

# Rapport EPSAT NIGER 2006



**Frédéric METAYER**

Avec la collaboration de : Abassa ALHASSANE,  
Abdoulaye KONE,  
Bodo SEYNI,  
Hamissou ALASSANE,  
Boubé HAMANI,  
Balkissa ALZOUMA

# SOMMAIRE

<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS</b>	<b>- 3 -</b>
Liste des figures	- 3 -
Liste des tableaux	- 4 -
<b>INTRODUCTION</b>	<b>- 5 -</b>
<b>I. CARACTERISTIQUES DE LA SAISON DES PLUIES 2006 A L'ECHELLE DU NIGER</b>	<b>- 6 -</b>
<b>II. LE RESEAU DE PLUVIOGRAPHES</b>	<b>- 7 -</b>
A. Les stations du réseau et leur installation	- 7 -
1. LES STATIONS	- 7 -
2. INSTALLATIONS	- 10 -
B. Qualité de l'acquisition	- 12 -
1. PANNES	- 12 -
2. COMPARAISON VALEURS SEAU ET VALEURS AUGETS	- 14 -
<b>III. ANALYSE SPATIALE DE LA SAISON</b>	<b>- 16 -</b>
A. Analyse des cumuls saisonniers	- 16 -
1. DESCRIPTION DES CUMULS SAISONNIERS - REPARTITION SPATIALE	- 16 -
2. AJUSTEMENT D'UNE LOI NORMALE SUR LES CUMULS SAISONNIERS	- 20 -
3. STRUCTURE SPATIALE DES CUMULS : CARACTERISTIQUES DU VARIOGRAMME DES CUMULS SAISONNIERS	- 20 -
B. Analyse spatiale des évènements	- 21 -
1. CARACTERISTIQUES DES EVENEMENTS MAJEURS	- 21 -
2. CUMULS PLUVIOMETRIQUES DES EVENEMENTS MAJEURS	- 24 -
C. Analyse des gradients locaux	- 24 -
1. GRADIENTS OBSERVES AU NIVEAU SAISONNIER	- 24 -
2. GRADIENTS OBSERVES AU NIVEAU EVENEMENTIEL	- 26 -
<b>IV. ANALYSE TEMPORELLE DE LA SAISON</b>	<b>- 28 -</b>
A. Analyse temporelle des cumuls pluviométriques	- 28 -
1. INTRODUCTION : DEROULEMENT DE LA SAISON 2006	- 28 -
2. CUMULS MENSUELS SUR LE DEGRE CARRE	- 29 -
B. Analyse temporelle des évènements pluvieux	- 32 -
1. COMPARAISONS INTER STATIONS	- 32 -
2. CARACTERISTIQUES TEMPORELLES DES EVENEMENTS MAJEURS	- 34 -
C. Début de saison des pluies : comparaison critère climatique, hydrologique et critère agronomique	- 35 -
1. DEFINITIONS ET CALCUL DES DATES DE DEMARRAGES SELON DIFFERENTS CRITERES.	- 35 -
2. RESULTATS	- 35 -
<b>CONCLUSION</b>	<b>- 40 -</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>- 41 -</b>

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

### Liste des figures

Figure 1 : Stratégie temporelle du projet de recherche AMMA .....	- 7 -
Figure 2 : Appareillage en place pendant la saison 2006 .....	- 8 -
Figure 3 : Isohyètes des cumuls saisonniers 2006 pour le site du degré carré de Niamey (54 stations) .....	- 16 -
Figure 4 : Gradients généraux de la répartition de la pluviométrie sur la zone Epsat, pour la saison 2006.....	- 17 -
Figure 5 : Isohyètes des cumuls pluviométriques annuels moyens pour la période 1990/2006.-	18 -
Figure 6 : Anomalies de la saison 2006 par rapport aux cumuls moyens annuels de la période 1990/2006.....	- 19 -
Figure 7 : Ajustement d'une loi normale sur les cumuls de la période 15 avril – 15 octobre 2006-	20 -
Figure 8 : Variogramme climatologique (normé) utilisé pour le krigeage des cumuls saisonniers 2006.....	- 21 -
Figure 9 : Carte des écarts types correspondants au krigeage des cumuls saisonniers 2006...-	21 -
Figure 10 : Répartition du nombre d'événements majeurs par classe de cumul moyen produit pendant un événement, pour la saison 2006.....	- 24 -
Figure 11 : Comparaison des événements pluvieux aux stations Niamey Aéroport et Sandidey pour la saison 2006.....	- 25 -
Figure 12 : Evolution des cumuls pluviométriques aux stations Niamey Aéroport et Sandidey pour la saison 2006.....	- 26 -
Figure 13 : Cumuls pluviométriques de l'évènement numéro 25, du 22 août 2006.....	- 27 -
Figure 14: Cumuls pluviométriques de l'évènement numéro 38, du 24 septembre 2006.....	- 27 -
Figure 15 : Répartition des événements pluvieux pour la saison 2006.....	- 28 -
Figure 16 : Evolution des cumuls pluviométriques mensuels pour la saison 2006 par rapport aux décennies pluvieuses (période 1951/1970) et sèches (période 1971/1990).....	- 29 -
Figure 17 : Comparaison des cumuls pluviométriques mensuels moyens pour la saison 2006 par rapport aux décennies pluvieuses (période 1951/1970) et sèches (période 1971/1990) .....	- 29 -
Figure 18 : Comparaison des cumuls pluviométriques mensuels moyens pour la saison 2006 par rapport à la période 1990/2005.....	- 30 -
Figure 19 : Isohyètes des cumuls mensuels 2006 pour le site du degré carré de Niamey (54 stations) .....	- 31 -
Figure 20 : Chronologies des pluies journalières enregistrées sur 6 stations .....	- 32 -
Figure 21 : Chronologie et cumul moyen des évènements majeurs (mm) enregistrés sur le degré carré en 1999, 2002 et 2006.....	- 33 -
Figure 22 : Répartition du nombre d'événements majeurs par classe de durée pour la saison 2006-	34 -
Figure 23: Dates de démarrage et de fin de la saison des pluies suivant les deux critères (agronomique et climatique).....	- 37 -
Figure 24 : Dates de démarrage de la saison des pluies sur l'observatoire EPSAT Niger pour 8 années (1992, 1997, 1998, 1999, 2001, 2004, 2005,2006), à gauche suivant le critère hydrologique (seuil 2.5 mm), à droite suivant le critère agronomique.....	- 39 -

## Liste des tableaux

<i>Tableau I : Liste et coordonnées des 58 pluviographes du réseau pour la saison 2006.....</i>	<i>- 9 -</i>
<i>Tableau II : Planning d'installation des stations et cumuls seuu mesurés pour la saison 2006..</i>	<i>- 11 -</i>
<i>Tableau III : Période de fonctionnement des 54 pluviographes (site du degré carré) pour la saison 2006.....</i>	<i>- 13 -</i>
<i>Tableau IV : Comparaison des valeurs seuu et augets pour la saison 2006.....</i>	<i>- 14 -</i>
<i>Tableau V : Liste des 39 événements majeurs enregistrés en 2006 à partir de 54 stations.....</i>	<i>- 21 -</i>
<i>Tableau VI : Comparaison pour les années 1991 à 2006 de l'importance des évènements majeurs et de grande extension .....</i>	<i>- 23 -</i>
<i>Tableau VII: Moyennes des différents critères au cours des 17 dernières années de l'expérience Epsat .....</i>	<i>- 36 -</i>

## INTRODUCTION

Pour l'ensemble du réseau EPSAT, la pluviométrie moyenne en 2006 (530,6 mm) est inférieure au cumul saisonnier moyen (562,3 mm) de la période de référence 1951 – 1990 ; et comprise entre le cumul moyen des décennies pluvieuses (1951 – 1970) : 667 mm et celui des décennies sèches (1971 – 1990) : 480 mm. En revanche, si on considère la période EPSAT/CATCH/AMMA (1990 – 2005), la valeur pour 2006 est supérieure au cumul moyen de 518,1 mm.

Ainsi, la pluviométrie 2006 est peu abondante mais s'inscrit dans les valeurs les plus élevées de la dernière décennie (442 mm en 2000, 460 mm en 2001, 540 mm en 2002, 530 mm en 2003, 537 mm en 2004 et 549 mm en 2005).

Comme chaque année, la saison pluvieuse a montré de fortes variabilités spatiales et temporelles qui vont être étudiées en détail dans ce rapport.

Tout d'abord, on abordera succinctement la saison 2006 à l'échelle du Niger mais l'analyse des données qui va suivre concerne uniquement la zone du degré carré de Niamey.

Dans un premier temps, le réseau de mesure opérationnel en 2006 est décrit et les données acquises au cours de la saison sont commentées.

Ensuite, l'analyse intervient au niveau spatial, à différentes échelles (cumuls annuel ou bien événementiels) afin de mettre en évidence les gradients locaux.

Et pour finir, il sera question du déroulement de la saison dans le temps. Pour cela, l'étude concerne les cumuls mensuels ; et des événements majeurs vont être également définis selon des critères d'extension spatiale et de continuité temporelle pour affiner le raisonnement. En effet, la répartition de ces événements, leur nombre ou bien leur contribution au cumul total par exemple vont permettre de caractériser plus précisément la saison. On pourra en déduire également la durée de cette saison d'un point de vue climatique, qu'il sera intéressant de comparer avec des dates évaluées selon des critères hydrologiques et agronomiques.

## **I. CARACTERISTIQUES DE LA SAISON DES PLUIES 2006 A L'ECHELLE DU NIGER**

**En cours avec la DMN**

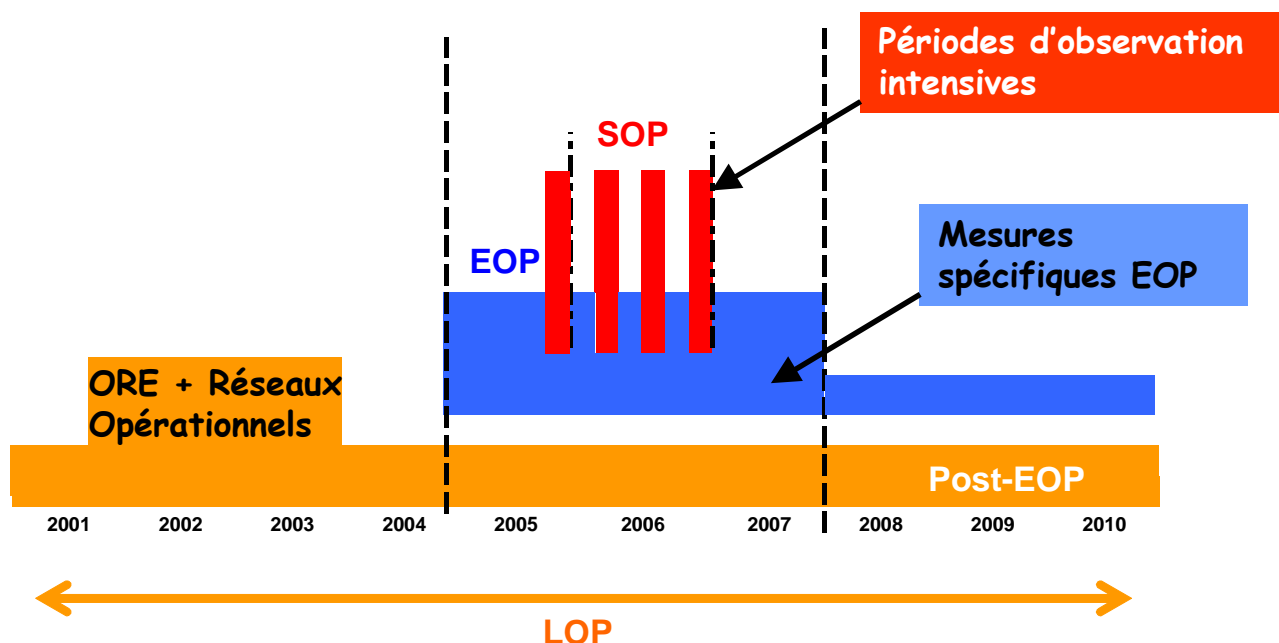
## II. LE RESEAU DE PLUVIOGRAPHES

### 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, faisant suite au programme Hapex Sahel débuté en 1990.

Par ailleurs, dans le cadre du projet de recherche AMMA (Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine), plusieurs échelles d'observation ont été définies (cf. *Figure 1*). Tout d'abord une période d'observations à long terme (LOP) s'appuyant sur des réseaux opérationnels.



*Figure 1 : Stratégie temporelle du projet de recherche AMMA*

Ensuite, une période d'observations renforcées (EOP) a conduit en 2005 à renforcer le réseau de mesures pluviométriques, aux 34 stations existantes ont été ajoutés 20 postes pluviographiques. Ceux-ci permettent d'une part d'affiner la maille du réseau mais également d'étendre la zone d'étude au Nord où il existe déjà un suivi piézométrique du bassin hydrogéologique du « Kori de Dantiandou ».

La saison 2006 a été ponctuée de plusieurs périodes d'observations intensives (SOP), ne générant pas de modification du réseau mais une augmentation de la fréquence des visites et contrôles aux stations.

Ainsi, le site d'observation est limité en longitude par les méridiens 1°40 E et 3° E et en latitude par les parallèles 13 N et 14°10 N (cf. *Figure 2*) ; on continuera à l'appeler « degré carré Niamey ». Cela représente une couverture pluviographique de 16 000 km<sup>2</sup> avec une maille du réseau variable.

Cependant, le super site aux environs de Wankama et Banizoumbou présente une densité d'appareillage plus importante

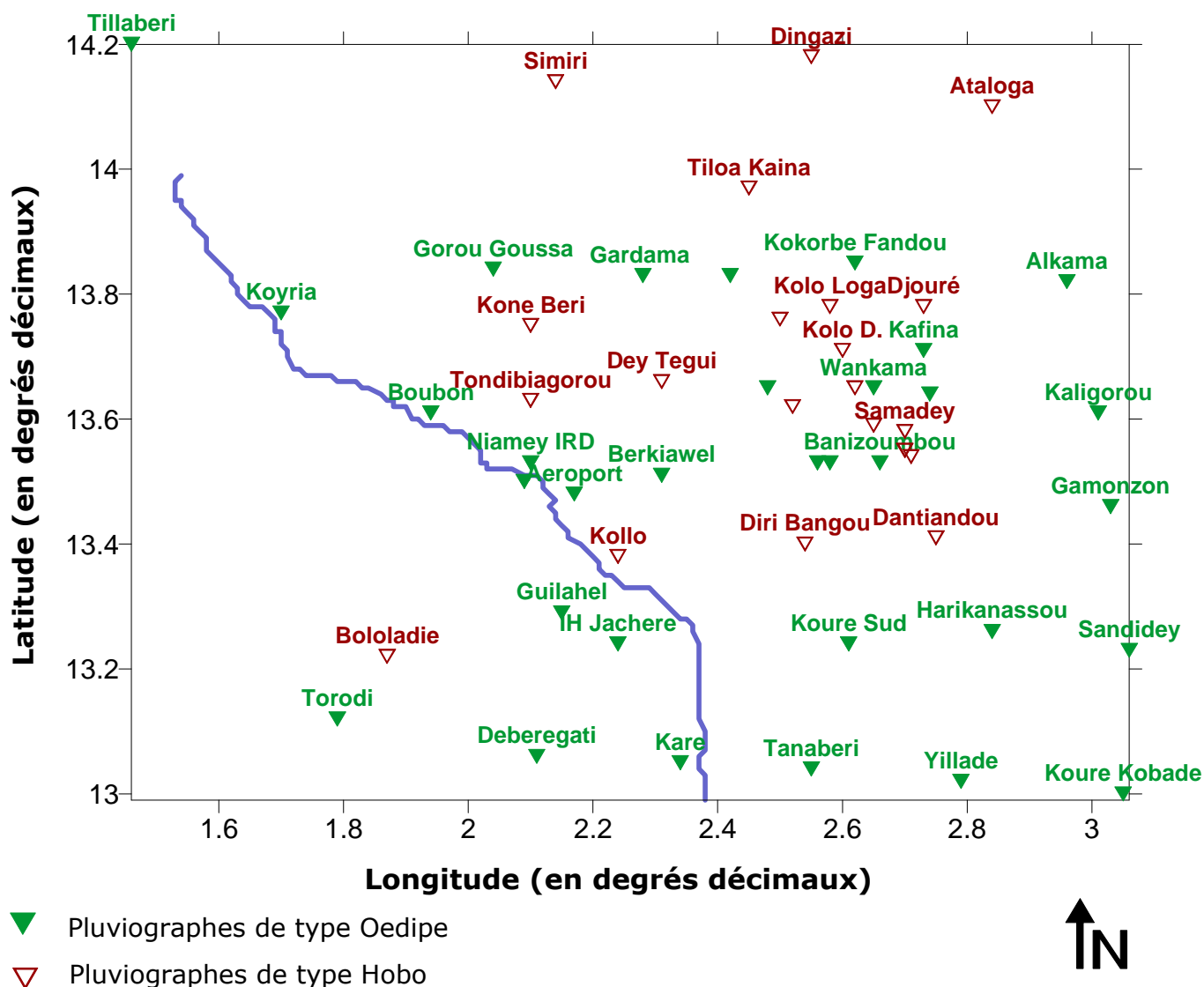


Figure 2 : Appareillage en place pendant la saison 2006

Les pluviographes sont équipés d'augets basculeurs (0,5 mm de hauteur d'eau par basculement), et sont munis d'un cône de 400 cm<sup>2</sup>. Il existe deux types de systèmes d'acquisition des données pluviométriques (centrales Oedipe et Hobos). Dans le *Tableau 1*, les stations identifiées par un code datent de l'expérience EPSAT et les autres (équipées de Hobos) datent de 2005.

Dans le cadre de la collaboration avec la Direction de la Météorologie Nationale, les données aux postes de Birnin n'Konni, Tahoua, Maradi et Zinder sont également collectés (dispositif Hobo).



**Tableau I : Liste et coordonnées des 58 pluviographes du réseau pour la saison 2006**

Stations	Code identification	X (km)	Y (km)	X-longitude	Y-latitude	X (UTM)	Y (UTM)
Alkama	1321204300	103,32	91,39	2,96	13,82	495677,03	1527819,71
Ataloga	Hobo	90,63	122,32	2,84	14,1	483000	1559000
Banizoumbou	1321201100	71,34	59,25	2,66	13,53	463209,55	1495773,17
Beri Koira	1321202100	51,49	72,26	2,48	13,65	443760,16	1509078,83
Berkiawel	1321202800	33,33	56,86	2,31	13,51	425329,57	1493640,86
Bololadie	Hobo	-14,06	24,98	1,87	13,22	377562,94	1461741,04
Boubon	1321208500	-6,93	67,46	1,94	13,61	385333,51	1504844,54
Dantiandou	Hobo	81,4	45,22	2,75	13,41	473385,49	1482115,88
Darey	1321201800	80,14	70,8	2,74	13,64	471879,15	1507927,73
Deberegati	1321202500	12,38	6,78	2,11	13,06	403506,92	1443940,27
Dey Tegui	Hobo	33,53	73,39	2,31	13,66	424847	1513013
Dingazi	Hobo	59,42	131,22	2,55	14,18	451632	1567739
Diri Bangou	Hobo	57,87	44,65	2,54	13,4	449723,33	1481587,7
Djouré	Hobo	78,8	86,74	2,73	13,78	471386	1523510
Fandou Beri	1321200900	60,36	59,14	2,56	13,53	452388,66	1495790,41
Gamonzon	1321203400	111,49	51,28	3,03	13,46	503247,15	1488006,5
Gardama	1321205000	29,97	92,85	2,28	13,83	420000	1531000
Gogueize	Hobo	56,18	68,94	2,52	13,62	448236	1505704
Gorou Goussa	1321208000	3,83	93,22	2,04	13,84	396253,2	1530239,14
Guilahel	1321204900	15,77	32,79	2,15	13,29	407930	1469363,09
Harikanassou	1321204100	90,99	28,65	2,84	13,26	482667,6	1465893,98
IH Jachere	1321210500	26,41	27,11	2,24	13,24	417662,3	1463801,74
Kafina	1321241300	78,42	78,79	2,73	13,71	466000	1515800
Kalassi	1321200500	62,42	58,56	2,58	13,53	454600	1496100
Kaligorou	1321206100	109,4	68,09	3,01	13,61	501081,7	1504594,95
Kare	1321202900	36,65	5,32	2,34	13,05	428441,63	1442758,11
Kiran Fandou Beri	Hobo	54,03	84,51	2,5	13,76	445859	1521028
Kokorbe Fandou	1321207300	66,85	94,82	2,62	13,85	458936,76	1531169,75
Kollo	Hobo	25,96	42,26	2,24	13,38	417648,88	1479377,86
Kolo Diogono	Hobo	64,81	78,95	2,6	13,71	457000	1516000
Kolo Loga	Hobo	62,65	86,74	2,58	13,78	454500	1523000
Kone Beri	Hobo	11,02	83,01	2,1	13,75	402884	1519858
Konni	Hobo	346,91	88,96	5,25	13,8	716922,58	1437987,64
Koure Kobade	1321202600	113,71	0,52	3,05	13	505422,07	1437136,25
Koure Sud	1321205100	65,45	26,89	2,61	13,24	457748,58	1463709,6
Koyria	1321208200	-32,38	85,25	1,7	13,77	359462,73	1522669,23
Maradi	Hobo	541,9	55,57	7,12	13,5	283077,41	1437987,64
Massi Koubou	1321207800	44,95	91,94	2,42	13,83	283077,41	1437987,64
Maourey Kouara Zeno	Hobo	70,66	65,98	2,65	13,59	437318,63	1529001,12
Niamey Aeroport	1321209400	18,71	53,36	2,17	13,48	410166,97	1490369,79
Niamey IRI	1321208300	9,63	55,6	2,09	13,5	401515,93	1492612,5
Niamey IRD	1321207000	10,44	59,07	2,1	13,53	402610,44	1495926,6
Samadey	Hobo	75,57	64,5	2,7	13,58	468000	1501600
Sandidey	1321205700	114,01	25,06	3,06	13,23	506500,44	1462571,56
Simiri	Hobo	14,67	126,9	2,14	14,14	406692	1563502
Sofia Bangou	Hobo	76,65	60,05	2,71	13,54	468704	1496967
Tahoua	Hobo	349,04	209,02	5,27	14,88	716020,55	1548638,68
Tanaberi	1321203200	59,34	4,63	2,55	13,04	451208,76	1441602,41
Tillaberi	1321241400	-58,75	133,93	1,46	14,2	283979,44	1548638,69

Tilola Kaina	Hobo	48,42	107,46	2,45	13,97	440384	1544064
Tondibiagorou	Hobo	10,45	69,52	2,1	13,63	402264	1506441
Tondikiboro Case	Hobo	75,78	60,96	2,7	13,55	467745	1497777
Tondikiborr Limni	Hobo	75,18	60,95	2,7	13,55	467151	1497775
Torodi	1321208600	-23,27	12,97	1,79	13,12	368840,48	1450720,54
Wankama	1321211600	70,02	72,28	2,65	13,65	462146,52	1509045,88
Wanka Plateau	Hobo	67,08	71,78	2,62	13,65	467175	1497794
Yillade	1321203500	85,12	2,35	2,79	13,02	477229,09	1439356,85
Zinder	Hobo	732,93	85,62	8,98	13,77	391553,65	1437348,62

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

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

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

## 2. INSTALLATIONS

Cinq postes ont fonctionné en permanence entre la fin de la saison des pluies 2005 et le début de la saison des pluies 2006 (les trois stations de Niamey, Banizoumbou et Wankama). Les autres ont été démontés, nettoyés, testés et entreposés durant la saison sèche.

Les stations implantées près des villages ont été surveillées en permanence par un gardien, réduisant ainsi les risques de dégradations et de vols.

On notera peu de vandalisme durant cette saison, le panneau solaire de la centrale Œdipe situé à Boubon a été volé, aussitôt remplacé par un Hobo.

Suite un à événement très intense, le pluviographe installé près de la mare de Kafina a été quasi submergé. Un Hobo a été substitué à la centrale pour cette station également mais après vérification, il n'apparaît pas de lacunes dans les données pluviométriques.

En ce qui concerne l'enregistreur sur le plateau au sud ouest de Wankama, volé à plusieurs reprises la saison précédente, les enregistrements débute au 05/07/06. La dame Jeanne servant de volume de référence a cependant été relevée depuis le début de la saison.

L'ensemble du réseau a été équipé durant la deuxième quinzaine de mars (cf. *Tableau II*) et les dispositifs Hobos ont été configurés pour débiter l'acquisition au 15/04/06. Ce qui a permis de régler un problème d'alimentation pour la station de Tondibiagorou efficiente au 27/04/06, avant les premières pluies. Par ailleurs, deux stations supplémentaires ont été implantées et équipées le 05/05/06 : Dantiandou et Diribangou.

Pour obtenir un suivi des pluies aussi précis que possible, compte tenu du personnel disponible et du budget, chaque station du degré carré de Niamey a reçu une visite de contrôle en moyenne deux fois par mois durant toute la saison des pluies. Les cartouches Œdipe ont été changées environ tous les 45 jours et les Hobos relevés à chaque tournée pour permettre de suivre l'évolution de la saison des pluies en temps le moins décalé possible.

En fin de saison, les stations ont été démontées la dernière semaine d'octobre.

**Tableau II : Planning d'installation des stations et cumuls seuu mesurés pour la saison 2006**

Stations	Date d'installation	Date de démontage	Période de fonctionnement (jour)	Cumul seuu saison totale (mm)
Alkama	16-mars	25-sept.	193	500,7
Ataloga	15-avr.	24-oct.	192	380,8
Banizoumbou	Permanent	Permanent	Permanent	482,9
Beri Koira	16-mars	23-oct.	221	621,2
Berkiawel	15-mars	23-oct.	222	432
Bololadie	15-avr.	21-oct.	189	531,4
Boubon	15-mars	27-oct.	226	470
Dantiandou	5-mai	23-oct.	171	613,3
Darey	16-mars	23-oct.	221	562,7
Deberegati	14-mars	21-oct.	221	654,2
Dey Tegui	15-avr.	28-oct.	196	337,7
Dingazi	15-avr.	26-oct.	194	462,8
Diri Bangou	5-mai	25-oct.	173	538,2
Djouré	15-avr.	23-oct.	191	536,6
Fandou Beri	16-mars	25-oct.	223	545,4
Gamonzon	17-mars	26-oct.	223	516,4
Gardama	21-mars	28-oct.	221	481,1
Gogueize	15-avr.	25-oct.	193	482
Gorou Goussa	20-mars	26-oct.	220	530,2
Guilahel	13-mars	21-oct.	222	488
Harikanassou	17-mars	25-oct.	222	603
IH Jachere	13-mars	21-oct.	222	593,7
Kafina	15-mars	23-oct.	222	648,1
Kalassi	17-mars	25-oct.	222	594,3
Kaligorou	16-mars	26-oct.	224	659,8
Kare	3-mars	21-oct.	232	640,2
Kiran Fandou Beri	15-avr.	23-oct.	191	421,9
Kokorbe Fandou	15-mars	23-oct.	222	542,3
Kollo	15-avr.	26-oct.	194	478,2
Kolo Diogono	15-avr.	23-oct.	191	487,8
Kolo Loga	15-avr.	23-oct.	191	474,7
Kone Beri	15-avr.	26-oct.	194	475,3
Koure Koba.	17-mars	26-oct.	223	580,2
Koure Sud	17-mars	25-oct.	222	580,8
Koyria	15-mars	27-oct.	226	488,6
Maourey Kouara Zeno	15-avr.	23-oct.	185	530,4
Massi Koubou	16-mars	28-oct.	226	528,2
Niamey Aeroport	Permanent	Permanent	Permanent	380,8
Niamey IRD	Permanent	Permanent	Permanent	530
Niamey IRI	Permanent	Permanent	Permanent	465,7
Samadey	15-avr.	24-oct.	192	525,5
Sandidey	17-mars	25-oct.	222	669,3
Simiri	15-avr.	26-oct.	194	615,5
Sofia Bangou	15-avr.	24-oct.	192	557,3
Tanaberi	13-mars	25-oct.	226	574,7
Tillaberi	15-mars	27-oct.	226	394,2
Tilola Kaina	15-avr.	28-oct.	196	505,8
Tondibiagorou	27-avr.	26-oct.	182	573,1

Tondikiboro Case	15-avr.	24-oct.	192	560,4
Tondikiborr Limni	15-avr.	24-oct.	192	521,6
Torodi	14-mars	21-oct.	221	601
Wankama	Permanent	Permanent	Permanent	565,2
Wanka Plateau	5-juil.	23-oct.	110	532,7
Yillade	13-mars	25-oct.	226	570
Konni	15-avr.	13-nov.	212	762,3
Maradi	16-mars	28-oct.	226	492,7
Tahoua	15-avr.	13-nov.	212	329
Zinder	15-avr.	15-nov.	214	403,6

## B. Qualité de l'acquisition

### 1. PANNES

Sur l'ensemble du degré carré de Niamey, le **taux de fonctionnement** des centrales Oedipes est de **95,8 %** (294 jours de lacunes pour 7051 jours d'appareillage) et celui des dispositifs de type Hobos est de **99,1 %** (36 jours de lacunes pour 4101 jours d'appareillage).

Ces chiffres chutent respectivement à **91,3 %** et **85,8 %** si on considère les périodes durant lesquelles les données enregistrées présentent un écart supérieur à 10 % par rapport au volume de référence relevé dans les dames jeannes.

En effet, sur les 54 postes du réseau, les données de 15 stations présentent des lacunes (cf. *Tableau III*) et il sera nécessaire de corriger les enregistrements à certaines périodes pour 28 pluviographes.

Cette année, 6 cartouches Oedipes (dont 3 défectueuses) n'ont pas été dépouillées, c'est la principale cause des lacunes (sachant que chaque cartouche couvre 45 jours. Des cartouches supplémentaires ainsi que du matériel de remplacement sont prévus pour la saison 2007, réduisant les chances que ce type de problèmes se reproduisent. 3 stations sont concernées par des pannes du à l'alimentation.

En outre, les causes de disfonctionnement sont multiples, la première est le blocage, ou dérèglement des augets qui se grippent (16 stations). On constate aussi régulièrement des faux contacts ou même de la casse au niveau des ampoules à mercure (7 stations). L'accumulation de poussière dans le cône du pluviographe peut générer également des erreurs (2 stations).

Le taux de fonctionnement de 85,8 % des Hobos n'est pas du au matériel d'acquisition mais en majorité au volume de référence. En effet, sur certains postes où ce volume est collecté grâce à des bidons en plastiques (moins résistants que les dames jeannes), on a observé des fuites (3 stations). De nouvelles dames jeannes sont prévues pour 2007.

Pour toutes ces raisons, il est nécessaire de conserver la fréquence des tournées. D'autant plus que « les valeurs seuil » relevés toutes les 2 semaines environ permettent le recalage des enregistrements sur ces périodes.

**Tableau III : Période de fonctionnement des 54 pluviographes (site du degré carré) pour la saison 2006**

Stations	Jan.	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Dec.
Alkama			--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----		
Banizoumbou					--	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Beri Koira			--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Berkiawal			---	-----	- ---	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Darey			--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Debere Gati			---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Fandou Beri			--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Gamonzon			--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Gardama Kouara			-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Gorou Goussa			--	-----	-----	---	-	-----	-----	-----	----	
Guilahel			---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Harikanassou			--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
IH Jachere			---	-----	-----	-----	-----	--		----		
Niamey IRI			-	-----	-----	---	-	-----	-----	-----	----	
Kalassi			--	-----	-----	--		----	-----	-----	----	
Kaligorou			--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Kare			---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Kokorbe Fandou			---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Koure Kobade			--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Koure Sud			--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Koyria			---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Massi Koubou			--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Niamey Aeroport					----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Niamey IRD			-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-
Sandideye			--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Tanaberi			---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Tillaberi			---	-----	-----	---	-	-----	-----	-----	----	
Torodi			---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Wankama			--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Yillade			---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Ataloga				---	-----	-----	-----	---	-----	-----	----	
Bololadie				---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Boubon Golf			---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-	
Dantiandou					-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Dey Tegui				---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Dingazi				---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Diri Bangou					-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Djouré				---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Gogueize				---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Kafina			---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Kiran Fandou Beri				---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Kollo				---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Kolo Diogono				---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Kolo Loga				---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Kone Beri				---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
MKZ				---	-----	-	-----	-----	-----	-----	----	
Samadey				---	-----	-----	-----	-	-----	-----	----	
Simiri				---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Sofia Bangou				---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Tilola Kaina				---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Tondibiagorou					-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Tondikiboro Case				---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Tondikiboro Limni				---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	
Wankama plateau												

## 2. COMPARAISON VALEURS SEAU ET VALEURS AUGETS

Au terme de cette saison, l'écart relatif entre le cumul augets et le cumul seau dépasse le seuil des 10 % pour 14 stations sur 54 (cf. *Tableau IV*) :

- 8 d'entre elles présentent des enregistrements affectés par des lacunes,
- on a observé des faux contacts entre le bloc augets et la centrale d'acquisition pour 3 postes,
- les valeurs enregistrées sont comparées à un volume de référence biaisé (bidons percés), pour 2 stations.

Ainsi, pour les pluviographes restants (76 % du réseau), à l'échelle de la saison, les dysfonctionnements évoqués au paragraphe précédent (dérèglement et grippage des augets) ne génère pas une erreur relative supérieure à 10 % (sauf à Kafina, Delta = 11,7 %) mais relativement élevées sur certains postes.

Sur l'ensemble du réseau, l'écart **relatif moyen** (hors période de lacune) vaut **4,4 %**.

L'exploitation des données pluviométriques (et le calcul des cumuls notamment) nécessite donc une correction effectuée grâce aux valeurs seau collectées environ toutes les deux semaines.

**Tableau IV : Comparaison des valeurs seau et augets pour la saison 2006**

Stations	Cumul seau (mm) *	Cumul augets (mm)	Delta **	Commentaires
Alkama	500,7	267,5	46,6%	Lacunes (du 12/07 au 14/08)
Ataloga	380,8	301,5	20,8%	Lacunes (du 27/07 au 14/08)
Banizoumbou	482,9	445,5	7,7%	
Beri Koira	621,2	465,5	25,1%	Pbm connectique (du 30/08 au 24/09)
Berkiawel	432	431	0,2%	
Bololadie	531,4	541,5	1,9%	
Boubon	470	316	32,8%	Pbm connectique (du 06/07 au 15/08)
Dantiandou	613,3	619	0,9%	
Darey	562,7	556	1,2%	
Deberegati	654,2	680	3,9%	
Dey Tegui	337,7	429,5	27,2%	Bidon percé (du 02/06 au 12/08), cumul auget plus fiable
Dingazi	462,8	466,5	0,8%	
Diri Bangou	538,2	548	1,8%	
Djouré	536,6	557	3,8%	
Fandou Beri	545,4	529	3,0%	
Gamonzon	516,4	508,5	1,5%	
Gardama	481,1	478,5	0,5%	
Gogueze	482	485	0,6%	
Gorou Goussa	530,2	317	40,2%	Lacunes (du 17/06 au 25/07)
Guilahel	488	473,5	3,0%	
Harikanassou	603	618,5	2,6%	
IH Jachere	593,7	358,5	39,6%	Lacunes (du 11/08 au 29/09)
Kafina	648,1	572,5	11,7%	Augets bloqués
Kalassi	594,3	282	52,5%	Lacunes (du 13/06 au 07/08)

Kaligorou	659,8	654,5	0,8%	
Kare	640,2	650	1,5%	
Kiran Fandou Beri	421,9	471	11,6%	Bidon percé (du 07/06 au 06/08), cumul auget plus fiable
Korbe Fandou	542,3	548,5	1,1%	
Kollo	478,2	501,5	4,9%	
Kolo Diogono	487,8	509	4,3%	
Kolo Loga	474,7	477	0,5%	
Kone Beri	475,3	492	3,5%	
Koure Kobade	580,2	581	0,1%	
Koure Sud	580,8	594,5	2,4%	
Koyria	488,6	501	2,5%	
Maourey Kouara Zeno	530,4	457	13,8%	Lacunes (du 14/06 au 23/06) + augets bloqués
Massi Koubou	528,2	537	1,7%	
Niamey Aeroport	380,8	395	30,6%	
Niamey IRD	465,7	473	3,7%	
Niamey IRI	530	368	1,6%	Lacunes (du 18/06 au 25/07)
Samadey	525,5	545	3,7%	
Sandidey	669,3	692,5	3,5%	
Simiri	615,5	559	9,2%	
Sofia Bangou	557,3	565	1,4%	
Tanaberi	574,7	524	8,8%	
Tillaberi	394,2	282,4	28,4%	Lacunes (du 18/06 au 24/07)
Tilola Kaina	505,8	536,5	6,1%	
Tondibiagorou	573,1	587,5	2,5%	
Tondikiboro Case	560,4	555	1,0%	
Tondikiboro Limni	521,6	481	7,8%	
Torodi	601	554	7,8%	
Wankama	565,2	524,5	7,2%	
Wankama plateau	532,7	481,5	9,6%	Relevé débuté au 15/04 et enregistrement au 05/07
Yillade	570	567	0,5%	

\* *Cumul seau = valeur seau totale = hauteur d'eau recueillie dans la dame-jeanne*

$$**\Delta = \left| \frac{\text{seau} - \text{augets}}{\text{seau}} \right|$$

### III. ANALYSE SPATIALE DE LA SAISON

#### A. Analyse des cumuls saisonniers

##### 1. DESCRIPTION DES CUMULS SAISONNIERS – REPARTITION SPATIALE

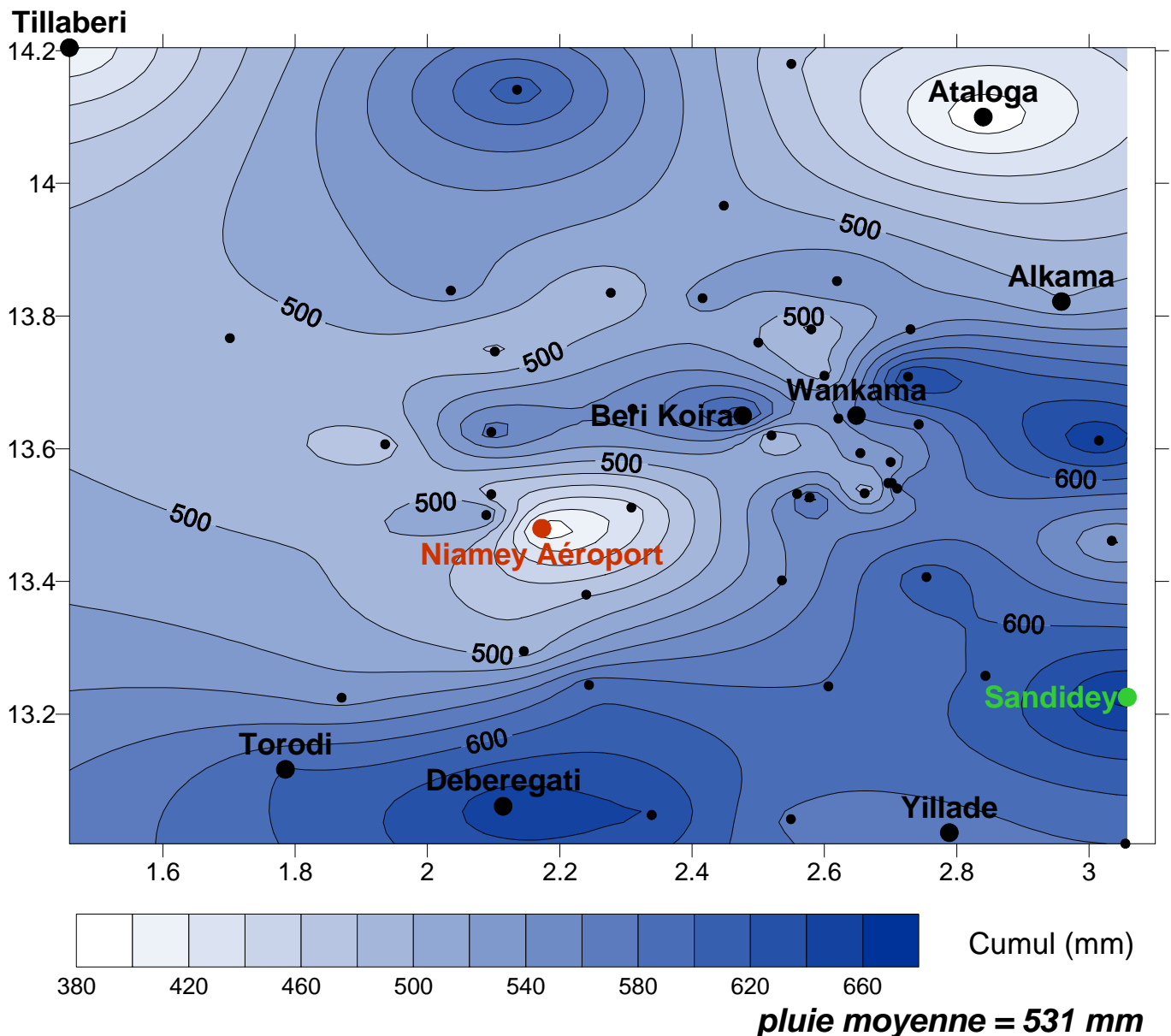


Figure 3 : Isohyètes des cumuls saisonniers 2006 pour le site du degré carré de Niamey (54 stations)

Cette saison 2006, comme les précédentes, se caractérise par une forte variabilité spatiale des cumuls saisonniers (cf. Figure 3).

Cette carte a été réalisée selon les modèles de variogrammes définis dans l'article « Rainfall estimation in the Sahel – part 1 : Error Fonction » par Abdou Ali et al. Pour une échelle spatiale méso et une échelle temporelle annuelle, il s'agit d'un variogramme de type double exponentielle dont les caractéristiques sont les suivantes :



Effet de pépité $\sigma_0 = 300 \text{ mm}^2$	
Structure exponentielle 1	Palier 1 $\sigma_1 = 3000 \text{ mm}^2$
	Portée 1 $S_1 = 0,2^\circ$
	Coefficient d'anisotropie 1 $\alpha_1 = 0,5$
Structure exponentielle 2	Palier 2 $\sigma_2 = 4000 \text{ mm}^2$
	Portée 2 $S_2 = 3,5^\circ$
	Coefficient d'anisotropie 2 $\alpha_2 = 0,52$

*N.B. : Les deux axes d'anisotropie sont orientés Est/Ouest.*

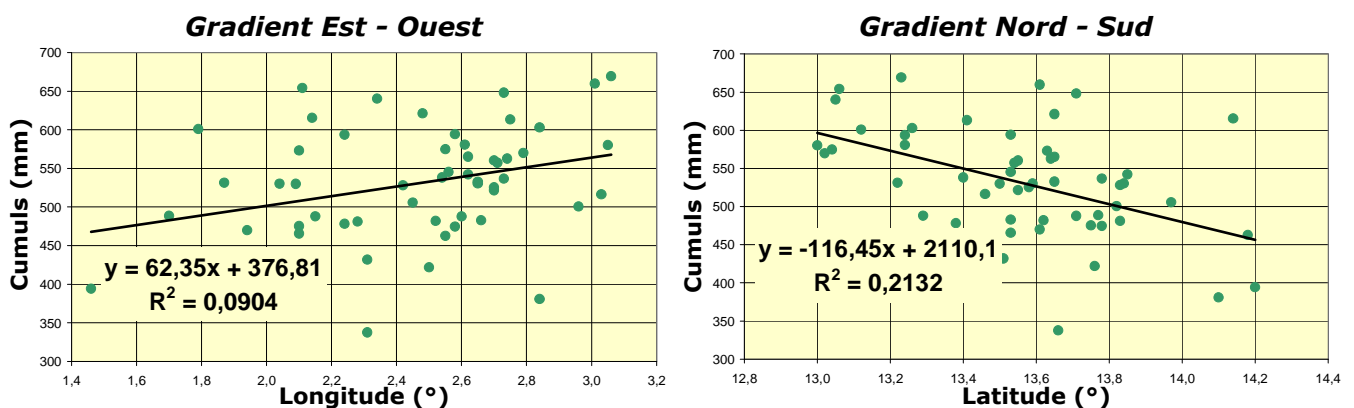
La moyenne spatiale sur la zone d'étude : **530,6 mm** est inférieure au cumul moyen de 562,3 mm de la période de référence 1951 – 1990 ; et comprise entre le cumul moyen des décennies pluvieuses (1951 – 1970) : 667 mm et celui des décennies sèches (1971 – 1990) : 480 mm.

En revanche, si on considère la période EPSAT/CATCH/AMMA (1990 – 2005), le cumul saisonnier est supérieur au cumul moyen de 518,1 mm.

Ainsi, la pluviométrie 2006 est peu abondante mais s'inscrit dans les valeurs les plus élevées de la dernière décennie (442 mm en 2000, 460 mm en 2001, 540 mm en 2002, 530 mm en 2003, 537 mm en 2004 et 549 mm en 2005).

La valeur la plus élevée a été enregistrée à Sandidey (669,3 mm) proche de la valeur moyenne (667mm) des décennies pluvieuses et la plus faible à la station Niamey Aéroport (380,8 mm) bien en deçà de la valeur moyenne (480 mm) des décennies sèches. Il existe un facteur de 1,76 entre ces deux valeurs extrêmes, rapport relativement faible par rapport aux autres années (il a atteint une valeur supérieure à 2 en 1997, 1998 et 2005 par exemple).

On observe tout de même de fort gradients locaux malgré cette apparente homogénéité sur les cumuls saisonniers (écart type de 74 mm). Entre les stations extrêmes Niamey Aéroport et Sandidey, le gradient vaut  $2,9 \text{ mm.km}^{-1}$  et il atteint  $6,3 \text{ mm.km}^{-1}$  entre Niamey Aéroport et Beri Koira (séparés d'environ 40 km) ou  $5,8 \text{ mm.km}^{-1}$  entre Niamey Aéroport et Debere Gati.



**Figure 4 : Gradients généraux de la répartition de la pluviométrie sur la zone Epsat, pour la saison 2006**

La Figure 4 ci-dessus permet d'évaluer la tendance générale à l'augmentation des cumuls du Nord vers le Sud et de l'Ouest vers l'Est, que l'on peut déduire visuellement sur la Figure 3.

Le gradient Sud – Nord, peut être estimé sur la zone Epsat par la régression linéaire :

$$M(y_i) = 2110,1 - 116,45 y_i$$

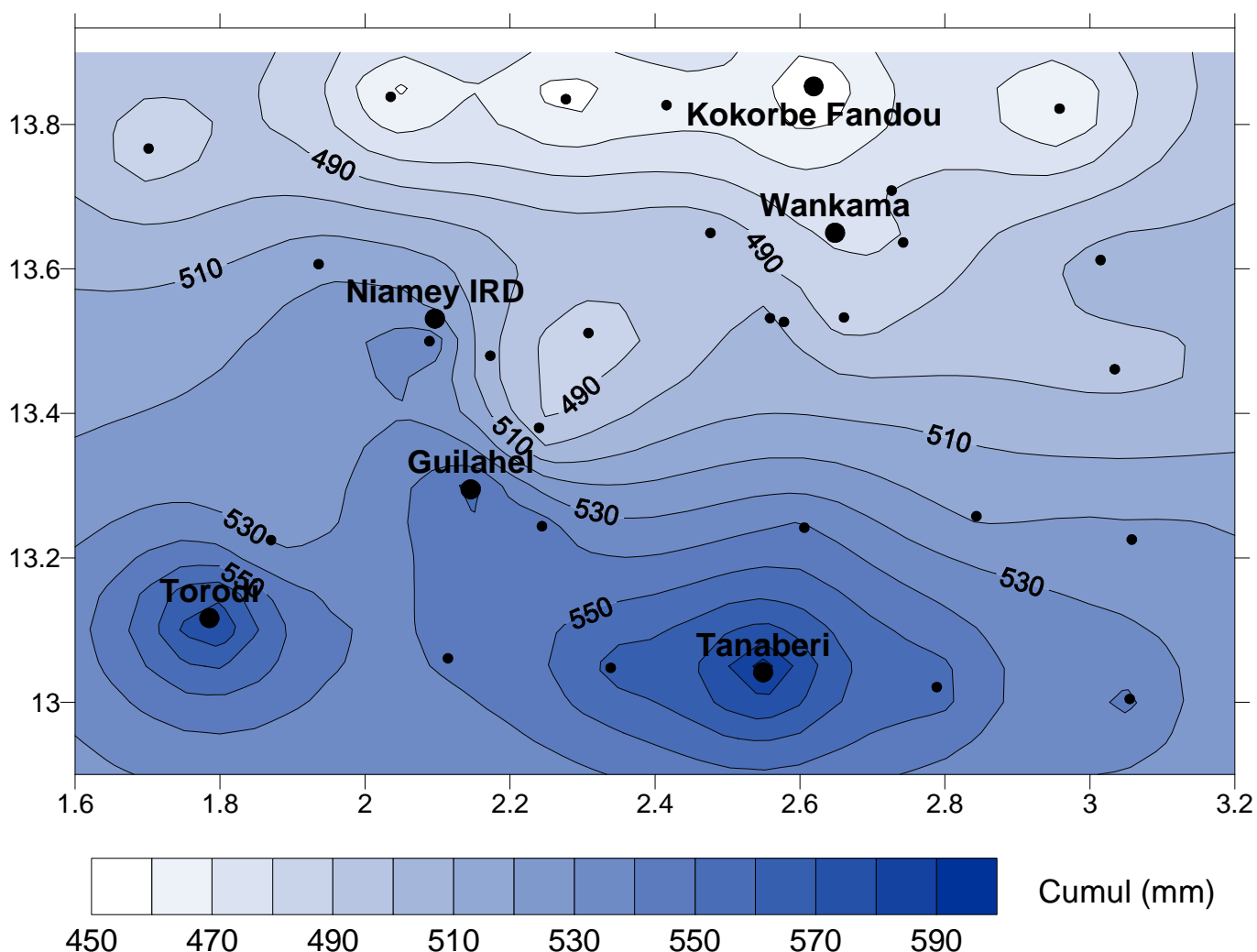
Et celui Ouest – Est, par la régression

$$M(x_i) = 376,81 + 62,35 x_i$$

Le premier de 116,5 mm/° ou 1,1 mm.km<sup>-1</sup> correspond à l'ordre de grandeur des gradients climatologique généralement observés au Niger (environ 1mm.km<sup>-1</sup>, d'après *Lebel et al., 1992*).

Cependant, le coefficient de détermination de la régression est très faible, les phénomènes convectifs locaux sont prépondérants par rapport au gradient climatologique, et cette année, le cumul pluviométrique est donc plutôt indépendant de la latitude et de la longitude.

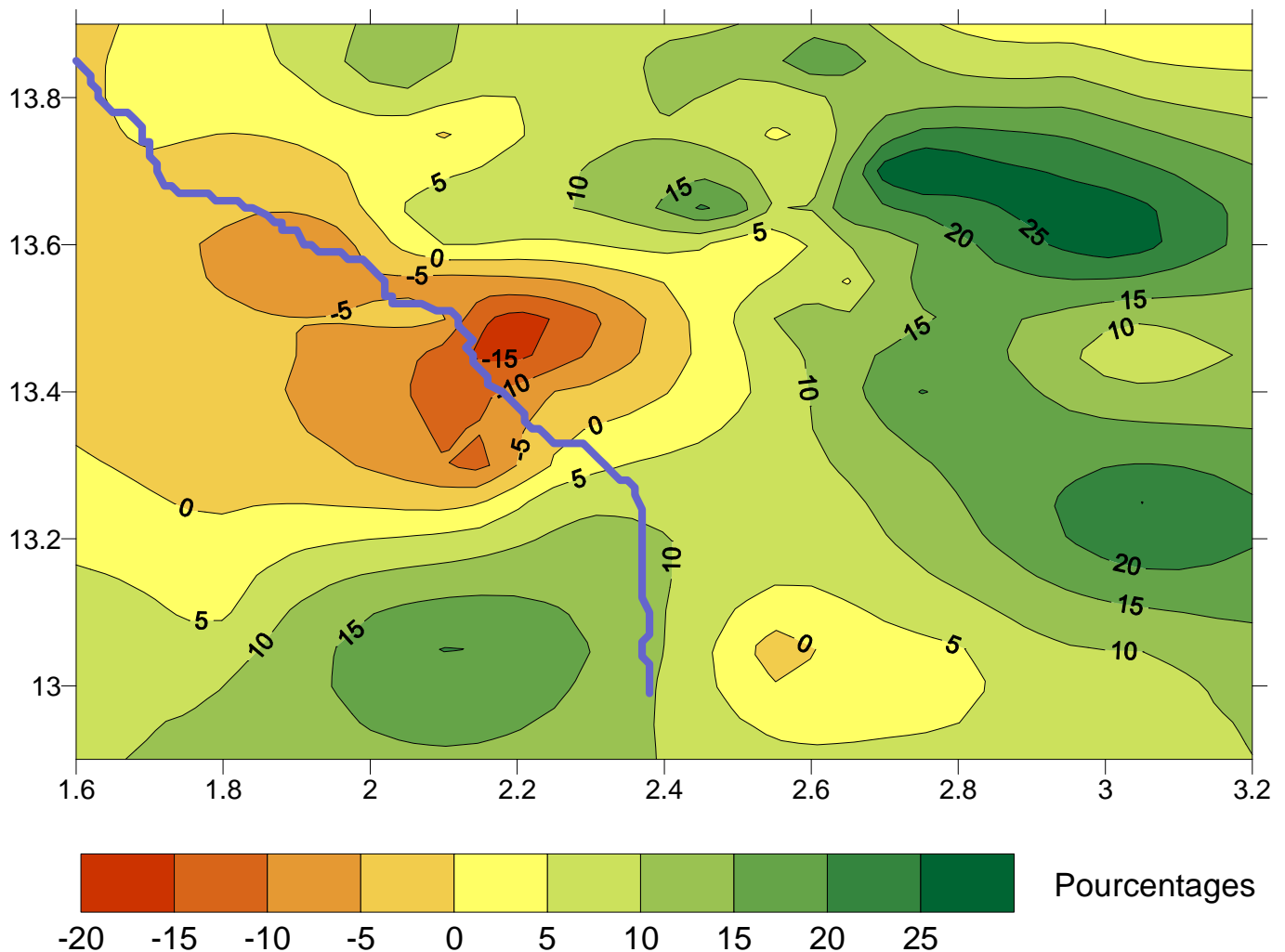
A plus forte raison pour le gradient Ouest – Est, il vaut 62,4 mm/° ou 0,6 mm.km<sup>-1</sup> avec un coefficient de détermination encore plus faible.



**Figure 5 : Isohyètes des cumuls pluviométriques annuels moyens pour la période 1990/2006**

En outre, sur l'ensemble de la période 1990 – 2006, le gradient Sud – Nord (présent sur toute l'Afrique de l'Ouest, à grande échelle) est nettement plus marqué (cf. *Figure 5*).

On obtient par exemple une valeur d'environ 1,4 mm.km<sup>-1</sup> entre Kokorbe Fandou et Tanabéri.



**Figure 6 : Anomalies de la saison 2006 par rapport aux cumuls moyens annuels de la période 1990/2006**

*N.B. : les latitudes de cette carte ne vont pas au delà de 13.9 °.*

Les premières conclusions que l'on peut tirer de l'analyse de la *Figure 3*, à savoir une pluviométrie déficitaire aux alentours de la station la moins arrosée pour 2006 et une zone excédentaire au Sud Est du degré carré sont confirmée par la *Figure 6*.

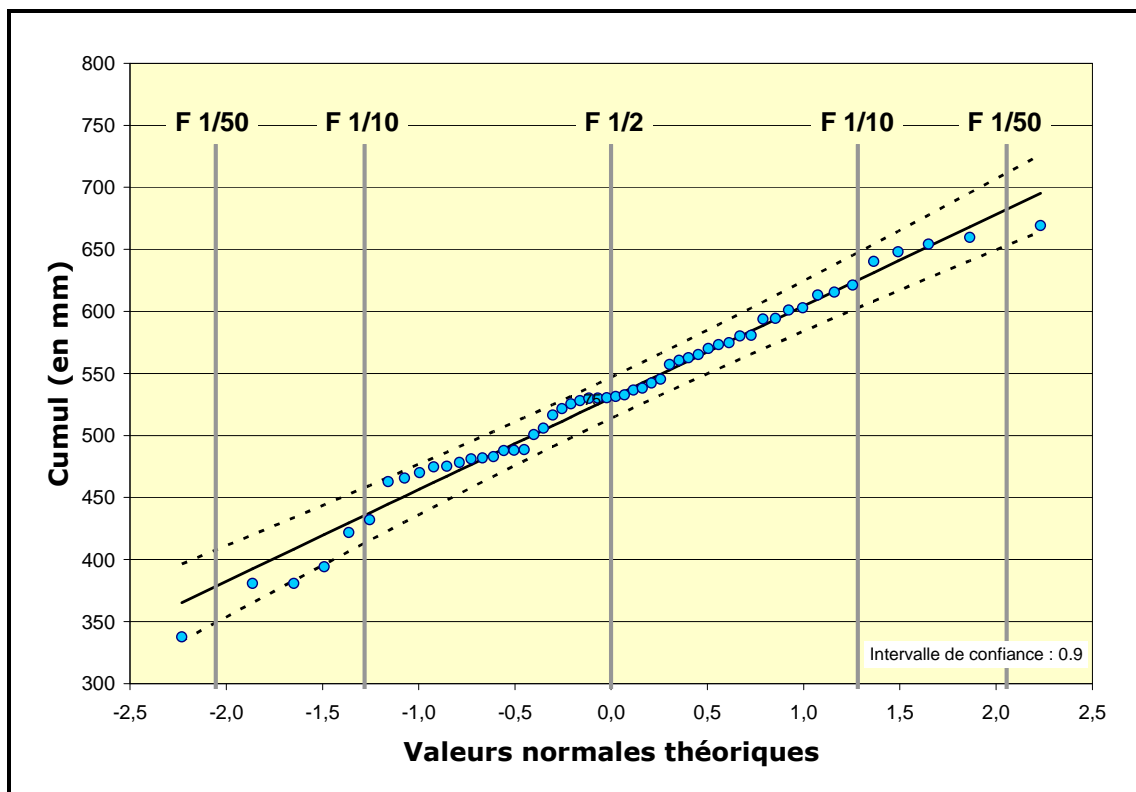
Cette représentation graphique apporte une information supplémentaire d'un point de vue quantitatif, les anomalies de la saison 2006 par rapport aux cumuls moyens annuels de la période 1990 – 2006 atteignent + 25 % dans la zone de Gamonzon et descendent jusqu'à – 15 % vers Niamey.

Elle permet également d'affiner l'analyse. On remarque que la zone déficitaire principale s'étend vers l'Ouest en rive droite du fleuve. Il apparaît une seconde zone à Tanabéri qui n'était pas décelable sur la *Figure 3* compte tenu du cumul saisonnier moyen élevé sur la période 1990 – 2006.

Au début de ce paragraphe, on notait une moyenne spatiale inscrite parmi les valeurs les plus élevées de la période 1990 – 2005. Logiquement, les couleurs du jaune au vert sont dominantes sur la carte. Néanmoins, il faut être prudent avec l'interprétation de ces chiffres en raison de la forte variabilité spatiale de la répartition des pluies.

## 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 (cf. *Figure 7*). Cette année, on obtient pour celle-ci un paramètre de position de 530,3 (moyenne) et un paramètre d'échelle de 74 (écart type).



*Figure 7 : Ajustement d'une loi normale sur les cumuls de la période 15 avril – 15 octobre 2006*

On peut ainsi attribuer des fréquences théoriques aux valeurs des cumuls.

## 3. STRUCTURE SPATIALE DES CUMULS : CARACTERISTIQUES DU VARIOGRAMME DES CUMULS SAISONNIERS

Le variogramme décrit dans le premier paragraphe de ce chapitre, utilisé pour établir la carte des cumuls saisonniers 2006 est représenté à la *Figure 8*. Il s'agit d'un modèle climatologique moyen établi avec les données de 1990 à 2002.

Afin d'associer une carte des écarts type réels correspondants à celle des cumuls, on a multiplié la carte des écarts obtenu à l'aide du variogramme normé par la variance des données 2006 (cf. *Figure 9*).

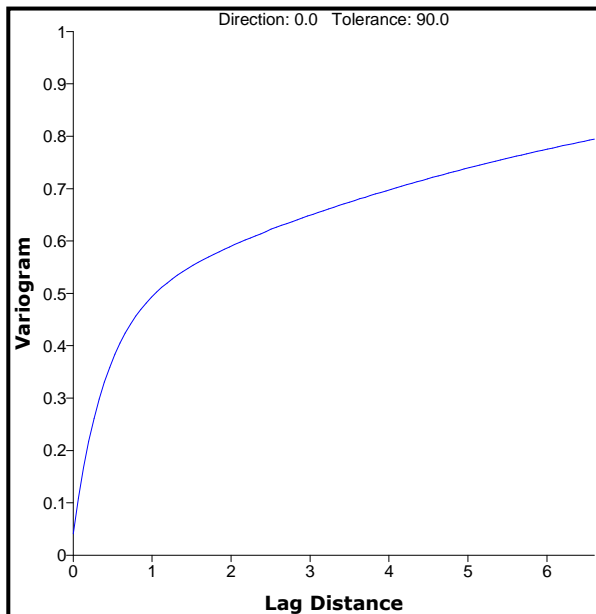


Figure 8 : Variogramme climatologique (normé) utilisé pour le krigeage des cumuls saisonniers 2006

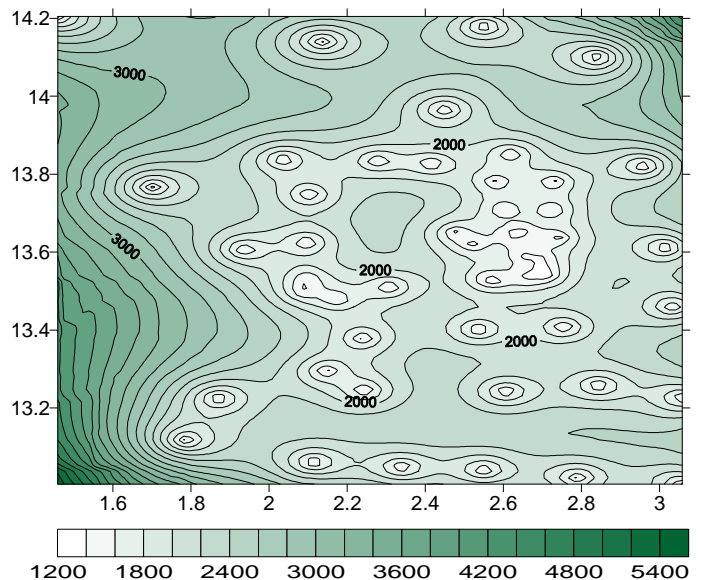


Figure 9 : Carte des écarts types correspondants au krigeage des cumuls saisonniers 2006

## B. Analyse spatiale des événements

### 1. CARACTERISTIQUES DES EVENEMENTS MAJEURS

Tout d'abord, il s'agit de définir un **événement majeur** :

pour un cumul minimum de 2,5 mm, celui-ci doit être enregistré par au moins 30 % des stations du réseau. Il est également nécessaire que 30 minutes le séparent de l'événement précédent pour qu'il soit comptabilisé.

Le nombre d'épisodes majeurs en 2006 est égal à 39, selon les critères d'extension spatiale et de continuité temporelle définis précédemment (cf. *Tableau V*). Il est légèrement inférieur à la moyenne du nombre d'événements enregistrés depuis 1991 (42).

Tableau V : Liste des 39 événements majeurs enregistrés en 2006 à partir de 54 stations

N°	Début	Fin	N	i	j	5	10	15	30	60	Total	Duree
1	8/ 6 a 18h25'	8/ 6 a 21h30'	33	35	19	133 35	228 35	252 35	289 35	289 35	289 35	190
2	9/ 6 a 6h50'	9/ 6 a 11h55'	50	61	21	65 29	128 29	177 29	213 29	256 80	317 25	310
3	17/ 6 a 21h50'	18/ 6 a 3h 0'	47	3	25	86 41	157 41	222 41	336 41	377 41	402 41	315
4	27/ 6 a 22h15'	28/ 6 a 0h15'	15	4	30	36 4	66 4	78 4	111 4	124 4	129 4	125
5	1/ 7 a 22h50'	2/ 7 a 3h15'	41	43	10	86 61	150 43	205 43	306 43	384 43	434 43	270
6	6/ 7 a 22h 5'	7/ 7 a 2h 5'	24	61	29	110	206	294	490	505	510	245

						23	23	23	23	23	23	
7	8/ 7 a 23h20'	9/ 7 a 4h35'	21	16	51	97 14	192 14	250 21	354 21	369 21	384 21	320
8	11/ 7 a 16h30'	11/ 7 a 23h 0'	37	49	86	83 18	161 18	226 18	342 18	383 13	403 13	395
9	14/ 7 a 4h50'	14/ 7 a 8h50'	46	61	28	118 413	187 413	226 413	287 20	304 20	371 413	245
10	15/ 7 a 2h10'	15/ 7 a 3h 5'	15	4	23	49 413	53 413	53 413	53 413	53 413	53 413	60
11	15/ 7 a 3h30'	15/ 7 a 7h25'	42	70	84	85 32	167 32	216 32	246 32	265 26	310 26	240
12	17/ 7 a 6h 0'	17/ 7 a 9h35'	43	3	84	128 70	231 70	292 70	430 70	457 30	457 30	220
13	19/ 7 a 4h35'	19/ 7 a 10h 5'	48	26	82	105 41	184 41	241 61	314 61	400 8	462 41	335
14	22/ 7 a 8h 0'	22/ 7 a 14h20'	48	34	84	175 82	320 82	440 82	565 82	581 82	636 82	385
15	25/ 7 a 7h15'	25/ 7 a 9h25'	21	14	86	137 49	229 49	307 25	432 25	456 25	456 25	135
16	25/ 7 a 23h55'	26/ 7 a 5h45'	42	1	414	98 19	179 19	220 19	272 19	316 19	509 19	355
17	31/ 7 a 8h20'	31/ 7 a 14h50'	35	26	7	90 26	170 26	212 26	325 29	460 29	485 26	395
18	3/ 8 a 13h 0'	3/ 8 a 17h 0'	44	26	105	72 41	140 41	205 41	317 32	393 32	418 32	245
19	6/ 8 a 6h45'	6/ 8 a 14h30'	50	3	84	113 23	220 23	303 23	486 23	704 23	890 23	470
20	7/ 8 a 18h40'	7/ 8 a 22h20'	38	57	20	97 83	171 83	190 83	217 83	217 83	227 83	225
21	11/ 8 a 2h20'	11/ 8 a 9h25'	51	61	82	134 413	241 16	306 414	451 73	491 73	605 414	430
22	14/ 8 a 8h55'	14/ 8 a 10h 0'	16	4	50	79 7	137 10	167 50	185 7	185 7	185 7	70
23	14/ 8 a 13h50'	14/ 8 a 16h 0'	38	1	20	16 16	22 14	25 86	27 84	30 18	30 18	135
24	18/ 8 a 7h25'	18/ 8 a 12h50'	52	26	86	141 6	250 6	323 6	449 32	542 3	546 3	330
25	22/ 8 a 2h25'	22/ 8 a 9h50'	53	3	86	89 14	165 14	212 14	368 14	517 15	775 15	450
26	23/ 8 a 20h 0'	24/ 8 a 1h10'	18	29	1	166 16	327 16	457 16	728 16	1003 16	1023 16	315
27	24/ 8 a 14h25'	25/ 8 a 0h25'	50	1	19	142 413	271 413	398 413	667 413	834 413	847 413	605
28	26/ 8 a 15h 0'	26/ 8 a 16h45'	24	29	20	107 17	149 86	221 86	319 86	324 86	324 86	110
29	28/ 8 a 1h45'	28/ 8 a 10h 0'	53	43	84	83 32	160 21	222 21	374 21	509 21	560 21	500
30	30/ 8 a 7h10'	30/ 8 a 10h35'	40	57	25	91 17	136 22	147 22	147 22	153 22	160 26	210
31	31/ 8 a 1h40'	31/ 8 a 3h45'	28	43	30	36 34	36 34	49 22	61 11	65 17	81 11	130
32	31/ 8 a 7h20'	31/ 8 a 9h 5'	33	85	7	16 9	20 11	22 41	40 41	40 41	40 41	110
33	5/ 9 a 8h45'	5/ 9 a 13h 0'	30	57	86	72 24	140 24	204 24	297 24	326 24	346 24	260
34	8/ 9 a 4h30'	8/ 9 a 12h25'	52	57	82	154 29	270 29	316 29	456 57	534 57	593 57	480

35	10/ 9 a 14h45'	11/ 9 a 2h15'	45	43	50	117 82	227 82	335 82	610 82	874 82	993 82	695
36	12/ 9 a 14h25'	12/ 9 a 17h40'	50	26	16	95 16	180 16	232 16	249 27	259 27	259 27	200
37	14/ 9 a 6h55'	14/ 9 a 9h 5'	35	57	24	55 41	90 41	129 24	153 24	153 24	158 24	135
38	24/ 9 a 2h35'	24/ 9 a 9h25'	51	57	82	118 78	234 78	310 78	432 78	550 413	638 14	415
39	30/ 9 a 7h25'	30/ 9 a 13h55'	20	57	29	88 57	165 57	216 57	364 57	557 57	622 57	395

*N.B. : N est le nombre de stations touchées par l'événement,  
i est le numéro Epsat de la première station touchée,  
j est le numéro Epsat de la dernière station touchée,  
5 – 10 – 15 – 30 – 60 représentent les cumuls à 5, 10, 15, 30 et 60 minutes,  
T est le cumul total (en 1/10<sup>e</sup> mm),  
Durée comptabilise la durée totale du passage de l'événement en minutes sur  
l'ensemble du degré carré.*

Maxima	
5 mn	175
10 mn	327
15 mn	457
30 mn	728
60 mn	1003
Totalité	1023

Le *Tableau VI* résume les différentes caractéristiques des événements majeurs pour les années 1991 à 2006. On obtient un coefficient de corrélation de 0,45 entre le nombre de ces événements et le cumul saisonnier moyen pour chaque année, les événements pluvieux définis n'expliquent donc pas de manière satisfaisante la hauteur d'eau annuelle précipitée.

On définit par ailleurs un type d'événement, dit de grande extension, lorsque celui-ci couvre 80 % des stations pluviographiques du réseau.

En travaillant sur ces événements de grande extension, les deux variables « nombre d'évènements majeurs » et « cumul saisonnier » semblent plutôt indépendantes, avec un coefficient de corrélation de 0,25.

**Tableau VI : Comparaison pour les années 1991 à 2006 de l'importance des évènements majeurs et de grande extension**

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Nb evts majeurs</b>	47	50	38	55	32	38	34	44	49	39	36	42	36	39	49	39
<b>Nb evts grande extension</b>	30	27	27	30	21	26	14	22	25	17	16	19	24	20	21	20
<b>Moyenne cumul saisonnier</b>	522	513	463	663	495	503	418	659	563	443	463	524	530	537	557	531
<b>Moyenne cumul evts majeurs</b>	519	504	424	538	454	446	366	593	480	383	358	471	434	466	463	475
<b>Cumul evts grande extension</b>	415	428	318	382	381	357	238	427	331	245	211	377	369	397	299	390
<b>% cumul evts maj / cumul saison</b>	99	98	92	81	92	89	88	90	85	87	77	90	82	87	83	89
<b>% cumul evts grd ext / cumul saison</b>	80	84	69	58	77	71	57	65	59	55	46	72	70	74	54	73
<b>% cumul evts grd ext / cumul evts maj</b>	80	85	75	71	84	80	65	72	69	64	59	80	85	85	65	82
<b>% nb evts grd ext / nb evts maj</b>	64	54	70	55	66	68	41	50	51	44	44	45	67	51	43	51

En revanche, pour ces seize années d'études, la participation des événements majeurs au cumul total de la saison varie d'une année sur l'autre entre 77 % et 99 %, avec une moyenne de 88 %. Cela montre la contribution importante de ce type d'événement au cumul saisonnier, même si leur nombre n'est pas révélateur de la qualité de la saison.

En outre, Les événements de grande extension ne représentent en moyenne que 66 % du cumul saisonnier, avec un minimum de 46 % en 2001. Ce constat est un indicateur de l'importance des événements locaux à faible dispersion spatiale sur la zone étudiée. En effet, en moyenne, 54 % des événements majeurs correspondent à ceux qu'on a défini « de grande extension » et ils contribuent environ au 3/4 du cumul de ces événements majeurs.

## 2. CUMULS PLUVIOMETRIQUES DES EVENEMENTS MAJEURS

L'histogramme suivant (Figure 15) met en évidence la prépondérance des événements peu productifs : 33 % présentent un cumul moyen de moins de 5 mm et 56 % de moins de 10 mm. Cependant, il faut noter également qu'1/4 des événements ont apporté plus de 20 mm de pluie en moyenne. Ces fortes précipitations ont généré un ruissellement important observé sur la zone d'étude.

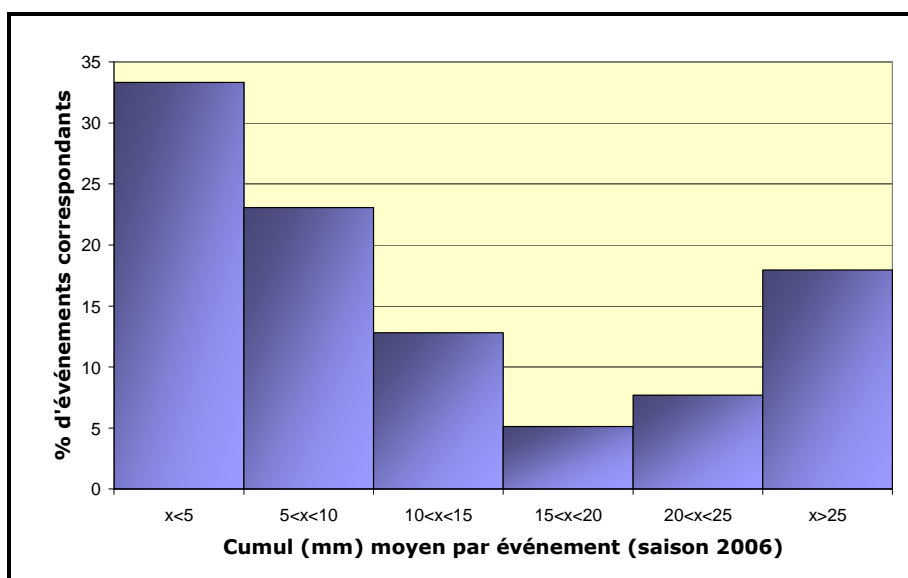


Figure 10 : Répartition du nombre d'événements majeurs par classe de cumul moyen produit pendant un événement, pour la saison 2006

## C. Analyse des gradients locaux

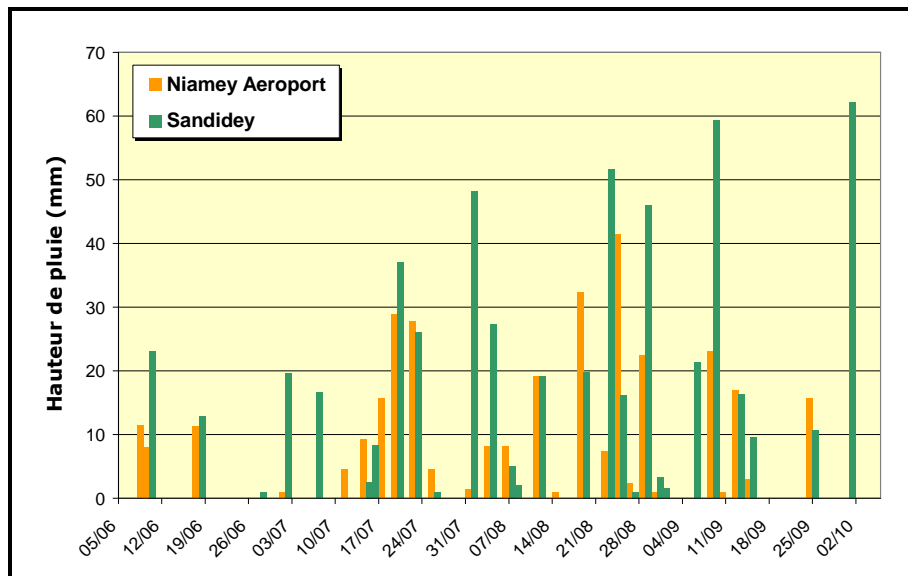
### 1. GRADIENTS OBSERVES AU NIVEAU SAISONNIER

Sur l'ensemble de la saison, la pluviométrie de cette année présente des gradients locaux relativement élevés (cf. Figure 3 : Isohyètes des cumuls saisonniers 2006 pour le site du degré carré de Niamey (54 stations)). En effet, entre les stations de Goguieze et de Kafina par exemple, séparées d'environ 25 km, le gradient vaut  $6,7 \text{ mm.km}^{-1}$  ou encore entre Beri Koira et Niamey Aéroport, il atteint  $6,3 \text{ mm.km}^{-1}$ . De même, entre cette dernière station (la moins arrosée en 2006 et



Debere Gati, on observe une valeur  $5,8 \text{ mm.km}^{-1}$ . Néanmoins, comme il a été évoqué précédemment, les cumuls saisonniers sont assez homogènes (écart type de 74 mm) par rapport à ce qu'on a pu observer tout au long de l'expérience EPSAT NIGER. En effet, concernant les gradients locaux, des valeurs de plus de  $10 \text{ mm.km}^{-1}$  ont été régulièrement relevées et même jusqu'à  $35 \text{ mm.km}^{-1}$  entre les stations de Niamey IRD et IRI pour la saison 2005.

Par ailleurs, aucune logique apparente ne se dégage quant à la localisation de ces gradients. La latitude ou la longitude ne semble pas expliquer ces variations importantes de pluviométrie sur de faibles distances.



**Figure 11 : Comparaison des événements pluvieux aux stations Niamey Aéroport et Sandidey pour la saison 2006**

En comparant les différents événements pluvieux aux stations de Niamey Aéroport et de Sandidey, séparés d'une centaine de kilomètres (*Figure 12*), on s'aperçoit qu'elles sont concernées en général par les mêmes événements. Cependant, la quantité d'eau précipitée au cours de ceux-ci varie beaucoup.

Jusqu'au début du mois de juillet, les cumuls aux deux stations sont équivalents (cf. *Figure 12*). Ensuite deux événements survenus les 1<sup>er</sup> et 6 juillet, dont les cumuls enregistrés ont été respectivement de 19,6 mm et 16,6 mm à Sandidey mais quasiment nuls à l'Aéroport, marquent nettement la différence. Les courbes des cumuls présentent par la suite la même allure, avec un écart croissant tout au long de la saison.

En effet, 90 % de la différence entre les cumuls est due à la différence enregistrée au cours de 5 événements majeurs (les 31/07, 22/08, 28/08, 08/09 et 30/09).

Ainsi on retrouve ce phénomène que l'expérience EPSAT NIGER a permis de dégager, à savoir que la variabilité inter stations, pour une année, était en grande partie due aux différences d'intensités enregistrées pour un événement donné (*Lebel et al., 1997*).

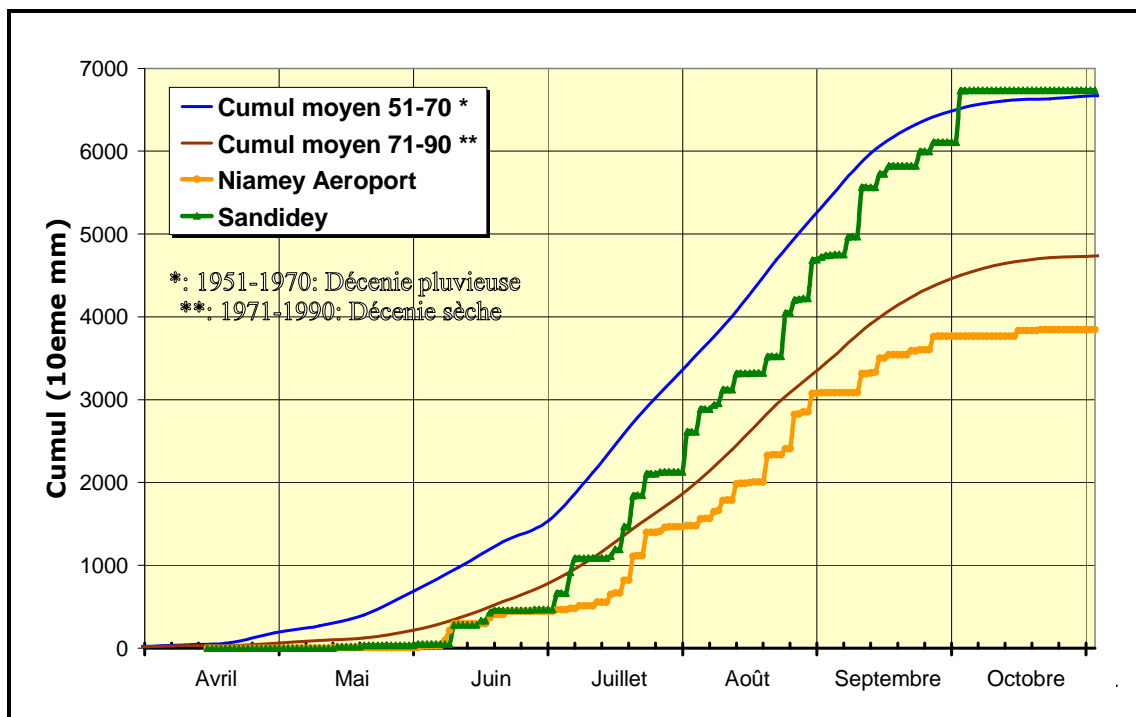


Figure 12 : Evolution des cumuls pluviométriques aux stations Niamey Aéroport et Sandidey pour la saison 2006

## 2. GRADIENTS OBSERVES AU NIVEAU EVENEMENTIEL

En région sahélienne en général et dans la zone du degré carré de Niamey en particulier, les systèmes pluvieux sont de type convectif, il n'y a pas de système stratiforme. Ces cellules convectives peuvent être de petite taille spatialement (événements du groupe 3, d'après la classification d'Amani (Amani & al., 1996), elles engendrent des pluies très localisées, créant des gradients notoires de pluviométrie.

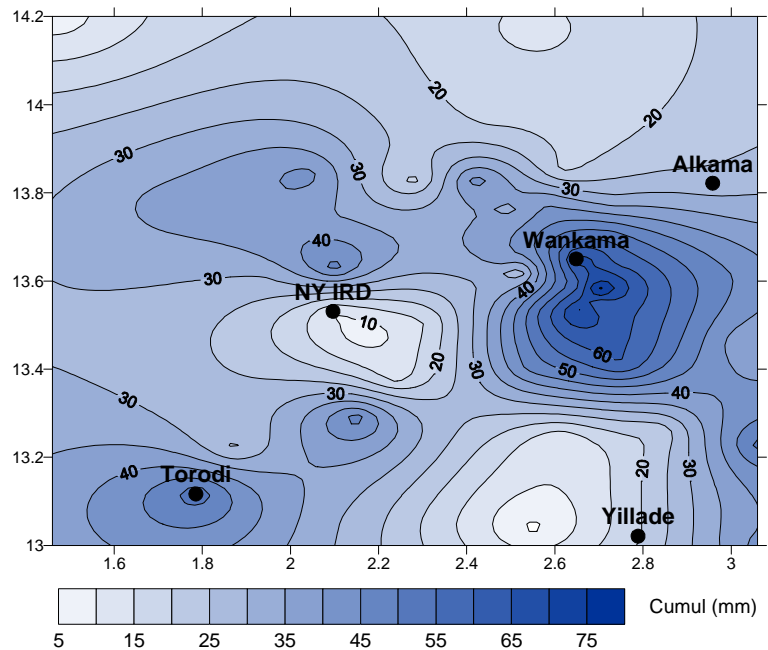
Il faut noter cependant que le réseau n'a pas une maille suffisamment fine pour ne pas lisser les événements pluvieux engendrés par de petites cellules convectives (en considérant que seuls les événements concernant plus de 30 % du réseau sont retenus).

En effet, cette année par exemple, l'écart entre le cumul saisonnier et le cumul des événements majeurs (cf. définition au paragraphe III. B. 1.) vaut en moyenne 12 % (atteignant parfois jusqu'à 30 %).

Les observations sont donc pertinentes pour des systèmes de taille méso.

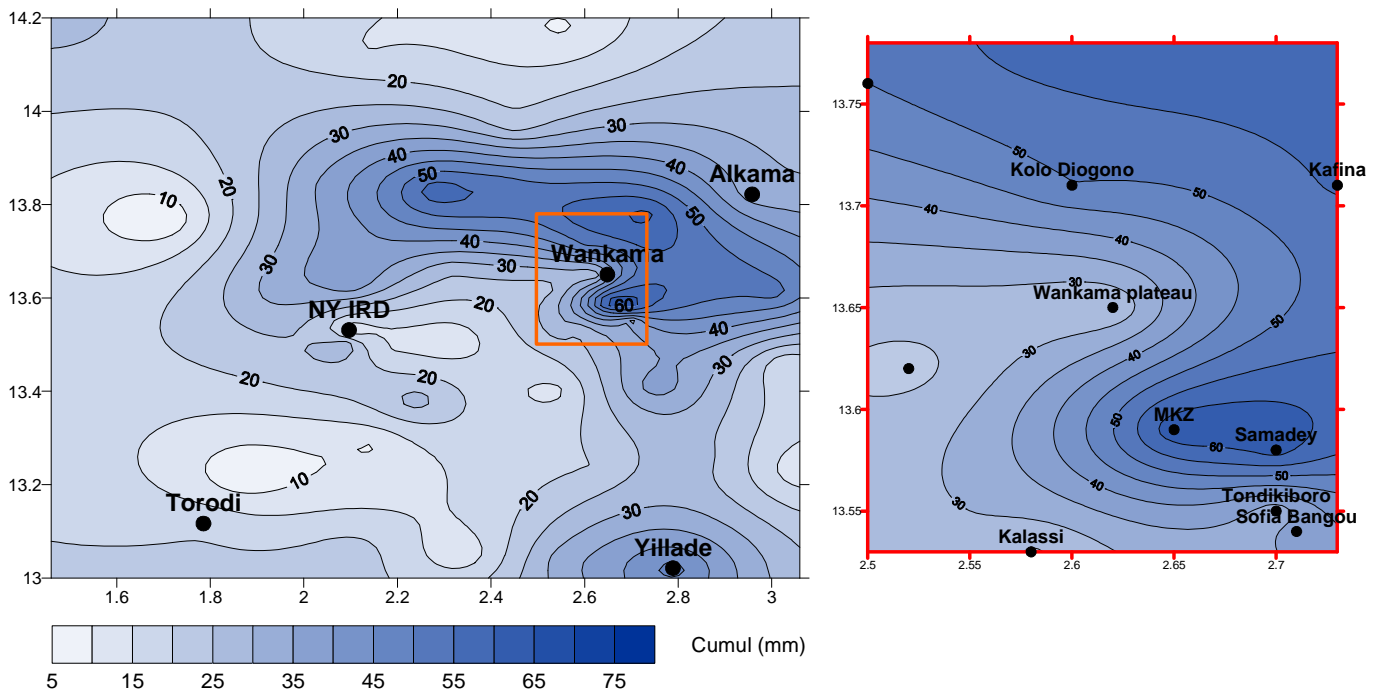
L'événement du 22 août 2006 de 2h25 à 9h50 par exemple permet de bien visualiser ce système de convection localisé.

La cellule à l'Est de Niamey a provoqué un gradient notable entre Samadey et Beri Koira de  $1,5 \text{ mm.km}^{-1}$ .



**Figure 13 : Cumuls pluviométriques de l'événement numéro 25, du 22 août 2006**

De même, les cumuls pluviométriques de l'événement du 24 septembre 2006 de 2h35 à 9h25 présentent de fortes disparités locales. En effet, grâce au maillage plus fin dans la zone du super site Wankama-Banizoumbou, on note 63,8 mm à Maourey Kouara Zeno et 25,5 mm sur le plateau de Wankama. Ces deux stations sont séparées de 7,4 km, ce qui correspond à un gradient de  $5,2 \text{ mm.km}^{-1}$ .



**Figure 14: Cumuls pluviométriques de l'événement numéro 38, du 24 septembre 2006**

## IV. ANALYSE TEMPORELLE DE LA SAISON

### A. Analyse temporelle des cumuls pluviométriques

#### 1. INTRODUCTION : DEROULEMENT DE LA SAISON 2006

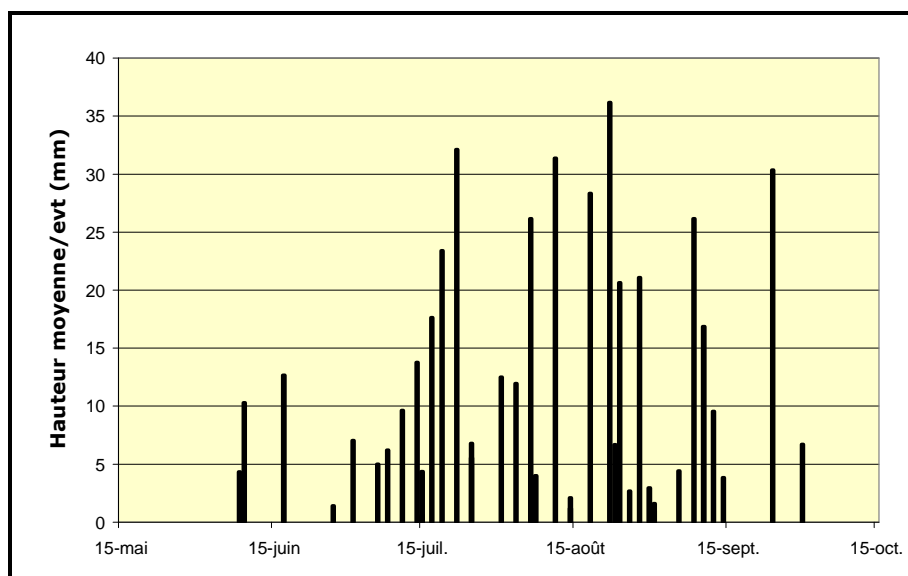
Pour cette saison 2006, bien qu'il ait plu à certaines stations en mai, le premier événement majeur a été enregistré le 08 juin 2006 (cf. *Figure 15*). Ensuite, une série d'événements ont eu lieu régulièrement tout au long de la saison. On peut noter une interruption des précipitations maximum de 10 jours, en début de saison entre le 17 et 27 juin et à la fin entre le 14 et 24 septembre. La première, on le verra par la suite a un impact sur les cultures et donc sur le début de la saison d'un point de vue agronomique.

En terme de cumul (cf. *Figure 16*), les mois de mai, juin et juillet sont largement déficitaires dans le référentiel 1951 – 1990. En effet, les valeurs pour 2006 se situent en deçà de la moyenne pour les décennies sèches (1971 – 1990). Par la suite, les cumuls au mois d'août, septembre octobre s'intègrent dans l'intervalle des moyennes pour les années sèches et humides (courbe rouge et bleu) mais plutôt proche des années sèches

Ainsi, la moyenne annuelle sur la zone d'étude vaut 530,6 mm, correspondant à une pluviométrie peu abondante dans la référence 1951 – 1990 (valeur moyenne : 562,3 mm)

En revanche, la valeur des précipitations annuelles moyennes pour 2006 est supérieure à celle établie dans le référentiel 1990 – 2005 (EPSAT/CATCH/AMMA), de 518 mm (cf. *Figure 18*).

Donc, malgré un début de saison tardif, – au regard des premiers événements majeurs enregistrés par rapport au 15 années précédentes – la pluviométrie de la seconde partie de la saison a permis d'atteindre des valeurs relativement élevées.



*Figure 15 : Répartition des événements pluvieux pour la saison 2006*

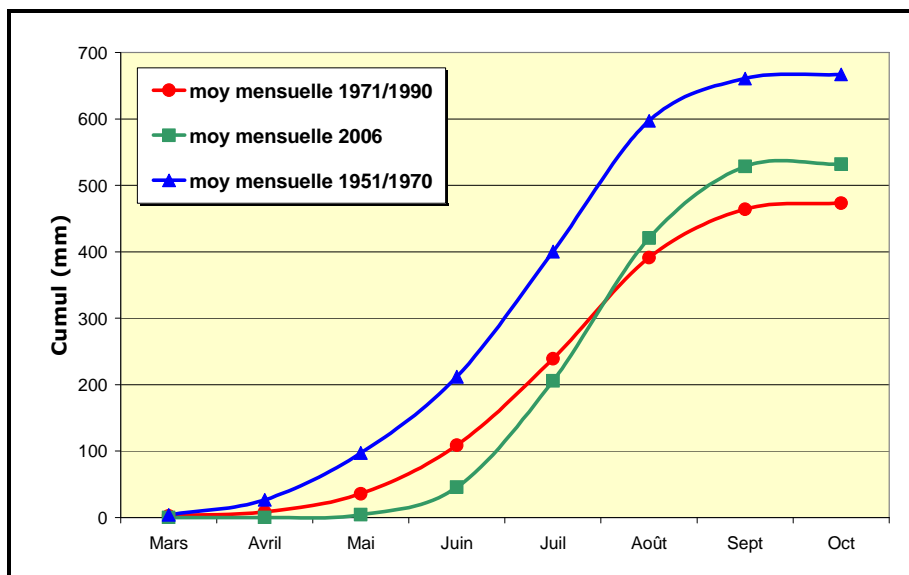


Figure 16 : Evolution des cumuls pluviométriques mensuels pour la saison 2006 par rapport aux décennies pluvieuses (période 1951/1970) et sèches (période 1971/1990)

## 2. CUMULS MENSUELS SUR LE DEGRE CARRE

Comme il en était question précédemment, au mois de juillet 2006, le cumul pluviométrique est déficitaire. En effet, à ce stade, on comptabilise seulement 39 % de la hauteur d'eau précipitée durant la saison, contre 47 % en moyenne pour la période 1990 – 2005.

Cependant, les valeurs de ce mois juillet s'inscrivent entre les valeurs moyennes des décennies sèches et pluvieuses (cf. Figure 17) et au dessus des valeurs moyennes 1990 – 2005 (cf. Figure 18). 13 événements majeurs sont apparus durant cette période correspondant à 31 % du cumul événementiel total.

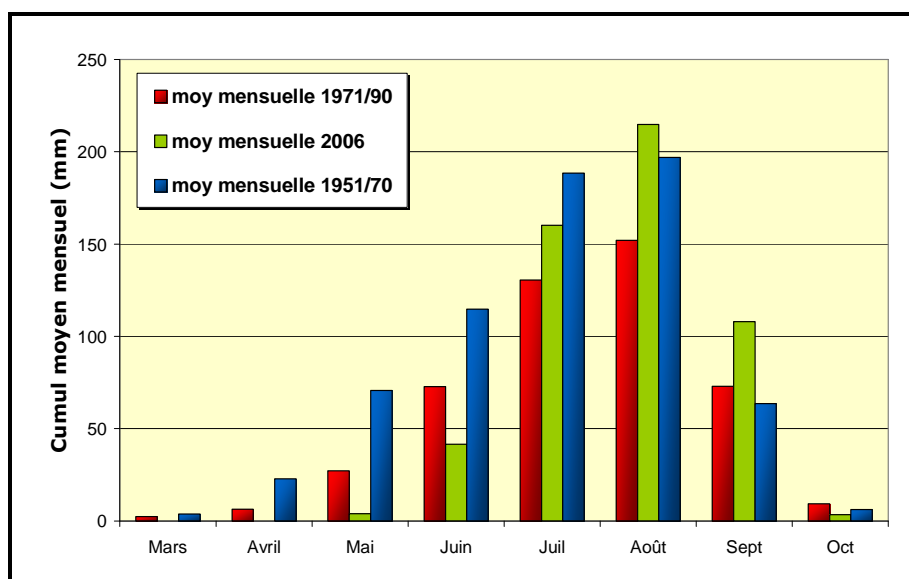
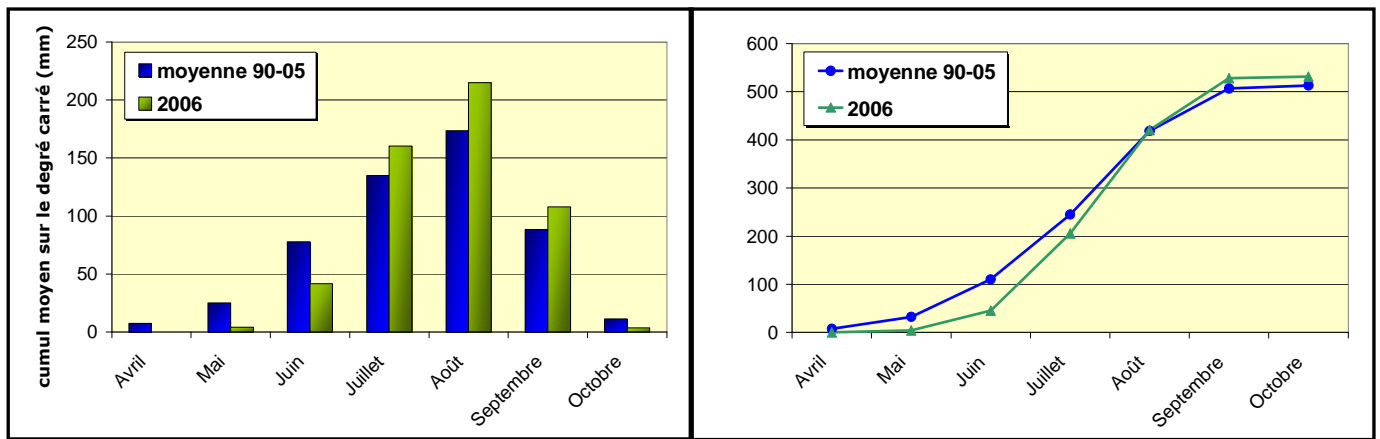


Figure 17 : Comparaison des cumuls pluviométriques mensuels moyens pour la saison 2006 par rapport aux décennies pluvieuses (période 1951/1970) et sèches (période 1971/1990)

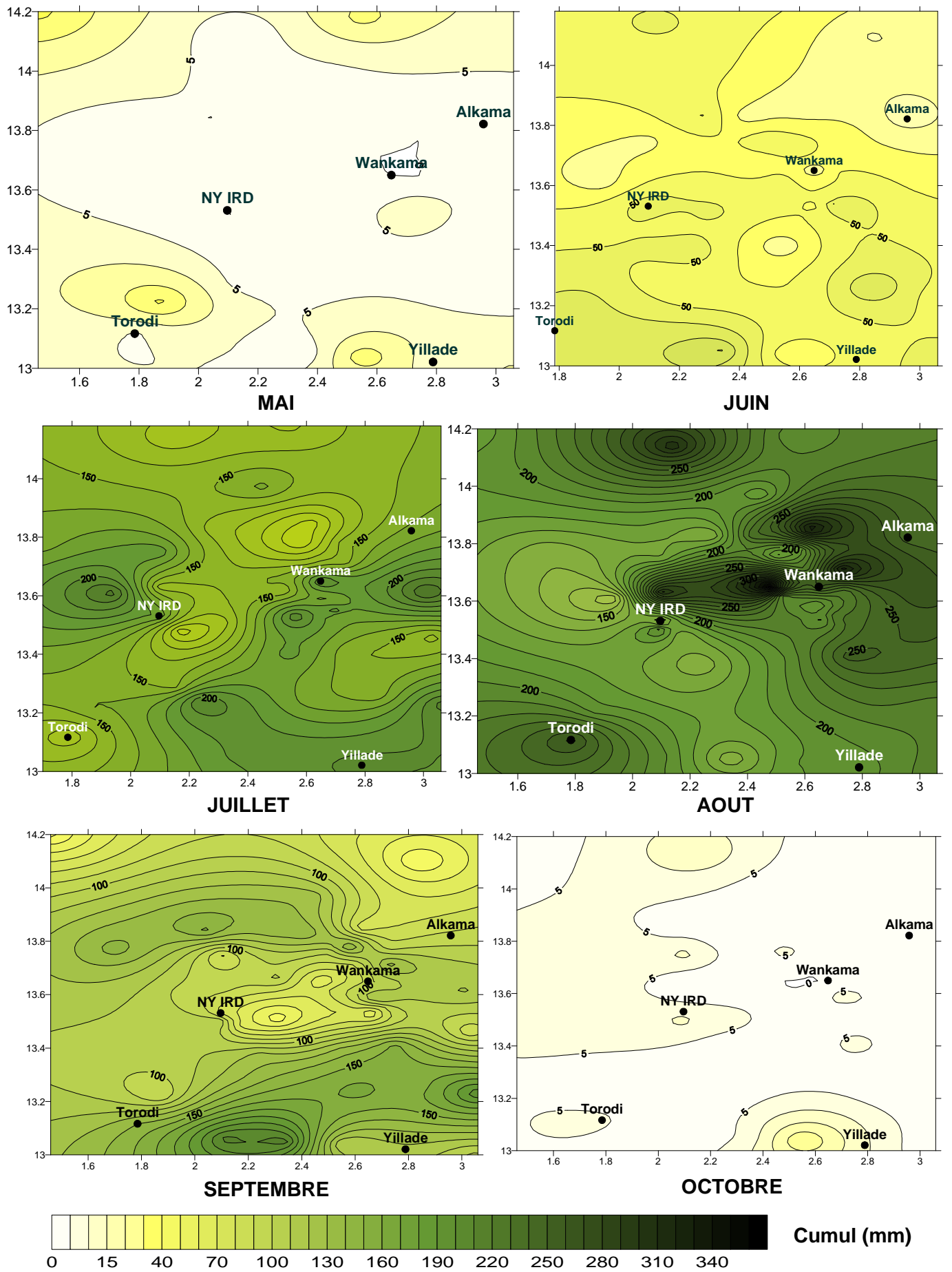


**Figure 18 : Comparaison des cumuls pluviométriques mensuels moyens pour la saison 2006 par rapport à la période 1990/2005**

Avant cela, aucun événement majeur ne s'est produit en mai et 4 en juin (soit un apport cumulé de 28,6 mm) dont seulement 2 ont touché plus de 80 % des stations (pour un apport de 22,9 mm).

En outre, le mois d'août représente à lui seul, 40 % (soit 214,8 mm) du cumul saisonnier, bien au dessus de la moyenne pour la période 1990 – 2005 (173,4 mm) mais aussi de celle des décennies pluvieuse (196,9 mm). Ainsi, on peut noter sur la *Figure 16* que la courbe des cumuls de la saison 2006 coupe celle des décennies sèches. Classiquement le mois d'août est le mois le plus pluvieux de la saison mais il faut noter des valeurs élevées pour 2006. Ceci est dû en majorité à 6 événements majeurs de plus de 20 mm (sur les 10 comptabilisés pour la saison entière, cf. *Figure 10*) correspondant à un apport cumulé de 164,8 mm.

Par ailleurs, cette pluviométrie importante s'est prolongée jusqu'en septembre où 3 événements majeurs les 08/09, 10/09 et 24/09 ont apporté 73,3 mm, valeur suffisante pour dépasser la moyenne enregistrée lors des décennies pluvieuses. Le cumul total enregistré durant ce mois (107,9 mm) est donc logiquement au dessus de la moyenne dans le référentiel EPSAT (1990 – 2005), (cf. *Figure 18*). La saison se termine avec l'événement majeur du 30 septembre.



**Figure 19 : Isohyètes des cumuls mensuels 2006 pour le site du degré carré de Niamey (54 stations)**

## B. Analyse temporelle des évènements pluvieux

### 1. COMPARAISONS INTER STATIONS

#### ▪ Comparaison des hyètoqrammes de quelques stations

A l'examen des chroniques journalières de quelques stations (*Figure 20*), on constate bien la disparité qu'il peut exister entre les stations en terme d'intensité sur une zone ciblée du Sahel (degré carré Niamey : 10 000 km<sup>2</sup>), mais la répartition au cours de la saison de ces événements garde une cohérence.

On peut noter, notamment pour les stations à l'Ouest de la zone d'étude EPSAT (Kone Beri, Niamey IRD et Guilahel) que les premiers évènements pluvieux sont suivis d'une interruption (d'environ 25 jours) de la pluie, avant la véritable installation de la saison pluvieuse.

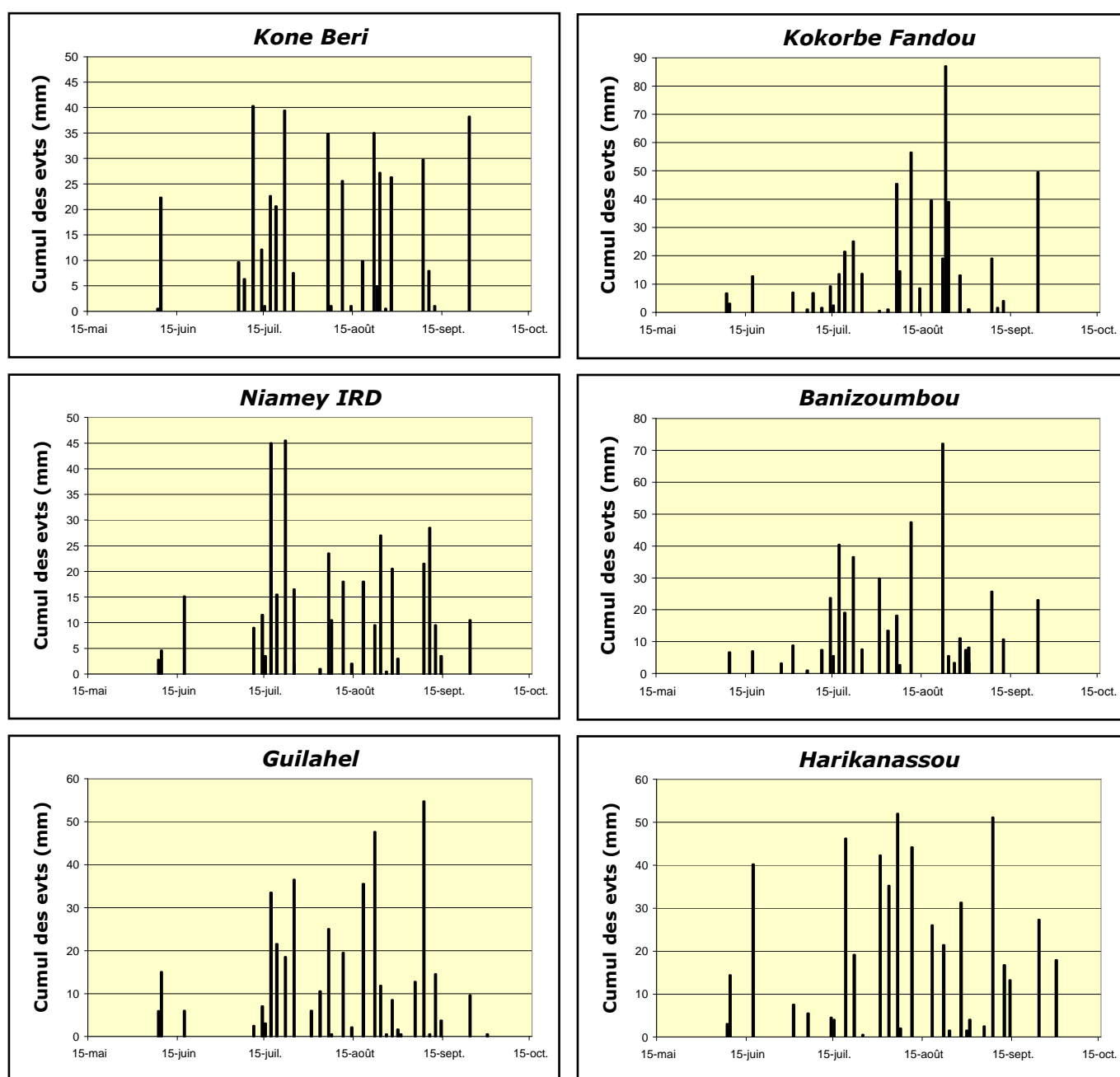
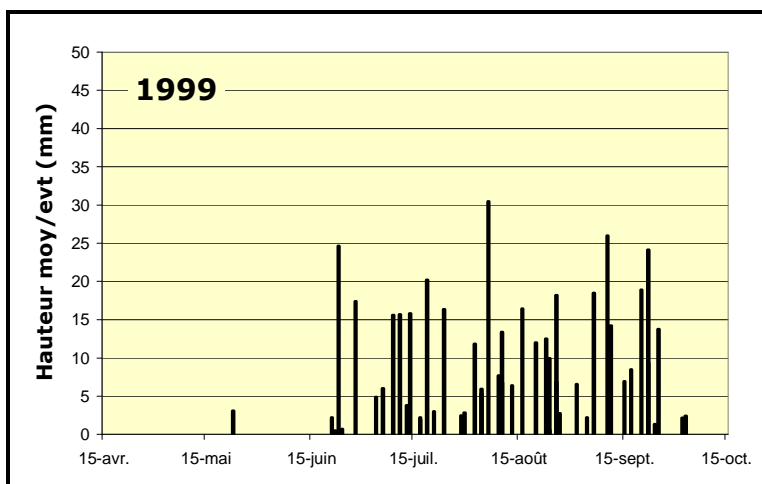


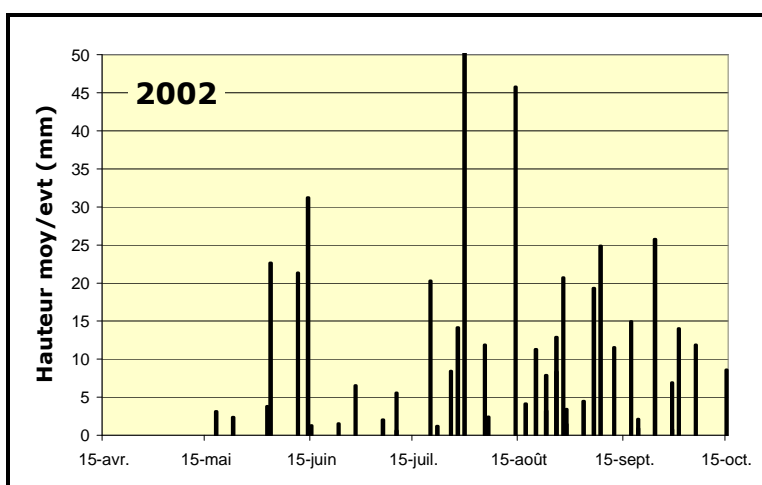
Figure 20 : Chronologies des pluies journalières enregistrées sur 6 stations



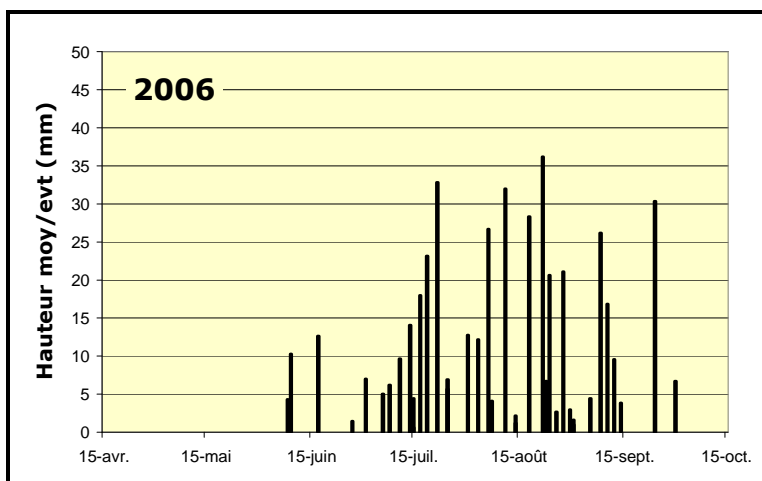
▪ **Comparaison des hyètoqrammes moyens de trois années**



Hmoy / evt	Nbr evt	% du nbr total	% cumulé
<10	29	59,2%	59,2%
10-15	6	12,2%	71,4%
15-20	9	18,4%	89,8%
20-25	3	6,1%	95,9%
>25	2	4,1%	100,0%
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>



Hmoy / evt	Nbr evt	% du nbr total	% cumulé
<10	24	57,1%	57,1%
10-15	8	19,0%	76,2%
15-20	1	2,4%	78,6%
20-25	5	11,9%	90,5%
>25	4	9,5%	100,0%
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>



Hmoy / evt	Nbr evt	% du nbr total	% cumulé
<10	22	56,4%	56,4%
10-15	5	12,8%	69,2%
15-20	2	5,1%	74,4%
20-25	3	7,7%	82,1%
>25	7	17,9%	100,0%
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

**Figure 21 : Chronologie et cumul moyen des évènements majeurs (mm) enregistrés sur le degré carré en 1999, 2002 et 2006**

Le cumul événementiel de 2006 (475 mm) est comparable à celui de 2002 (471 mm) et de 1999 (480mm) ; cela permet donc d'étudier la répartition des évènements majeurs au cours de ces 3 saisons.

*N.B. : le cumul événementiel est inférieur au cumul saisonnier total en raison de la définition d'un événement majeur.*

La distribution temporelle des événements majeurs au cours de ces 3 années est différente. Tout d'abord, la durée de la saison pluvieuse varie, les dates des premiers et derniers événements sont les suivantes :

- du 08 juin au 30 septembre pour 2006 ;
- du 23 mai au 03 octobre pour 1999 ;
- du 18 mai au 15 octobre pour 2002.

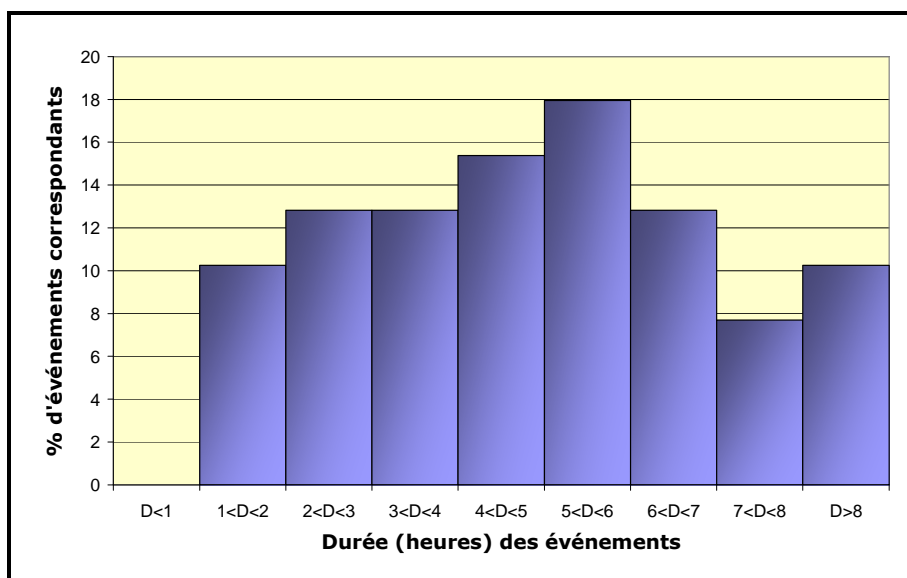
Ainsi, les saison 2002 et 2006, à nombre d'événements équivalents (respectivement 42 et 39), on note sur la *Figure 21* que les épisodes pluvieux se produisent à intervalles plus importants en 2002.

Par ailleurs, les hauteurs d'eau précipitées par événements sont différemment réparties. En 2006, on note près de 18 % d'événements de plus de 25 mm alors qu'en 2002, le cumul moyen de  $\frac{3}{4}$  des événements vaut moins de 15 mm et on dénombre 4 événements de plus de 25 mm (dont 2 particulièrement intense de 54,7 mm et 45,8 mm).

En ce qui concerne 1999, de nombreux épisodes pluvieux de moins de 10 mm ont été relevés (29, soit près de 60 % du nombre total).

## 2. CARACTERISTIQUES TEMPORELLES DES EVENEMENTS MAJEURS

### ▪ Histogramme de la durée de ces évènements



**Figure 22 : Répartition du nombre d'événements majeurs par classe de durée pour la saison 2006**

L'historgramme de répartition de la durée des épisodes majeurs (*Figure 22*), montre une prépondérance des pluies d'une durée de 2 à 7 heures (72 % des événements).

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

### **1. DEFINITIONS ET CALCUL DES DATES DE DEMARRAGES SELON DIFFERENTS CRITERES.**

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.

Le début de la saison des pluies peut être caractérisé différemment en fonction des caractéristiques pluviométriques retenues.

Trois critères sont définis ; l'un spatial : le **critère climatique**, qui définit comme début et fin de saison le premier et le dernier événement pluvieux majeur sur la zone ; et deux ponctuels : le **critère hydrologique** qui fait commencer la saison en chaque station à la première pluie supérieure ou égale à un seuil, et l'arrête à la dernière pluie supérieure ou égale à ce seuil, et le **critère agronomique** (Sivakumar, 1998) : qui définit comme début de saison, après le 1<sup>er</sup> mai, une hauteur de pluie de au moins 20 mm sur 3 jours et pas d'épisode sec excédant 7 jours dans les 30 jours qui suivent, et comme fin de saison après le 1<sup>er</sup> septembre, 20 jours consécutifs sans pluie.

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.

Dans la suite on considérera comme dates de démarrage et de fin de la saison agronomique et hydrologique la moyenne arithmétique sur l'ensemble des stations de la zone d'étude.

Les seuils étudiés pour le critère hydrologique varient de 0,5 mm (hauteur de pluie minimale enregistrée par les pluviographes), à 5 mm (hauteur d'eau susceptible de générer un écoulement sur un sol cuirassé dans la zone étudiée – Peugeot, 1995).

## **2. RESULTATS**

### **▪ Variabilité inter annuelle**

Comme il en a été question à plusieurs reprises dans ce rapport, cette saison pluvieuse 2006 se caractérise par un démarrage tardif. En effet, selon le critère climatique, il s'agit de la saison qui débute le plus tard (8 juin) depuis 1990. Sur la plan agronomique également, la date de début est une valeur extrême (5 juillet), la plus tardive juste après la saison 2002 (6 juillet).

Nous avons déjà comparé ces deux années au premier paragraphe du chapitre précédent car elles présentent des cumuls saisonniers et un nombre d'événements majeurs équivalents. Des événements plus espacés en 2002 ont pour conséquence de retarder le début de la saison selon le critère agronomique malgré un premier événement au 18 mai. Il en résulte que l'écart entre ces dates selon les deux critères est important en 2002 (49 jours) et parmi les plus faibles en 2006 (27 jours), (cf. *Figure 23*). Ainsi, la date de démarrage de la saison agronomique (phase de mousson établie) est relativement stable (le 22 juin en moyenne).

En revanche, les dates de fin de saison tant sur le plan climatologique (30 septembre) que sur le plan agronomique (05 octobre) sont proches des valeurs moyennes de la période 1990 – 2006 (01 octobre et 05 octobre).

Ainsi, cette saison agronomique de 92 jours en moyenne sur la zone d'étude s'inscrit parmi la plus courtes de la période de référence EPSAT. Ces conditions climatiques n'ont pas été favorables à la culture du mil dont le cycle de croissance varie de 90 à 120 jours (pour les variétés à cycle constant).

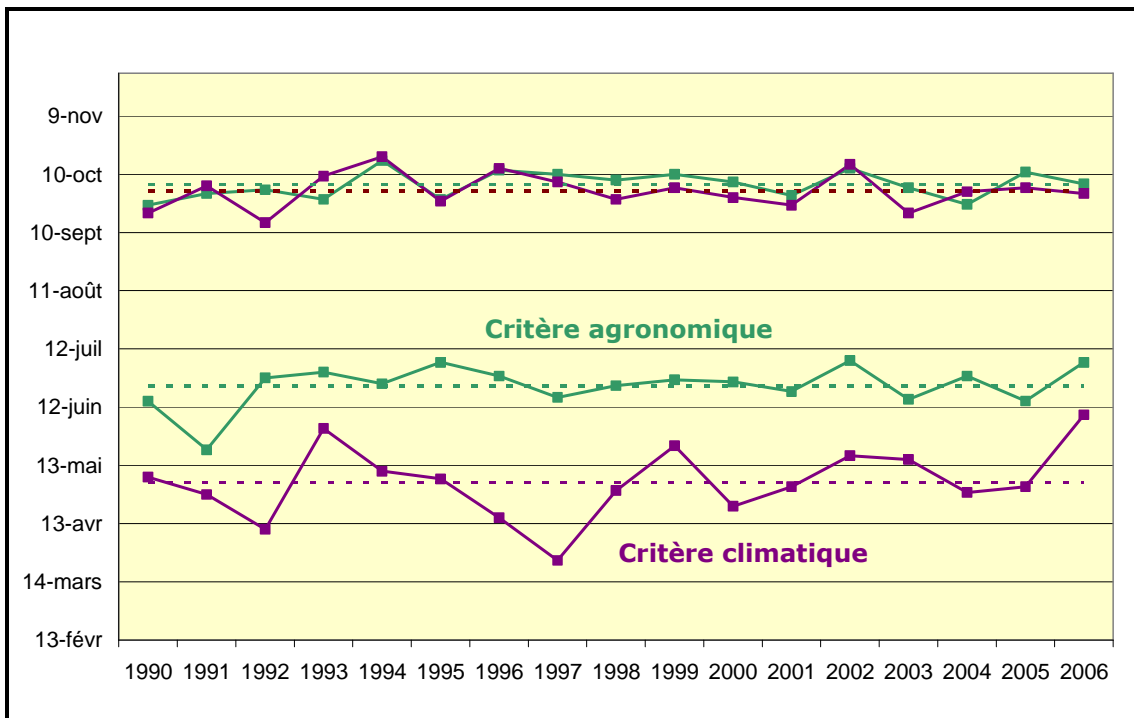
**Tableau VII: Moyennes des différents critères au cours des 17 dernières années de l'expérience Epsat**

critère agronomique				
	début	fin	cumul	durée
1990	15-juin	24-sept.	358	101
1991	21-mai	30-sept.	447	135
1992	27-juin	2-oct.	463	96
1993	30-juin	27-sept.	396	88
1994	24-juin	17-oct.	611	115
1995	5-juil.	27-sept.	410	83
1996	28-juin	12-oct.	441	107
1997	17-juin	10-oct.	364	115
1998	23-juin	7-oct.	606	106
1999	26-juin	10-oct.	536	107
2000	25-juin	6-oct.	396	103
2001	20-juin	29-sept.	435	102
2002	6-juil.	13-oct.	448	98,1
2003	16-juin	3-oct.	452	108
2004	28-juin	24-sept.	430	88
2005	15-juin	11-oct.	475	118
2006	5-juil.	5-oct.	453	92

critère hydrologique (seuil 0.5mm)				
	début	fin	cumul	durée
1990	14-mai	24-sept.	399	133
1991	24-avr.	30-sept.	482	161
1992	25-avr.	2-oct.	543	159
1993	14-mai	28-sept.	457	137
1994	28-avr.	17-oct.	671	172
1995	25-avr.	27-sept.	497	154
1996	28-avr.	12-oct.	504	167
1997	21-avr.	10-oct.	411	171
1998	27-avr.	7-oct.	697	163
1999	14-avr.	10-oct.	564	179
2000	13-mai	6-oct.	432	146
2001	10-mai	29-sept.	467	142
2002	25-avr.	13-oct.	560	172
2003	2-mai	3-oct.	515	153
2004	20-avr.	24-sept.	525	157
2005	29-avr.	10-oct.	542	164
2006	20-mai	5-oct.	531	139

critère climatique				
	début	fin	cumul	durée
1990	07-mai	20-sept	393	136
1991	28-avr	04-oct	500	159
1992	10-avr	15-sept	538	158
1993	01-juin	09-oct	460	130
1994	10-mai	19-oct	676	162
1995	06-mai	26-sept	498	143
1996	16-avr	13-oct	499	180
1997	25-mars	06-oct	414	195
1998	30-avr	27-sept	672	150
1999	23-mai	03-oct	559	133
2000	22-avr	28-sept	438	159
2001	02-mai	24-sept	471	145
2002	18-mai	15-oct	471	150
2003	16-mai	20-sept.	528	127
2004	29-avr	01-oct	466	155
2005	02-mai	03-oct	463	154
2006	08-juin	30-sept	475	114

critère hydrologique (seuil 5mm)				
	début	fin	cumul	durée
1990	23-mai	20-sept.	396	120
1991	30-avr.	24-sept.	478	148
1992	10-mai	21-sept.	538	134
1993	23-mai	23-sept.	457	123
1994	9-mai	12-oct.	665	156
1995	15-mai	23-sept.	492	131
1996	15-mai	7-oct.	498	146
1997	10-mai	1-oct.	404	144
1998	7-mai	26-sept.	679	142
1999	13-mai	30-sept.	557	140
2000	3-juin	24-sept.	425	114
2001	26-mai	24-sept.	462	121
2002	14-mai	10-oct.	505	149
2003	17-mai	26-sept.	511	132
2004	27-avr.	15-sept.	507	141
2005	14-mai	4-oct.	536	143
2006	4-juin	28-sept.	524	116

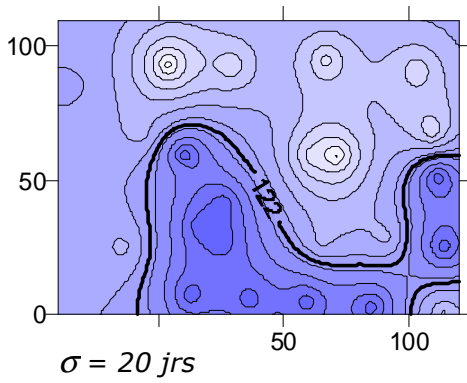


**Figure 23: Dates de démarrage et de fin de la saison des pluies suivant les deux critères (agronomique et climatique)**

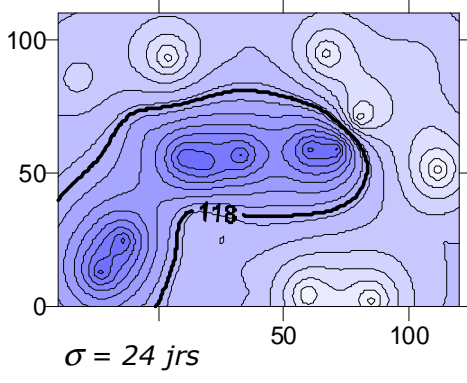
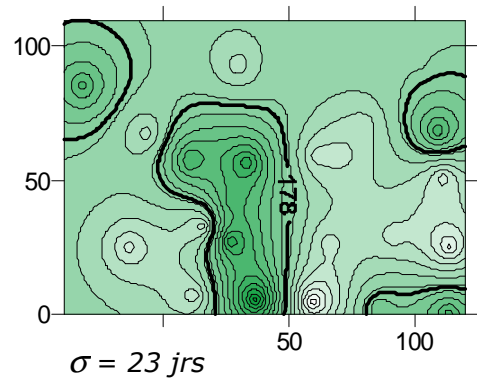
▪ **Variabilité spatiale : comparaison avec les années précédentes**

Chaque année, la variabilité spatiale du démarrage des deux saisons est importante. Cependant, selon le critère agronomique pour 2006 la saison s'installe de manière relativement homogène (écart type de 10 jours). On retrouve des zones plus tardives au centre Ouest et au Sud Est du degré carré qui se superposent relativement bien avec la carte des anomalies de cette saison par rapport aux cumuls moyens annuels de la période 1990 – 2005 (Figure 6). Cette remarque va dans le sens de l'hypothèse selon laquelle la pluie a tendance à tomber préférentiellement sur les zones précédemment plus arrosées.

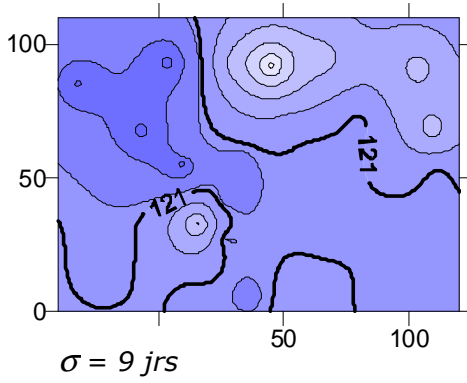
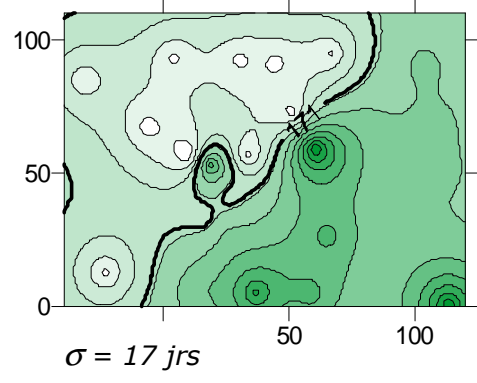
Par ailleurs, sur la chronique disponible, aucun gradient d'ensemble ne semble décelable.



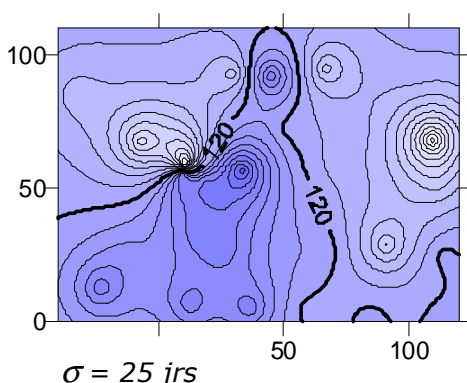
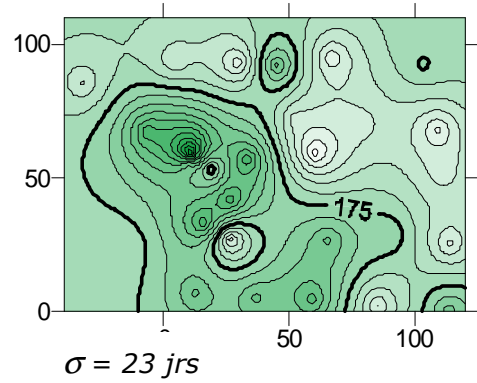
**1992**  
**P = 538 mm**



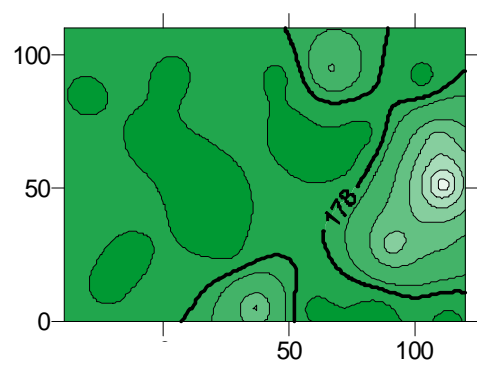
**1997**  
**P = 404 mm**



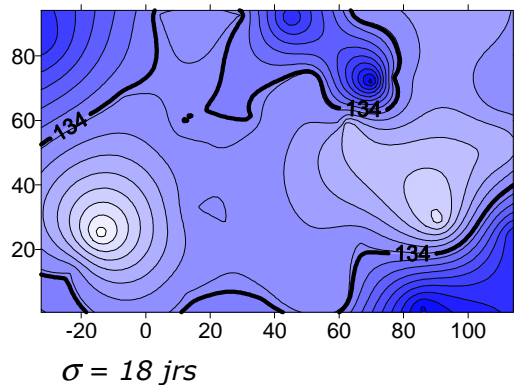
**1998**  
**P = 679 mm**



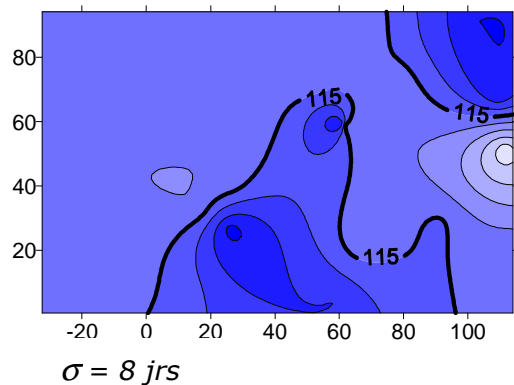
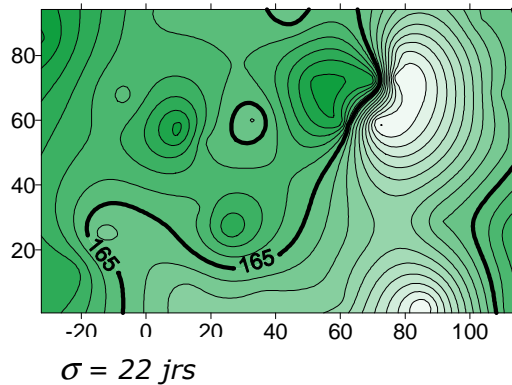
**1999**  
**P = 557 mm**



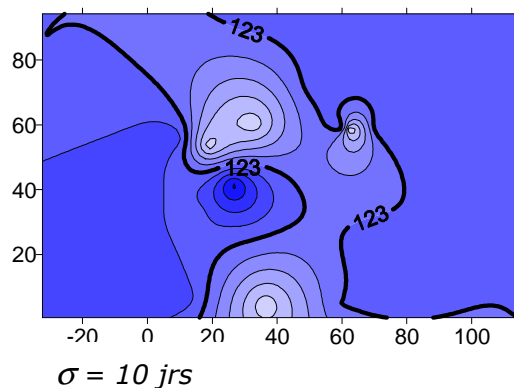
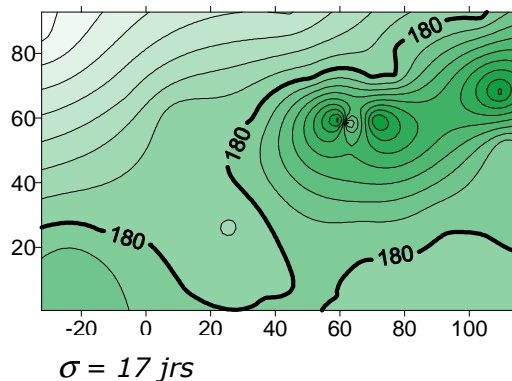
*N.B. : Plus les teintes sont claires, plus la date de démarrage est tardive. L'isoligne en gras indique la date moyenne de démarrage de l'année considérée (numéro du jour de l'année). Les isolignes sont écartées de 5 jours. Est indiqué aussi l'écart type spatial ( $\sigma$ ) des dates pour chaque année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



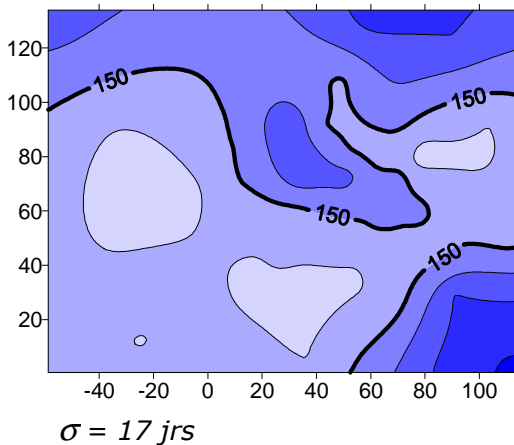
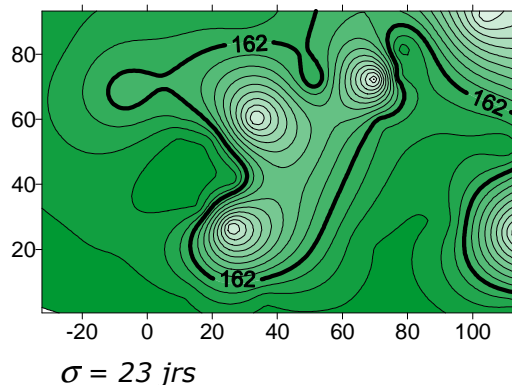
**2001**  
**P = 530 mm**



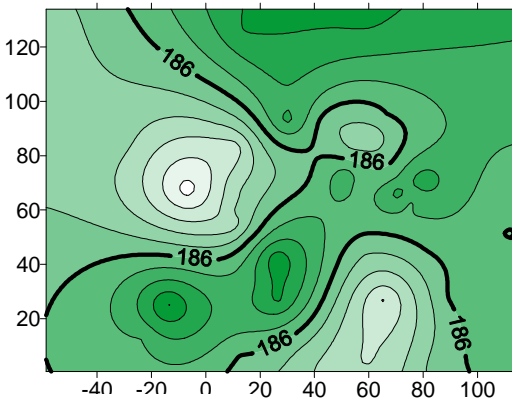
**2004**  
**P = 531 mm**



**2005**  
**P = 550 mm**



**2006**  
**P = 531 mm**



**Figure 24 : Dates de démarrage de la saison des pluies sur l'observatoire EPSAT Niger pour 8 années (1992, 1997, 1998, 1999, 2001, 2004, 2005, 2006), à gauche suivant le critère hydrologique (seuil 2.5 mm), à droite suivant le critère agronomique**

## CONCLUSION

Le réseau de la zone d'étude du degré carré de Niamey est composé pour cette année 2006 de 54 pluviographes dont 22 sont équipés d'enregistreurs de type Hobos et 32 de centrales d'acquisition (Edipes). Le taux global de fonctionnement a atteint les 97 % et l'écart relatif moyen (hors période de lacunes) entre les valeurs enregistrées par les différents systèmes et les valeurs de référence relevées à chaque passage vaut 4,4 %. Ce sont des valeurs satisfaisantes pour appliquer une correction de qualité.

Comme les précédentes, cette saison présente une forte variabilité spatiale des cumuls saisonniers. La moyenne spatiale sur la zone d'étude : 530,6 mm est inférieure au cumul moyen de 562,3 mm de la période de référence 1951 – 1990. En revanche, si on considère la période EPSAT/CATCH/AMMA (1990 – 2005), le cumul saisonnier est supérieur au cumul moyen de 518,1 mm. Ainsi, la pluviométrie 2006 est peu abondante mais s'inscrit dans les valeurs les plus élevées des quinze dernières années.

Néanmoins, le premier événement majeur a été enregistré le 08 juin 2006, ce qui correspond à un démarrage tardif de la saison. Le cumul annuel a atteint ces valeurs en raison de mois d'août et de septembre particulièrement arrosés cette année. Le premier représente à lui seul, 40 % (soit 214,8 mm) du cumul saisonnier, bien au dessus de la moyenne pour la période 1990 – 2005 (173,4 mm) mais aussi de celle des décennies pluvieuse 1951 – 1970 (196,9 mm).

On dénombre 39 épisodes majeurs (définis selon les critères d'extension spatiale et de continuité temporelle), valeur légèrement inférieure à la moyenne enregistrés depuis 1991 (42). Ainsi, bien que 56 % d'entre eux correspondent à une hauteur moyenne précipitée faible (moins de 10 mm), il faut noter également qu'un quart des événements ont apporté plus de 20 mm de pluie.

Ces événements pluvieux sont produits par des systèmes convectifs très localisés, caractéristiques de la zone sahélienne, et qui créent une forte hétérogénéité spatiale de la pluviométrie à tous les pas de temps. Cependant on retrouve à l'échelle de la saison le gradient Nord-Sud ( $1,1 \text{ mm.km}^{-1}$ ) propre à cette partie de l'Afrique de l'Ouest



## ANNEXES

### A. Récapitulation fonctionnement et pannes

#### SYSTEME D'AQUISITION DE TYPE OEDIPE

<b>Période de fonctionnement (jours)</b>	7051
<b>Pannes (jours)</b>	294
<b>Taux de fonctionnement 1</b>	95,8%
<b>Delta &gt; 10 % (jours)</b>	616
<b>Taux de fonctionnement 2</b>	91,3%

<b>Cause lacunes</b>	<b>Stations concernés</b>
alimentation	ALKAMA, BOUBON
cartouche défectueuse	IH JACHERE, KALASSI, WANKAMA
cartouche non dépouillée	GOROU GOUSSA, NIAMEY IRI, TILLABERI

<b>Cause Delta &gt; 10 %</b>	<b>Stations concernés</b>
entonnoir bouché	YILLADE,
réglage augets	BANIZOUMBOU, FANDOU BERI, KOYRIA, NIAMEY ORSTOM
connectique acquisition	BERIKOIRA, BOUBON GOLF, FANDOU BERI, GOROU GOUSSA, GUILAHEL, WANKAMA
ampoule à mercure	BOUBON GOLF
augets coincés	DAREY, KAFINA, TANABERI

#### SYSTEME D'AQUISITION DE TYPE HOBO

<b>Période de fonctionnement (jours)</b>	4101
<b>Pannes (jours)</b>	36
<b>Taux de fonctionnement 1</b>	99,1%
<b>Delta &gt; 10 %</b>	584
<b>Taux de fonctionnement 2</b>	85,8%

<b>Cause lacunes</b>	<b>Stations concernés</b>
alimentation	Ataloga
erreur manipulation	MKZ, Samadey
connectique acquisition	Kone-Beri

<b>Cause Delta &gt; 10 %</b>	<b>Stations concernés</b>
entonnoir bouché	Samadey
réglage augets	Ataloga, Dingazi, Diri Bangou, Kiran Fandou Beri, Kolo Loga, Kollo, Kone-Beri, MKZ, Samadey, Tiloa Kaina, Tondikib-Limni, Tondibiagorou
bidon percé	Dey Tegui, Gogueize, Kiran Fandou Beri
connectique acquisition	Simiri
augets coincés	MKZ

## B. Détail des pannes par stations

### SYSTEME D'AQUISITION DE TYPE OEDIPE

LACUNES	du	au	nombre de jours	Cause
ALKAMA	12/7/06	14/8/06	33	panne batteries
BANIZOUMBOU	17/3/06	4/5/06	0	cartouche défectueuse mais pas de pluie relevée
BERKIAWEL	8/5/06	11/5/06	0	délai de pause cartouche mais pas de pluie relevée
BOUBON	1/10/06	16/10/06	15	panneau solaire volé
GOROU GOUSSA	17/6/06	25/7/06	38	cartouche non dépouillée
IH JACHERE	11/8/06	29/9/06	49	cartouche défectueuse
KALASSI	13/6/06	7/8/06	55	cartouche défectueuse
NIAMEY AEROPORT	23/3/06	8/5/06	0	cartouche défectueuse mais pas de pluie relevée
NIAMEY IRI	18/6/06	25/7/06	37	cartouche non dépouillée
TILLABERI	18/6/06	24/7/06	36	cartouche non dépouillée
WANKAMA	22/9/06	23/10/06	31	cartouche défectueuse

DELTA > 10%	du	au	nombre de jours	Cause
BANIZOUMBOU	31/5/06	22/6/06	22	réglages augets
	16/7/06	19/7/06	3	bouchon dame jeanne
	7/8/06	21/9/06	45	batterie faible
BERIKOIRA	30/8/06	24/9/06	25	contact fiches bananes
BOUBON GOLF	6/7/06	24/7/06	18	contact fiches bananes
	24/7/06	15/8/06	22	ampoule à mercure
DAREY	30/5/06	13/6/06	14	augets coincés
FANDOU BERI	22/6/06	30/6/06	8	contact fiches bananes
	14/9/06	26/9/06	12	réglages augets
GOROU GOUSSA	25/7/06	2/9/06	39	contact fiches bananes
GUILAHEL	18/9/06	29/9/06	11	contact fiches bananes
KAFINA	30/5/06	13/6/06	14	augets coincés
	3/7/06	11/7/06	8	augets coincés
KOYRIA	18/6/06	27/6/06	9	réglages augets
	27/6/06	6/7/06	9	réglages augets
NIAMEY ORSTOM	9/6/06	18/6/06	9	réglages augets
TANABERI	18/5/06	16/6/06	29	augets coincés
WANKAMA	12/6/06	23/6/06	11	contact fiches bananes
YILLADE	1/6/06	15/6/06	14	entonnoir bouché

## SYSTEME D'ACQUISITION DE TYPE HOBO

LACUNES	du	au	nombre de jours	Cause
Ataloga	27/07/06	14/08/06	18	pbm alimentation
Kone-Beri	17/06/06	26/06/06	9	pbm connectique
MKZ	14/06/06	23/06/06	9	erreur manipulation
Samadey	06/08/06	09/08/06	3	portable déchargé

DELTA > 10%	du	au	nombre de jours	Cause
Ataloga	31/05/06	14/06/06	14	réglages augets
	30/06/06	09/07/06	9	réglages augets
Dey Tegui	02/06/06	12/08/06	71	bidon percé
Dingazi	28/05/06	17/06/06	20	réglages augets
Diri Bangou	29/06/06	07/07/06	8	réglages augets
Gogueize	02/06/06	25/07/06	53	bidon percé
Kiran Fandou Beri	07/06/06	06/08/06	60	bidon percé
	09/10/06	23/10/06	14	réglages augets
Kolo Loga	27/06/06	03/07/06	6	réglages augets
kollo	16/07/06	10/08/06	25	réglages augets
Kone-Beri	23/05/06	07/06/06	15	réglages augets
MKZ	17/05/06	14/06/06	28	augets bloqués
	03/07/06	18/07/06	15	augets bloqués
	09/08/06	30/08/06	21	réglages augets
Samadey	13/06/06	22/06/06	9	entonnoir bouché
	22/06/06	01/07/06	9	réglages augets
	04/09/06	25/09/06	21	réglages augets
	25/09/06	10/10/06	15	bidon percé
Simiri	23/05/06	17/06/06	25	?
	02/07/06	25/07/06	23	pbm connectique
Tiloa Kaina	06/06/06	19/06/06	13	réglages augets
Tondikib-Limni	02/06/06	13/06/06	11	basculements parasite
	19/07/06	31/08/06	43	réglages augets
Tondibiagorou	17/06/06	07/07/06	20	réglages augets