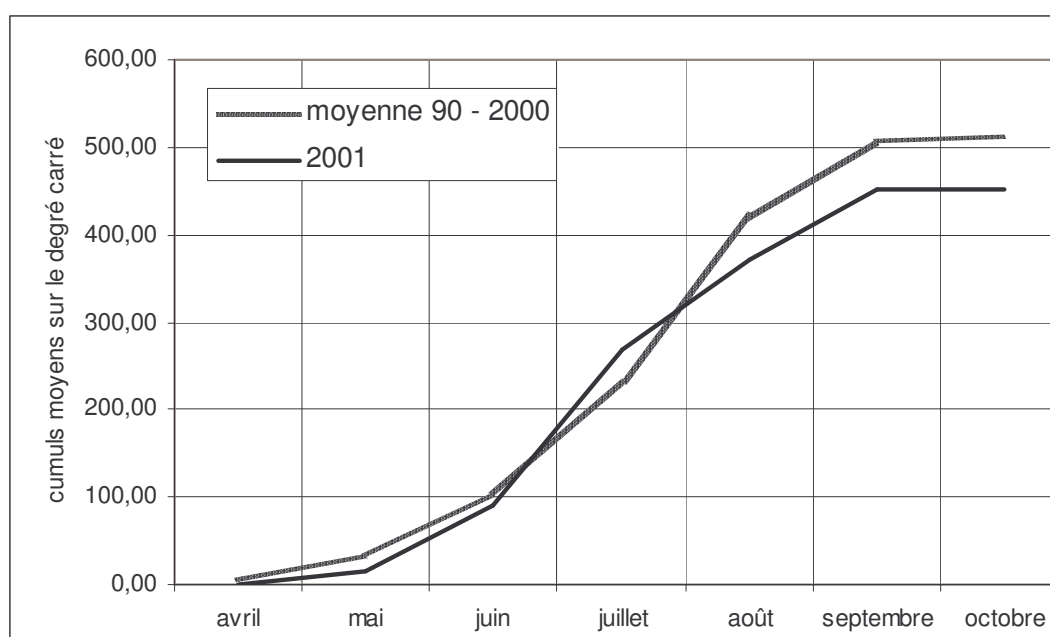
On remarque également que la station IRD a tendance à être légèrement déficitaire par rapport à ses voisines. Si l'on compare les hauteurs d'eau reçues à Niamey à une moyenne sur le degré carré, on note que la capitale a été privilégiée. Cependant, il est apparaît clairement que tous les mois, à l'exception de juillet, sont déficitaires par rapport à la moyenne calculée entre 1950 et 1989.

## IV. Analyse temporelle de la saison

### A. Analyse temporelle des cumuls pluviométriques

#### 1. Introduction : déroulement de la saison 2001

En 2001, la région de Niamey a reçu sa première pluie le 02 mai 2001, alors que l'Est du pays avait déjà été légèrement arrosé pendant la dernière décade d'avril. Seulement 20% des stations environ sont touchées par ces premiers événements de mai. Il a fallu attendre mi-juin pour avoir un événement touchant plus de 80% des stations, phénomène observé de manière assez constante au cours des différentes années de l'expérience Epsat Niger. Les pluies en juillet furent considérables (moyenne sur l'ensemble des stations de 184 mm). Mais lors des mois suivants, les hauteurs enregistrées n'ont cessé de diminuer. En effet, les mois d'août et de septembre donnent respectivement 95 et 84 mm en moyenne, valeurs très faibles annulant complètement l'avance prise en juillet, et témoignant d'une mauvaise répartition temporelle des pluies, fort préjudiciable à la culture du mil (cf. **Figure 4.1 : Evolution cumulée de la pluviométrie en 2001 (basée sur les cumuls mensuels moyens)**).



**Figure 4.1 : Evolution cumulée de la pluviométrie en 2001 (basée sur les cumuls mensuels moyens), comparée aux années précédentes**

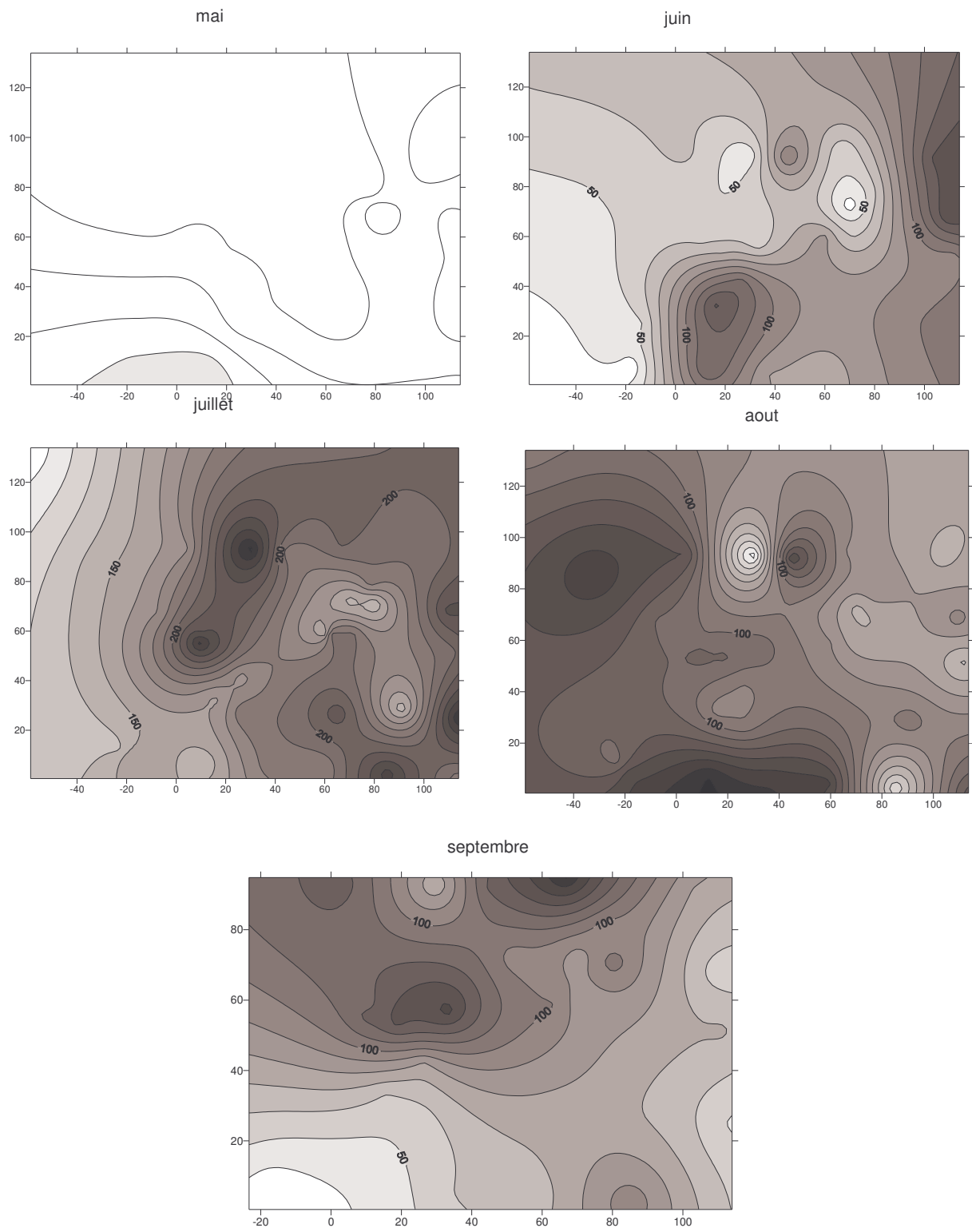
#### 2. Cumuls mensuels sur le degré carré

La saison 2001 a débuté par le premier événement majeur du 02 mai entre 00h20 et 02h50 (au sens où il est défini dans le **Tableau 3.1: Liste des 36 événements majeurs enregistrés en 2001 à partir de 34 stations**). Cet événement fut intense dans le Sud-Ouest de la zone,

dans la région de Torodi. Une demie-heure après le début de l'événement, le Nord-Est du degré carré fut touché, principalement sur le poste de Kaligorou. Cette pluie resta cependant très modeste, de part sa durée et son intensité puisque seulement 6 mm et 3 mm furent enregistrés sur les zones les mieux arrosées, respectivement Bogdjottou et Kaligorou. La pluie reprit quelques heures plus tard en remontant vers le Nord pour donner 11,5 mm sur la station de Bololadié.

Ces « deux » événements furent les seuls du mois de mai. Seules les stations du Sud de la zone (Torodi, Debere Gati, Kare, etc.) ont enregistré des précipitations éparses et sporadiques, au cours des trois dernières décades du mois. Ainsi, le cumul maximal enregistré en mai est celui de Debere Gati, 47 mm, alors que certaines stations ne furent pas arrosées (ex : Koryia et Gardama Koira, 1,5 mm), la moyenne se situant à environ 16 mm.

Cette arrivée tardive du flux de mousson ne fut pas compensée par le mois de juin, qui ne connut que 5 événements majeurs. C'est le mois de juillet qui marqua véritablement cette saison des pluies et fournit les hauteurs d'eau les plus importantes (179 mm de moyenne, soit 40% de la pluviométrie totale). On dénombra en juillet 13 événements majeurs, ce qui représente un peu plus d'un jour sur trois, chiffre habituellement cité comme moyen ; leur intensité alla globalement en croissant au cours du mois. Parmi ces événements, 4 touchèrent 100% des stations et 2 événements, celui du 21 juillet et celui du 29 juillet totalisèrent au moins 14 mm sur 100% des stations. Après ce mois de juillet plutôt bon (le cumul moyen est supérieur d'une vingtaine de mm à la moyenne de la période 1950-89), le mois d'août fut fortement déficitaire. En effet, ces conditions de fin de mois, favorables à la néogénèse des précipitations, ne perdurent pas au delà: le mois d'août démarra en effet très mal, et 24% des stations ne furent pas arrosées avant le 14 août. Au total, on dénombra 9 événements pluvieux seulement, pour un cumul moyen de 102 mm, soit la moitié seulement du cumul habituellement enregistré sur la période 1950-1989. Cependant, la **Figure 4.2 (Isohyètes mensuels (mm) de la saison des pluies 2001 obtenus par krigeage sur le degré carré de Niamey)** montre que si les pluies précédentes avaient surtout concerné la partie Est du degré carré, celles du mois d'août ont légèrement favorisé l'Ouest, rétablissant ainsi en partie la balance entre les deux régions. Toujours est-il que l'ensemble de la zone demeure déficitaire en cette fin de saison des pluies. En effet, le mois de septembre ne fut pas moins décevant, puisqu'il ne compta que 7 événements pour un total pluviométrique moyen de 81 mm, résultat également nettement en deçà de la moyenne de la période 1950-89. On peut remarquer que les pluies de ce mois de septembre furent logiquement dues en grande partie à des grands systèmes, puisque 4 des 7 événements majeurs (soit 57%) ont touché plus de 80% des stations, contre seulement 38% au mois de juillet et 44% en août. Par ailleurs, elles se sont concentrées sur le Nord de la zone essentiellement. Le dernier événement majeur fut enregistré le 23 septembre. Les pluies perdurèrent jusqu'au début du mois d'octobre, essentiellement sur la partie Sud du degré carré, donnant lors de la première décade de ce mois une vingtaine de mm sur les stations de Debere Gati, Bololadié et Torodi.



**Figure 4.2 : Isohyètes mensuels (mm) de la saison des pluies 2001 obtenus par krigage sur le degré carré de Niamey**



## B. Analyse temporelle des évènements pluvieux

### 1. Liste des évènements majeurs : comparaisons inter-stations et interannuelles

#### a) Comparaison des hyètogrammes de trois stations

L'examen des chroniques journalières de quelques stations (**Figure 4.3: Chronologies des pluies journalières (mm) enregistrées sur 6 stations**) confirme la prédominance de la fin du mois de juillet dans l'apport en pluie pour les stations situées à l'Est, comme Sandideye et Alkama. On note aussi l'importance du mois de septembre pour Massi Koubou, station située au Nord du degré carré.

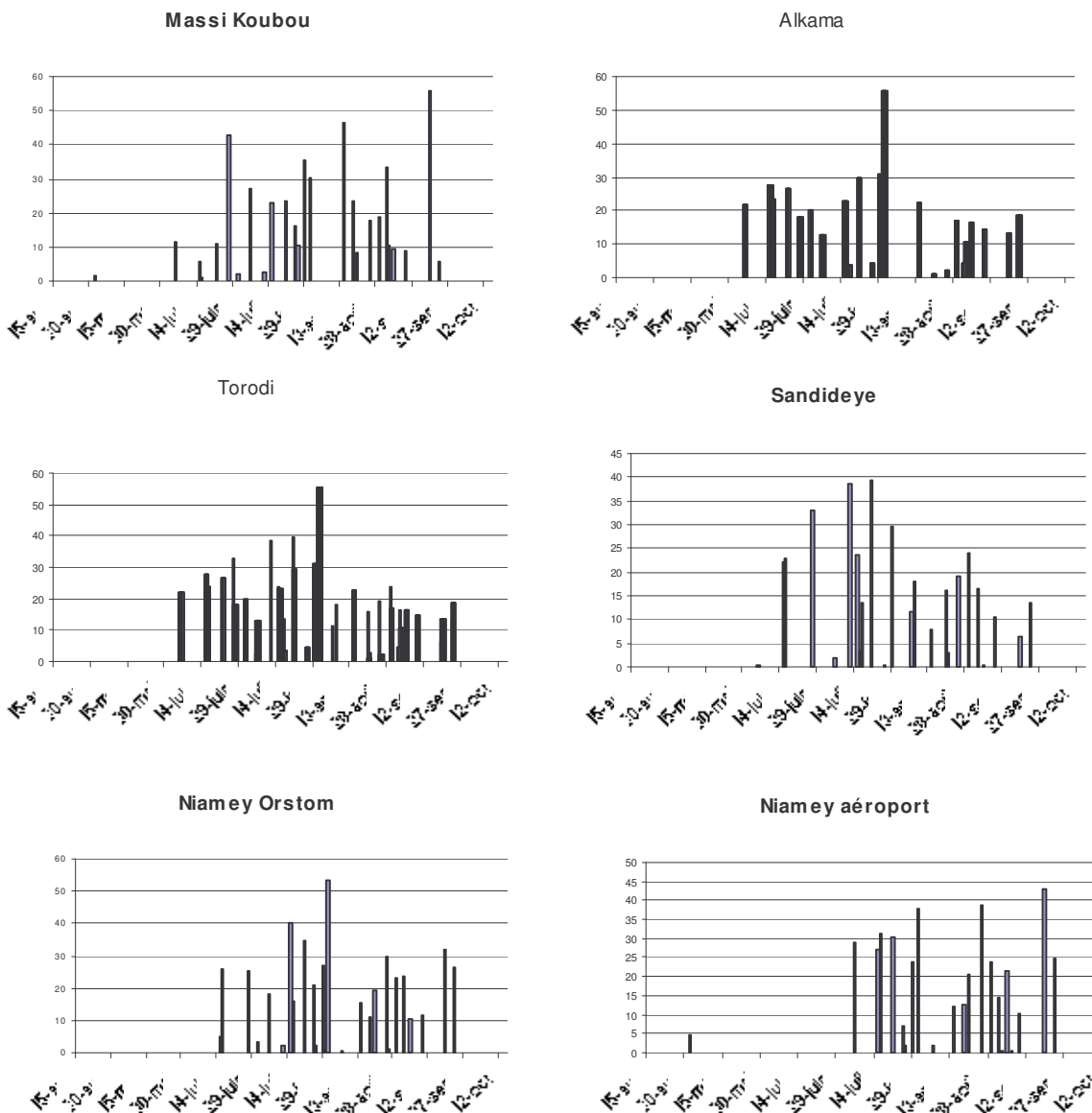
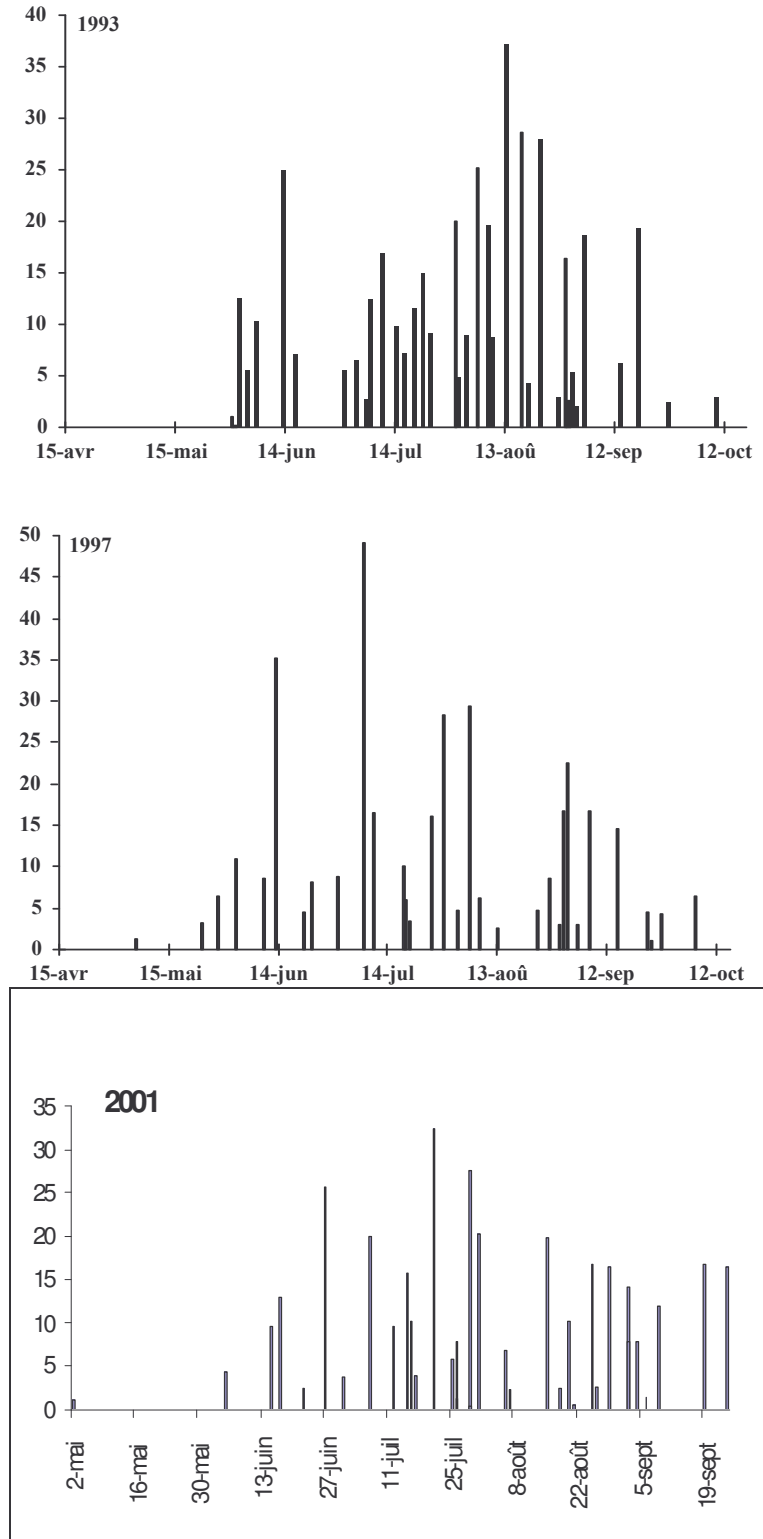


Figure 4.3: Chronologies des pluies journalières (mm) enregistrées sur 6 stations.

## b) Comparaison des hyètoigrammes moyens de trois années

La répartition des évènements majeurs au cours de la saison 2001 peut-être comparée à celles des années 1993 et 1997, deux autres saisons déficitaires (**Figure 4.4: Chronologie et cumul moyen des évènements majeurs (mm) enregistrés sur le degré carré en 1993, 1997 et 2001**) :



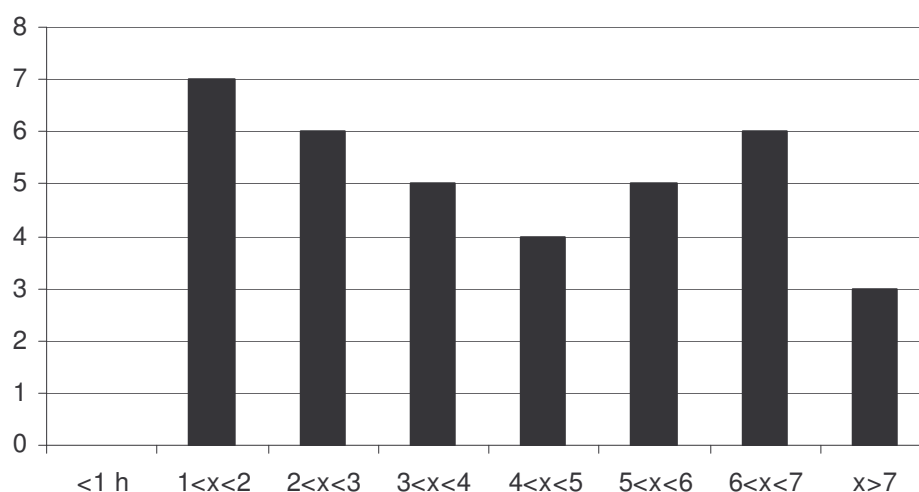
**Figure 4.4: Chronologie et cumul moyen des évènements majeurs (mm) enregistrés sur le degré carré en 1993, 1997 et 2001.**

En 1993, on note que c'est un début tardif de la saison des pluies qui a engendré principalement la sécheresse à l'échelle du degré carré, le mois d'août étant normalement pourvu en événements majeurs. En 2001, à l'instar de 1997, c'est plutôt l'absence d'événements majeurs au mois d'août ainsi qu'une perte en cumul (beaucoup plus marquée qu'en 97) des quelques événements majeurs présents pendant cette période qui est la cause de la sécheresse. En terme de dispersion spatiale, on peut à nouveau opposer 1997 et 2001 à 1993 : lors de cette année, 70% des évènements concernent plus de 80% des stations alors que ce chiffre ne dépasse à peine les 40% pour 1997 et 2001, soit près de 30% de différence, alors que l'écart entre 93 et 2001 en matière de contribution des évènements majeurs au cumul saisonnier est de l'ordre de 15%. Les évènements majeurs en 2001 ont donc été à la fois moins nombreux, plus localisés dans l'espace et dans le temps (avec un « vide » en août).

## 2. Caractéristiques temporelles des événements majeurs

### a) Histogramme de la durée de ces évènements

L'histogramme de répartition de la durée des épisodes majeurs (**Figure 4.5: Histogramme de la durée en heure des épisodes spatiaux majeurs de la saison 2001**) pour la saison 2001 montre, comme en 1998, deux zones préférentielles entre 1 et 3 h et entre 6 et 7 h. En revanche, la proportion d'évènements de très courtes durées (inférieures à 2h) est exceptionnellement élevée en 2001, ce qui peut expliquer en partie le déficit pluviométrique, comparé à 1998, année pluvieuse.



**Figure 4.5: Histogramme de la durée en heure des épisodes spatiaux majeurs de la saison 2001.**

## b) Étude d'un évènement à petits pas de temps

La base de données spatialisées dont on dispose, permet de travailler à un pas de temps minimal de 5 minutes. On peut donc étudier avec une résolution relativement fine, d'une part la propagation des systèmes précipitants sur le degré carré et, d'autre part, la déformation du hyétogramme aux différentes stations touchées.

Durant la saison 2001, on a recensé de nombreux systèmes convectifs de mésoéchelle qui sont passés au dessus du degré carré. Un certain nombre a montré une structure organisée comparable à celle d'une ligne de grain (marquage net d'un front Nord-Sud se déplaçant vers l'Est à la vitesse de déplacement d'environ 40-60 km.h<sup>-1</sup>).

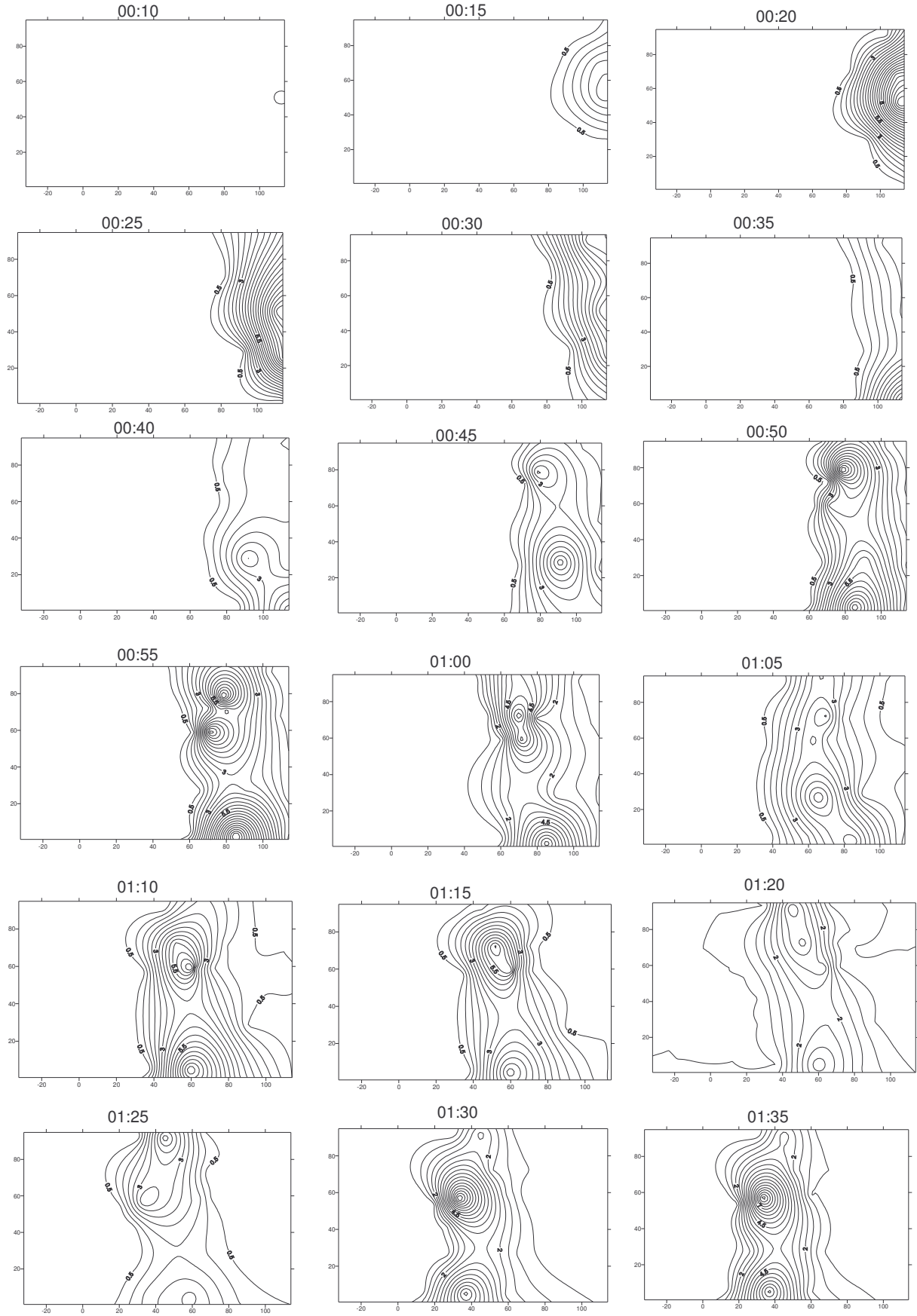
L'évènement choisi est celui du 21 juillet 2001. Il présente en effet une structure bien organisée. Il a donné une lame d'eau moyenne de 32,3 mm, et 100% des stations ont été touchées. Les cumuls sur les différentes stations s'échelonnent entre 16,5 et 61 mm (Yillade).

Outre la visualisation spatiale de la ligne de grain au pas de temps de 5 minutes, un transect Est-Ouest de 5 stations disposées au centre du degré carré permet de suivre l'évolution du hyétogramme stationnel (**Figure 4.6 : Suivi spatial de l'évènement du 21/07/01, au pas de temps 5 minutes, Figure 4.7 : Transect de suivi de l'évènement du 21/07/01, Figure 4.8 : Evolution de l'évènement du 21/07/01, sur les 5 stations du transect**).

La convection a abordé le réseau EPSAT-Niger dans sa partie Est, en touchant d'abord la station de Gamonzon et Kaligorou, à 0h10 du matin. Le front est resté stationnaire durant les 30 premières minutes, temps pendant lequel le front va s'organiser progressivement et ainsi occuper toute la partie Est du degré carré. Le front Nord-Sud traverse ensuite la zone du degré carré d'Est en Ouest. C'est à 2h50 que l'on note la disparition effective du front de la zone du degré carré. Le front a traversé la zone du degré carré en 2h40, ce qui correspond à une vitesse moyenne sur l'ensemble de la traversée de 37,5 km.h<sup>-1</sup>.

Les hyétogrammes au pas de temps 5 minutes sur le transect retracent bien le sens du déplacement du système. La durée de passage du front est à peu près conservée d'une station à l'autre (entre 30 et 40 minutes). La forme des hyétogrammes est similaire d'une station à l'autre, avec un pic d'activité au bout de 15 minutes et une partie à fin peu intense mais longue, ce qui correspond à la forme habituelle : front et traîne.

Les cumuls totaux sur la durée de l'épisode correspondant au passage du front sur les 5 stations sont respectivement d'Est en Ouest : 46 mm, 34mm, 43mm, 34,5 mm et 22mm.





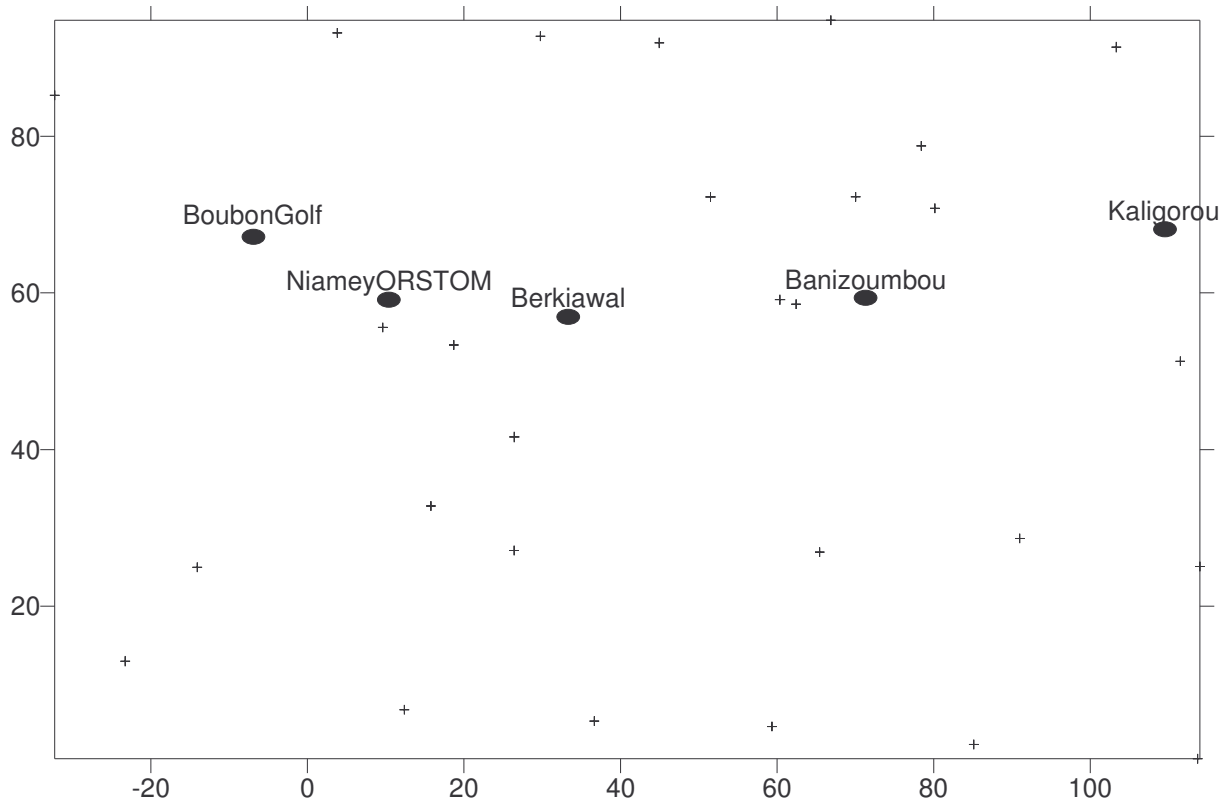


Figure 4.7 : Transect de suivi de l'évènement du 21/07/01

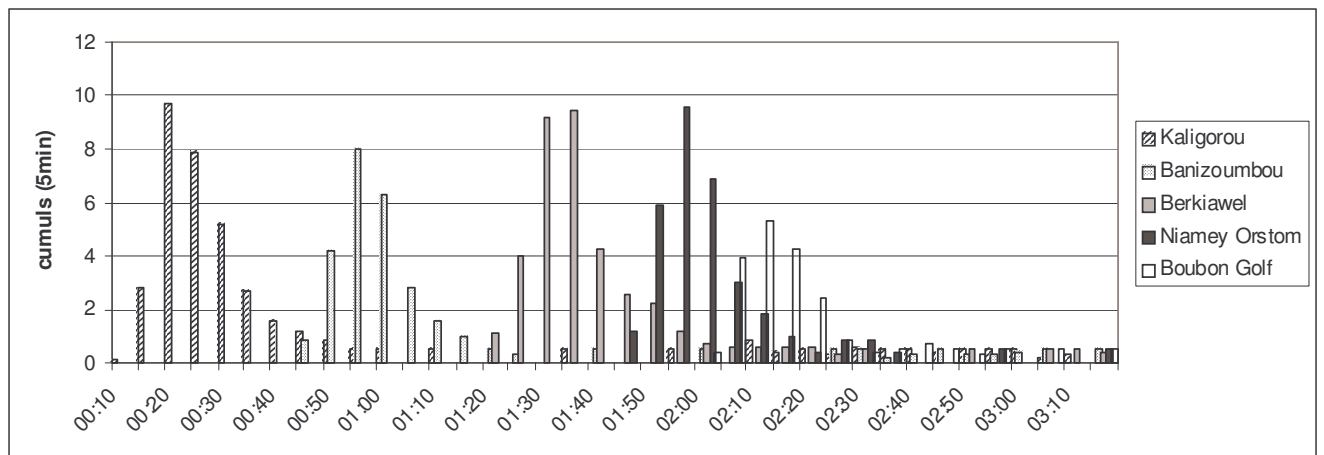


Figure 4.8 : Evolution de l'évènement du 21/07/01, sur les 5 stations du transect

## **C. Début de saison des pluies : comparaison critère climatique, hydrologique et critère agronomique**

### **1. Définitions et calcul des dates de démarrages selon différents critères.**

Ce passage se réfère à l'article « Démarrage de la saison des pluies au Sahel : variabilité à des échelles hydrologique et agronomique », de M. Balme et al., 2002.

D'après Maud Balme (2002), « le critère « **climatique** » prend comme dates de démarrage et de fin de la saison des pluies les dates du premier et dernier événement pluvieux EPSAT-Niger, indiquant l'apparition puis la disparition d'une convection organisée ». La date de démarrage de la saison 2001 est, considérant ce critère, le 02 mai.

« Le critère « **agronomique** » donne pour chaque station comme date de démarrage de la saison après le 1<sup>er</sup> mai, au moins 20 mm de pluie sur 3 jours et pas d'épisode sec excédant 7 jours dans les 30 jours qui suivent (pour éviter les faux départs), et comme date de fin de saison après le 1<sup>er</sup> septembre, 20 jours consécutifs sans pluie ».

Maud Balme a également défini « le critère « **hydrologique** », « qui fait commencer la saison en chaque station à la première pluie supérieure ou égale à un seuil (0.5 mm, 2.5 mm ou 5 mm) enregistrée, et l'arrête à la dernière pluie supérieure ou égale au seuil. La gamme de seuils explorés correspond au minimum enregistré par les pluviographes (0.5 mm) et à un seuil (5 mm) susceptible de générer un écoulement dans cette région ».

Les critères hydrologique et agronomique sont définis pour chaque station séparément alors que le critère climatique s'applique globalement à toute la zone d'étude. Pour une année donnée, on a donc plusieurs dates de démarrage agronomiques et hydrologiques possibles sur la zone d'étude mais une seule date climatique.

## **2. Résultats**

### a) Variabilité inter annuelle

Les dates de démarrage de la saison 2001, des points de vue hydrologique, climatique et agronomique, sont dans la moyenne de la période 1991-2001. En 2001, la durée de la saison du point de vue climatique est de 145 jours, pour une moyenne de 151 jours et un écart type de 14 jours sur la période 1991- 2001 (d'après Balme, 2002). Du point de vue agronomique, la durée de la saison 2001 est de 102 jours pour une moyenne de 105 jours et un écart type de 6 jours sur la période 1992 – 2001. (**Figure 4.9 : Moyennes des différents critères au cours des 10 dernières années de l'expérience Epsat et Figure 4.10 : Dates de démarrage et de fin de la saison des pluies suivant 2 critères (agronomique et climatique)**).



critere "agronomique"					critere "hydrologique" (seuil 2.5 mm)				
	debut	fin	cumul	duree		debut	fin	cumul	duree
1990	15-juin	24-sept	358	101	1990	17-mai	22-sept	399	127
1991	21-mai	30-sept	447	135	1991	25-avr	25-sept	480	152
1992	27-juin	2-oct	463	96	1992	2-mai	26-sept	542	146
1993	30-juin	27-sept	396	88	1993	19-mai	24-sept	455	128
1994	24-juin	17-oct	611	115	1994	2-mai	15-oct	669	166
1995	5-juil	27-sept	410	83	1995	3-mai	25-sept	496	144
1996	28-juin	12-oct	441	107	1996	10-mai	10-oct	502	153
1997	17-juin	10-oct	364	115	1997	28-avr	5-oct	409	159
1998	23-juin	7-oct	606	106	1998	1-mai	29-sept	695	150
1999	26-juin	10-oct	536	107	1999	30-avr	4-oct	562	158
2000	25-juin	6-oct	396	103	2000	25-mai	29-sept	429	128
2001	20-juin	29-sept	435	102	2001	19-mai	25-sept	465	129

critere "climatique"				
	debut	fin	cumul	duree
1990	7-mai	20-sept	393	136
1991	28-avr	4-oct	500	159
1992	10-avr	15-sept	538	158
1993	1-juin	9-oct	460	130
1994	10-mai	19-oct	676	162
1995	6-mai	26-sept	498	143
1996	16-avr	13-oct	499	180
1997	25-mars	6-oct	414	195
1998	30-avr	27-sept	672	150
1999	23-mai	3-oct	559	133
2000	22-avr	28-sept	438	159
2001	2-mai	24-sept	471	145

Figure 4.9 : Moyennes des différents critères au cours des 10 dernières années de l'expérience Epsat

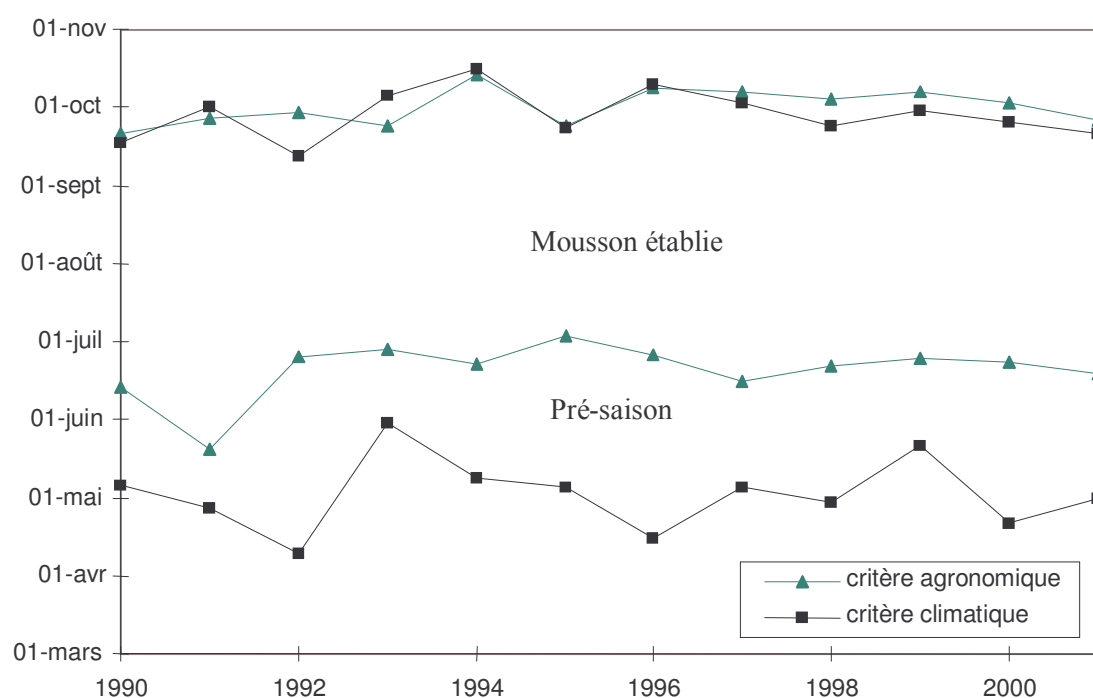
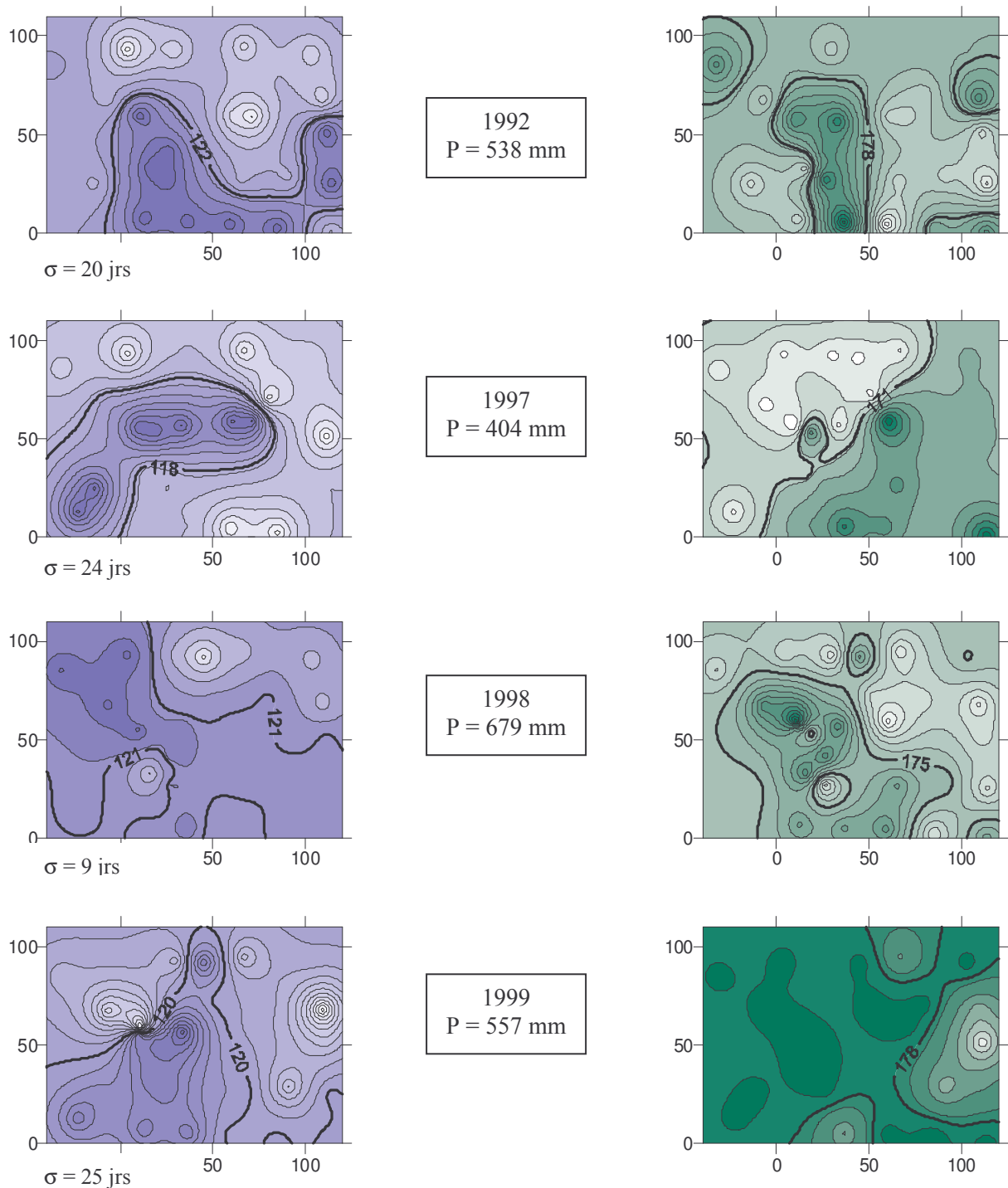
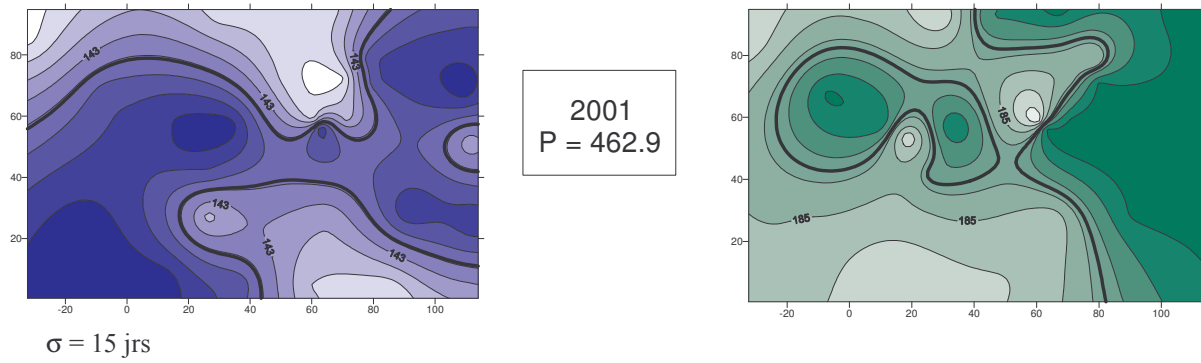


Figure 4.10 : Dates de démarrage et de fin de la saison des pluies suivant 2 critères (agronomique et climatique)

## b) Variabilité spatiale : comparaison avec les années précédentes

Cette année, la répartition des démarrages de saison montre entre les critères hydrologiques et climatiques une relative ressemblance, qu'on ne trouvait pas forcément les autres années (1997, 1992). La zone Sud-Ouest marque les principales différences. On constate également que les dates de démarrage ne semblent se conformer à aucun gradient d'ensemble très net, quoique le démarrage « agronomique » semble avoir été précoce sur l'ensemble de l'Est du degré carré. (Figure 4.11 - Dates de démarrage de la saison des pluies sur l'observatoire EPSAT-Niger pour 4 années (1992, 1997, 1998, 1999), à gauche suivant le critère hydrologique (seuil 2.5 mm), à droite suivant le critère agronomique)





**Figure 4.11 - Dates de démarrage de la saison des pluies sur l'observatoire EPSAT-Niger pour 4 années (1992, 1997, 1998, 1999), à gauche suivant le critère hydrologique (seuil 2.5 mm), à droite suivant le critère agronomique.**

*Plus les teintes sont claires, plus la date de démarrage est tardive. L'isoligne en gras indique la date moyenne de démarrage de l'année considérée (numéro du jour de l'année). Les isolignes sont écartées de 5 jours. Est indiqués aussi l'écart-type spatial ( $\sigma$ ) des dates pour chaque année et le cumul pluviométrique annuel (P).*

## Conclusion

Le réseau pluviométrique sur le degré carré (34 pluviomètres) et sur le réseau synoptique (5 pluviomètres) a eu un très bon taux de fonctionnement en 2001, avec très peu de lacunes.

Sur la zone EPSAT-Niger, la saison 2001 fut globalement déficitaire par rapport aux saisons 1968-2001, avec un cumul moyen de 462,9 mm sur le degré carré. En effet, bien que le mois de juillet fut très pluvieux comparé aux autres années, la suite de la saison, et en particulier le mois d'août, connurent très peu de pluies, annulant l'avance prise en juillet.

Comme les autres années, on observe une forte hétérogénéité spatiale de la pluviométrie à tous les pas de temps. Cette année, de très forts gradients locaux ont été observés, par contre le gradient climatique Nord-Sud ne fut pas très marqué, avec relativement peu de pluies au Sud et la région du Nord assez arrosée, comparé aux saisons précédentes.

De façon habituelle, les systèmes convectifs organisés en fronts Nord-Sud se sont déplacés majoritairement dans la direction Est-Ouest. Le nombre d'évènements pluvieux majeurs en 2001 a été très faible, particulièrement au mois d'août. De plus cette année, les évènements pluvieux furent assez localisés et relativement peu intenses.

## Annexes

- A. Détail des pannes par stations
- B. Jours de fonctionnement et pannes
- C. Coût de fonctionnement de la campagne 2001
- D. Tableau des cumuls journaliers aux stations de Banizoumbou, Alkama, Torodi, Niamey IRD, Niamey aéroport, Koryia, KoureKobade
- E. Cumuls mensuels enregistrés aux 39 stations du réseau (cône de réception 1,50m au dessus du sol), pour les mois d'avril à octobre 2001
- F. Cartes mensuelles d'isohyètes obtenues par krigeage des 34 stations du réseau (cône de réception 1,50m au dessus du sol), pour les mois de mai à octobre 2001
- G. Liste des fichiers créés lors du traitement des données pluviographiques

### A. *Détail des pannes par stations*

Stations	jours fonctionnement	jours pannes	jours enregistrés	% jours pannes	CAUSES PANNES
ALKAMA	216	0	216	0.00	
BANIZOUMBOU	232	29	203	12.50	batterie H.S.
BERIKOIRA	187	0	187	0.00	
BERKIAWEL	209	0	209	0.00	
BIRNI N'KONNI	195	0	195	0.00	
BOGDJOTTOU	201	0	201	0.00	
BOLOLADIE	201	0	201	0.00	
BOUBON GOLF	203	0	203	0.00	
DAREY	212	0	212	0.00	
DEBEREGATI	224	0	224	0.00	
FANDOU BERI	232	0	232		
GAMONZON	215	0	215	0.00	
GARDAMA KOUARA	199	5	194	2.51	ampoule à mercure
GOROU GOUSSA	199	0	199	0.00	
GUILAHEL	224	0	224	0.00	
HARIKANASSOU	208	0	208	0.00	
IH JACHERE	225	0	225	0.00	
KAFINA	216	10	206	0.00	augets bloqués
KALASSI	209	0	209	0.00	
KALIGOROU	216	0	216	0.00	
KARE	226	0	226	0.00	
KOKORBE FANDOU	210	0	210	0.00	
KOLLO	195	5	190	2.56	
KOURE KOBADÉ	202	0	202	0.00	
KOURE SUD	214	0	214	0.00	
KOYRIA	203	0	203	0.00	
MARADI	199	0	199	0.00	
MASSIKOUBOU	187	0	187	0.00	
NIAMEY AEROPORT	205	0	205	0.00	
NIAMEY IRI	205	9	196	4.39	batterie H.S.*
NIAMEY ORSTOM	232	1	231	0.43	batterie H.S.
SANDIDEY	207	0	207	0.00	
TAHOUA	196	0	196	0.00	
TANABERI	195	43	152	22.05	batterie H.S.*
TILLABERI	203	7	196	3.45	augets bloqués
TORODI	201	0	201	0.00	
WANKAMA	232	0	232	0.00	
YILLADE	197	55	142	27.92	batterie H.S.*
ZINDER	193	0	193	0.00	

## **B. Jours de fonctionnement et pannes**

pour les stations permanentes les dates prises en considération sont  
le 12/03 premier poste installé  
(Kare)  
et le 30/10 dernier poste démonté (Alkama)

JOURS DE FONCTIONNEMENT	8125
JOURS DE PANNE	164
JOURS D'ENREGISTREMENT	7981
soit un taux de pannes de :	2.02%

### causes des pannes :

Banizoumbou : mauvais  
branchement

Fandoubéri : augets bloqués

Gardama Kouara : mauvais contact du fil de l'ampoule à mercure

Kakina : augets bloqués par une mauvaise évacuation de l'eau

Niamey orstom : débranchement accidentel

niamey IRI, Kollo , Tanabéri et Yialladé : stations sans panneau solaire,  
la durée des batteries est imprévisible

Tillabéri : augets bloqués suite à un vent de sable

### ***C. Coût de fonctionnement de la campagne 2001***

#### Chapitre 690

* petit matériel (réinstallation-installation-entretien)	204 000 F cfa
*photocopie,papeterie, disquettes, téléphone	224 000 F
*carburant	1 575 000 F
*kilométrages	1 800 000 F
*péage	50 000 F
*gardiennage des stations	1 150 000 F
*déplacement personnel local	795 000 F
	5 798 000 F
TOTAL	

#### Chapitre 644

salaire technicien	1 550 000 F
--------------------	-------------

au cours de la saison 2001 , les équipes de terrain ont effectué 110 jours de tournée pour les réinstallations, les nouvelles installations, les visites de contrôle et d'entretien et le démontage des stations ;  
ce qui représente environ 30 000 km



**D. Tableau des cumuls journaliers aux stations de  
Banizoumbou, Alkama, Torodi, Niamey IRD, Niamey  
aéroport, Koryia, KoureKobade**

Pluies journalieres ( de 6 h a 6 h) en 1/10 mm avec correction par les donnees au SEAU

Station : Banizoumbou en 2001

Jour	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
. 1 .	---	---	---	---	---	.	190.	.	97.	---	---	.
. 2 .	---	---	---	---	---	.	.	.	36.	---	---	.
. 3 .	---	---	---	---	---	.	.	.	.	---	---	.
. 4 .	---	---	---	---	---	.	.	.	56.	---	---	.
. 5 .	---	---	---	---	---	144.	.	36.	.	---	---	.
. 6 .	---	---	---	---	---	.	175.	41.	.	---	---	.
. 7 .	---	---	---	---	---	.	.	.	.	---	---	.
. 8 .	---	---	---	---	---	.	.	.	.	---	---	.
. 9 .	---	---	---	---	---	.	.	.	136.	---	---	.
.10 .	---	---	---	---	---	36.	5.	.	5.	---	---	.
.11 .	---	---	---	---	---	.	5.	.	.	---	---	.
.12 .	---	---	---	---	---	.	.	.	.	---	---	.
.13 .	---	---	---	---	---	.	.	.	.	---	---	.
.14 .	---	---	---	---	---	108.	.	164.	.	---	---	.
.15 .	---	---	---	---	---	.	87.	.	.	---	---	.
.16 .	---	---	---	---	---	123.	31.	.	.	---	---	.
.17 .	---	---	---	---	---	.	51.	.	.	---	---	.
.18 .	---	---	---	---	---	.	5.	15.	35.	---	---	.
.19 .	---	---	---	---	---	.	.	62.	207.	---	---	.
.20 .	---	---	---	---	---	15.	343.	46.	.	---	---	.
.21 .	---	---	---	---	---	.	5.	.	.	---	---	.
.22 .	---	---	---	---	---	41.	.	.	.	---	---	.
.23 .	---	---	---	---	---	.	.	.	271.	---	---	.
.24 .	---	---	---	---	---	.	26.	5.	.	---	---	.
.25 .	---	---	---	---	---	.	.	215.	.	---	---	.
.26 .	---	---	---	---	---	62.	431.	.	.	---	---	.
.27 .	---	---	---	---	---	77.	.	.	.	---	---	.
.28 .	---	---	---	---	---	.	179.	41.	.	---	---	.
.29 .	---	^^^^^^	---	---	---	.	46.	5.	.	---	---	.
.30 .	---	^^^^^^	---	---	---	.	226.	.	.	---	---	.
.31 .	---	^^^^^^	---	^^^^^^	.	26.^^^^^^	108.	.	^^^^^^	---	^^^^^^	---
.Cum.	.	.	.	.	26.	606.	1913.	630.	843.	.	.	.
.Max.	.	.	.	.	26.	144.	431.	215.	271.	.	.	.

Total sur la periode de fonctionnement = 4018

Station : Alkama

en 2001

Jour	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
. 1	. ---	. ---	. ---	.	.	.	201.	.	120.	. ---	. ---	.
. 2	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	30.	. ---	. ---	.
. 3	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	5.	.	. ---	. ---	.
. 4	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	165.	. ---	. ---	.
. 5	. ---	. ---	. ---	.	.	221.	5.	91.	.	. ---	. ---	.
. 6	. ---	. ---	. ---	.	.	.	130.	.	.	. ---	. ---	.
. 7	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	.	. ---	. ---	.
. 8	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	20.	88.	. ---	. ---	.
. 9	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	57.	. ---	. ---	.
.10	. ---	. ---	. ---	.	.	40.	.	.	10.	. ---	. ---	.
.11	. ---	. ---	. ---	.	262.	.	.	.	.	. ---	. ---	.
.12	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	.	. ---	. ---	.
.13	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	10.	.	. ---	. ---	.
.14	. ---	. ---	. ---	.	.	276.	.	228.	.	. ---	. ---	.
.15	. ---	. ---	. ---	.	.	.	233.	.	.	. ---	. ---	.
.16	. ---	. ---	. ---	.	.	306.	.	.	.	. ---	. ---	.
.17	. ---	. ---	. ---	.	.	.	35.	.	.	. ---	. ---	.
.18	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	110.	. ---	. ---	.
.19	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	25.	. ---	. ---	.
.20	. ---	. ---	. ---	.	.	10.	278.	10.	.	. ---	. ---	.
.21	. ---	. ---	. ---	.	.	.	20.	.	.	. ---	. ---	.
.22	. ---	. ---	. ---	.	.	271.	91.	.	.	. ---	. ---	.
.23	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	185.	. ---	. ---	.
.24	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	10.	.	. ---	. ---	.
.25	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	20.	.	. ---	. ---	.
.26	. ---	. ---	. ---	.	.	165.	46.	.	.	. ---	. ---	.
.27	. ---	. ---	. ---	.	.	15.	.	.	.	. ---	. ---	.
.28	. ---	. ---	. ---	.	20.	5.	314.	157.	.	. ---	. ---	.
.29	. ---	. ^^^^^^	.	.	.	.	.	15.	.	. ---	. ---	.
.30	. ---	. ^^^^^^	.	.	.	.	561.	.	.	. ---	. ---	.
.31	. ---	. ^^^^^^	. ^^^^^^	.	. ^^^^^^	. ^^^^^^	5.	.	. ^^^^^^	. ---	. ^^^^^^	.
.Cum.	.	.	.	.	282.	1309.	1919.	566.	790.	.	.	.
.Max.	.	.	.	.	262.	306.	561.	228.	185.	.	.	.

Total sur la periode de fonctionnement = 4866

Station : Torodi

en 2001

Jour	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
. 1	. ---	. ---	. ---	. ---	. 85.	10.	.	.	84.	.	. ---	. ---
. 2	. ---	. ---	. ---	. ---	. 10.	.	.	.	15.	.	. ---	. ---
. 3	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	5.	.	. ---	. ---
. 4	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	5.	.	170.	. ---	. ---
. 5	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	5.	.	.	. ---	. ---
. 6	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	478.	129.	49.	.	. ---	. ---
. 7	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	5.	.	.	. ---	. ---
. 8	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	.	.	. ---	. ---
. 9	. ---	. ---	. ---	.	.	.	70.	.	74.	.	. ---	. ---
.10	. ---	. ---	. ---	.	.	5.	.	.	15.	15.	. ---	. ---
.11	. ---	. ---	. ---	.	15.	45.	10.	30.	.	.	. ---	. ---
.12	. ---	. ---	. ---	.	.	.	15.	10.	.	.	. ---	. ---
.13	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	.	.	. ---	. ---
.14	. ---	. ---	. ---	.	.	5.	.	69.	79.	.	. ---	. ---
.15	. ---	. ---	. ---	.	.	.	25.	.	.	.	. ---	. ---
.16	. ---	. ---	. ---	.	.	204.	74.	.	.	.	. ---	. ---
.17	. ---	. ---	. ---	.	15.	.	.	.	.	.	. ---	. ---
.18	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	30.	.	.	. ---	. ---
.19	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	.	.	. ---	. ---
.20	. ---	. ---	. ---	.	.	25.	238.	129.	.	.	. ---	. ---
.21	. ---	. ---	. ---	.	.	.	5.	10.	.	.	. ---	. ---
.22	. ---	. ---	. ---	.	.	75.	.	.	.	.	. ---	. ---
.23	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	118.	.	. ---	. ---
.24	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	273.	.	.	. ---	. ---
.25	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	72.	.	. ---	. ---	. ---
.26	. ---	. ---	. ---	.	.	.	20.	86.	.	. ---	. ---	. ---
.27	. ---	. ---	. ---	.	.	95.	.	.	.	. ---	. ---	. ---
.28	. ---	. ---	. ---	.	80.	.	332.	.	5.	. ---	. ---	. ---
.29	. ---	. ^^^^^	. ---	.	.	.	89.	217.	.	. ---	. ---	. ---
.30	. ---	. ^^^^^	. ---	.	.	.	.	.	.	. ---	. ---	. ---
.31	. ---	. ^^^^^	. ---	. ^^^^^	179.	. ^^^^^	20.	.	. ^^^^^	. ---	. ^^^^^	. ---
.Cum.	.	.	.	.	384.	464.	1376.	1070.	444.	185.	.	.
.Max.	.	.	.	.	179.	204.	478.	273.	118.	170.	.	.

Total sur la periode de fonctionnement = 3923

Station : Niamey ORSTOM en 2001

Jour	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
. 1	. ---	. ---	. ---	. ---	. ---	.	35.	.	233.	9.	. ---	. ---
. 2	. ---	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	. ---	. ---
. 3	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	5.	.	.	. ---	. ---
. 4	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	104.	18.	. ---	. ---
. 5	. ---	. ---	. ---	. ---	43.	10.	.	.	.	5.	. ---	. ---
. 6	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	179.	5.	.	.	. ---	. ---
. 7	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	.	. ---	. ---
. 8	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	.	. ---	. ---
. 9	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	114.	.	. ---	. ---
.10	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	5.	.	. ---	. ---
.11	. ---	. ---	. ---	. ---	19.	.	20.	.	.	.	. ---	. ---
.12	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	.	. ---	. ---
.13	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	.	. ---	. ---
.14	. ---	. ---	. ---	. ---	.	48.	.	154.	.	.	. ---	. ---
.15	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	397.	5.	.	.	. ---	. ---
.16	. ---	. ---	. ---	. ---	.	248.	159.	.	.	.	. ---	. ---
.17	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	. ---	. ---	. ---
.18	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	114.	.	. ---	. ---	. ---
.19	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	317.	. ---	. ---	. ---
.20	. ---	. ---	. ---	. ---	.	5.	343.	188.	.	. ---	. ---	. ---
.21	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	. ---	. ---	. ---
.22	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	. ---	. ---	. ---
.23	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	386.	. ---	. ---	. ---
.24	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	. ---	. ---	. ---
.25	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	209.	297.	.	. ---	. ---	. ---
.26	. ---	. ---	. ---	. ---	.	30.	20.	10.	.	. ---	. ---	. ---
.27	. ---	. ---	. ---	. ---	.	223.	.	.	.	. ---	. ---	. ---
.28	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	214.	.	.	. ---	. ---	. ---
.29	. ---	. ^^^^^	. ---	. ---	.	.	94.	233.	.	. ---	. ---	. ---
.30	. ---	. ^^^^^	. ---	. ---	.	.	74.	.	.	. ---	. ---	. ---
.31	. ---	. ^^^^^	. ---	. ^^^^^	.	. ^^^^^	462.	.	. ^^^^^	. ---	. ^^^^^	. ---
.Cum.	.	.	.	.	62.	564.	2206.	1011.	1159.	32.	.	.
.Max.	.	.	.	.	43.	248.	462.	297.	386.	18.	.	.

Total sur la periode de fonctionnement = 5034

Station : Niamey Aeroport en 2001

Jour	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
. 1	. ---	. ---	. ---	. ---	. 45.	.	.	.	. 147.	.	. ---	. ---
. 2	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	.	. ---	. ---
. 3	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	.	. ---	. ---
. 4	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	. 210.	.	. ---	. ---
. 5	. ---	. ---	. ---	. ---	. 65.	.	. 43.	.	.	.	. ---	. ---
. 6	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	. 475.	. 20.	. 5.	.	. ---	. ---
. 7	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	.	. ---	. ---
. 8	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	.	. ---	. ---
. 9	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	. 103.	.	. ---	. ---
.10	. ---	. ---	. ---	. ---	.	. 10.	.	.	.	. 9.	. ---	. ---
.11	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	.	. ---	. ---
.12	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	.	. ---	. ---
.13	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	.	. ---	. ---
.14	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	. 119.	.	.	. ---	. ---
.15	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	. 268.	.	.	.	. ---	. ---
.16	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	. 313.	.	.	.	. ---	. ---
.17	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	. ---	. ---	. ---
.18	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	. 124.	.	. ---	. ---	. ---
.19	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	. 426.	. ---	. ---	. ---
.20	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	. 303.	. 204.	.	. ---	. ---	. ---
.21	. ---	. ---	. ---	. ---	.	. 91.	. 5.	.	.	. ---	. ---	. ---
.22	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	. ---	. ---	. ---
.23	. ---	. ---	. ---	. ---	.	. 144.	.	.	. 430.	. ---	. ---	. ---
.24	. ---	. ---	. ---	. ---	.	. 5.	. 3.	.	.	. ---	. ---	. ---
.25	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	. 67.	. 381.	.	. ---	. ---	. ---
.26	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	. 25.	.	.	. ---	. ---	. ---
.27	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	. ---	. ---	. ---
.28	. ---	. ---	. ---	. ---	.	. 407.	. 189.	. 54.	.	. ---	. ---	. ---
.29	. ---	. ^^^^^	. ---	. ---	.	.	. 89.	. 181.	.	. ---	. ---	. ---
.30	. ---	. ^^^^^	. ---	. ---	.	. 38.	. 25.	.	.	. ---	. ---	. ---
.31	. ---	. ^^^^^	. ---	. ^^^^^	.	. ^^^^^	. 353.	. 34.	. ^^^^^	. ---	. ^^^^^	. ---
.Cum.	.	.	.	.	. 110.	. 695.	. 2158.	. 1117.	. 1321.	. 9.	.	.
.Max.	.	.	.	.	. 65.	. 407.	. 475.	. 381.	. 430.	. 9.	.	.

Total sur la periode de fonctionnement = 5410

Station : Koyria

en 2001

Jour	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
. 1	. ---	. ---	. ---	. ---	. 5.	.	.	.	292.	. ---	. ---	. ---
. 2	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	77.	. ---	. ---	. ---
. 3	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	83.	.	. ---	. ---	. ---
. 4	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	238.	15.	. ---	. ---	. ---
. 5	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	. ---	. ---	. ---
. 6	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	150.	36.	.	. ---	. ---	. ---
. 7	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	155.	.	. ---	. ---	. ---
. 8	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	52.	.	. ---	. ---	. ---
. 9	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	57.	333.	. ---	. ---	. ---
.10	. ---	. ---	. ---	. ---	.	80.	.	.	5.	. ---	. ---	. ---
.11	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	. ---	. ---	. ---
.12	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	. ---	. ---	. ---
.13	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	5.	.	. ---	. ---	. ---
.14	. ---	. ---	. ---	. ---	.	176.	.	215.	.	. ---	. ---	. ---
.15	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	197.	.	.	. ---	. ---	. ---
.16	. ---	. ---	. ---	. ---	.	155.	16.	.	.	. ---	. ---	. ---
.17	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	21.	.	.	. ---	. ---	. ---
.18	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	184.	.	. ---	. ---	. ---
.19	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	184.	. ---	. ---	. ---
.20	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	171.	282.	.	. ---	. ---	. ---
.21	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	16.	.	.	. ---	. ---	. ---
.22	. ---	. ---	. ---	. ---	.	98.	88.	.	.	. ---	. ---	. ---
.23	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	56.	. ---	. ---	. ---
.24	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	. ---	. ---	. ---
.25	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	228.	20.	.	. ---	. ---	. ---
.26	. ---	. ---	. ---	. ---	.	5.	21.	67.	.	. ---	. ---	. ---
.27	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	. ---	. ---	. ---
.28	. ---	. ---	. ---	. ---	10.	.	285.	.	. ---	. ---	. ---	. ---
.29	. ---	. ^^^^^^	. ---	. ---	.	.	104.	97.	. ---	. ---	. ---	. ---
.30	. ---	. ^^^^^^	. ---	. ---	.	.	57.	.	. ---	. ---	. ---	. ---
.31	. ---	. ^^^^^^	. ---	. ^^^^^^	.	. ^^^^^^	109.	.	. ^^^^^^	. ---	. ^^^^^^	. ---
.Cum.	.	.	.	.	15.	514.	1463.	1491.	962.	.	.	.
.Max.	.	.	.	.	10.	176.	285.	282.	333.	.	.	.

Total sur la periode de fonctionnement = 4445

Station : Koure Kobade en 2001

Jour	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
. 1	. ---	. ---	. ---	. ---	. 23.	.	.	15.	261.	. ---	. ---	.
. 2	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	57.	. ---	. ---	.
. 3	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	5.	. ---	. ---	.
. 4	. ---	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	. ---	. ---	.
. 5	. ---	. ---	. ---	.	. 4.	.	353.	.	10.	. ---	. ---	.
. 6	. ---	. ---	. ---	.	.	.	34.	219.	.	. ---	. ---	.
. 7	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	.	. ---	. ---	.
. 8	. ---	. ---	. ---	.	.	88.	.	.	133.	---	. ---	. ---
. 9	. ---	. ---	. ---	.	.	.	108.	.	50.	---	. ---	. ---
.10	. ---	. ---	. ---	.	.	5.	.	.	.	. ---	. ---	. ---
.11	. ---	. ---	. ---	.	.	25.	211.	19.	5.	---	. ---	. ---
.12	. ---	. ---	. ---	.	.	.	10.	.	.	. ---	. ---	. ---
.13	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	29.	.	. ---	. ---	. ---
.14	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	136.	.	. ---	. ---	. ---
.15	. ---	. ---	. ---	.	.	.	404.	.	.	. ---	. ---	. ---
.16	. ---	. ---	. ---	.	.	505.	15.	.	.	. ---	. ---	. ---
.17	. ---	. ---	. ---	.	.	.	15.	.	.	. ---	. ---	. ---
.18	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	307.	.	. ---	. ---	. ---
.19	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	.	. ---	. ---	. ---
.20	. ---	. ---	. ---	.	.	.	336.	190.	.	. ---	. ---	. ---
.21	. ---	. ---	. ---	.	.	.	29.	97.	.	. ---	. ---	. ---
.22	. ---	. ---	. ---	.	.	25.	5.	5.	.	. ---	. ---	. ---
.23	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	.	52.	---	. ---	. ---
.24	. ---	. ---	. ---	.	.	.	5.	102.	.	. ---	. ---	. ---
.25	. ---	. ---	. ---	.	.	.	.	15.	.	. ---	. ---	. ---
.26	. ---	. ---	. ---	.	.	333.	24.	.	.	. ---	. ---	. ---
.27	. ---	. ---	. ---	.	.	50.	5.	.	.	. ---	. ---	. ---
.28	. ---	. ---	. ---	.	196.	.	268.	78.	21.	---	. ---	. ---
.29	. ---	. ^^^^^	. ---	.	5.	.	10.	5.	.	. ---	. ---	. ---
.30	. ---	. ^^^^^	. ---	.	.	.	5.	.	5.	. ---	. ---	. ---
.31	. ---	. ^^^^^	. ---	. ^^^^^	.	. ^^^^^	5.	37.	. ^^^^^	. ---	. ^^^^^	. ---
.Cum.	.	.	.	.	228.	1031.	1842.	1254.	599.	.	.	.
.Max.	.	.	.	.	196.	505.	404.	307.	261.	.	.	.

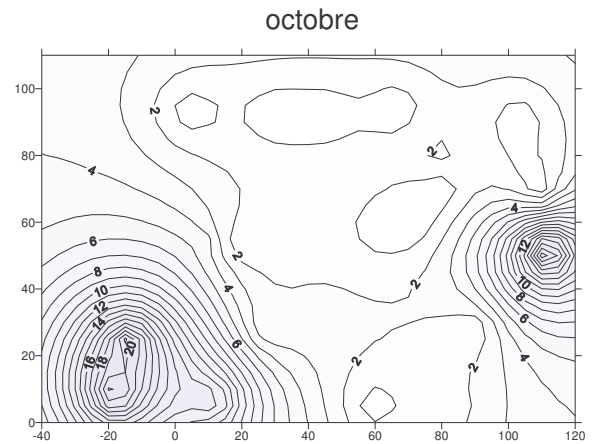
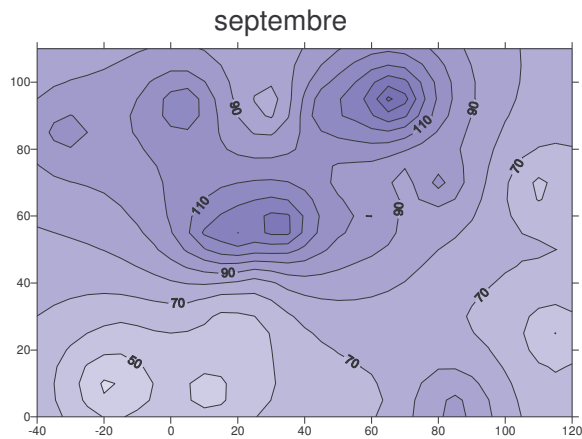
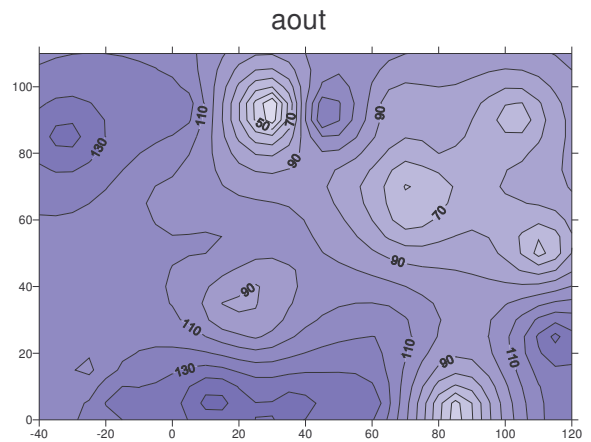
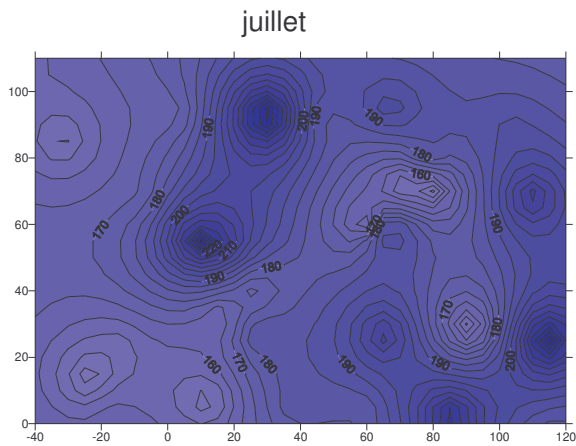
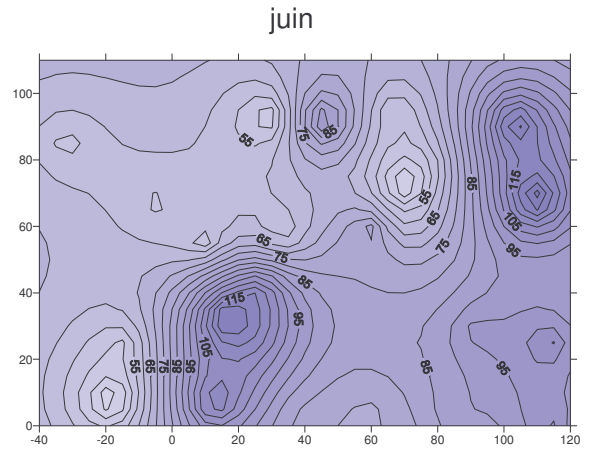
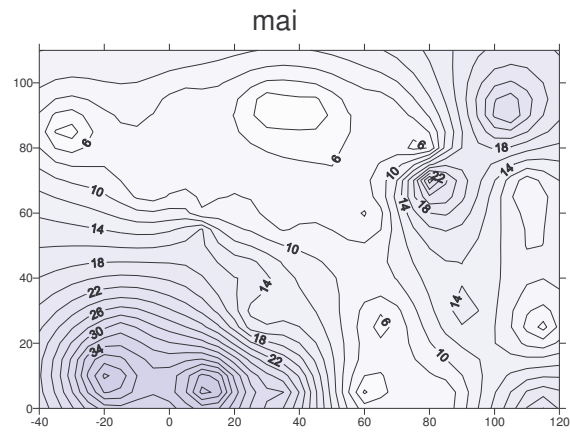
Total sur la periode de fonctionnement = 4954

***E. Cumuls mensuels enregistrés aux 39 stations du réseau (cône de réception 1,50m au dessus du sol), pour les mois d'avril à octobre 2001***

	mai	juin	juillet	aout	sept.	oct.
Alkama	28.2	130.9	191.9	56.6	79	-----
Banizoumbou	-----	60.6	191.3	63	84.3	-----
Beri Koira	-----	65.3	174	83.2	95.5	-----
Berkiawal	6.8	54.4	189.9	105.8	143.3	-----
Bogdjottou	42.4	30.8	159.7	136	33.7	-----
Bololadie	31.4	48.4	152.2	116.5	55.3	-----
Boubon Golf	5.2	53.1	171	108.4	-----	-----
Darey	28	61.6	141	62.9	105.9	-----
Debere Gati	47.1	119.6	144	160.4	43.5	-----
Fandou Beri	-----	84.2	153.1	80.3	100.6	-----
Gamonzon	9.4	94.8	196.9	47.9	71.5	-----
Gardama Kouara	1.5	42.5	254.5	12.7	71.1	-----
Gorou Goussa	6	62.7	167.4	129.9	124.1	-----
Guilahel	-----	131.8	157.8	86.1	59	-----
Harikanassou	15.4	98	143.4	95.7	68	-----
IH Jachere.hapex1	11.8	115.1	187.7	92.3	56.9	-----
Niamey IRI	16.5	-----	245.1	113.6	122.5	-----
Kafina	3.2	55	183.2	79.7	90.9	-----
Kalassi	5	75.2	194.3	75.9	101.3	-----
Kaligorou	7	138	222.6	84.4	54.8	-----
Kare	28.3	80.4	183.7	147.6	61.4	-----
Kokorbe Fandou	-----	52.5	201.3	78.4	160.6	-----
Kollo	16	114.9	166.3	88.4	77.1	-----
Birni n konni	40.8	5.8	122.1	78.7	34	0
Koure Kobade	22.8	103.1	184.2	125.4	59.9	-----
Koure Sud	4.4	85.1	216.5	-----	74.6	-----
Koyria	1.5	51.4	146.3	149.1	-----	-----
Maradi	14.4	67.6	200.6	248.7	60.2	0
Massi Koubou	2	100.4	184.7	139.6	121.8	-----
Niamey Aeroport	11	69.5	215.8	111.7	132.1	-----
Niamey ORSTOM	-----	56.4	220.6	101.1	115.9	-----
Sandideye	4.5	107.2	249.6	-----	48.2	-----
Tahoua	9.4	54.1	106.7	144.5	73.6	0
Tanaberi	-----	73.5	180	142.5	65.5	-----
Tilaberi	7.5	64.7	102.5	92.3	-----	-----
Torodi	38.4	46.4	137.6	107	44.4	-----
Wankama	-----	34.9	146	56.8	84.9	-----
Yiladde	-----	90.1	235.6	30.6	97.4	-----
Zinder	26	33	154.2	161.1	46.1	0



**F. Cartes mensuelles d'isohyètes obtenues par krigeage des 34 stations du réseau (cône de réception 1,50m au dessus du sol), pour les mois de mai à octobre 2001**



## ***G. Liste des fichiers créés lors du traitement des données pluviographiques***

### **Liste des fichiers .lab**

alkama1.lab	fandoub3.lab	kalassi3.lab	niameya2.lab
alkama2.lab	fandoub4.lab	kalassi4.lab	niameya3.lab
alkama3.lab	gamonzo1.lab	kaligor1.lab	niameya4.lab
alkama4.lab	gamonzo2.lab	kaligor2.lab	niameya5.lab
banizou2.lab	gamonzo3.lab	kaligor3.lab	orstom2.lab
banizou3.lab	gamonzo4.lab	kaligor4.lab	orstom3.lab
banizou4.lab	gardana1.lab	kare1.lab	orstom4.lab
berikoi1.lab	gardana2.lab	kare2.lab	orstom5.lab
berikoi2.lab	gardana3.lab	kare3.lab	sandide1.lab
berikoi3.lab	gardana4.lab	kare4.lab	sandide2.lab
berikoi4.lab	gorougo1.lab	kokorbe1.lab	sandide3.lab
berkiaw1.lab	gorougo2.lab	kokorbe2.lab	sandide4.lab
berkiaw2.lab	gorougo3.lab	kokorbe3.lab	tahoua1.lab
berkiaw3.lab	gorougo4.lab	kollo1.lab	tahoua2.lab
berkiaw4.lab	guilahe1.lab	kollo2.lab	tanaber2.lab
bogdjot1.lab	guilahe2.lab	kollo3.lab	tanaber3.lab
bogdjot2.lab	guilahe3.lab	kollo4.lab	tanaber4.lab
bogdjot3.lab	guilahe4.lab	kollo5.lab	tanaber5.lab
bogdjot4.lab	harikan1.lab	konni1.lab	tillabe1.lab
bogdjot5.lab	harikan2.lab	konni2.lab	tillabe2.lab
bololad1.lab	harikan3.lab	koureko1.lab	tillabe3.lab
bololad2.lab	harikan4.lab	koureko2.lab	torodi1.lab
bololad3.lab	harikan5.lab	koureko3.lab	torodi2.lab
bololad4.lab	ihjache1.lab	koureko4.lab	torodi3.lab
bololad5.lab	ihjache2.lab	kouresu1.lab	torodi4.lab
boubon1.lab	ihjache3.lab	kouresu2.lab	torodi5.lab
boubon2.lab	ihjache4.lab	kouresu3.lab	wankama1.lab
boubon3.lab	ihjache5.lab	kouresu4.lab	wankama2.lab
darey1.lab	iri1.lab	koyria1.lab	wankama3.lab
darey2.lab	iri2.lab	koyria2.lab	wankama4.lab
darey3.lab	iri4.lab	koyria3.lab	yillade2.lab
darey4.lab	iri5.lab	listelab.txt	yillade3.lab
debereg1.lab	iri6.lab	maradi1.lab	yillade4.lab
debereg2.lab	kafina1.lab	maradi2.lab	yillade5.lab
debereg3.lab	kafina2.lab	massiko1.lab	yillade6.lab
debereg4.lab	kafina3.lab	massiko2.lab	zinder1.lab
debereg5.lab	kafina4.lab	massiko3.lab	zinder2.lab
fandoub1.lab	kalassi1.lab	massiko4.lab	
fandoub2.lab	kalassi2.lab	niameya1.lab	

### Liste des fichiers.oe3

ALKAMA1.OE3	FANDOUB3.OE3	KALASSI3.OE3	NIAMEYA3.OE3
ALKAMA2.OE3	FANDOUB4.OE3	KALASSI4.OE3	NIAMEYA4.OE3
ALKAMA3.OE3	GAMONZO1.OE3	KALIGOR1.OE3	NIAMEYA5.OE3
ALKAMA4.OE3	GAMONZO2.OE3	KALIGOR2.OE3	ORSTOM2.OE3
BANIZOU1.OE3	GAMONZO3.OE3	KALIGOR3.OE3	ORSTOM3.OE3
BANIZOU2.OE3	GAMONZO4.OE3	KALIGOR4.OE3	ORSTOM4.OE3
BANIZOU3.OE3	GARDAMA1.OE3	KARE1.OE3	ORSTOM5.OE3
BANIZOU4.OE3	GARDAMA2.OE3	KARE2.OE3	SANDIDE1.OE3
BERIKOI1.OE3	GARDAMA3.OE3	KARE3.OE3	SANDIDE2.OE3
BERIKOI2.OE3	GARDAMA4.OE3	KARE4.OE3	SANDIDE3.OE3
BERIKOI3.OE3	GOROUGO1.OE3	KOKORBE1.OE3	SANDIDE4.OE3
BERIKOI4.OE3	GOROUGO2.OE3	KOKORBE2.OE3	TAHOUA1.OE3
BERKIAW1.OE3	GOROUGO3.OE3	KOKORBE3.OE3	TAHOUA2.OE3
BERKIAW2.OE3	GOROUGO4.OE3	KOLLO1.OE3	TANABER1.OE3
BERKIAW3.OE3	GUILAHE1.OE3	KOLLO2.OE3	TANABER2.OE3
BERKIAW4.OE3	GUILAHE2.OE3	KOLLO3.OE3	TANABER3.OE3
BOGDJOT1.OE3	GUILAHE3.OE3	KOLLO4.OE3	TANABER4.OE3
BOGDJOT2.OE3	GUILAHE4.OE3	KOLLO5.OE3	TANABER5.OE3
BOGDJOT3.OE3	HARIKAN1.OE3	KONNI1.OE3	TILLABE1.OE3
BOGDJOT4.OE3	HARIKAN2.OE3	KONNI2.OE3	TILLABE2.OE3
BOGDJOT5.OE3	HARIKAN3.OE3	KOUREKO1.OE3	TILLABE3.OE3
BOLOLAD1.OE3	HARIKAN4.OE3	KOUREKO2.OE3	TORODI1.OE3
BOLOLAD2.OE3	HARIKAN5.OE3	KOUREKO3.OE3	TORODI2.OE3
BOLOLAD3.OE3	IHJACHE1.OE3	KOUREKO4.OE3	TORODI3.OE3
BOLOLAD4.OE3	IHJACHE2.OE3	KOURESU1.OE3	TORODI4.OE3
BOLOLAD5.OE3	IHJACHE3.OE3	KOURESU2.OE3	TORODI5.OE3
BOUBON1.OE3	IHJACHE4.OE3	KOURESU3.OE3	WANKAMA1.OE3
BOUBON2.OE3	IHJACHE5.OE3	KOURESU4.OE3	WANKAMA2.OE3
BOUBON3.OE3	IRI1.OE3	KOYRIA1.OE3	WANKAMA3.OE3
DAREY1.OE3	IRI2.OE3	KOYRIA2.OE3	WANKAMA4.OE3
DAREY2.OE3	IRI3.OE3	KOYRIA3.OE3	YILLADE1.OE3
DAREY3.OE3	IRI4.OE3	listeoe3.txt	YILLADE2.OE3
DAREY4.OE3	IRI5.OE3	MARADI1.OE3	YILLADE3.OE3
DEBEREG1.OE3	IRI6.OE3	MARADI2.OE3	YILLADE4.OE3
DEBEREG2.OE3	KAFINA1.OE3	MASSIKO1.OE3	YILLADE5.OE3
DEBEREG3.OE3	KAFINA2.OE3	MASSIKO2.OE3	YILLADE6.OE3
DEBEREG4.OE3	KAFINA3.OE3	MASSIKO3.OE3	ZINDER1.OE3
DEBEREG5.OE3	KAFINA4.OE3	MASSIKO4.OE3	ZINDER2.OE3
FANDOUB1.OE3	KALASSI1.OE3	NIAMEYA1.OE3	
FANDOUB2.OE3	KALASSI2.OE3	NIAMEYA2.OE3	

**Liste des fichiers .txt**

alkama.txt  
banizou.txt  
berikoi.txt  
berkiaw.txt  
bogdjot.txt  
bololad.txt  
boubon.txt  
darey.txt  
debereg.txt  
fandoub.txt

gamonzo.txt  
gardana.txt  
gorougo.txt  
guilahe.txt  
harikan.txt  
ihjache.txt  
iri.txt  
kafina.txt  
kalassi.txt  
kaligor.txt

kare.txt  
kokorbe.txt  
kollo.txt  
konni.txt  
koureko.txt  
kouresu.txt  
koyria.txt  
listetxt.txt  
maradi.txt  
massiko.txt

niameya.txt  
orstom.txt  
sandide.txt  
tahoua.txt  
tanaber.txt  
tillabe.txt  
torodi.txt  
wankama.txt  
yillade.txt  
zinder.txt