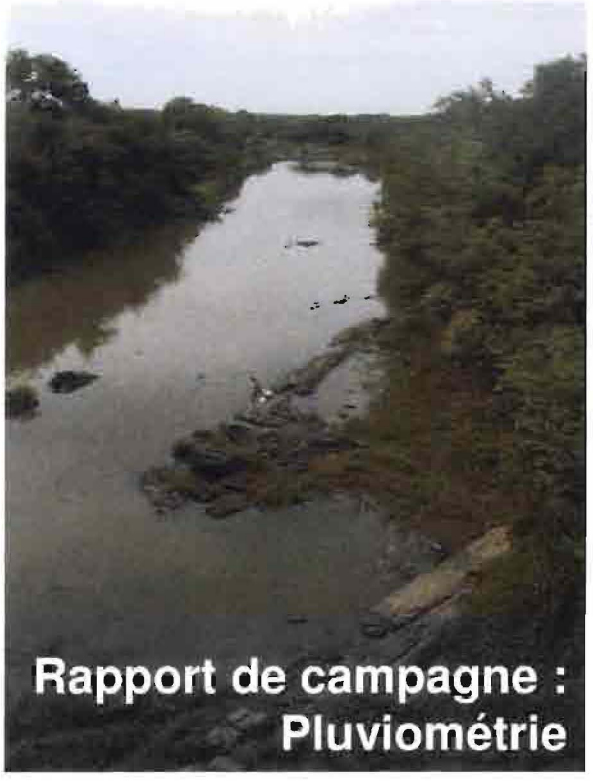
Observatoire de Recherche pour l'Environnement

ORE AMMA/CATCH

Observatoire Hydrométéorologique de la Haute Vallée de l'Ouémé



Rapport de campagne : Pluviométrie

2003

Laboratoire d'études des Transferts en Hydrologie et Environnement

Abel AFOUDA
Marc ARJOUNIN
Stéphane BOUBKRAOUI
Jean-Michel BOUCHEZ
Christian DEPRAETERE
Luc LE BARBE
Fred MALINUR

ASECNA/Direction de la Météorologie Nationale
Direction de l'Hydraulique
Institut de Recherche pour le Développement
Université D'Abomey Calavi

Rapport de campagne: Pluviométrie 2003

Sommaire

		page
	Introduction	**1**
I.	**Le réseau pluviométrique**	**3**
I.1.1.	**Les stations pluviographiques**	**4**
I.1.2.	**Les stations pluviométriques**	**7**
I.1.3.	**Les différents réseaux de mesure**	**8**
I.2.	**Bilan de fonctionnement**	**11**
I.2.1.	**Pannes d'appareil et autres lacunes dans les données**	**15**
I.2.2.	**Les données**	**16**
I.2.3.	**Dérives en temps**	**24**
I.3.	**Concordance entre les différents réseaux de mesures**	**26**
II.	**Description de la saison des pluies 2003**	**29**
II.1.	**Généralités sur la saison 2003**	**30**
II.2.	**Distribution spatiale des cumuls saisonniers**	**34**
II.3.	**Chronologie des événements**	**43**
II.4.	**Description de quelques événements remarquables**	**49**
III.	**Conclusions et recommandations**	**56**
	Annexes	**57**

Editeur : Christian Depraetere

Photo couverture . le lit rocheux de l'Ouémé au niveau du pont de Bétérou juin 2001 (C. Depraetere)

Introduction

Les membres de l'équipe CATCH tiennent à exprimer leur gratitude à leurs partenaires de la direction de l'Hydraulique pour leur collaboration et leur contribution au projet, notamment à MM :

- Marius AHOKPOSSI, Directeur de l'Hydraulique (DH),
- Félix AZONSSI, responsable du Département Ressources en Eau de la DH (DRE/DH),
- Pierre ADISSO, chef du Service de l'Hydrologie du DRE (SH/DRE/DH),
- Aux directeurs des directions départementales de l'Hydraulique du Borgou et de l'Atacora.

Nos remerciements vont également à nos partenaires de la Direction de la Météorologie Nationale (DMN), Messieurs Francis DIDE Directeur de la DMN et Epiphane AHLONSSOU chef du Service Climatologie de la DMN qui ont mis à notre disposition les données nécessaires à la rédaction de ce rapport.

Nous remercions également nos partenaires au niveau des différents départements de l'Université d'Abomey-Calavi notamment le Professeur Abel AFOUDA pour leur contribution à la mise en œuvre du projet et son suivi scientifique.

Enfin, signalons que le projet IMPETUS dispose également de réseaux de mesure dont des mesures pluviographiques dans la partie sud-ouest de l'OHHVO (voir carte jointe). Pour des raisons de délai, les données pluviographiques du projet IMPETUS n'ont pu être intégrées dans le présent rapport

L'année 2003 est la septième année de fonctionnement de l'observatoire hydrométéorologique de la haute vallée de l'Ouémé (OHHVO). Cet observatoire constitue la zone expérimentale du projet CATCH au Bénin.

Ce rapport présente l'état des réseaux et leurs fonctionnements au cours de l'année 2003, ainsi qu'un aperçu de la saison pluviométrique 2003 sur l'OHHVO et le sous-bassin de la Donga.

Rappelons que l'OHHVO *stricto sensu* correspond au bassin hydrographique situé à l'amont de la confluence du Térou et de l'Ouémé soit 14280 km² correspondant approximativement à un carré de 140 km adapté à l'étude de méso-échelle des systèmes précipitants.

Les données utilisées dans le présent rapport sont disponibles auprès du service bases de données du projet AMMA.

La localisation des différents réseaux de mesure de l'OHHVO est donnée sur la carte ci-dessous.

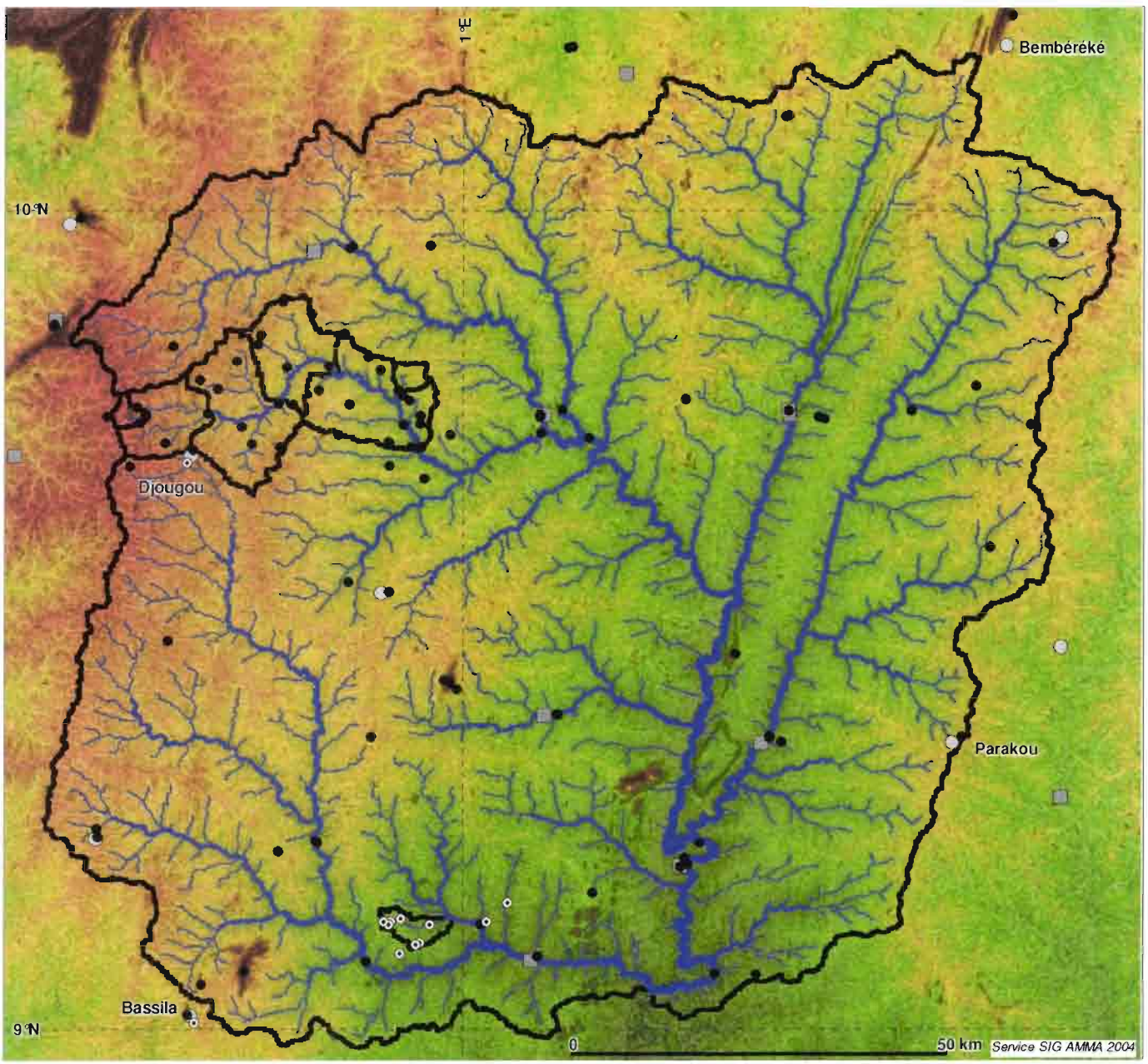
Les différents réseaux de mesure de l'OHHVO en 2003

Peojet AMMA-CATCH (ORE AMMA)
- diverses stations de mesures dont pluviographes

Direction de l'Hydraulique
- Stations hydrométriques

Direction de la Météorologie Nationale
- stations synoptiues, climatiques et pluviométriques

Projet IMPETUS
- diverses stations de mésure dont pluviographes



I. Le réseau pluviométrique

I.1 Le réseau pluviométrique

I.1.1 Les stations pluviographiques

Trois types d'appareils pluviographiques sont utilisées sur le réseau: Les appareils ŒDIPE et PLUVIO91 sont équipés d'augets basculant de 0,5 mm de capacité alors que les pluviographes ŒDIPE fonctionnent par pesée en enregistrant les données au pas de temps de 1 minute.

Le réseau comporte 47 appareils installés sur 45 stations. Les stations disposant de deux appareils OTT et ŒDIPE sont Parakou sur le site de la station synoptique de la DMN et Djougou sur le site de la station climatique de DMN.

Les changements du réseau pluviométrique en 2003 (tableau 1) par rapport à l'année précédente se limitent à la mise en place d'une nouvelle station dans le bassin de la Donga le 23 mars 2003 et par l'installation d'un appareil de type ŒDIPE (PLUVIO91) en remplacement d'un appareil OTT en panne sur la station de Bonazuro le 28 mars 2003.

Station	Code	Date d'installation	Appareil	Observations
Kpenougou	D652	23/03/2003	OEDIPE	Nouvelle station réseau Donga
Bonazuro	D610	28/03/2003	PLUVIO91	Remplacement du OTT

Tableau 1 : Changements d'appareil ou nouvelles stations en 2003

Aucune station n'a été désinstallée en 2003.

En terme d'appareil équipant les 45 stations, on distinguera (Tableau 2) :

- 2 stations doubles OTT-ŒDIPE (Djougou et Parakou),
- 33 stations équipées de ŒDIPE dont 7 pour le super-site de Donga dans la partie aval du bassin de la Donga,
- 10 stations équipées de OTT dont 6 dans le bassin de la Donga.

Les stations pluviographiques se rattachent à trois types de réseaux (figures 1 et 2): le réseau méso-échelle (RME), le réseau supersite (RS) et le réseau du bassin de la Donga (RBD). Comme cela sera évoqué lors de la présentation des réseaux, leur rattachement n'est pas exclusif.

Station	Abrév.	Code	Date installation	Appareil	Long.	Lat.	RME	RS	RBD	Commentaires
Adiangdia	ADIA	D614	05/07/1999	OEDIPE	1,982	9,422	X			
Adiangdia-Est	ADIE	D632	22/03/2000	OEDIPE	1,977	9,425				
Affon	AFFO	D609	05/05/1997	OEDIPE	2,095	9,749	X			
Akékérou	AKEK	D630	05/04/1998	OEDIPE	1,985	9,725		X		
Ananinga	ANAN	D627	04/04/1998	OEDIPE	1,909	9,716		X	X	Station RS dans DONGA (RBD)
Babayaka	BABA	D640	29/03/2002	OEDIPE	1,563	9,748	X		X	
Banikani	BANI	D641	08/03/2002	OTT1000	1,645	9,834	X			
Barienou	BARE	D642	07/03/2002	OTT250	1,775	9,712			X	
Bembéréké	BEMB	D634	06/03/2000	OEDIPE	2,674	10,235	X			
Bétérou	BETE	D638	04/06/2001	OEDIPE	2,273	9,191	X			
Birni	BIRN	D633	23/03/2000	OEDIPE	1,530	9,989	X			
Biro	BIRO	D635	07/03/2000	OEDIPE	2,944	9,901	X			
Bombone	BOMB	D628	04/04/1998	OEDIPE	1,909	9,687		X		
Bonazuro	BONA	D610	12/05/1997	PLUVIO91	2,335	9,460	X			OTT remplacer par PLUVIO91
Bori	BORI	D604	04/07/1999	OEDIPE	2,444	9,744	X			
Dapéréfoungou	DAPE	D626	05/04/1998	OEDIPE	1,927	9,738		X	X	Station RS dans DONGA (RBD)
Djougou	DJOU	D617	07/06/1998	OEDIPE	1,662	9,692	(X)		(X)	
Djougou_2	DJO2	D650	28/03/2002	OTT250	1,662	9,692	X		X	Doubler Djougou
Dogué	DOGU	D621	21/04/1997	OEDIPE	1,939	9,103	X			
Donga	DONG	D611	03/04/1998	OEDIPE	1,949	9,710		X	X	Station RS dans DONGA (RBD)
Fo-Bouré	FOBO	D602	13/05/1997	OEDIPE	2,400	10,117	X			
Gangamou	GANG	D643	07/03/2002	OTT1000	1,851	9,847			X	
Gaounga	GAOU	D629	03/04/1998	OEDIPE	1,949	9,749		X	X	Station RS dans DONGA (RBD)
Gori Bouyérou	GORI	D605	14/05/1997	OEDIPE	2,551	9,757	X			
Goubono	GOUB	D623	01/06/1998	OTT250	1,734	9,066	X			
Gountia	GOUN	D644	02/03/2002	OTT1000	1,823	9,780			X	
Ina-Ceta	INA-	D601	12/08/1999	OEDIPE	2,724	9,959	X			
Koko	KOKO	D615	05/05/1999	OEDIPE	2,358	9,067	X			
Koko-sika	SIKA	D645	28/03/2002	OTT250	1,925	9,774			X	
Kolokondé	KOLO	D639	10/04/2001	OEDIPE	1,785	9,895			X	
Kopargo	KOPA	D616	14/08/1999	OEDIPE	1,550	9,839	X			
Kpenougou	KPEG	D652	23/03/2003	OEDIPE	1,784	9,808	X		X	Nouvelle station
Moumongou	MOMO	D613	02/06/1998	OEDIPE	1,860	9,546	X			
Nalohou_1	NAL1	D646	30/03/2002	OTT250	1,604	9,741			X	
Nalohou_2	NAL2	D651	29/03/2002	OEDIPE	1,599	9,759			X	
Noumane	NOUM	D648	02/04/2002	OEDIPE	1,700	9,781			X	
Oualmora	OUAL	D649	08/03/2002	OTT1000	1,752	9,847			X	
Parakou	PARA	D636	23/02/2000	OEDIPE	2,612	9,357	X			
Parakou_2	PAR2	D647	31/03/2002	OTT250	2,612	9,357	(X)			Doubler Parakou
Pélébina	PELE	D619	10/05/1997	OEDIPE	1,639	9,475	X			
Pénéssoulou	PENE	D624	02/06/1998	OTT250	1,550	9,233	X			
Sakouna	SAKO	D618	02/06/1998	OTT250	1,888	9,357	X			
Sarmanga	SARM	D622	10/05/1997	OEDIPE	1,775	9,218	X			
Tébou	TEBO	D608	29/04/1997	OEDIPE	1,862	9,955	X			
Tobré	TOBR	D603	13/05/1997	OEDIPE	2,135	10,200	X			
Wéwé	WEWE	D612	11/05/1997	OEDIPE	2,117	9,384	X			
Zoumboubani	ZOUM	D625	04/04/1998	OEDIPE	1,953	9,671	X	X		
Nb. Stations							***29***	***7***	***16***	

Tableau 2 : Les 45 stations et 47 appareils du réseau CATCH en 2003

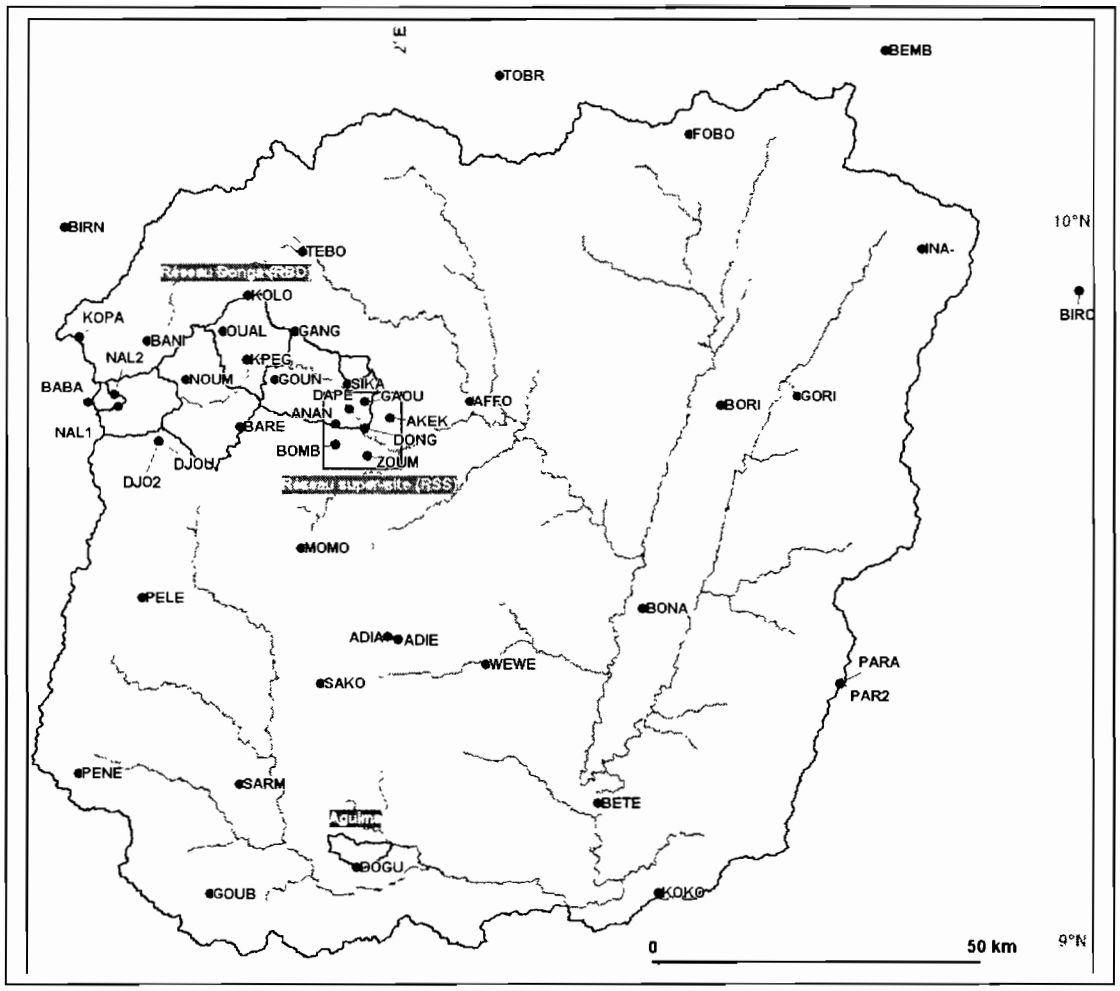


Figure 1 : le réseau pluviographique CATCH sur l'OHHVO en 2003

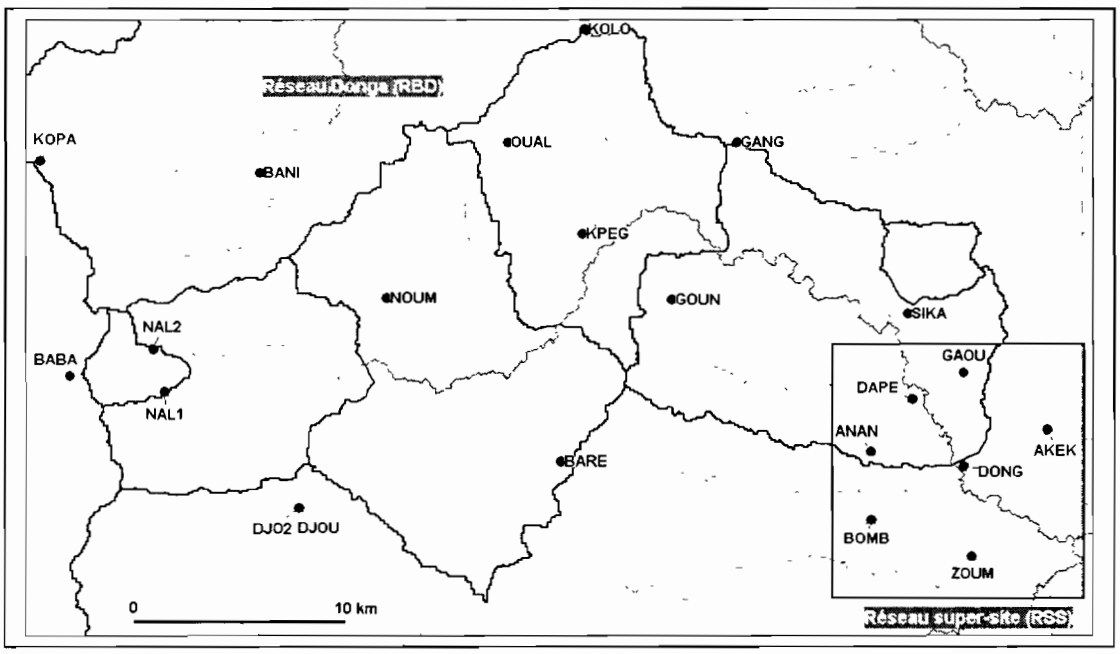


Figure 2 : le réseau pluviographique CATCH sur la Donga (RDB) et le super site (RSS) en 2003

I.1.2. Les stations pluviométriques

Les stations gérées par la DMN (tableau 3) fournissent des données pluviométriques journalières. Certaines de ces stations sont doublées par des pluviographes du réseau CATCH.

En plus des informations pluviométriques journalières fournies par les 12 stations de la DMN, les données journalières issues de divers projet sont également collectées : Tchétou (Projet Centre de Promotion Rurale), Kokoubou (Monastère) et Kpayeroun (?).

Station	Code*	Type**	longitude	latitude	Commentaires
BEMBEREKE	D024	P	2,6619	10,2230	Proche de la station D634 (1,5km)
BETEROU	D036	P	2.267	9.200	Doublée de la station D638
BIRNI	D026	P	1.517	9.983	Proche de la station D633 (1,5km)
DJOUGOU	D030	C	1,662	9.692	Doublée par stations D617 et D650
INA	D027	P	2,7267	9,9691	Proche de la station D601 (3 km)
KOUANDE	D019	P	1.683	10.333	
OKPARA	D033	P	2.733	9.467	
PARAKOU	D034	S	2.612	9.357	Doublée par stations D636 et D647
PARTAGO	D032	P	1.900	9.533	
PENESSOULOU	D035	P	1.550	9.233	Proche de la station D624 (1km)
SEMERE	D031	P	1.367	9.550	
TCHAOUROU	D038	P	2.600	8.867	
TCHETOU	*D701*	*P*	*1,5838*	*9,1556*	*Données depuis 1994*
KOKOUBOU	*D700*	*P*	*2,4191*	*9,2934*	*Données depuis 1973*
KPAYEROUN	*D702*	*P*	*1,8336*	*9,6813*	*Depuis 22 avril 2002*

Tableau 3 : les stations pluviométriques de la DMN et les 3 autres stations pluviométriques

** Il s'agit du code DMN correspondant au nom de fichier des pluies journalières (extension PJ) dans BDMET*

*** S : synoptique, C : climatique, P : pluviométrique*

I.1.3. Les différents réseaux de mesure

Quatre réseaux de mesure peuvent être identifiés selon le groupe de stations considérées et le type de mesures pluviométrique ou pluviographique (figure 3).

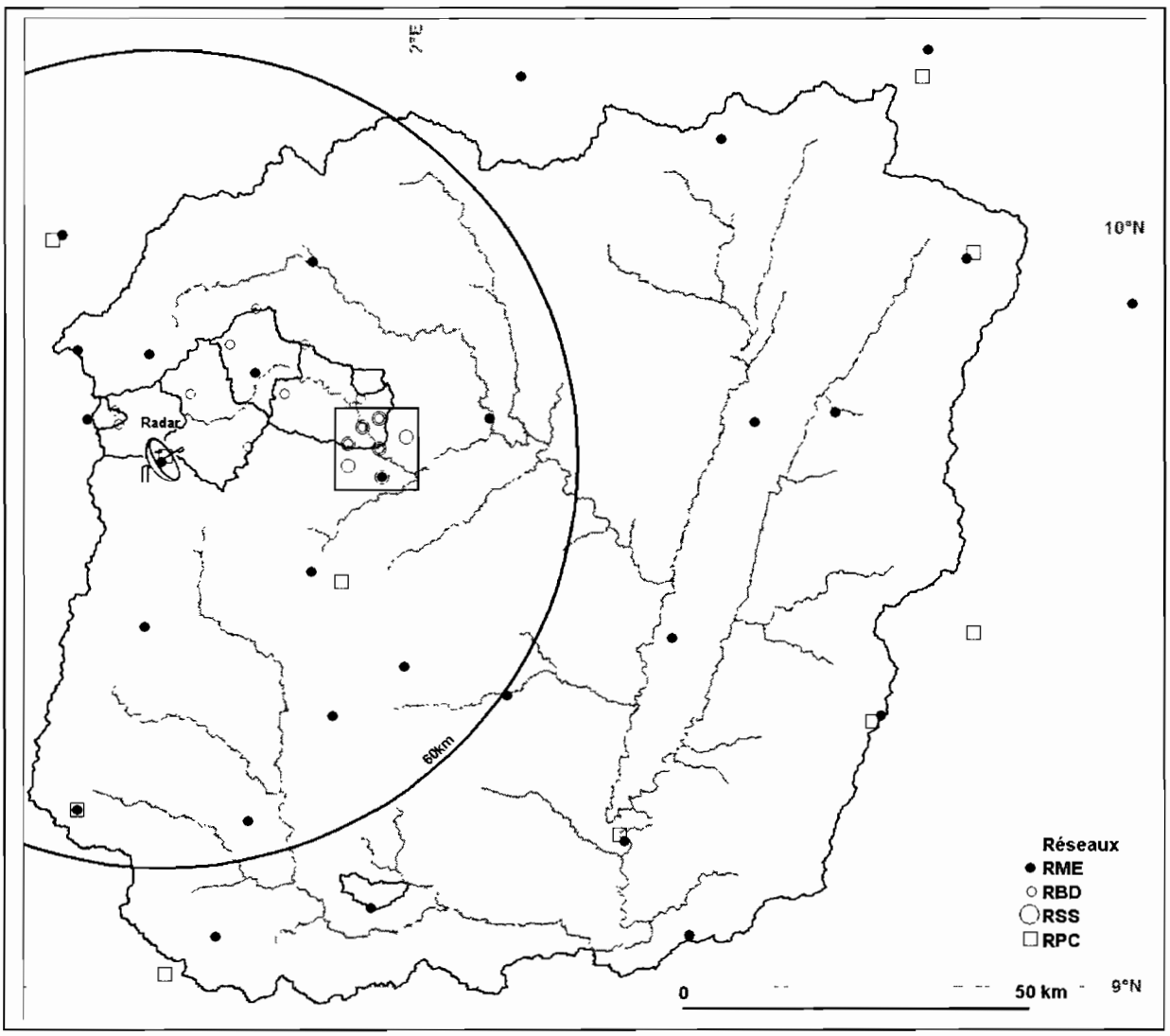


Figure 3 : Les différents réseaux de mesure de la pluie sur l'OHHVO en 2003

Le réseau de méso-échelle (RME) est constitué par un ensemble de stations pluviographiques réparties de façon régulière sur l'ensemble de l'OHHVO. Ce réseau comporte 29 stations en 2003. Il permet la réalisation des catalogues d'événements, dont la détermination de certaines de leurs caractéristiques dynamiques putatives (direction et vitesse). Il permet également une analyse critique des données des stations qui le composent par croisement des chroniques d'évènements. Ce réseau suppose une densité homogène afin de ne pas donner trop de poids à certains lieux par rapport à d'autres. Ainsi, seules certaines stations du supersite et du bassin de la Donga sont prises en compte. De même la station d'Adiangdia-Est (D632) n'est pas incluse dans le RME du fait de sa proximité avec la station d'Adiangdia[1] (D614).

[1] Outre qu'elle permettent de « sécuriser » la mesure dans cette zone, ces deux stations échantillonnent les gradients pluviométriques entre le piémont Est de l'inselberg d'Adiangdia et son sommet sur le bassin versant de Wéwé (300 km²) équipé de station hydrométrique depuis 1959.

Les stations du RSS et du RBD incluses dans le RME sont en général celles présentant le moins de lacunes.

Le réseau supersite (RSS) de Donga concentre 7 stations sur une superficie de 45 km². Il échantillonne les gradients pluviométriques sur des distances entre les stations de l'ordre de 5km. Le RSS fonctionne depuis 1998.

Le réseau du bassin de la Donga (RBD) doit permettre d'effectuer un bilan hydrologique précis du bassin (593 km²). Le réseau RDB comporte 16 stations dont 4 appartenant au RSS. Il inclut la station double de Djougou. Bien que n'étant pas incluses dans le bassin de la Donga au sens strict, certaines situées à sa proche périphérie peuvent servir à mieux définir les pluies sur les bords du bassin : stations de Kopargo et de Bani au nord-ouest, station de Djougou au sud-ouest, stations de Bombone, Zoumboumbani et Akekerou au sud-est.

Le réseau pluviométrique complémentaire (RPC) s'appuie sur les stations pluviométriques du Service de la Météorologie Nationale du Bénin. Il complète les observations issues du RME pour les pas de temps journaliers ou supérieurs. Il permet également une validation croisée des stations des deux réseaux pour peu que les stations ne soient pas trop éloignées[2]. Les données de pluie journalière peuvent être utilisées pour combler les observations manquantes sur les stations pluviographiques à l'échelle de l'événement. Enfin, elles permettent d'avoir accès à des chroniques de pluie plus longues.

Les caractéristiques générales de ces différents réseaux sont résumées dans le tableau 4.

[2] Les gradients pluviométriques peuvent être très importants sur un événement, a fortiori pour les données journalières.

Tableau 4: Les réseaux de mesures pluviographique et pluviométrique en 2003

Réseaux	Superficie et plus grand axe du polygone convexe	Nombre de stations et code des stations considérées	Densité de stations	Remarques
Réseau «Méso-Echelle» (**RME**)	15470 km² 170 km	**29 stations** **dont** D601 D602 D603 D604 D605 D608 D609 D610 D612 D613 D614 D615 D616 D618 D619 D621 D622 D623 D624 D633D634 D635 D636* D638 D641 + station RS D625 + stations RBD D640 D650** D652 ** doublée par D647 ** doublée par D617*	518 km²/station (Rayon=12,8km)	Pluviographes gérés par CATCH
Réseau «Bassin de la Donga» (**RBD**)	593 km² *(bassin)* 40 km	**16 stations** dont D639 D640 D642 D643 D644 D645 D646 D648 D649 D650* D651 D652 +stations RS D611 D626 D627 D629 ** doublée par D617*	37 km²/station (Rayon=3,4km)	Pluviographes gérés par CATCH depuis 2002
Réseau «Supersite» (**RSS**)	45 km² 9,3 km	**7 stations** dont D611 D625 D626 D627 D628 D629 D630	6,4 km²/station (Rayon=1,4km)	Pluviographes gérés par CATCH depuis 1998
Réseau Pluviométrique Complémentaire (**RPC**)	18310 km² 193 km	**12 stations** (D024 D026 D027 D030 D031 D032 D033 D034 D035 D036 D038 D019) *(autres stations non DMN D700 D701 D702)*	1526 km²/station	12 Stations DMN +3 stations « privées »

I.2. Bilan de fonctionnement

Le bilan est établi sur la période correspondant à la saison des pluies du 15 mars au 31 octobre soit 231 jours. A ceci, deux raisons :

- Les pluies hors saison sont locales et ne représentent que moins de 3% du total annuel. Leur impact hydrologique est donc négligeable.
- Le réseau ne fait pas l'objet d'un suivi pendant la saison sèche afin de réduire les coûts.

En terme de fonctionnement, nous distinguerons d'une part le taux de fonctionnement des appareils (Tf), d'autre part le taux de couverture de la saison des pluies par les appareils (Tc).

Le tableau 5 présente le bilan par période de 15 jours. Ce tableau est complété par un bilan par type d'appareil sur l'ensemble de la saison des pluies (tableau 6). Le nombre d'appareils en fonctionnement des différents réseaux au cours de la saison a été assez constant (figure 4).

Le taux de couverture moyen de la saison des pluies par les 47 appareils est de 92%, avec un taux de fonctionnement des appareils de 94,2%. La différence entre les taux de fonctionnement des deux types d'appareil est faible : 89,7% pour les 12 OTT, 92 ,8% pour les 35 appareils ŒDIPE.

Tableau 5:
fonctionnement des pluviographes
par quinzaine
du 15/3 au 31/10/2003

Légende du tableau	
Appareil non installé	X
Fonctionnement total	
Fonctionnement partiel	
Fonctionnement néant	

Tc : Taux de couverture de la saison des pluies Tf : Taux de fonctionnement de l'appareil

			2ᵉqu.	1ᵉqu.	2ᵉqu.	1ᵉqu.	2ᵉqu.	1ᵉqu.	2ᵉqu.	1ᵉqu.	2ᵉqu.	1ᵉqu.	2ᵉqu.	1ᵉqu.	2ᵉqu.	1ᵉqu.	2ᵉqu.	Tc	Tf
station	code	appareil	mars	avri	avri	mai	mai	juin	juin	juil	juil	aout	aout	sept	sept	octo	octo	%	%
Adiangdia	D614	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Adiangdia Est	D632	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0	1	2	2	2	2	87	87
Affon	D609	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Akekerou	D630	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Ananinga	D627	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	1	0	1	2	2	2	2	2	85	85
Babayaka	D640	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Banikani	D641	OTT1000	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Barienou	D642	OTT250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	40	100
Bembereke	D634	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Beterou	D638	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Birni	D633	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	94	94
Biro	D635	OEDIPE	2	2	1	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	81	81
Bombone	D628	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0	0	0	74	74
Bonazuro	D610	PLUVIO91	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	94	94
Bori	D604	OEDIPE	2	1	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	80	80
Dapefougou	D626	OEDIPE	2	2	1	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	71	71
Diougou	D617	OEDIPE	2	2	1	0	0	0	1	2	2	1	1	2	1	2	2	67	67
Diougou 2	D650	OTT250	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Dogue	D621	OEDIPE	2	1	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	81	81
Donga	D611	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	95	95
Fo-Boure	D602	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Gangamou	D643	OTT1000	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Gaouga	D629	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0	0	1	2	84	84
Gori	D605	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0	0	83	83
Goubono	D623	OTT250	0	0	0	0	0	X	2	2	2	2	2	2	2	2	2	63	100
Gountia	D644	OTT1000	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Ina-ceta	D601	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Koko	D615	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	94	94
Koko-sika	D645	OTT250	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Kolokonde	D639	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Kopargo	D616	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0	0	84	84
Kpenougou	D652	OEDIPE	X	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	95	100
Momongou	D613	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Nalohou 1	D646	OTT250	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Nalohou 2	D651	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Noumane	D648	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Oualmora	D649	OTT1000	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Parakou	D636	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Parakou 2	D647	OTT250	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	96	96
Pelebina	D619	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Penessoulou	D624	OTT250	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	77	77
Sakouna	D618	OTT250	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Sarmanga	D622	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Tebou	D608	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Tobre	D603	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Wewe	D612	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Zoumboubani	D625	OEDIPE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	100	100
Tc	%		89	93	87	84	86	92	93	96	95	93	97	96	93	93	94	92,0	
Tf	%		95	97	90	88	89	95	95	98	97	93	97	96	93	93	94		94,2

Réseaux	Nombre d'appareils	Nombre d'appareils sans panne (Tf=100%)	Taux de Fonctionnement Moyen (%)
Tout	47	27	92,0
OTT	12	8	89,7
ŒDIPE et PLUVIO91	35	19	92,8

Tableau 6 : Bilan de fonctionnement global et par type d'appareil en 2003

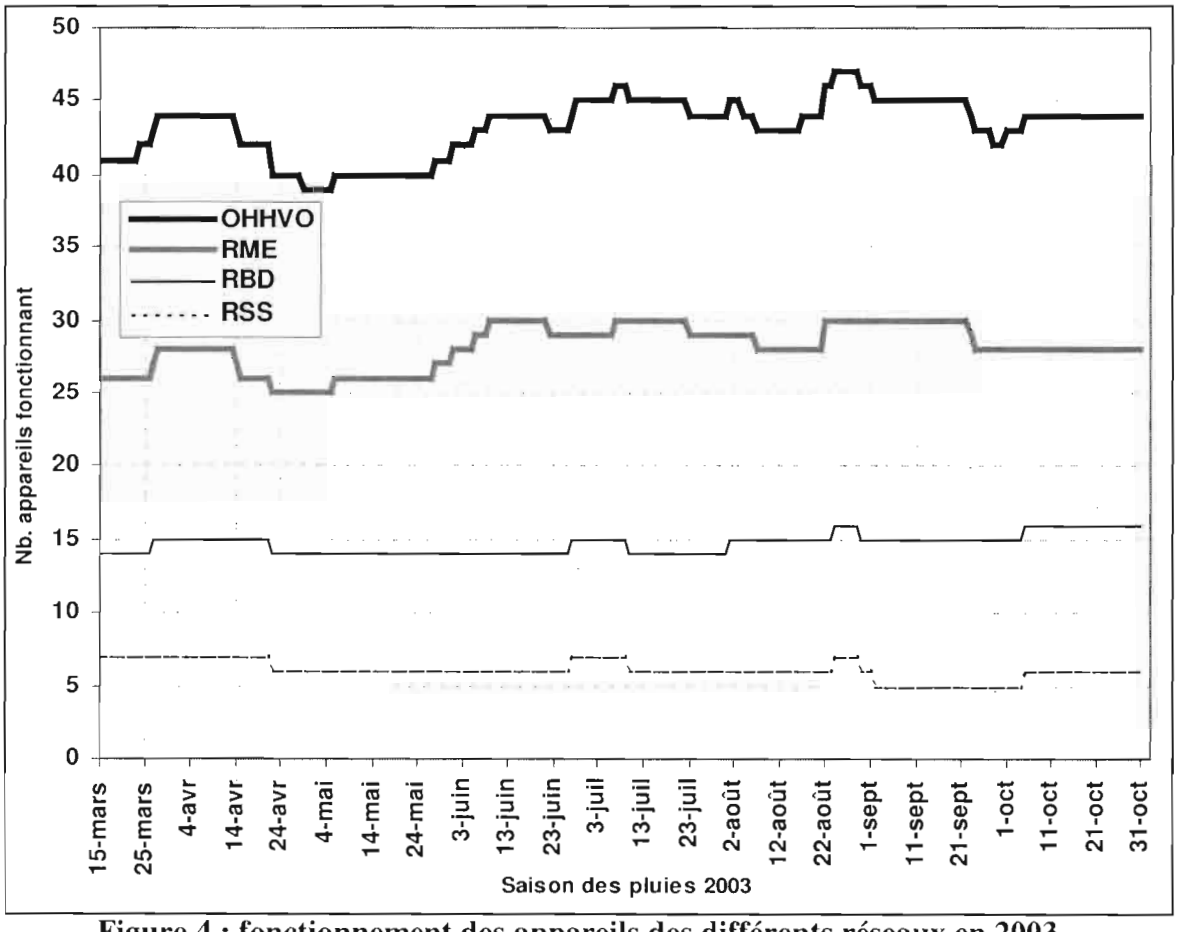


Figure 4 : fonctionnement des appareils des différents réseaux en 2003

Les appareils des deux stations doubles de Parakou et Djougou ont fonctionnés de façon satisfaisante en 2002, ce qui permettra d'effectuer une étude comparative des deux appareils[3].

Bien que l'accent ait été mis en 2002 sur le suivi des stations du bassin de la Donga (RBD) et du supersite (RS) qui en est proche, le taux de fonctionnement de ces deux réseaux spécifiques n'est pas supérieur au taux moyen de l'Observatoire : 87,5% pour le RBD et 82,7% pour le RSS.

Le bilan de fonctionnement des appareils en 2003 présente une amélioration sensible par rapport aux années précédentes (tableau 7).

OHHVO	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Nombre d'appareils	11	23	30	37	35	46	47
Taux de fonctionnement	83,6	77	82,9	78	85,9	89,1	92,8

Tableau 7:
Evolution du taux de fonctionnement du réseau pluviographique de 1997 à 2003

[3] Ces données peuvent être comparées avec les données pluviométriques journalières des stations DMN de Djougou et Parakou (voir à la fin du document). Pour la station synoptique de Parakou, prévoir également une comparaison avec les pluviogrammes papiers.

I.2.1. Pannes d'appareil et autres lacunes dans les données

Le tableau 8 récapitule toutes les pannes d'appareil et autres causes possibles de lacunes dans les données. Dans ce tableau distinction est faite entre les périodes sans données enregistrées (données manquantes) et les périodes pendant lesquelles les données enregistrées apparaissent erronées au regard du catalogue d'événement (données douteuses).

Station	Code	Appareil	début	fin	durée	Pannes et autres causes	Données douteuses	Données manquantes	Remarques
Adiangdia_Est	D632	OEDIPE	23-juil	21-août	29	Octets défectueux		X	
Ananinga	D627	OEDIPE	10-juil	12-août	33	Batterie HS		X	
Bembereke	D634	OEDIPE	5-juin	23-juin	18	Entonnoir bouché (partiel)	X(*b*)		*Mais cumul juste*
Birni	D633	OEDIPE	22-juin	12-juil	20	Entonnoir bouché (partiel)	X		
Biro	D635	OEDIPE	22-avr	5-juin	44	?	X		
Bombone	D628	OEDIPE	2-sept	31-oct	59	Pb. contacteur de mercure		X	
Bonazuro	D610	PLUVIO91	15-mars	27-mars	12	?		X	*Manque 22/3 (?mm)*
Bori	D604	OEDIPE	15-avr	31-mai	46	?	X		
Dapefougou	D626	OEDIPE	22-avr	26-juin	65	Entonnoir bouché		X	
Djougou	D617	OEDIPE	29-avr	27-juin	59	Pb. contacteur de mercure		X	
Djougou	D617	OEDIPE	4-août	16-août	12	Pb. contacteur de mercure	X		
Dogue	D621	OEDIPE	14-avr	27-mai	43	Batterie HS		X	
Donga	D611	OEDIPE	13-août	23-août	10	Entonnoir bouché (partiel)	X		
Gaouga	D629	OEDIPE	30-août	4-oct	35	Vol du panneau solaire		X	
Gori	D605	OEDIPE	8-oct	16-oct	8	?	X		
Koko	D615	OEDIPE	7-août	21-août	14	Pb. contacteur de mercure	X		
Kopargo	D616	OEDIPE	24-sept	15-oct	21	Pb. Contacteur de mercure	X		
Parakou_2	D647	OTT250	15-mars	23-mars	8	?		X	*Manque 22/3 (26,5mm)*
Penessoulou	D624	OTT250	15-mars	5-mai	51	?		X	

Tableau 8 : Pannes d'appareil et autres problèmes avec les données.

Les 18 périodes de pannes concernent 552 jours affectant 17 stations. Les principales causes de pannes (tableau 9) sont les déconnections du contacteur à mercure (fils coupé ou pas de contact du fait de l'humidité) et le bouchage des entonnoirs. Les causes de pannes n'ont pu être identifiées dans 6 cas en particulier sur les OTT.

Type de panne	Nb. Pannes Œdipe	Nb. Pannes OTT	Nb. Pannes Total	Nb. Jours de panne
Augets bloqués	0		0	0
Bouchage de l'entonnoir	4		4	113
Batterie HS	2		2	76
Cartouche défectueuse	0		0	0
Octets défectueux	1		1	29
Problème centrale d'acquisition *(contacteur mercure)*	5		5	165
Cause inconnue	4	2	6	169
Total	16	2	18	552

Tableau 9: répartition des types de pannes sur les appareils ŒDIPE et OTT.

I.2.2. Les données

Les outils de traitements développés dans le cadre du projet CATCH permettent une analyse des données pluviographiques. Rappelons que les observations pluviographiques sont stockées sous forme de temps de basculement correspondant à 0,5 mm dans la base de données BDLAB[4].

Certaines pannes peuvent ne pas être signalées dans les fiches de terrain. Il est toutefois possible de les identifier en procédant aux vérifications suivantes :

- cohérence entre le contrôle seau (CS en mm) et le nombre de basculement (Nb) sur une période de fonctionnement. La cohérénce est considérée a priori comme étant bonne si le rapport CS/Nb est compris entre 0,4 et 0,6 mm/basculement. Dans le cas contraire, soit le contrôle seau est faux, soit les basculements n'ont pas été enregistrées (entonnoir bouché, auget bloqué ou autres pannes non signalées). Cette vérification ne s'applique qu'aux appareils OEDIPE.
- Cohérence de la station par rapport aux événements observés à l'échelle de l'OHHVO ou tout autre sous ensemble de stations. Une période de dysfonctionnement d'une station se traduit par l'absence de pluie sur cette station sur une succession d'événements. En cas de décalage ou de dérive dans le temps, la station génère un ensemble d'événements ne touchant que cette station. Cette vérification est applicable aux deux types d'appareil.

Le tableau 10 résume les vérifications effectuées par station. La cohérence des contrôles seau avec les basculements par période de fonctionnement des appareils est donnée en annexe 1.

La majeure partie des cumuls seau par période est fournie sauf quelques exceptions : Kpegounou (aucun contrôle seau), Kolokondé (période 1), Gaouga (1 p.) et Bonazuro (1 p.). Toutefois, de nombreuses incohérences subsistent sur 13 périodes de fonctionnements relatives à 8 stations (Tableau 11).

[4] Pour les stations équipée de pluviographes OTT les mesures originelles effectuées au pas de temps de 1 minutes ont été converties en basculement de 0,5 mm.

Station	Cumul seau annuel (mm)	Remarques
ADIA	1287,3	OK
ADIO	1507,6	OK
AFFO	1408,2	OK
AKEK	1436,9	OK mais CS DOUTEUX après le 4/9
ANAN	1211,7	OK
BABA	1737,7	OK mais coherence CS/auget douteuse (à vérifier)?
BEMB	1229,3	OK
BETE	1281,4	OK
BIRN	1399,6	CS DOUTEUX avant le 21/6
BIRO	1187,5	OK
BOMB	1416,3	OK
BONA	1335,5	Pas de CS avant le 27/3
BORI	1081,8	OK
DAPE	1135,8	OK mais CS DOUTEUX
DJOU	1560,8	OK mais coherence CS/auget douteuse (à vérifier)?
DOGU	1394,7	OK
DONG	1332,9	OK
FOBO	1221,7	OK
GAOU	945,1	Manque CS du 29/8 au 4/10
GORI	1163,8	OK
INA-	1262,6	OK
KOKO	1237,7	OK
KOLO	623,9	Manque CS avant le 31/7
KOPA	1135,7	OK mais coherence CS/auget douteuse (à vérifier)?
KPEG	0	Pas de CS
MOMO	1283,3	OK
NAL2	1468,5	OK
NOUM	1556,6	OK
PARA	1144	OK
PELE	1495,1	OK
SARM	1510	OK
TEBO	1367,9	OK
TOBR	1241,8	OK
WEWE	1282,8	CS douteux du 8/8 au 20/8
ZOUM	1153,6	OK

Tableau 10:
cohérence des stations par rapport aux événements pluvieux observés sur l'OHHVO et aux contrôles seau en 2003

Station	Période			Fonctionnement	CS(mm)	Nb_Basc	CS/Nb_Basc
	début	Fin	Durée (j.)	appareil Œdipe			
AKEK	4-sept	16-oct	42	RAS	124,1	476	0,26
AKEK	16-oct	9-déc	54	RAS	265,4	21	12,64
BABA	1-janv	30-juil	211	RAS	973,0	1565	0,62
BABA	30-juil	25-août	26	RAS	244,5	825	0,30
BIRN	1-janv	21-juin	172	RAS	503,7	780	0,65
DAPE	26-juin	18-oct	114	RAS	145,0	1897	0,08
DAPE	18-oct	9-déc	52	RAS	990,8	4	247,70
DJOU	27-juin	3-août	37	RAS	173,5	863	0,20
DJOU	16-août	27-sept	42	RAS	295,8	765	0,39
KOKO	23-sept	8-déc	76	RAS	206,5	289	0,71
KOPA	7-févr	22-juil	166	RAS	278,5	197	1,41
KOPA	22-juil	4-sept	44	RAS	84,0	928	0,09
WEWE	8-août	21-août	13	RAS	78,2	287	0,27

Tableau 11: Périodes de fonctionnement correct des stations ŒDIPE avec incohérence entre le contrôle seau (CS) et le nombre de basculement (Nb_Basc)

Une étude comparative des deux stations double de Djougou et de Parakou équipées chacune d'un pluviographe ŒDIPE et d'un pluviographe OTT est présentée ci-dessous. Le site de ces stations correspond à ceux de la station climatique de Djougou et de la station synoptique de Parakou, ces deux stations étant gérées par la DMN. Nous disposons de données pluviométriques journalières sur ces deux stations DMN.

Rappelons que les données par pesée des appareils OTT ont été converties en basculements de 0,5 mm afin de pouvoir les comparer avec les données basculements des appareils ŒDIPE. Les tests de cohérence entre les deux types d'appareils ŒDIPE et OTT sont effectués en comparant les cumuls par événement sur Parakou (figure 5) et Djougou (figure 7).

Les appareils OTT sont affectées par un « bruit » qui se traduit par des valeurs non nulles mais faibles (0,5 à 1,0 mm) alors qu'aucune pluie n'est enregistrée sur les appareils ŒDIPE. Ce bruit peut être en partie expliqué par des pluies faibles inférieures à 0,5 mm insuffisante pour provoquer le basculement des augets des appareils ŒDIPE (évaporation de l'eau des augets). Toutefois, il est peu probable que tous ces basculements isolés enregistrés par les appareils OTT soit liés à ce phénomène.

Sur les deux appareils OTT de Djougou et Parakou, le bruit reste faible : 32,5 mm à Parakou, 10,5 mm à Djougou (tableau 12). Rappelons qu'en 2002, l'appareil OTT de Parakou avait enregistré un bruit plus important de 144 mm. Ce bruit apparaît particulierement important sur les autres stations OTT de Kokosika (D645), Goubono (D623) et Nalohoul (D646) (sur cette dernière 76mm du 13/11 au 14/12 !).

	OEDIPE mm	OTT* mm	OTT/OEDIPE %	Bruit OTT mm
Parakou	1131	1227,5	108,5	32,5
Djougou	1092	1001	91,7	10,5

Tableau 12: comparaisons des cumuls des pluies de tous les événements entre les appareils OTT et OEDIPE sur les stations de Parakou et Djougou.

** sans filtrage (pluie_ effective_OTT = pluie_totale_OTT – Bruit OTT)*

En terme de comparaison des cumuls annuels sur les périodes de fonctionnement simultané des deux appareils, les résultats sont différents :

- sur Parakou l'appareil OTT sur-estime de 8,5% les pluies mesurées sur l'appareil ŒDIPE,
- sur Djougou l'appareil OTT sous-estime de 8,3% les pluies mesurées sur l'appareil ŒDIPE. Sur cette station, la sous-estimation peut dépasser 10 voire 20% sur les événements les plus importants.

Nous compléterons cette analyse par événement par un examen succinct des données journalières des stations de la DMN de Parakou et Djougou par rapport à celles mesurées sur les appareils ŒDIPE (figure 9). Les données journalières de la DMN présentent des différences importantes par rapport à celle de l'appareil ŒDIPE. Elles peuvent être dues soit à des erreurs de lecture ou de report des données, soit encore au fait que le cumul ne soit pas relevé à heure fixe (normalement 6 heures du matin heure locale).

Les deux stations double de Parakou et Djougou permettent une comparaison des mesures faites par les deux types d'appareil OTT et OEDIPE. Seul les événements dépassant 5 mm seront considérés dans cette analyse comparative afin d'éviter le problème du bruit associé au station OTT (voir tableau 12). La corrélation entre les cumuls par événement dépassant 5 mm est de 0,994 sur Parakou (figure 5) et 0,978 sur Djougou (figure 7). En prenant comme référence l'appareil ŒDIPE, les pluies sont surestimées par l'appareil OTT de Parakou (coefficient a = 1,10) alors que c'est l'inverse sur l'appreil OTT de la station de Djougou (coefficient a = 0,98). Les hyétogrammes OTT et ŒDIPE du principal événement observé sur Parakou (figure 6) et Djougou (figure 8) dénotent des différences identiques sur les deux types d'appareil. Les fortes intensités tendent à être plus faible sur les appareils OTT ce qui résulte au moins en partie de la scrutation au pas de temps de 1 minute de ces appareils. On notera également que les enregistrements des appareils OTT se font avec un retard variant entre 2 et 6 minutes par rapport au OEDIPE.

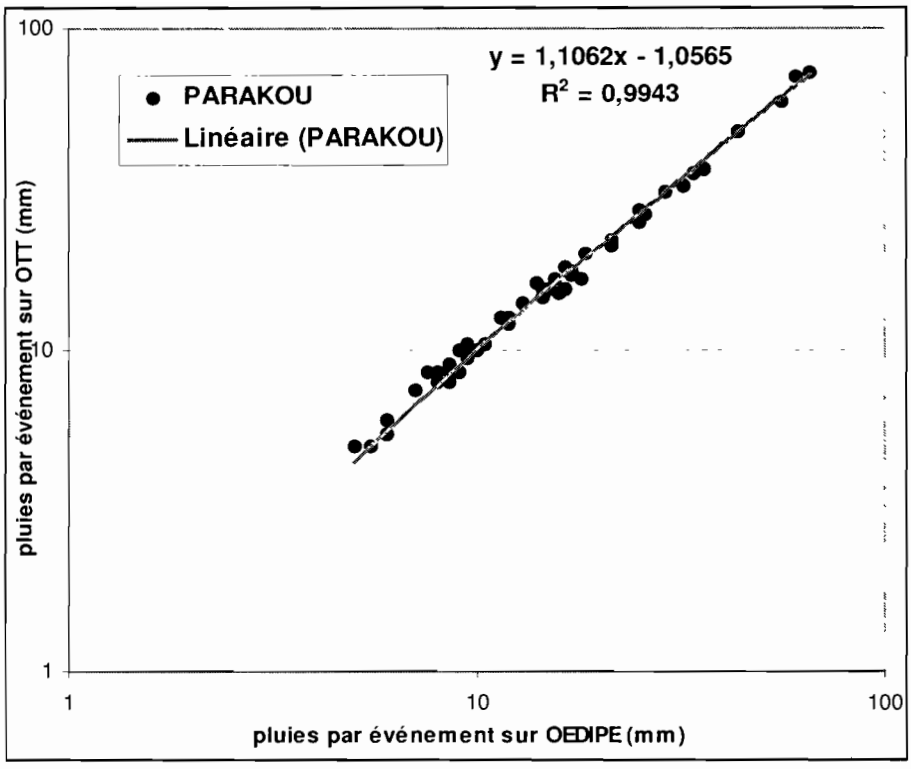


Figure 5: concordance des cumuls par événement sur
sur les appareils OTT (station PAR2) et OEDIPE (station PARA) à Parakou

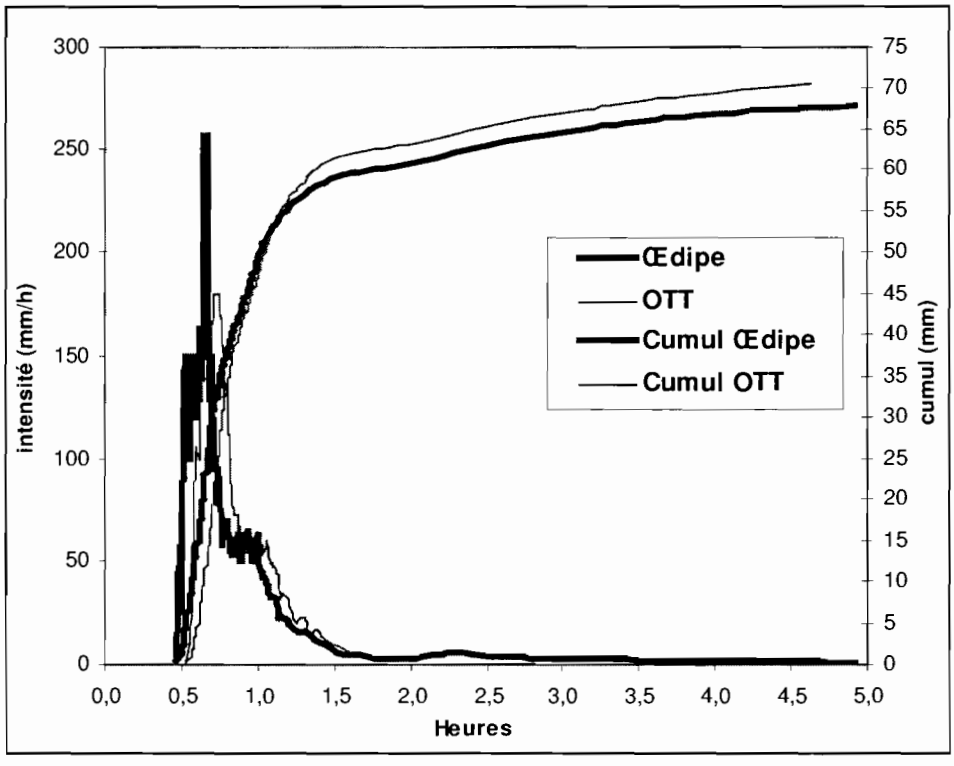


Figure 6 : Hyétogrammes de l'événement du 2 octobre 2003 mésurés
sur les appareils OTT (station PAR2) et OEDIPE (station PARA) à Parakou

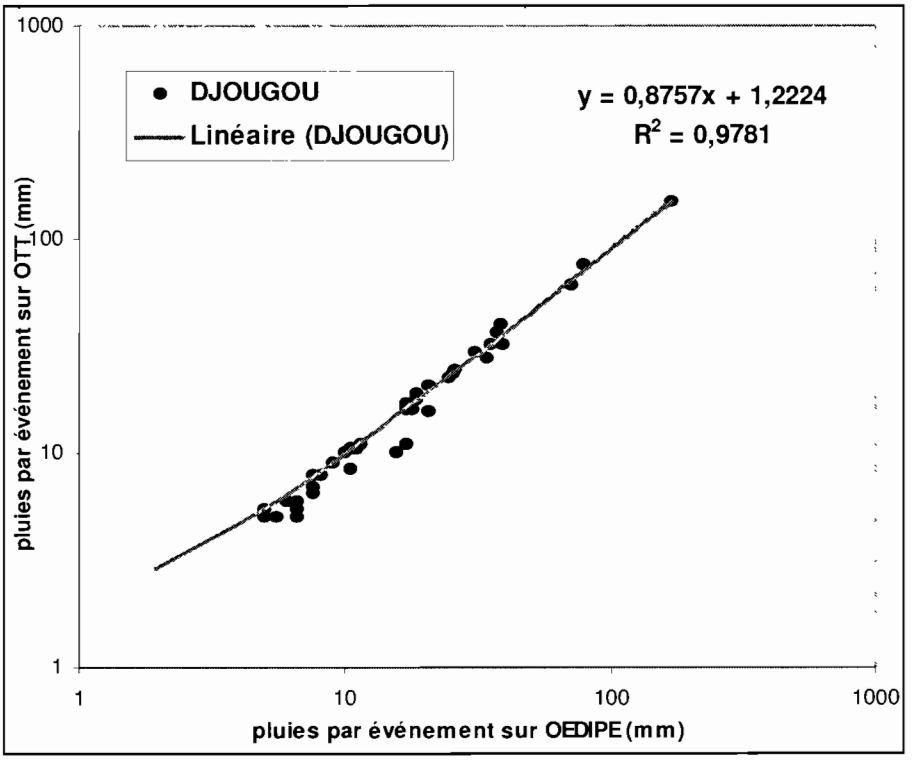


Figure 7 : concordance des cumuls par événement sur
sur les appareils OTT (station DJO2) et OEDIPE (station DJOU) à Djougou

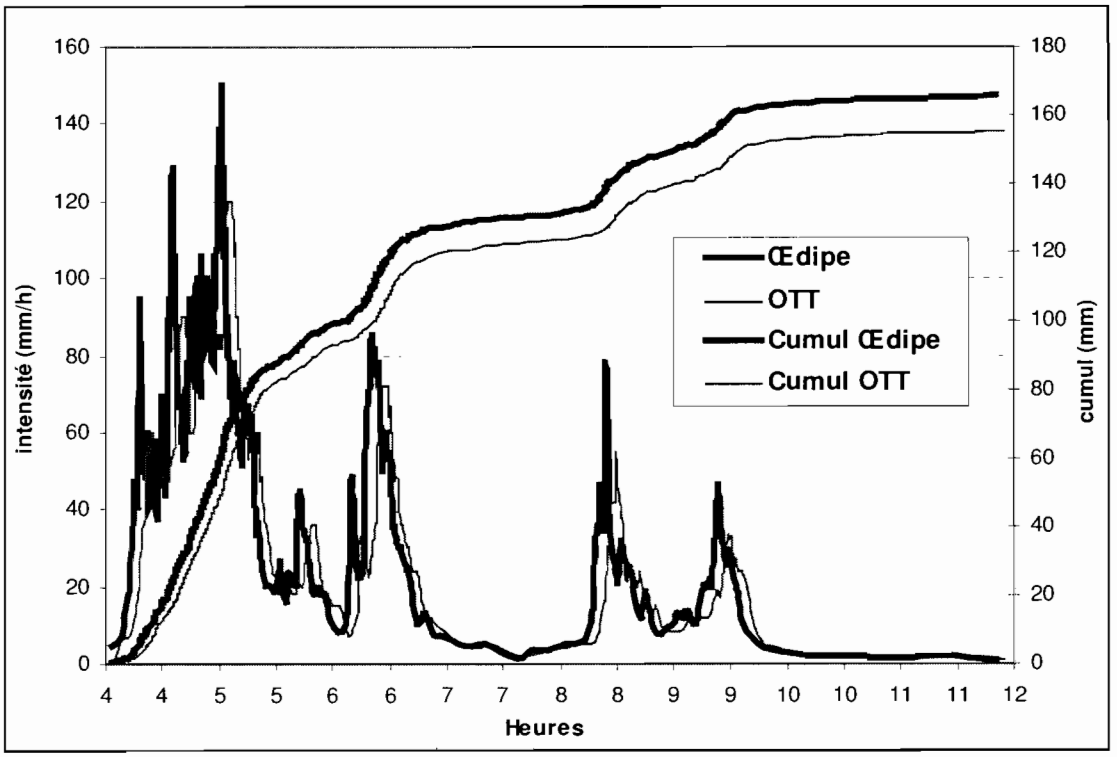
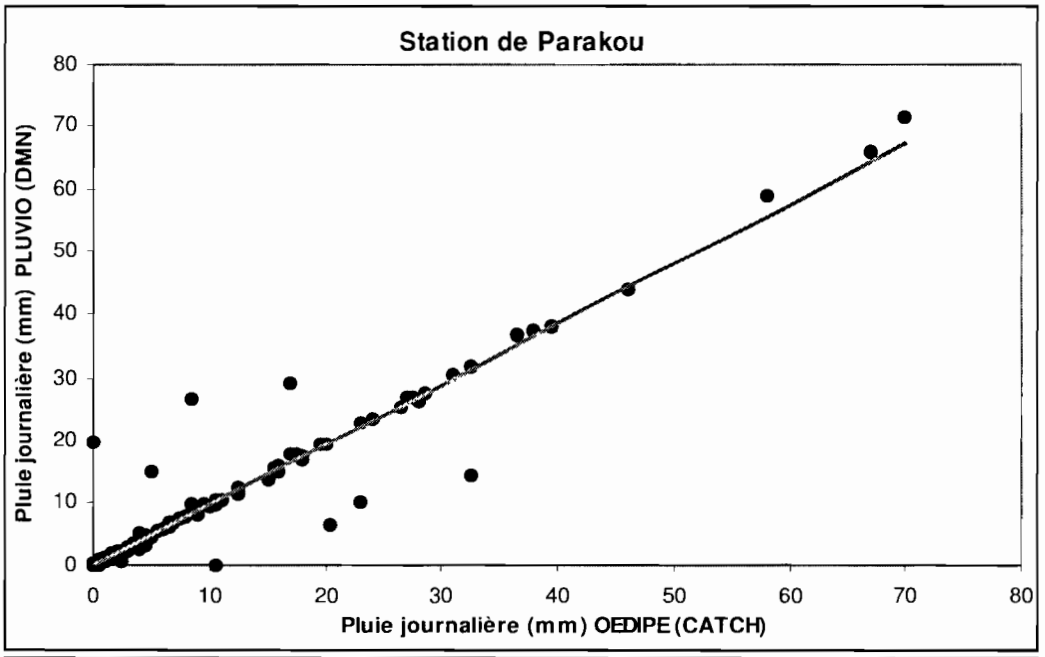


Figure 8 : Hyétogrammes de l'événement du 31 juillet 2003 mésurés
sur les appareils OTT (station DJO2) et OEDIPE (station DJOU) à Djougou



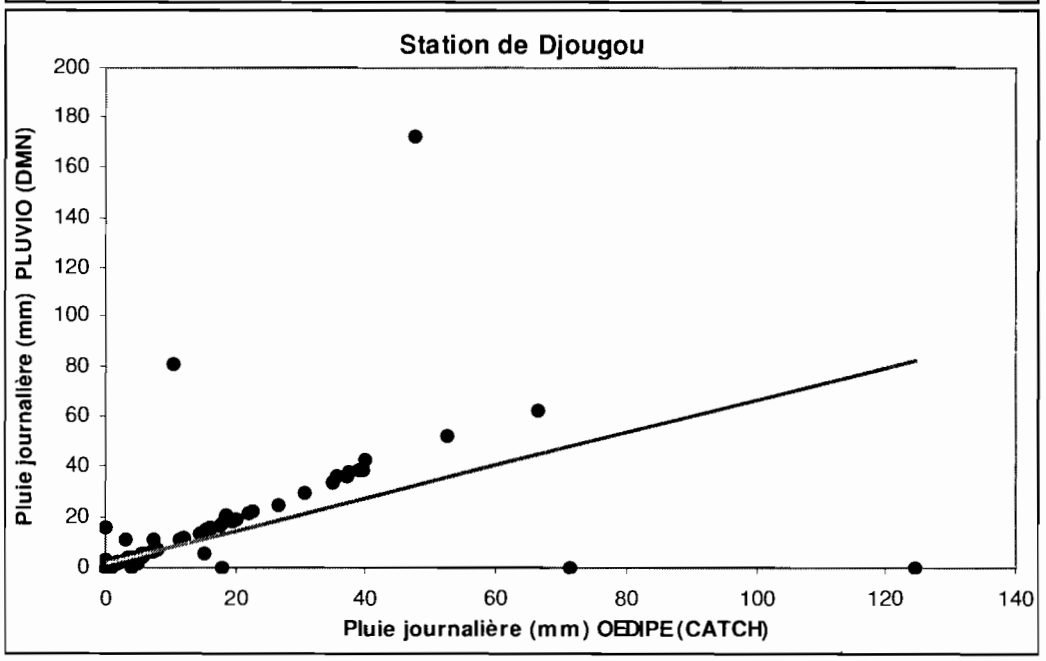


Figure 9: concordance des pluies journalières entre les appareils OEDIPE et les stations DMN sur les stations de Parakou et Djougou.

I.2.3. Dérives en temps

Le fabricant des appareils ŒDIPE garantit des dérives inférieures à 10 secondes par mois (soit environ 0,51 minutes pour 100 jours). Sur les 209 périodes de fonctionnement de cartouches, seules sept d'entre-elles ont connu des dérives inférieures à cette valeur (tableau 13). Les dérives ont été supérieures à 30 minutes/100jours dans 50 cas dont 20 dépassant 1 heure (à vérifier). Le détail des dérives des cartouches est en annexe 2.

Dérive minutes/100jours	nb. Cartouches (périodes)	%
<1	7	3,4
>1	7	3,4
>3	8	3,8
>5	38	18,3
>10	98	47,1
>30	30	14,4
>60	20	9,6

Tableau 13 : données générales sur les dérives en temps des cartouches OEDIPE

En excluant les 20 cas de périodes aberrants devant être vérifiés (dérive>60 minutes/100jours), la dérive moyenne pour les 43 cartouches est de 18,6 min/100j. Les nouvelles cartouches (N°999...) ont une plus faible dérive (13,8 min/100j) que les anciennes (19,6 min/100j) (voir tableau 14).

Rappelons que les dérives observées sont linéaires et sont prises en compte lors des mises en forme des données dans le logiciel PLUVIOM. Des erreurs sont toutefois toujours possibles en cas de mauvais report des dates de pose et de dépose du matériel par l'opérateur.

Cartouche n°	Durée jours	dérive min/100j
388361	91	31,6
388539	241	13,6
388541	50	4,8
388554	298	26,8
388555	157	20,4
388559	108	0,5
587373	43	9,6
587373	219	20,3
587385	296	26,2
788611	51	6,6
788612	21	9,6
788612	30	21,6
789716	230	9,1
883639	35	30,3
888625	293	28,3
888629	300	27,9
888631	54	26,3
888634	88	23,9
888637	247	12,2
888639	175	30,4
986306	53	7,8
991459	242	10,6

Cartouche n°	Durée jours	dérive min/100j
999147	70	6,5
1087475	108	27,8
1087478	293	27,4
1087479	44	10,0
1087479	167	30,6
1087481	103	22,7
1087484	201	32,5
1087487	183	6,6
1087491	197	3,7
1087493	169	20,0
1087496	293	28,1
1087504	110	2,9
1287510	58	6,7
1287519	171	26,7
2921012	66	9,1
5877404	294	4,7
9991460	226	13,6
9991465	197	9,2
9991466	296	6,6
9991469	298	9,9
9991470	250	32,6

Tableau 14 : dérives en temps par cartouche sur les stations OEDIPE

I.3. Concordance entre les différents réseaux de mesures

La comparaison des pluies décadaires sur les différents réseaux de l'OHHVO (tableau 15) permet d'évaluer les modalités locales de la mesure de la pluie en fonction de l'échelle, de la densité des stations et du type d'appareil (figures 10 et 11). Il aurait été préférable de dissocier totalement les réseaux RME, RBD et RSS en évitant l'utilisation de station appartenant à un ou plusieurs de ces réseaux (voir tableau 2). Les résultats présentés ci-dessus ne tiennent pas compte de cette remarque.

		Décades	RME	RPC	RBD	RSS	Œdipe	OTT
Mars	2éme décade	8	0,4	4,0	0,2	0,0	1,5	1,1
Mars	3ème decade	9	17,8	8,2	0,4	0,0	6,9	5,1
Avril	1ère décade	10	7,1	10,9	0,3	0,0	0,4	0,5
Avril	2éme décade	11	48,6	42,3	26,6	33,9	22,3	23,7
Avril	3ème decade	12	35,7	21,0	3,5	5,1	6,5	3,9
Mai	1ère décade	13	11,8	11,4	60,4	43,1	50,3	59,2
Mai	2éme décade	14	25,7	30,3	35,5	21,7	33,3	36,1
Mai	3ème decade	15	69,4	78,4	13,2	5,9	11,4	14,7
Juin	1ère décade	16	93,4	105,0	50,2	27,5	30,0	42,6
Juin	2éme décade	17	61,5	50,8	60,6	33,2	64,9	63,8
Juin	3ème decade	18	91,7	72,7	111,2	72,5	90,1	119,1
Juillet	1ère décade	19	51,6	55,8	46,4	48,3	57,2	55,5
Juillet	2éme décade	20	64,6	49,7	98,0	89,0	86,8	111,8
Juillet	3ème decade	21	97,4	100,0	51,4	52,6	53,5	46,8
Août	1ère décade	22	94,7	75,3	67,6	54,8	66,2	63,7
Août	2éme décade	23	120,0	149,3	154,0	140,1	115,0	121,9
Août	3ème decade	24	115,7	106,5	89,5	68,0	89,6	101,9
Septembre	1ère décade	25	64,3	86,6	149,4	173,8	129,5	140,4
Septembre	2éme décade	26	75,4	81,9	134,0	136,9	118,0	129,1
Septembre	3ème decade	27	78,1	73,1	77,9	76,4	64,7	77,8
Octobre	1ère décade	28	42,8	46,3	58,5	61,7	74,1	58,1
Octobre	2éme décade	29	51,3	58,6	66,8	79,0	76,5	66,1
Octobre	3ème decade	30	6,9	4,4	32,9	33,5	35,6	41,0
		total	1326,1	1322,4	1388,5	1256,8	1284,1	1383,9
		nb_stations	28	11	16	7	32	13

Tableau 15 : pluies décadaires en mm sur les différents réseaux en 2003

Les deux réseaux RPC et RME correspondent à la méso-échelle mais avec des réseaux de mesure différents en terme d'appareil et de densité. Les réseaux RBD et RSS sont d'échelle locale et proche l'un de l'autre. Leur densité est également du même ordre de grandeur. Enfin les réseaux ŒDIPE et OTT distinguent les deux types d'appareil équipant l'OHHVO, sachant que les appareils ŒDIPE sont majoritairement installés dans le réseau RBD.

Les résultats des corrélations sont établis en fonction de la moyenne arithmétique des stations (tableau 16). Les résultats de l'année plutôt sèche 2002 seront comparés à ceux de l'année 2003 qui est plutôt humide. Les corrélations entre les réseaux de même échelle RME et RPC d'une part, RBD et RSS d'autre part sont sensiblement identiques pour les deux années. En revanche, les corrélations entre les réseaux de méso-échelles (RME et RPC) avec les réseaux locaux (RBD et RSS) apparaissent nettement plus faibles en 2003 par rapport à 2002.

2002						2003				
R^2	RME	RPC	RBD	RSS		R^2	RME	RPC	RBD	RSS
RME	1,00	-	-	-		RME	1,00	-	-	-
RPC	0,92	1,00	-	-		RPC	0,90	1,00	-	-
RBD	0,84	0,76	1,00	-		RBD	0,43	0,49	1,00	-
RSS	0,76	0,68	0,89	1,00		RSS	0,29	0,39	0,91	1,00

Tableau 16 : corrélation (R^2) sur les différents réseaux en 2002 et en 2003

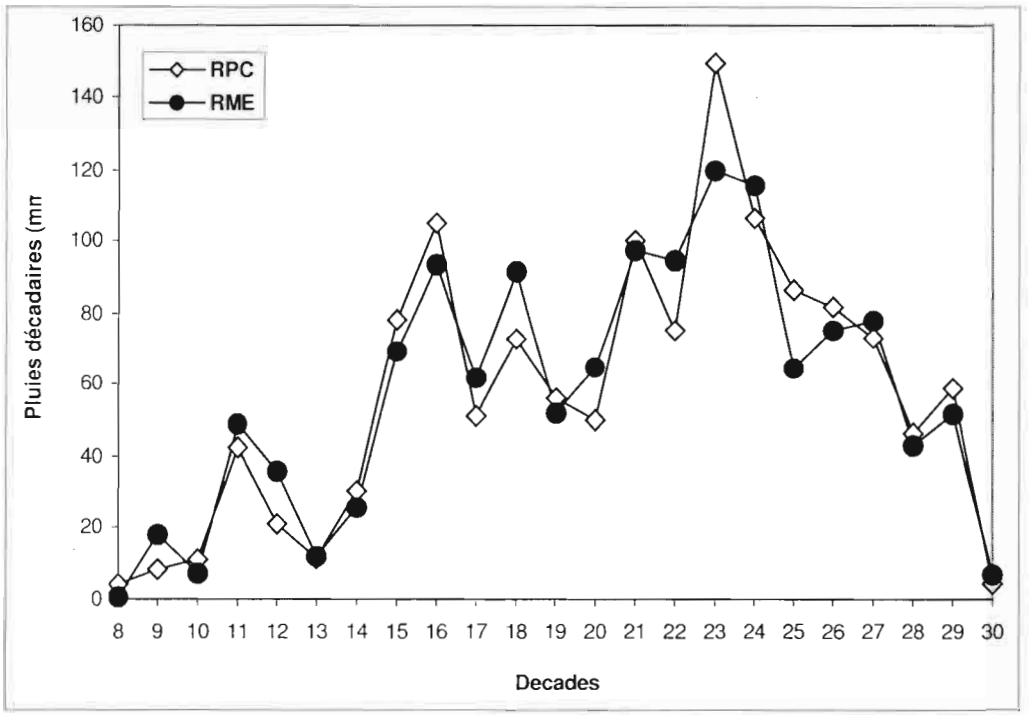


Figure 10 : Concordance des pluies décadaires sur les deux réseaux RPC et RME en 2003

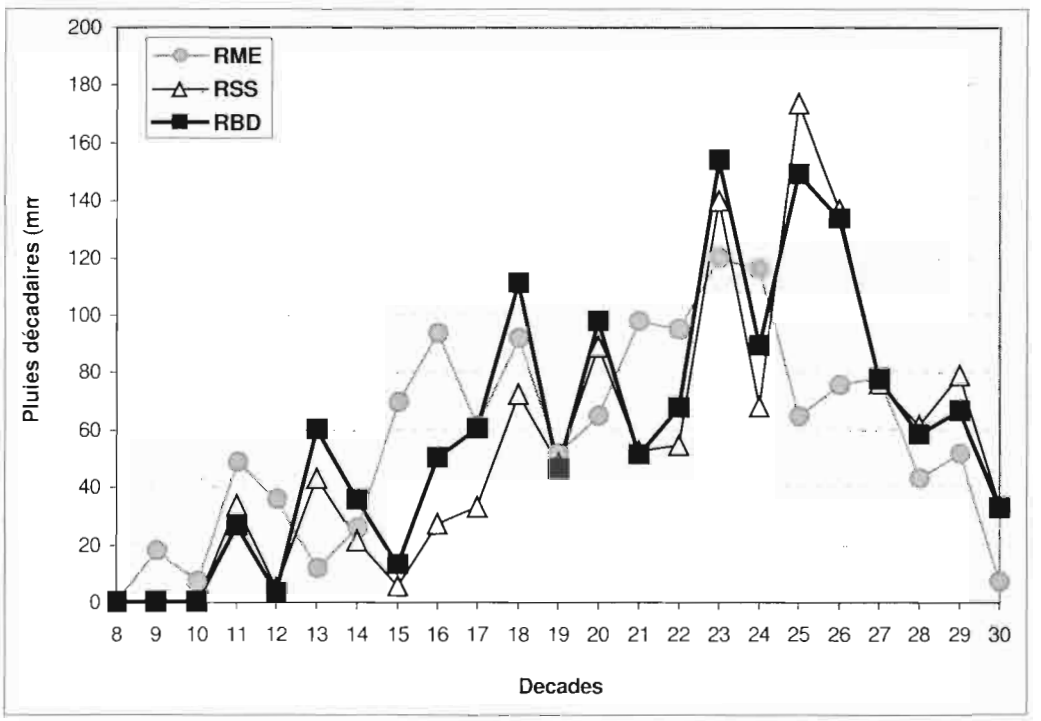


Figure 11 : les pluies décadaires sur les réseaux RBD et RSS en 2003

Contrairement à l'année 2002, le bassin de la Donga (RBD) et le super site (RSS) présentent en 2003 une chronologie de la saison des pluies notablement différente de celle observée à l'échelle de l'ensemble de l'OHHVO (RME et RPC). Ces différences sont marquées pour certaines décades : première décade de mai 60 mm sur le RBD pour 12 mm sur RME, troisième décade de mai 13 mm sur RBD pour 69 mm sur RME, première décade de septembre 149 mm sur le RBD pour 64 mm sur RME, deuxième décade de septembre 134 mm sur le RBD pour 75 mm sur RME. En résumé, si les cumuls saisonniers sont du même ordre en 2003 aux deux échelles considérées (figure 12), il n'en va pas de même pour leur évolution au cours de l'année aussi bien en début de saison (mai) qu'en fin de saison des pluies (septembre).

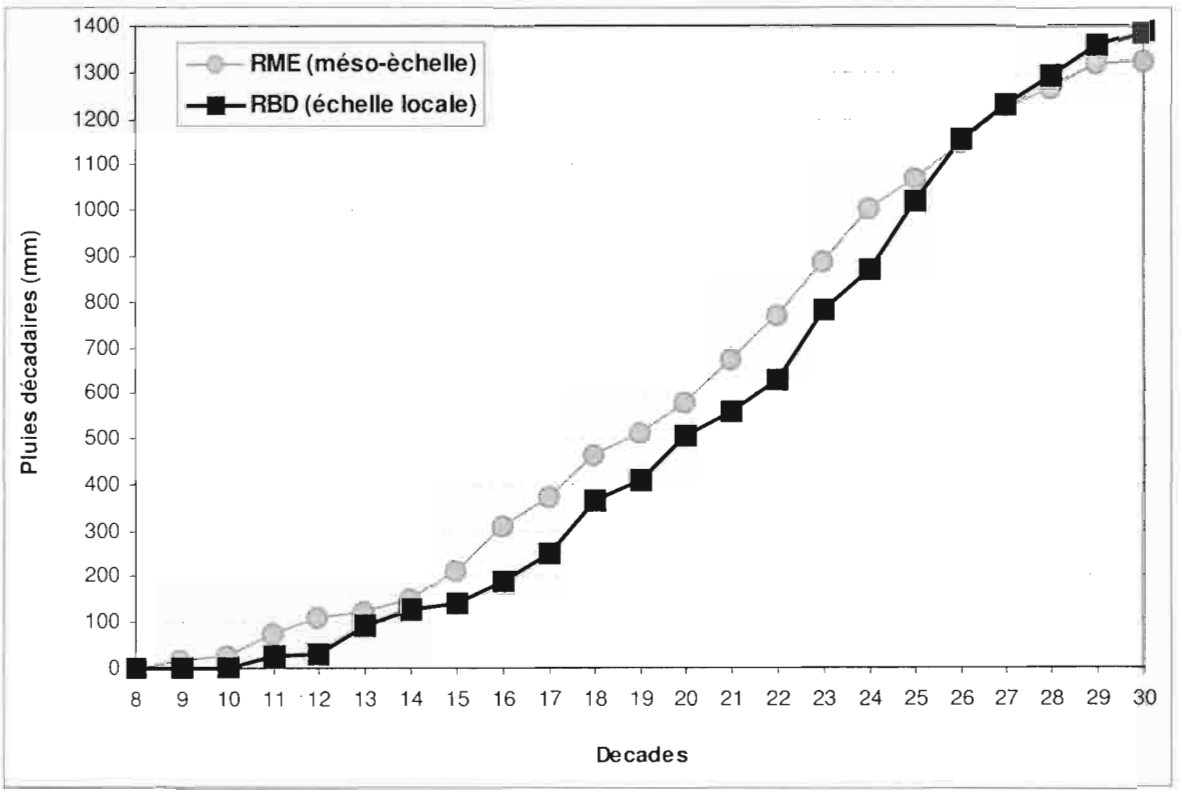


Figure 12 : comparaisons des pluies décadaires cumulées sur les réseaux RME et RBD en 2003

II. Description de la saison des pluies 2003 sur l'OHHVO

II.1. Généralités sur la saison 2003

Le Bénin a connu en 2003 une pluviométrie excédentaire sur de larges portions de son territoire y compris par rapport à la période humide 1950-1969 (figures 13a, 13b et 13c). Elle se classe parmi les années les plus arrosées depuis 1970 (figure 14a). Ceci est également vrai à l'échelle de l'OHHVO mais dans une moindre mesure (figure 14b). Les déficits pluviométriques notables sont limités à la partie sud du pays en particulier la région de Porto-Novo (station D072) et de Sémé (station D074).

Sur l'OHHVO, la saison des pluies 2003 n'apparaît excédentaire par rapport aux normales des périodes de référence qu'à partir du moi de juin et surtout du mois d'août (figure 15). Son évolution est proche de celle observée en 1998 qui fut également une année excédentaire (figure 16). Les pluies s'arrêtent dès la mi septembre comme cela a été observé en 2001 et 2002.

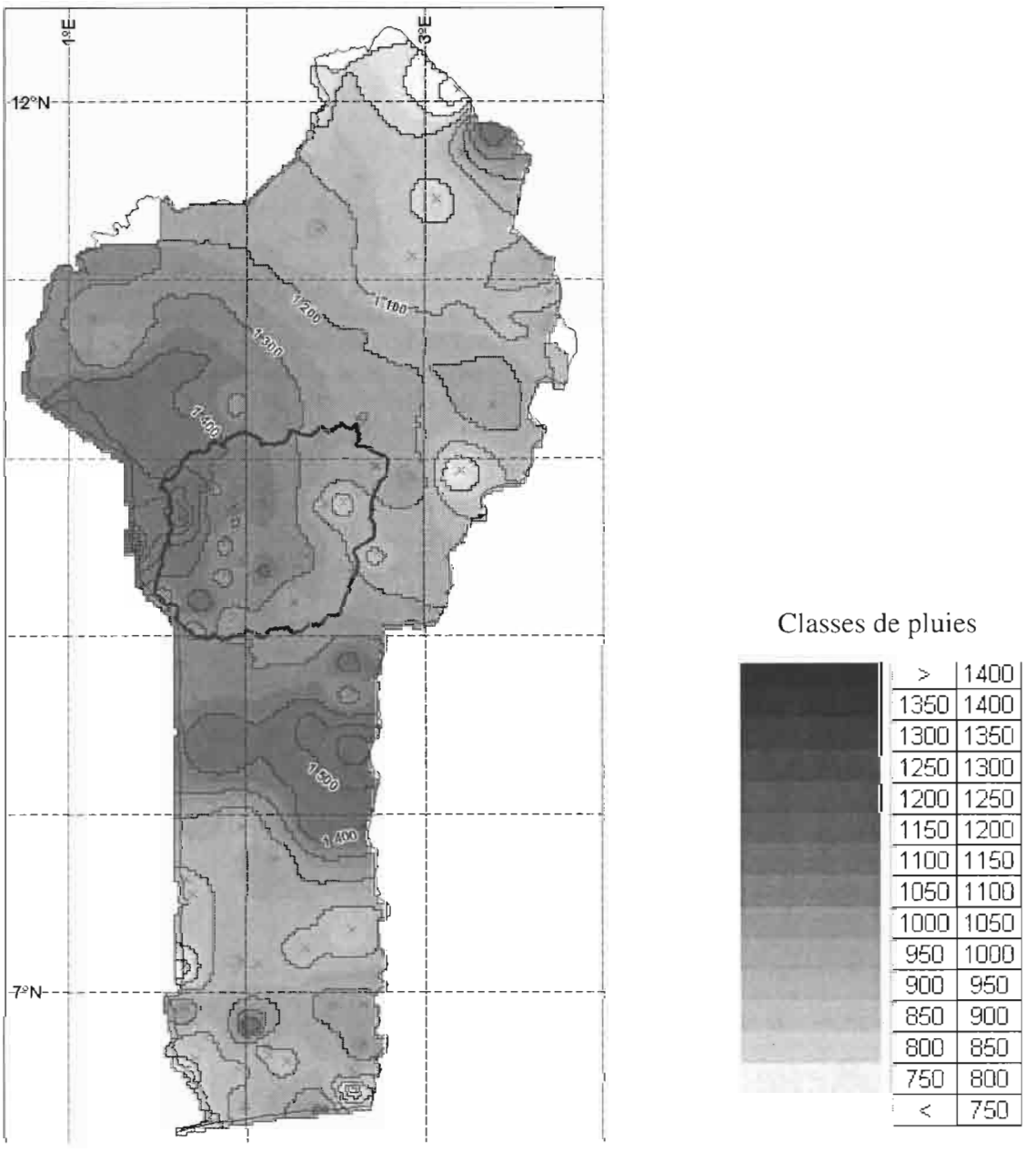


Figure 13a : les pluies au Bénin en 2003

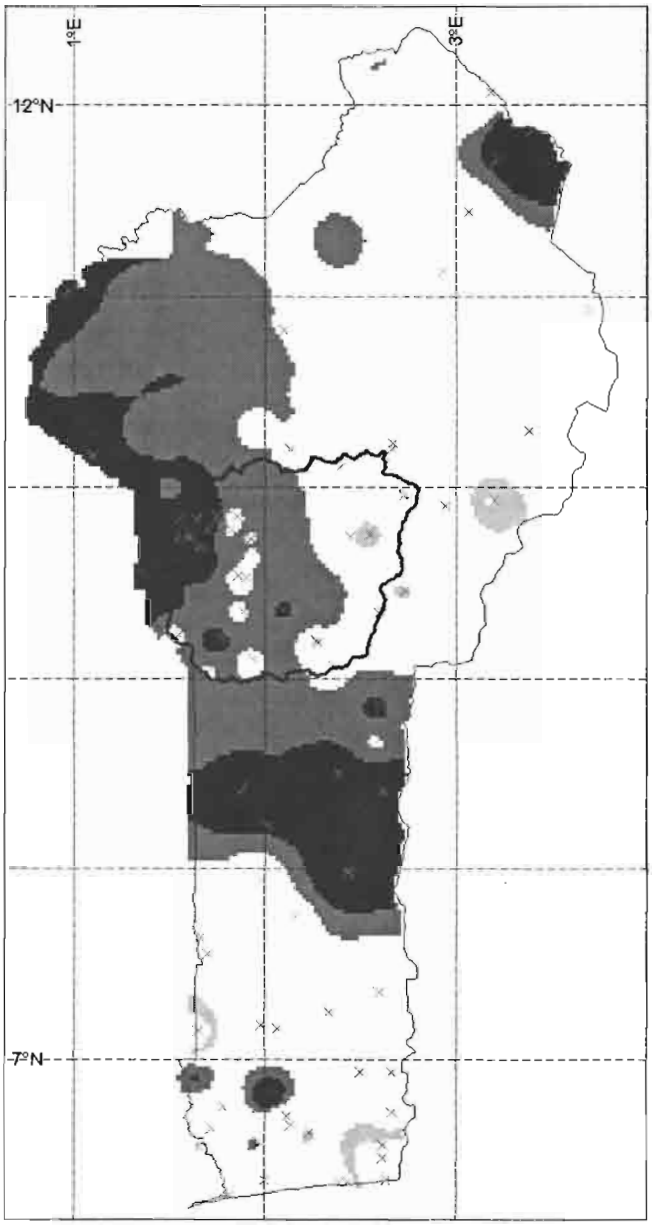


Figure 13b :
Pluviométrie 2003 par rapport à 1950-1969

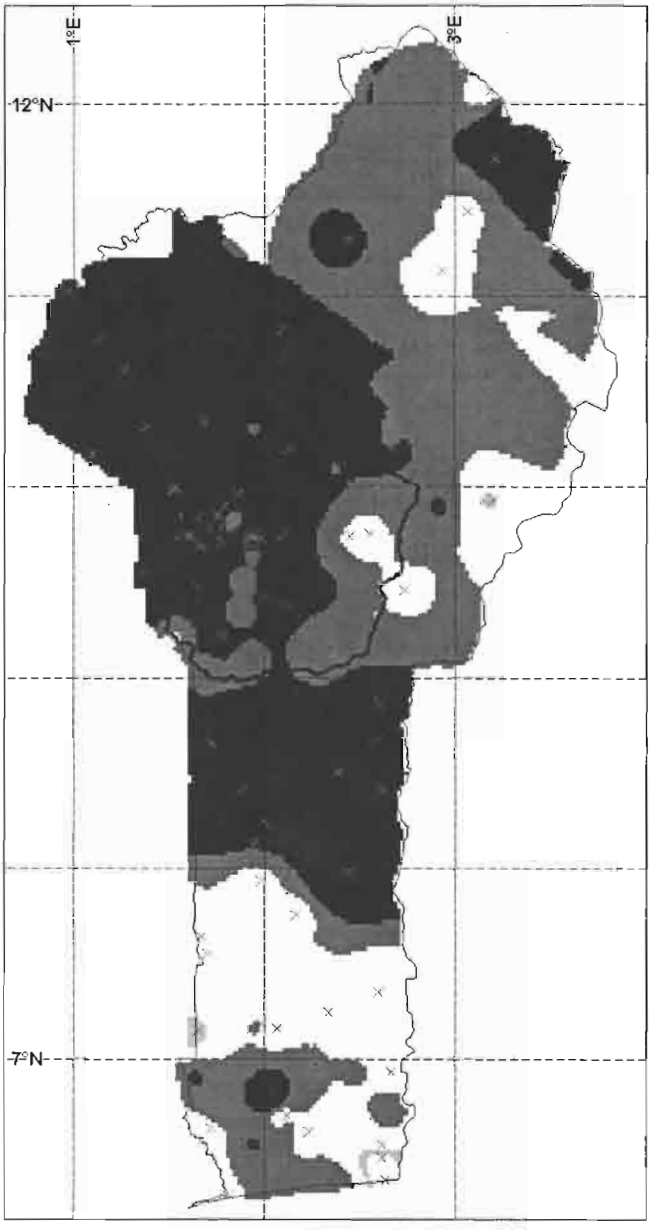


Figure 13c :
Pluviométrie 2003 par rapport à 1970-1990

Classe de pluviométrie				
Fortement déficitaire		-200		Plus de 200 mm
déficitaire		-100		De 100 à 200 mm
excédentaire		+100		De 100 à 200 mm
Fortement excédentaire		+200		Plus de 200 mm

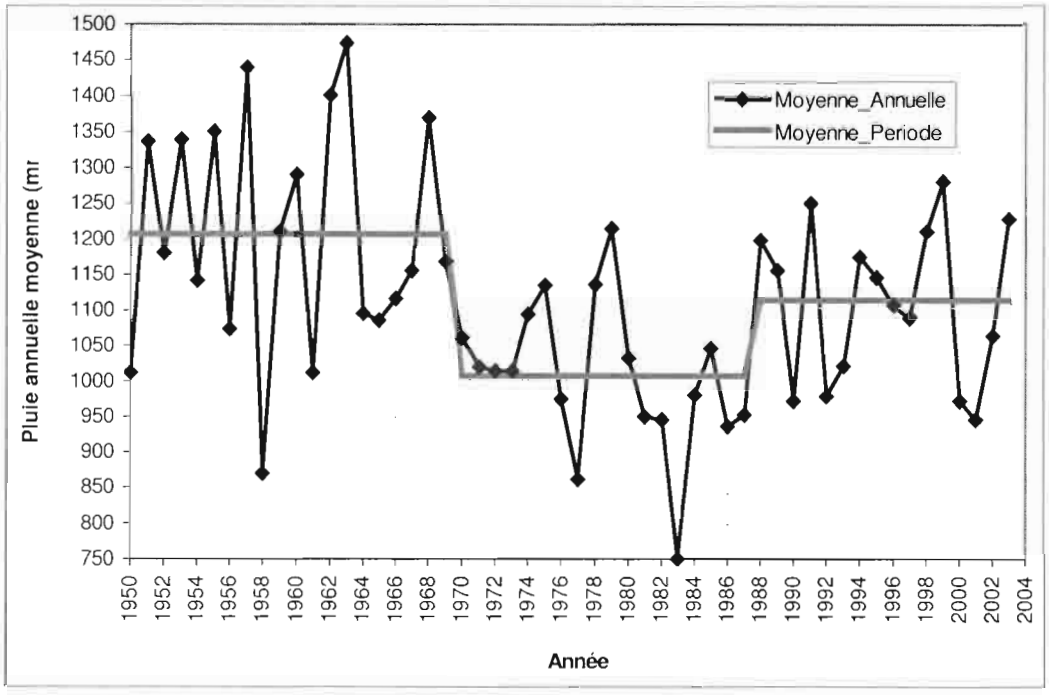


Figure 14a : évolution de la pluie annuelle sur le Bénin de 1950 à 2003

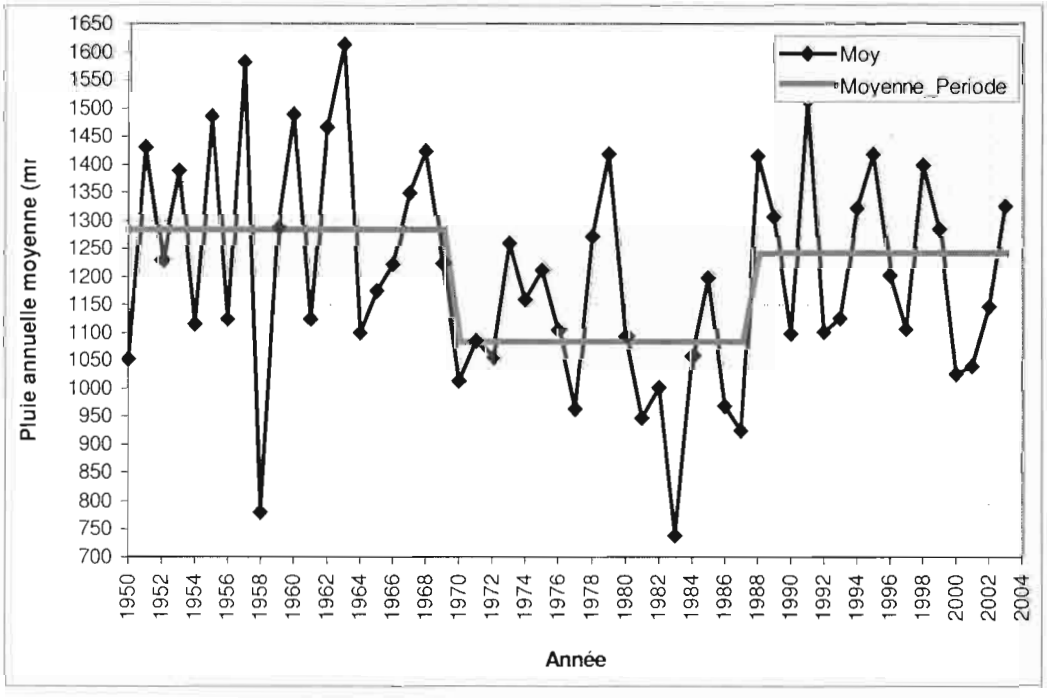


Figure 14b : évolution de la pluie annuelle sur l'OHHVO de 1950 à 2003

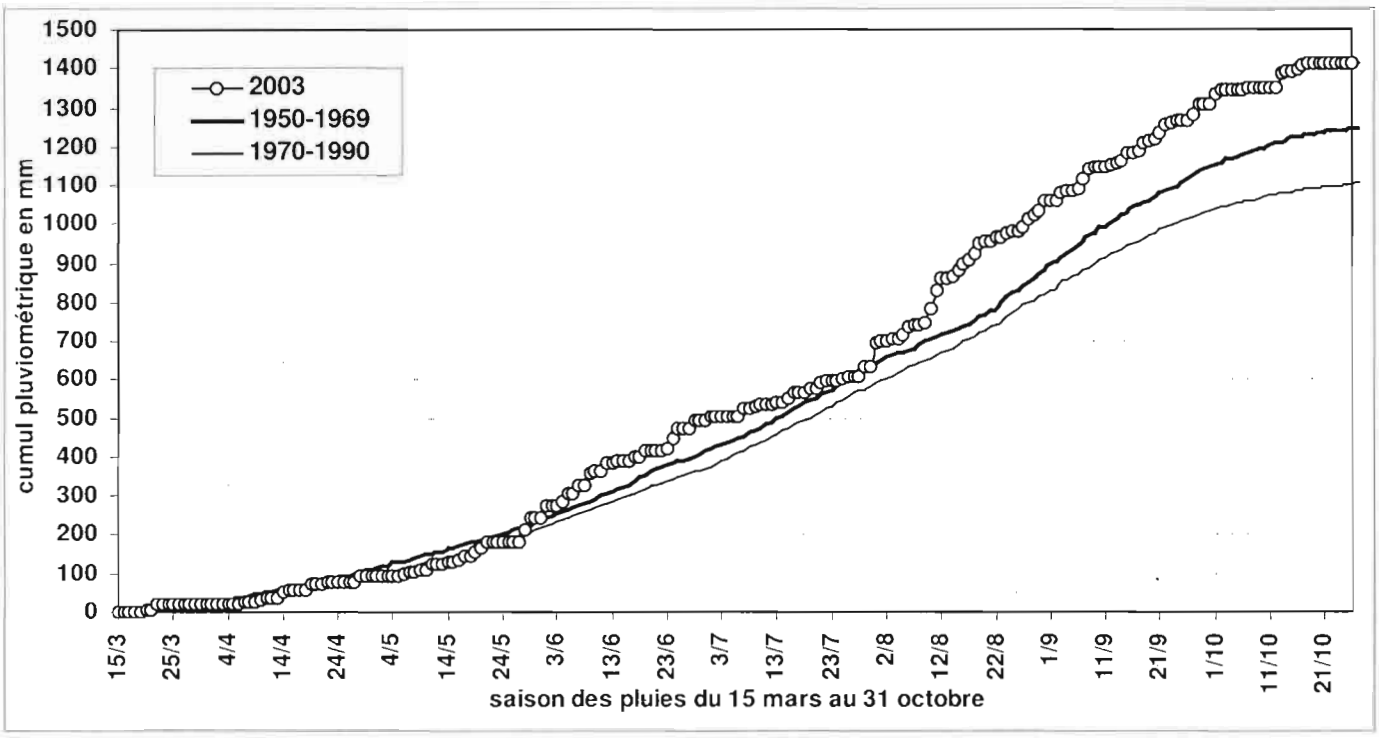


Figure 15 : Cumul saisonnier sur les trois stations de Djougou, Parakou et Bembéréké en 2003 par rapport aux périodes de référence 1950-1969 et 1970-1990.

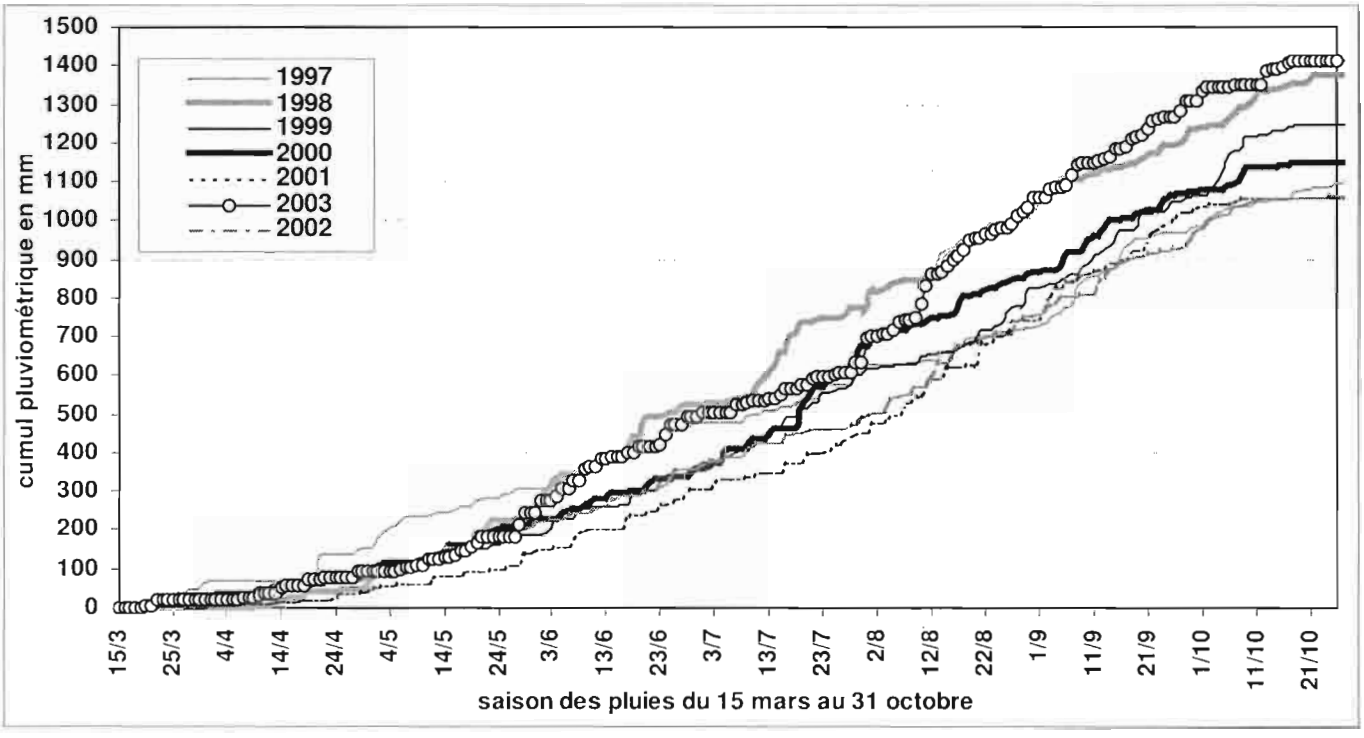


Figure 16 : Cumul saisonnier sur les trois stations de Djougou, Parakou et Bembéréké en 2003 par rapport aux années 1997 à 2002.

II.2. Distribution spatiale des cumuls saisonniers

Le cumul saisonnier sur l'OHHVO est établi sur 50 stations appartenant au différentes réseaux dont le RMC des stations pluviométriques de la DMN (tableau 17). Certaines stations comprennent pluisieurs appareils :

- Djougou et Parakou: pluviomètre DMN, pluviographe OTT et pluviographe ŒDIPE. Les pluviographes sont exactement sur le site de la station DMN.
- Bembéréké, Bétérou, INA, Penessoulou : pluviomètre DMN, soit pluviographe OTT soit pluviographe ŒDIPE. Pour ces stations, le pluviographe ne sont pas exactement sur le site de la station DMN (voir estimation des distances dans le tableau 3).

Les données DMN de la station de Birni ne nous ont pas été transmises. Les stations comportant plusieurs appareils permettent la validation croisée des ordres de grandeur des cumuls annuels : celle-ci est bonne pour Parakou, Bembéréké, Bétérou et INA. Pour Djougou, le cumul est semblable pour la station DMN et le pluviographe OTT alors que le cumul seau sous-estime fortement celui-ci (erreur de report des cumuls ?). Pour Penessoulou, il est probable que les données DMN sont erronées. Elles sous estiment presque de moitié le cumul fourni par le pluviographe OTT.

Un cumul saisonnier a pu être établi sur 42 des 50 stations. Les pluies les plus importantes sont observées à Séméré (D031, 2045mm) et à Djougou (D030/D617/D650, 1825 mm) à l'est de l'OHHVO. Les stations présentant les cumuls les plus faibles sont Okpara (D033, 999 mm), Bori (D604, 1082 mm) et Parakou (D034/D636/D647, 1144 mm) dans la partie est de l'OHHVO. Ce gradient de l'est vers l'ouest des pluies correspond à celui observé sur les moyennes inter annuelles.

Pour la carte des cumuls saisonniers (figure 17), nous avons procédé par sommation des cumuls décadaires interpolés (figure 18) et non des cumuls saisonniers stationnels présentés et commentés ci-dessus afin d'obtenir les résultats les plus précis possibles. Le noyau pluvieux dépassant 1400 mm se situe dans la partie amont des bassins du Térou, de Affon et de la Donga. Dans cette zone, les gradients pluviométrique sont importants comme par exemple entre Djougou et Barienou (350 mm de différence en 12km soit 29mm/km). La partie sud et est de l'OHHVO sont en deçà de l'isohyète 1250 mm.

L'évolution des pluies au pas de temps décadaires au cours de la saison est donnée pour les stations (tableau 18) et sous forme de cartes (figure 18). Les pluies généralisées sur l'ensemble du bassin ne commencent qu'à partir du 21 mai (décade 15). Les décades les plus arrosées couvrent la période du 21 juillet au 31 août (décades 21 à 24) avec un cumul moyen aux stations de l'ordre de 450 mm. Le noyau pluvieux observé à l'échelle de la saison sur la partie amont des vallées de la Donga et du Térou se retrouvent au cours de cette période. En fin de saison, les pluies sont négligeables et localisées après le 20 octobre (décade 30).

Dans le chapitre suivant, l'analyse de la chronologie des événements permettra une étude plus fine de l'évolution de la saison.

Station	Code	Cumul saisonnier en mm				
		Pluvio DMN	ŒDIPE Cumul seau	OEDIPE Cumul observé	OTT	Cumul retenu
ADIA	D614		1287	1196		1287
ADIE	D632		1508	(946)		1508
AFFO	D609		1408	1392		1408
AKEK	D630		(1437)	1335		1335
ANAN	D627		1212	(904)		1212
BABA	D640		(1738)	1382		1382
BANI	D641				1574	1574
BARE	D642				(576)	?
BEMBEREKE	D024/D034	1250	1229	1068		1229
BETEROU	D036/D038	1178	1281	1094		1281
BIRNI	D026/D633	?	(1400)	(1132)		?
BIRO	D635		1188	(1133)		1188
BOMB	D628		1416	(998)		1416
BONA	D610		(1336)	(1274)		1336
BORI	D604		1082	(985)		1082
DAPE	D626		(1136)	(926)		?
DJOUGOU	D030/D617/D650	1824	(1561)	(1031)	1822	1824
DOGU	D621		1395	(932)		1395
DONG	D611		1333	(1273)		1333
FOBO	D602		1222	1159		1222
GANG	D643				1348	1348
GAOU	D629		(945)	(861)		?
GORI	D605		1164	(782)		1164
GOUB	D623				(752)	?
GOUN	D644				1322	1322
INA	D027/D601	1286	1263	1104		1263
KOKO	D615		1238	(942)		1238
KOLO	D639		(624)	1496		1496
KOPA	D616		(1136)	(1159)		?
KOUANDE	D019	1357				1357
KPEG	D652		(0)	(1578)		?
MOMO	D613		1283	1158		1283
NAL1	D646				1364	1364
NAL2	D651		1469	1460		1469
NOUM	D648		1557	1448		1557
OKPARA	D033	999				999
OUAL	D649				1572	1572
PARAKOU	D034/D636/D647	1147	1144	1141	1266	1144
PARTAGO	D032	1204				1204
PELE	D619		1495	1222		1495
PENESSOULOU	D035/D624	(841)			(1292)	? (Données DMN douteuses)
SAKO	D618				1175	1175
SARM	D622		1510	1249		1510
SEMERE	D031	2045				2045
SIKA	D645				1574	1574
TCHAOUROU	D038	1377				1377
TEBO	D608		1368	1329		1329
TOBR	D603		1242	1304		1242
WEWE	D612		(1283)	1384		1384
ZOUM	D625		1154	1098		1154

Tableau 17 : Cumuls saisonniers sur les stations CATCH et DMN de l'OHHVO

(Les cumul sont calculés sur la période du 15/3 au 31/10 sauf pour les cumuls seau)
(les cumuls incomplets ou douteux sont mis entre parenthèses)

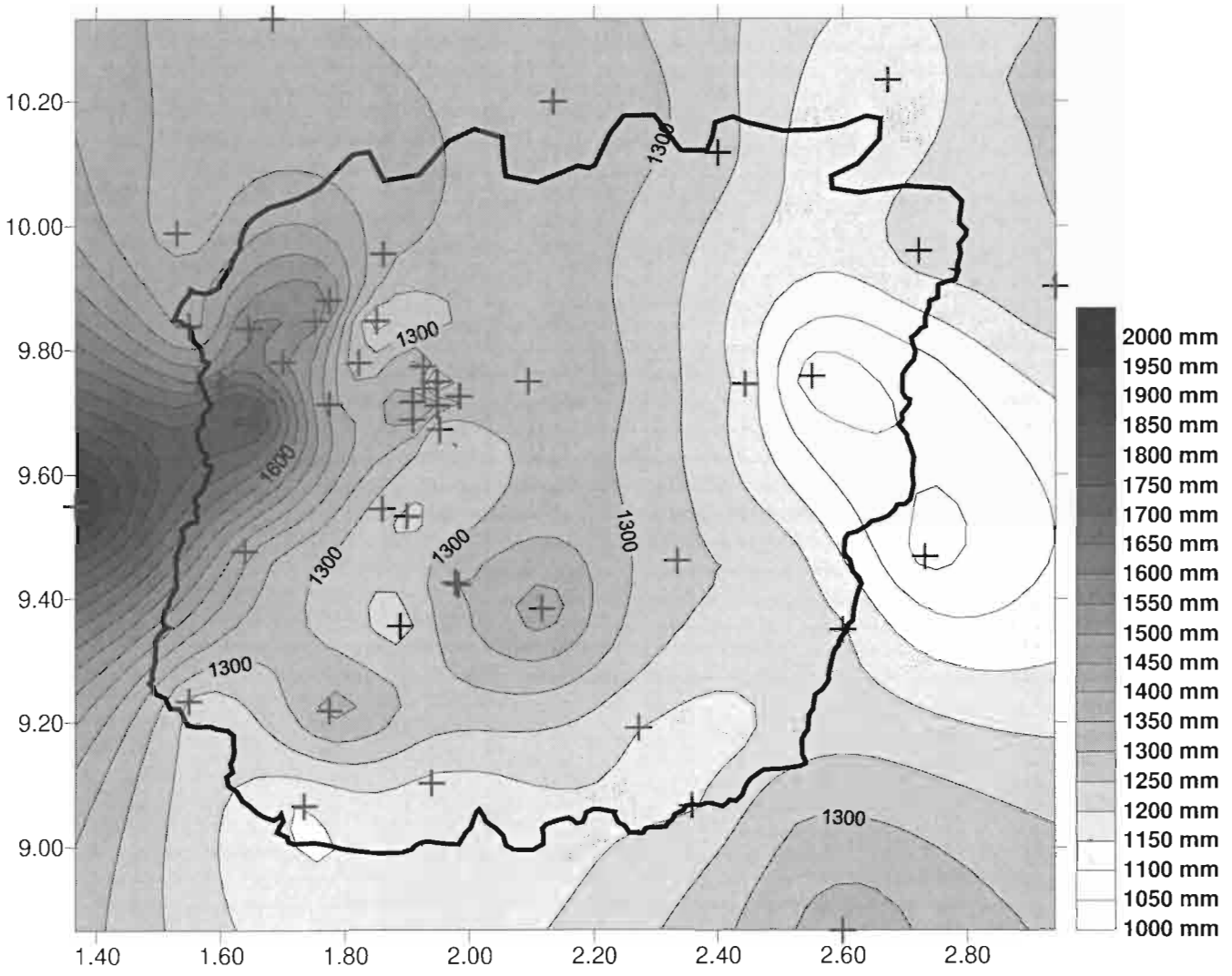
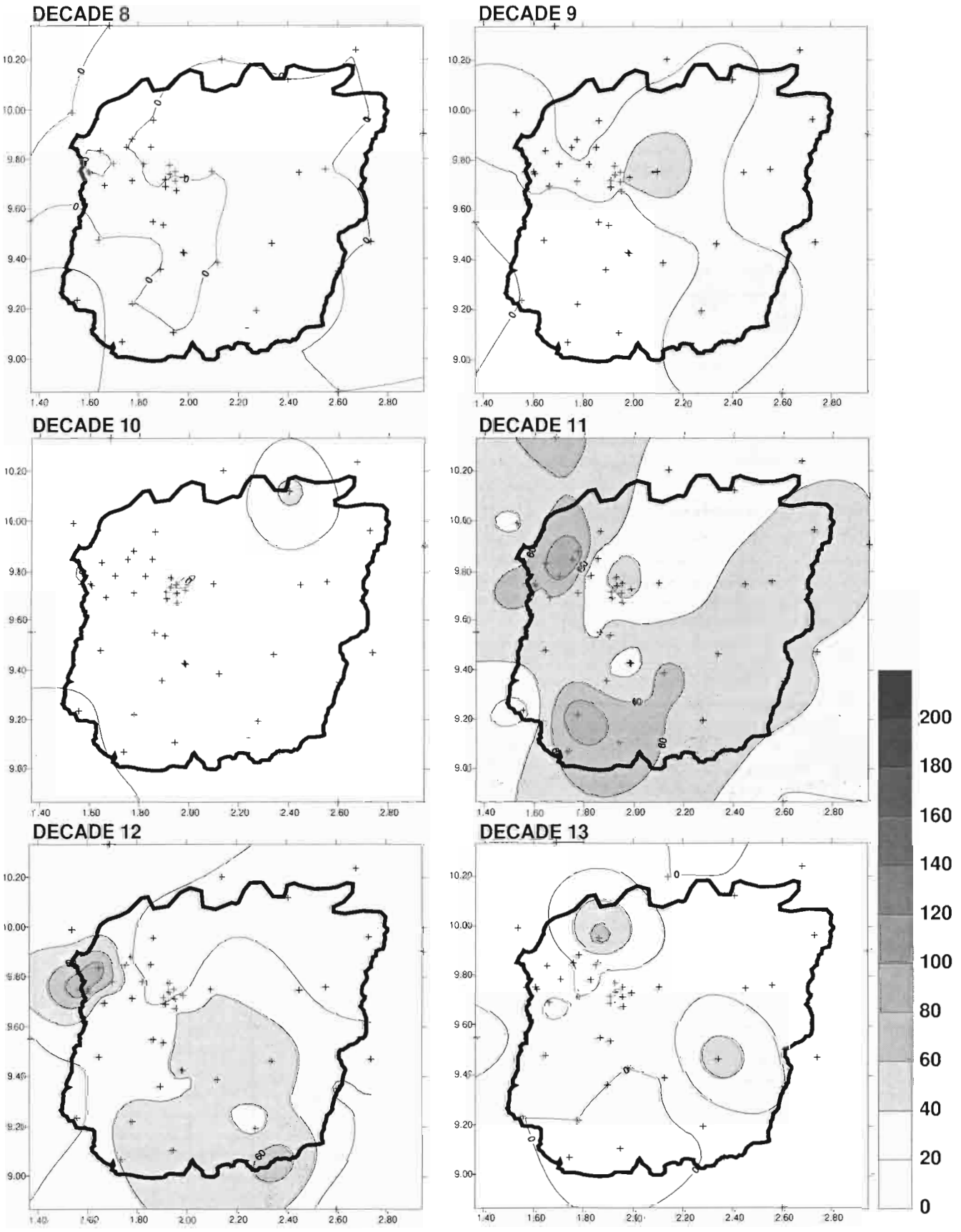


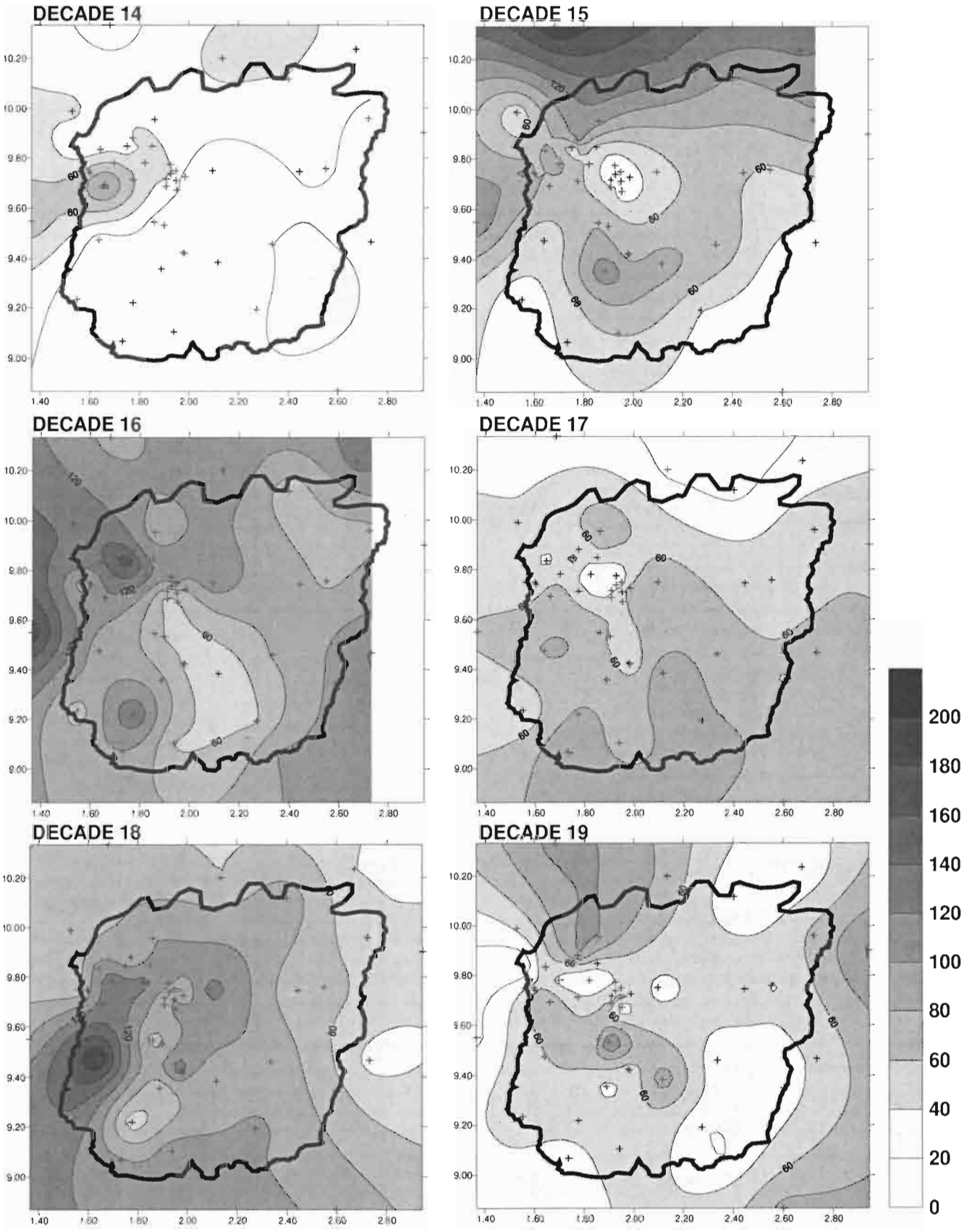
Figure 17 : Isohyètes des cumuls saisonniers sur l'OHHVO en 2003 (sommation des décades 8 à 30 kriggées soit du 11 mars au 31 octobre)

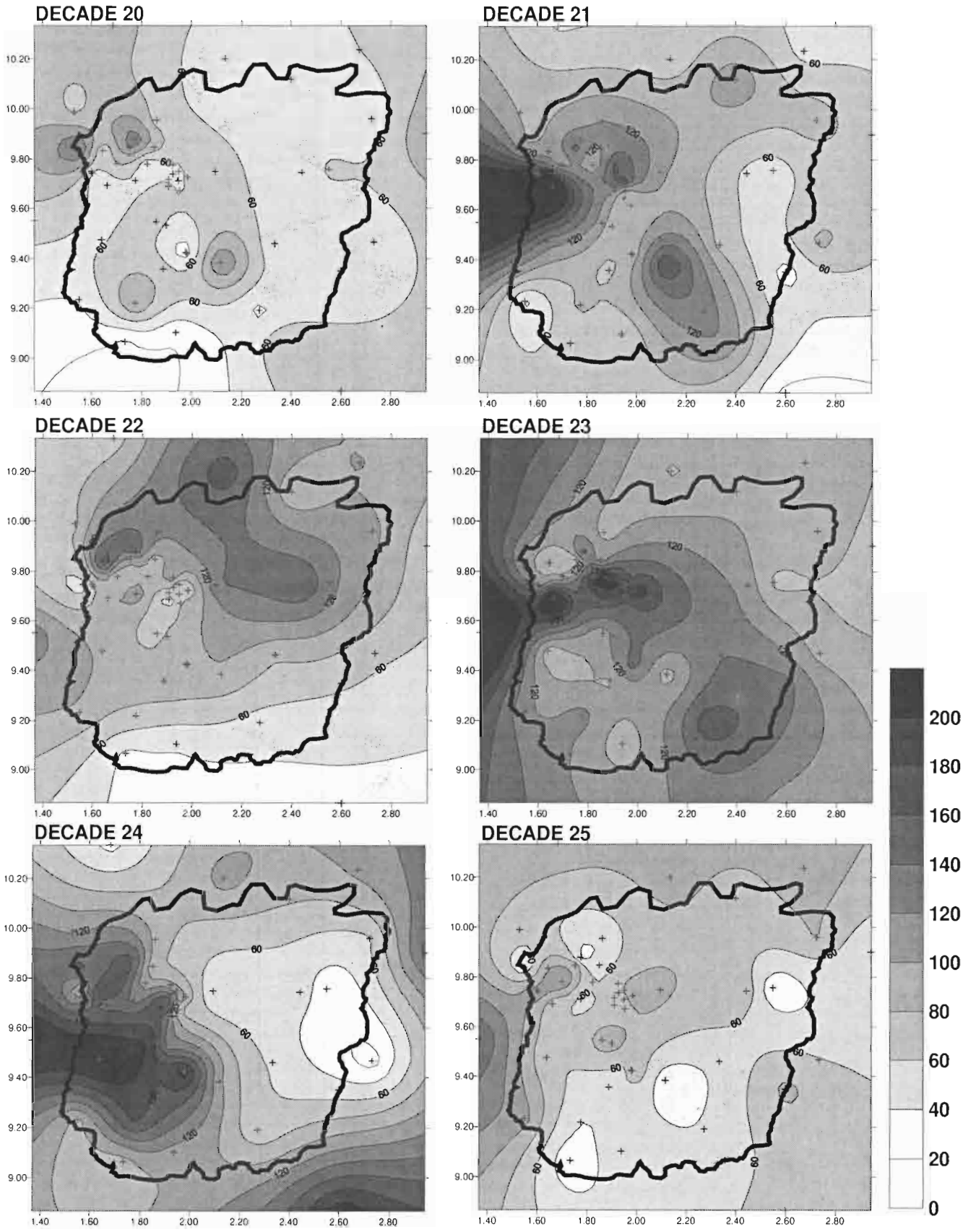
Station			Pluies décadaires 2003 en mm (vide si lacune)											
Nom	Code	Appareil	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19
Adiangdia	D614	OEDIPE	0,0	12,0	2,0	27,5	39,5	0,0	8,5	71,0	57,0	44,0	109,5	44,5
Adiangdia_Est	D632	OEDIPE	0,0	10,0	0,0	33,0	47,0	0,0	14,0	70,0	59,5	51,5	145,0	50,5
Affon	D609	OEDIPE	0,0	62,5	0,0	27,0	39,0	9,5	3,0	52,0	113,0	73,5	129,0	33,0
Akekerou	D630	OEDIPE	0,0	58,5	0,0	44,0	22,0	15,5	9,5	32,0	81,0	71,0	82,5	63,0
Ananinga	D627	OEDIPE	0,0	39,5	9,5	32,5	9,5	3,5	40,5	23,0	69,0	38,0	86,5	
Babayaka	D640	OEDIPE	0,0	21,5	0,0	81,0	104,0	1,0	58,5	105,5	89,0	40,5	68,0	40,5
Banikani	D641	OTT1000	0,0	26,5	1,5	81,5	94,5	8,0	32,5	84,5	136,0	32,0	112,0	56,5
Barienou	D642	OTT250												
BEMBEREKE	D024				0,0	34,4	15,5	7,2	28,9	142,3	134,3	27,8	40,6	18,9
Bembereke	D634	OEDIPE	0,0	6,0	4,0	34,5	20,0	5,0	44,5	102,5	123,5	22,5	39,5	22,5
BETEROU	D036		0,0	28,8	1,2	37,1	39,8	2,4	18,2	40,0				11,5
Beterou	D638	OEDIPE	11,0	28,0	1,0	58,0	28,5	2,0	18,0	40,5	58,0	82,0	105,5	31,0
Birni	D633	OEDIPE	0,0	39,0	1,0	36,0	22,0	4,5	45,0	46,0	136,5	42,0		
Biro	D635	OEDIPE	0,0	12,5	6,5	39,5						55,5	48,5	103,5
Bombone	D628	OEDIPE	0,0	39,5	8,0	33,5	24,0	2,0	26,5	49,0	53,0	41,0	88,0	67,5
Bonazuro	D610	PLUVIO91			12,5	45,5	55,0	57,0	20,0	77,5	82,0	67,5	96,0	26,0
Bori	D604	OEDIPE	0,5	8,5	11,0						86,5	52,0	61,0	61,5
Dapefougou	D626	OEDIPE	0,0	25,5	0,0	51,5								48,5
DJOUGOU	D030		0,0	19,6	16,7	48,9	22,6	25,2	115,3	66,8	119,1	70,3	128,0	77,7
Djougou	D617	OEDIPE	0,0	20,0	0,5	64,0								79,0
Djougou_2	D650	OTT250	0,0	19,5	0,5	66,5	22,5	26,0	104,5	79,5	116,0	77,0	125,0	73,5
Dogue	D621	OEDIPE	0,0	9,0	17,5						58,0	72,5	113,5	60,5
Donga	D611	OEDIPE	0,0	33,5	0,0	46,5	26,5	3,5	26,0	37,0	71,5	54,5	104,5	65,0
Fo-Boure	D602	OEDIPE	0,0	32,0	49,0	22,0	13,5	1,5	39,5	97,5	67,5	14,0	92,0	26,5
Gangamou	D643	OTT1000	0,5	24,5	0,5	26,5	8,5	20,0	42,5	53,5	112,5	53,0	106,5	48,5
Gaouga	D629	OEDIPE	0,0	30,0	0,0	58,0	8,0	4,5	40,0	33,0	101,0	30,0	66,5	53,0
Gori	D605	OEDIPE	0,0	3,5	5,0	57,5	11,5	6,0	22,5	57,0	76,0	48,0	74,0	37,5
Goubono	D623	OTT250										102,5	102,5	21,0
Gountia	D644	OTT1000	0,0	21,0	1,0	25,0	23,5	31,0	50,0	58,5	129,0	17,0	127,0	17,0
INA	D027		0,0	0,0	12,0	55,0	0,0	12,6	16,4	131,5	70,5	59,0	44,9	60,0
Ina-ceta	D601	OEDIPE	0,0	0,0	11,0	55,0	0,5	13,5	11,5	61,0	79,0	59,0	40,5	72,0
Koko	D615	OEDIPE	0,0	41,0	4,5	47,5	77,5	2,5	21,5	26,0	101,5	88,5	96,5	19,0
Koko-sika	D645	OTT250	4,0	23,0	3,0	57,0	4,5	8,5	39,5	23,0	111,0	22,0	117,0	39,0
Kolokonde	D639	OEDIPE	0,0	9,0	1,0	91,5	21,5	27,0	44,5	112,0	130,0	40,5	82,0	105,0
Kopargo	D616	OEDIPE	0,0	30,0	0,0	53,5	65,5	4,0	23,0	63,0	133,5	63,5	68,0	0,0
KOUANDE	D019		0,0	0,0	9,9	69,5	40,7	3,3	9,9	196,9	93,4	29,4	66,0	107,0
Momongou	D613	OEDIPE	0,0	9,0	11,0	36,5	24,0	13,0	14,5	80,5	70,5	78,5	70,5	72,0
Nalohou_1	D646	OTT250	0,0	42,0	1,5	52,5	67,5	4,0	72,5	80,5	103,5	45,0	96,5	67,5
Nalohou_2	D651	OEDIPE	0,0	40,5	0,0	74,0	91,0	1,0	67,0	71,5	99,0	46,0	96,0	43,5
Noumane	D648	OEDIPE	0,0	26,5	9,5	87,5	61,0	6,5	61,5	91,0	140,5	57,0	134,5	31,5
OKPARA	D033		0,0	0,9	13,5	38,2	30,3	2,8	0,0	30,2	122,3	65,5	33,2	43,9
Oualmora	D649	OTT1000	0,0	16,0	2,0	100,5	26,5	20,0	24,5	41,5	176,5	68,5	96,5	55,5
PARAKOU	D034		0,0	27,3	10,8	47,7	13,8	16,0	34,9	15,7	102,6	57,1	64,0	31,5
Parakou	D636	OEDIPE	0,0	28,5	9,5	51,0	14,0	17,0	24,5	26,5	107,0	60,0	67,0	32,0
Parakou_2	D647	OTT250			24,5	55,5	22,0	28,5	31,5	39,0	108,5	60,0	65,5	31,0
PARTAGO	D032		0,0	0,0	9,3	52,1	35,1	3,7	10,4	74,0	58,3	50,3	79,0	132,0
Pelebina	D619	OEDIPE	0,0	3,5	0,0	48,5	21,0	7,5	9,0	40,0	89,0	82,5	206,0	59,5
PENESSOULOU	D035		40,3	0,0	29,6	11,4	13,6	0,0	13,3	9,5	44,2	22,9	76,2	28,3
Penessoulou	D624	OTT250							3,5	38,0	93,0	58,0	195,0	84,5
Sakouna	D618	OTT250	0,0	9,5	2,0	42,5	34,0	0,0	10,0	119,0	84,5	73,5	62,5	32,5
Sarmanga	D622	OEDIPE	0,0	9,0	1,5	104,0	53,0	0,0	5,5	59,5	142,0	82,0	46,5	60,0
SEMERE	D031		0,0	0,0	8,0	53,5	18,0	33,0	72,4	116,4	195,1	62,0	100,5	15,5
TCHAOUROU	D038		0,0	5,7	8,5	17,3	1,5	19,1	13,7	39,6	110,3	63,5	94,9	87,0
Tebou	D608	OEDIPE	0,0	13,5	4,0	47,5	11,0	73,5	36,0	107,0	88,0	82,0	99,5	99,5
Tobre	D603	OEDIPE	0,0	14,0	0,5	30,0	19,0	0,0	46,5	139,5	121,0	15,0	60,0	74,0
Wewe	D612	OEDIPE	0,0	8,0	3,5	69,0	41,0	0,5	0,0	90,5	44,0	96,0	78,5	93,5
Zoumboubani	D625	OEDIPE	0,0	11,0	18,0	35,5	40,0	6,5	22,5	25,0	59,5	55,0	106,0	18,5
Toutes les stations		moyenne	1,1	19,6	6,6	49,9	31,5	11,4	31,0	67,3	98,2	55,1	90,3	52,5
Toutes les stations		Nb_stations	50	50	53	51	48	48	49	49	50	52	51	53

Station			Pluies décadaires 2003 en mm (vide si lacune)											Total
Nom	Code	Appareil	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	Saison
Adiangdia	D614	OEDIPE	33,5	86,5	94,0	150,5	215,0	82,0	98,5	43,5	27,0	45,5	4,0	1295,5
Adiangdia_Est	D632	OEDIPE	25,5					52,5	99,0	49,5	32,5	61,0	6,0	?
Affon	D609	OEDIPE	72,0	104,0	138,5	157,0	41,0	84,0	87,0	98,0	47,0	17,0	0,0	1387
Akekerou	D630	OEDIPE	80,5	145,0	58,5	212,0	100,5	92,0	63,0	70,5	33,0	31,0	1,0	1366
Ananinga	D627	OEDIPE					181,0	69,5	56,0	75,5	27,5	55,0	0,5	?
Babayaka	D640	OEDIPE	88,0	222,5	48,5	150,5	92,0	103,0	90,5	66,0	18,0	113,5	0,5	1602,5
Banikani	D641	OTT1000	61,0	109,5	184,5	85,0	148,0	100,5	119,0	45,5	38,0	83,0	0,5	1640
Barienou	D642	OTT250			115,0	153,5	129,5	52,0	24,0	54,0	29,5	35,5	1,5	?
BEMBEREKE	D024		39,4	57,4	106,9	88,3	120,7	114,6	66,9	116,9	26,4	60,0	2,3	?
Bembereke	D634	OEDIPE	80,5	45,5	95,0	91,5	90,0	68,5	48,5	92,5	10,5	57,5	0,5	1105
BETEROU	D036		34,7	132,2	52,5	177,5	63,1	41,4	43,3	86,5	34,4	68,0	19,8	?
Beterou	D638	OEDIPE	33,5	131,0	49,5	169,5	64,5	42,5	45,0	75,5	32,5	62,5	23,0	1192,5
Birni	D633	OEDIPE	74,0	98,5	75,5	151,5	115,0	70,5	131,0	88,5	13,5	68,5	0,0	?
Biro	D635	OEDIPE	100,0	70,0	67,0	70,5	147,5	39,0	179,0	68,5	35,0	18,5	0,0	?
Bombone	D628	OEDIPE	75,5	135,5	43,5	180,0	192,0							?
Bonazuro	D610	PLUVIO91	43,5	72,0	83,0	139,5	56,5	45,0	98,5	133,5	49,0	30,5	13,0	?
Bori	D604	OEDIPE	40,0	55,5	158,5	113,0	54,0	74,0	51,5	106,5	45,0	20,5	0,0	?
Dapefougou	D626	OEDIPE	37,5	168,5	82,0	201,0	134,5	76,0	30,5	60,5	27,0	43,0	1,0	?
DJOUGOU	D030		49,7	272,0	91,0	270,3	145,1	63,3	63,6	88,7	13,3	57,4	0,0	1824,6
Djougou	D617	OEDIPE	52,5	279,0			149,5	67,0	66,0		14,0	60,0	0,5	?
Djougou_2	D650	OTT250	49,0	261,0	110,0	250,0	159,0	58,5	56,0	97,5	13,5	57,5	0,0	1822,5
Dogue	D621	OEDIPE	22,0	58,0	43,5	86,0	111,0	59,5	42,0	85,5	55,5	59,0	21,5	?
Donga	D611	OEDIPE	38,0	178,0	77,0			71,5	82,5	93,0	44,0	53,5	1,0	?
Fo-Boure	D602	OEDIPE	44,5	116,0	81,5	95,5	82,5	67,5	125,0	78,5	36,0	46,5	1,5	1230
Gangamou	D643	OTT1000	91,5	117,0	86,0	103,0	81,5	48,5	40,5	66,0	14,5	16,5	0,0	1162
Gaouga	D629	OEDIPE	42,0	139,5	62,0	125,5						47,5	1,0	?
Gori	D605	OEDIPE	65,5	48,5	127,0	74,5	24,5	22,0	34,5					?
Goubono	D623	OTT250	15,5	72,5	36,0	120,0	90,0	22,0	54,5	86,5	60,5	46,5	28,0	?
Gountia	D644	OTT1000	40,0	99,0	94,5	216,0	101,5	60,0	30,5	43,5	44,0	48,5	0,0	1277,5
INA	D027		41,8	83,1	106,3	96,3	86,3	80,6	129,7	55,6	48,3	96,4	0,0	1286,3
Ina-ceta	D601	OEDIPE	42,5	96,0	104,5	100,0	29,0	83,0	101,0	60,0	61,0	86,5	0,0	1166,5
Koko	D615	OEDIPE	73,5	117,5				48,0	35,5	60,0	62,0	18,0	1,5	?
Koko-sika	D645	OTT250	61,0	171,5	117,0	197,0	105,0	76,5	17,0	71,0	24,5	69,5	3,5	1365
Kolokonde	D639	OEDIPE	135,5	130,0	155,0	154,5	164,0	32,5	55,5	52,5	22,0	11,5	0,0	1577
Kopargo	D616	OEDIPE	148,5	103,5	75,5	109,0	170,5	39,5	101,0					?
KOUANDE	D019		89,3	57,5	68,5	155,6	32,6	92,9	100,0	83,3	12,8	39,2	0,0	1357,7
Momongou	D613	OEDIPE	71,0	111,5	62,5	104,5	197,0	91,5	38,5	67,0	20,0	16,5	0,5	1260,5
Nalohou_1	D646	OTT250	51,0	205,5	75,5	110,5	177,0	117,5	114,5	55,0	62,0	106,0	39,5	1747
Nalohou_2	D651	OEDIPE	63,5	176,5	82,0	103,0	146,5	102,0	125,5	52,0	26,0	80,0	0,0	1586,5
Noumane	D648	OEDIPE	83,0	104,5	71,0	100,5	184,0	124,0	34,0	76,5	32,0	32,0	0,5	1549
OKPARA	D033		42,6	85,4	65,3	91,9	11,1	60,6	111,1	75,5	35,6	35,5	3,9	999,3
Oualmora	D649	OTT1000	124,0	151,5	105,5	83,0	170,0	92,5	47,0	67,0	24,0	41,5	0,0	1534
PARAKOU	D034		42,3	29,5	63,6	149,1	49,9	84,2	96,2	54,2	84,6	67,5	4,6	1147,1
Parakou	D636	OEDIPE	44,0	32,0	65,0	148,0	53,0	86,5	79,5	74,0	84,5	67,5	5,0	1176
Parakou_2	D647	OTT250	43,0	31,5	61,0	143,5	50,0	84,5	73,5	72,5	85,0	67,0	5,0	?
PARTAGO	D032		55,9	81,2	89,5	129,1	125,6	89,8	29,5	24,7	23,6	51,1	0,0	1204,2
Pelebina	D619	OEDIPE	58,0	131,0	96,5	85,5	236,0	60,5	27,5	76,5	12,0	35,5	1,0	1386,5
PENESSOULOU	D035		7,5	16,6	19,1	82,9	77,3	92,4	52,4	84,6	86,7	72,9	0,0	881,7
Penessoulou	D624	OTT250	73,5	54,5	173,5	163,5	110,5	125,0	51,0	75,5	76,5	94,5	3,0	?
Sakouna	D618	OTT250	69,5	76,0	93,5	98,0	176,0	45,0	85,5	48,5	29,0	37,0	2,0	1230
Sarmanga	D622	OEDIPE	103,5	85,0	73,5	129,0	185,0	40,0	69,5	53,5	72,5	32,5	8,0	1415
SEMERE	D031		69,9	271,4	130,6	289,3	243,4	162,8	147,9	18,5	9,0	28,7	0,0	2045,9
TCHAOUROU	D038		73,2	13,2	34,7	111,5	216,0	70,4	60,1	115,3	134,8	68,4	18,3	1377
Tebou	D608	OEDIPE	70,0	121,5	125,0	91,5	94,5	47,0	30,0	65,5	16,0	33,0	0,0	1355,5
Tobre	D603	OEDIPE	41,5	64,5	174,5	77,5	108,5	90,0	85,0	96,5	26,0	45,0	1,0	1329,5
Wewe	D612	OEDIPE	126,0	186,0	98,0	88,5	104,0	24,5	84,5	56,0	43,5	48,5	51,5	1435,5
Zoumboubani	D625	OEDIPE	55,0	74,0	85,0	150,5	76,5	73,0	76,5	95,5	36,0	76,0	1,0	1196,5
Toutes les stations		moyenne	61,6	113,6	89,3	134,1	118,3	72,1	72,5	72,3	39,1	52,2	5,1	
Toutes les stations		Nb_stations	54	53	52	51	52	54	54	51	52	53	53	

Tableau 18: pluies décadaires en 2003 (décades 8 à 30 soit 11/3 au 31/10)


DECADE 8
DECADE 9
DECADE 10
DECADE 11
DECADE 12
DECADE 13
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0


DECADE 14
DECADE 15
DECADE 16
DECADE 17
DECADE 18
DECADE 19
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0


DECADE 20
DECADE 21
DECADE 22
DECADE 23
DECADE 24
DECADE 25
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0

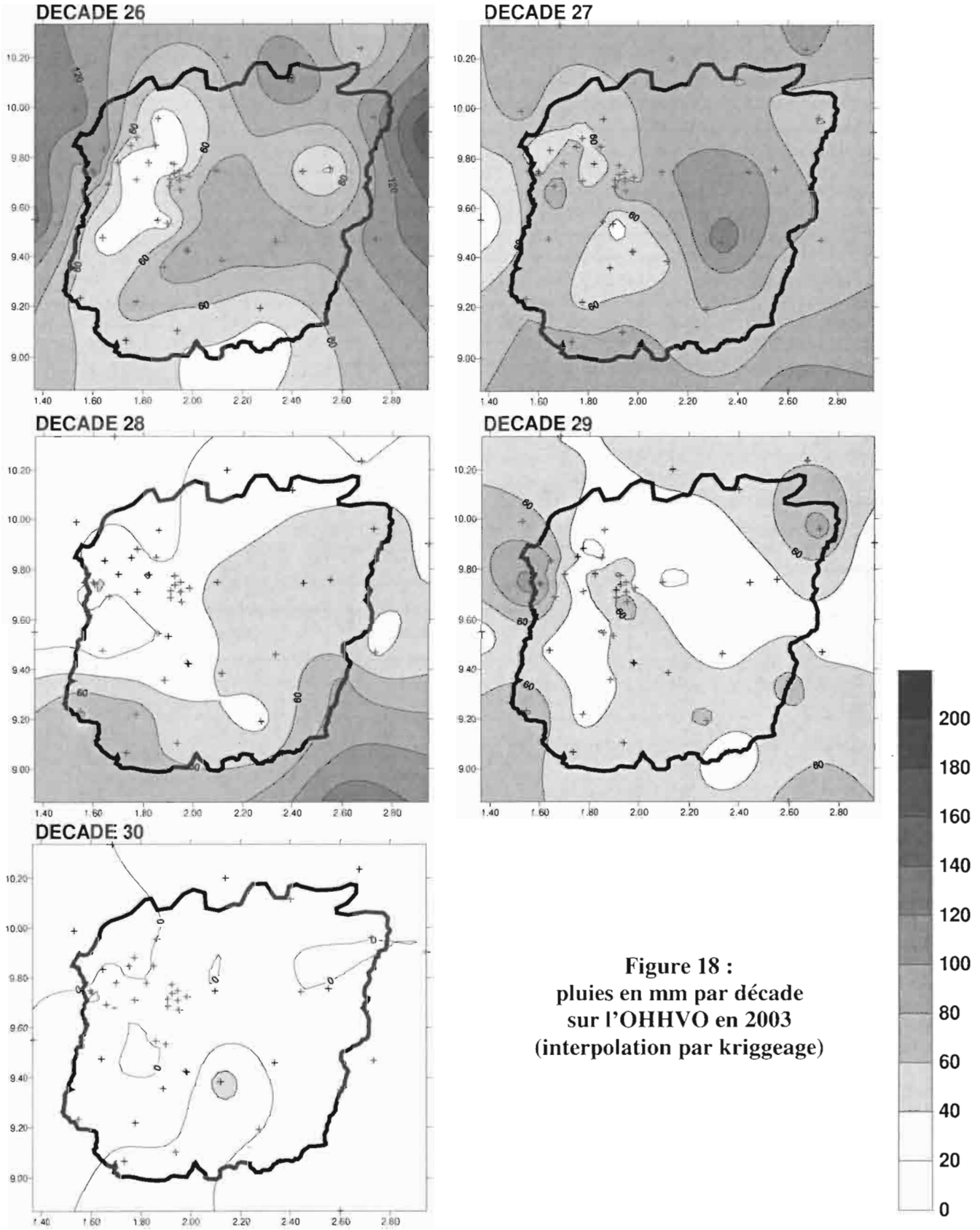


Figure 18 :
pluies en mm par décade
sur l'OHHVO en 2003
(interpolation par kriggeage)

II.3. Chronologie des événements

L'analyse ne porte que sur la période de la saison des pluies du 15 mars au 31 octobre. Il faut cependant noter que l'année 2003 comme l'année précédente présente des événements pluvieux notables en dehors de cette période: le 16 février 2003 (10,8 mm en moyenne sur 27 stations du RME) et le 8 novembre 2003 (7,4mm en moyenne sur 7 stations du RME). Ces pluies hors saison ont été encore davantage marquées sur le réseau RBD: 17 mm sur 14 stations le 16 février, 15 mm sur 6 stations le 13 novembre. Afin d'être cohérent avec les résultats des années précédentes, ces événements ne seront pas pris en compte dans les décomptes relatifs à la saison mais sont indiqués dans les catalogues d'événements.

L'analyse se fera à l'échelle du réseau RME (échelle de l'OHHVO) et du réseau RBD (échelle du bassin de la Donga).

Les événements sont individualisés en fonction de deux critères :

- Durée minimale entre deux évènements : 1 heure
- Intensité maximale observée pendant cette durée : 2 mm/h

Les événements faibles ou localisés ont un impact limité sur les écoulements et la recharge des nappes. Il convient donc de définir des critères pour les « évènements majeurs ». Ces critères sont :

- Cumul moyen sur les stations touchées (cumul/St0) >= 5 mm
- Pourcentage minimal de stations touchées (St0/StF) >= 15 %

avec

cumul : cumul des pluies sur toutes les stations en fonctionnement du réseau

St0 : nombre de station avec pluies>0,0 mm

StF : nombre de stations en fonctionnement

Les directions et vitesses des événements ne sont données qu'à titre indicatif pour permettre leur éventuelle interprétation dynamique. La méthode VITD utilisée est décrite en annexe 3.

II.3.1 Les évenements sur le RME :

La saison des pluies su 15 mars au 31 octobre 2003 comporte 126 événements majeurs (tableau 18) totalisant 1181 mm de lame moyenne sur le réseau RME. Les événements majeurs cumulent 94,1% de la pluie de tous les événements. La moyenne des pluies par événements majeur est de 9,3 mm. Sur l'ensemble des critères présentés dans le tableau 19, l'année 2003 apparaît donc exceptionnelle. La caratéristique la plus stable serait la pluie moyenne par événement.

Saison	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Cumul tous les événements (mm) Ct				966	1097	1242
Nb. Evénements majeurs Nem	101	119	95	94	115	126
Cumul événements majeurs (mm) Cem				839	971	1169
Pluie moyenne par événement (mm) Cem/Nem				8,9	8,4	9,3
% de la pluie de la saison (%) Cem/Ct				86,9	88,5	94,1

Tableau 19 : caractéristiques principales de la saison des pluies sur le RME de 1998 à 2003

Le catalogue signale un événement le 30 juillet 2003 totalisant 56,2 mm de lame moyenne sur 29 stations (tableau 18 et figure 20) ce qui encore une fois constitue un record pour l'OHHVO. Nous verrons par la suite que ce record est probablement lié à l'amalgame d'au moins deux événements successifs. Certains événements du réseau RME seront analysés plus en détail dans le chapitre suivant.

Début	heure	Fin	Heure	Durée	Imax 5m.	Imax 1h.	StF	St0	%	Lame	Lame0	Itot	MaxSt	Max	Direct	Vitesse
				h.	mm/h	mm/h				mm	mm	mm/h	mm			Km/h
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1,24	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
22-mars	14 11	22-mars	17.26	3,25	84	12,0	25	6	24,0	1,6	6,6	2,03	16,0	BANI	?	?
22-mars	19 03	23-mars	03 26	8,39	78	26,0	25	20	80,0	10,0	12,5	1,48	31,5	FOBO	?	?
23-mars	16 33	23-mars	20:29	3,92	144	25,3	25	5	20,0	3,0	14,9	3,80	38,0	KOKO	?	?
23-mars	20.51	23-mars	22:38	1,77	102	16,0	25	4	16,0	0,9	5,5	3,11	16,0	BETE	?	?
11-avr	04:58	11-avr	08:39	3,69	90	21,0	27	25	92,6	5,8	6,2	1,69	21,5	BABA	7	54
14-avr	15:36	15-avr	00:10	8,57	120	32,5	27	21	77,8	11,4	14,7	1,71	34,5	GORI	7	20
18-avr	15:43	18-avr	18:59	3,26	102	24,5	25	10	40,0	4,5	11,2	3,42	25,0	KPEG	5	31
19-avr	14:20	19-avr	21:42	7,37	150	58,0	26	25	96,2	24,0	25,0	3,39	64,5	SARM	6	26
22-avr	19:14	22-avr	21:31	2,29	132	33,5	24	8	33,3	5,0	14,9	6,52	36,5	BABA	6	50
26-avr	18 12	26-avr	22.11	3,98	126	27,8	24	12	50,0	6,5	12,9	3,25	37,0	ZOUM	5	37
28-avr	18:39	28-avr	23.14	4,59	180	68,5	24	17	70,8	16,3	23,0	5,00	70,0	BANI	7	38
29-avr	22.21	30-avr	00:54	2,54	168	19,7	24	9	37,5	4,9	12,9	5,10	29,5	SARM	7	67
6-mai	15 35	6-mai	22.51	7,28	168	56,0	27	13	48,1	10,1	21,0	2,89	56,0	BIRO	8	25
11-mai	19:53	12-mai	00:24	4,51	120	15,2	26	12	46,2	5,3	11,5	2,54	26,0	DJO2	7	41
17-mai	02:00	17-mai	04:24	2,40	48	19,7	25	7	28,0	2,1	7,6	3,15	21,5	TOBR	6	63
17-mai	11:34	17-mai	13:39	2,10	150	21,3	25	9	36,0	3,3	9,2	4,37	32,0	DJO2	8	59
19-mai	16:37	19-mai	20:33	3,92	84	9,6	25	9	36,0	2,8	7,7	1,97	16,5	BEMB	7	31
20-mai	18:33	20-mai	22:03	3,50	72	20,0	25	12	48,0	5,2	10,9	3,11	24,0	BANI	7	33
21-mai	04:37	21-mai	09:12	4,58	78	30,0	25	24	96,0	11,1	11,6	2,52	31,0	SAKO	6	64
25-mai	15:24	25-mai	16:53	1,48	90	10,5	25	4	16,0	1,4	9,0	6,08	21,0	ADIA	?	?
28-mai	01:26	28-mai	06:45	5,31	126	57,5	26	7	26,9	7,4	27,6	5,21	79,5	TOBR	6	26
28-mai	18:42	29-mai	05:58	11,26	180	70,5	26	26	100,0	42,0	42,0	3,73	92,5	BEMB	?	?
31-mai	01:22	31-mai	05.31	4,14	114	44,5	26	8	30,8	5,2	17,0	4,11	46,5	BANI	6	26
1-juin	12 30	1-juin	18.06	5,60	138	44,5	27	27	100,0	24,5	24,5	4,37	46,5	AFFO	6	57
4-juin	01 08	4-juin	03.52	2,73	84	27,4	27	8	29,6	2,1	6,9	2,54	36,5	KOKO	6	62
4-juin	14:45	4-juin	17.53	3,12	102	13,4	27	9	33,3	3,6	10,7	3,44	23,0	BIRN	7	38
5-juin	21:15	6-juin	04.57	7,69	132	25,0	28	27	96,4	17,1	17,8	2,31	37,0	BORI	6	26
7-juin	05.23	8-juin	04:54	8,89	84	24,0	28	28	100,0	18,9	18,9	2,12	40,5	AFFO	6	52
9-juin	20 40	10-juin	00:40	3,99	72	24,0	29	6	20,7	1,7	8,2	2,05	27,5	SARM	?	?
10-juin	04.32	10-juin	13:11	8,64	78	45,0	29	29	100,0	20,4	20,4	2,36	67,5	KPEG	7	44
11-juin	09:25	11-juin	14:36	5,17	90	6,5	29	10	34,5	1,9	5,6	1,07	15,0	BONA	6	39
12-juin	14:27	12-juin	23:52	9,42	150	56,5	29	27	93,1	20,0	21,5	2,28	60,5	GOUB	?	?
13-juin	00:35	13-juin	08:19	7,72	72	31,5	29	29	100,0	12,6	12,6	1,63	38,5	MOMO	6	35
15-juin	00:56	15-juin	03:43	2,79	114	8,5	29	9	31,0	2,2	7,2	2,59	15,0	KOPA	7	49
17-juin	06:31	17-juin	19:58	3,25	66	11,3	29	7	24,1	2,9	11,9	3,65	24,0	PELE	?	?
17-juin	20:38	18-juin	00:34	3,92	84	21,5	29	19	65,5	7,4	11,3	2,88	25,5	KOKO	7	68
19-juin	19:40	20-juin	00:15	4,58	126	32,5	29	25	86,2	10,7	12,4	2,70	40,5	TEBO	6	59
22-juin	13 20	22-juin	16:53	3,54	60	10,5	28	9	32,1	2,2	6,9	1,95	13,5	DOGU	?	?
23-juin	11 48	23-juin	21:12	9,39	60	23,0	28	14	50,0	5,4	10,8	1,14	32,0	BETE	?	?
24-juin	13 57	24-juin	23:55	9,98	150	48,5	28	25	89,3	18,6	20,9	2,09	99,0	PELE	?	?
25-juin	02.38	25-juin	10.01	7,40	108	32,0	28	26	92,9	7,8	8,4	1,14	37,0	AFFO	7	22
25-juin	13 20	26-juin	03.27	14,13	162	83,5	28	28	100,0	32,6	32,6	2,31	107,0	KPEG	?	?
28-juin	05.59	28-juin	23:50	7,48	138	47,0	28	22	78,6	15,2	19,3	2,58	53,0	ADIA	6	23
29-juin	01:30	29-juin	04:19	2,83	54	20,5	28	16	57,1	3,3	5,8	2,05	32,5	BIRO	7	56
29-juin	17 25	1-juil	19:09	5,29	120	33,5	28	22	78,6	10,5	13,4	2,53	37,0	TOBR	6	36
3-juil	10.31	3-juil	15:00	4,47	144	22,7	28	21	75,0	9,4	12,5	2,80	34,0	MOMO	7	48
7-juil	14:43	7-juil	21:44	7,02	84	23,5	29	14	48,3	4,4	9,1	1,30	25,5	PENE	?	?
7-juil	23 00	8-juil	05:33	6,54	108	28,5	29	13	44,8	4,1	9,2	1,41	38,0	DJO2	?	?
9-juil	02:45	10-juil	04:26	13,68	66	37,0	29	23	79,3	11,9	15,0	1,09	63,5	BIRO	?	?
13-juil	13:29	13-juil	19:32	6,06	210	52,0	29	14	48,3	5,8	12,0	1,99	52,5	KOPA	5	23
15-juil	07:13	15-juil	19:24	3,88	60	30,5	29	8	27,6	3,1	11,1	2,85	31,5	PELE	?	?
16-juil	05:58	16-juil	09:13	3,25	96	22,0	29	13	44,8	3,8	8,6	2,64	23,0	KOKO	7	55
16-juil	20:09	17-juil	05:38	9,48	162	48,0	29	29	100,0	21,1	21,1	2,22	54,5	BIRO	7	28
18-juil	13:38	18-juil	20:32	6,91	108	29,5	29	13	44,8	3,4	7,5	1,09	31,5	KOPA	?	?
19-juil	12:05	19-juil	19:26	7,35	102	34,0	29	17	58,6	3,8	6,5	0,89	35,0	BEMB	?	?
20-juil	22:33	21-juil	06:29	7,93	150	53,0	29	20	69,0	11,1	16,1	2,03	60,5	AFFO	?	?
21-juil	15:26	21-juil	22.39	7,23	66	20,5	29	14	48,3	4,1	8,5	1,17	22,0	WEWE	?	?
22-juil	15:49	22-juil	20:24	4,58	102	31,5	29	10	34,5	3,2	9,2	2,00	32,0	GORI	?	?
22-juil	23:50	23-juil	08:53	9,05	78	30,5	29	13	44,8	4,1	9,0	1,00	39,5	FOBO	7	22
25-juil	16 15	26-juil	01.23	9,13	78	33,5	29	18	62,1	7,6	12,2	1,34	35,5	WEWE	5	28
26-juil	12 24	26-juil	16:09	3,75	102	9,3	29	16	55,2	2,8	5,2	1,38	20,0	SARM	6	47
27-juil	15:44	27-juil	19.56	4,20	126	24,0	29	11	37,9	2,1	5,5	1,30	25,0	KPEG	?	?
29-juil	14:48	30-juil	00.59	10,20	156	65,5	29	22	75,9	9,8	13,0	1,27	66,5	KOKO	?	?
30-juil	**15:50**	**31-juil**	**14:05**	**22,24**	**168**	**75,5**	**29**	**29**	**100,0**	**56,2**	**56,2**	2,53	**171,0**	**BABA**	**?**	**?**
1-août	16:24	2-août	00 15	7,85	120	58,5	29	11	37,9	4,5	11,9	1,52	62,0	AFFO	?	?
2-août	20 38	3-août	00:29	3,84	72	37,0	29	6	20,7	3,0	14,7	3,82	39,0	BIRO	6	44
3-août	19:11	4-août	06:19	11,14	132	51,0	29	19	65,5	15,6	23,7	2,13	95,0	BANI	5	20

Tableau 18 : Liste des principaux événements sur le RME (OHHVO) en 2003 *(début)*

Début	heure	Fin	Heure	Durée	Imax 5m.	Imax 1h.	StF	St0	%	Lame	Lame0	Itot	MaxSt	Max	Direct	Vitesse
				h.	mm/h	mm/h				mm	Mm	mm/h	mm		°	Km/h
5-août	07.28	5-août	23:26	7,61	180	46,0	29	21	72,4	8,3	11,5	1,51	46,5	INA-	6	32
6-août	02 27	6-août	21 13	18,76	150	54,5	29	29	100,0	24,6	24,6	1,31	68,0	BORI	6	22
7-août	17:36	7-août	23.31	5,93	54	15,5	28	10	35,7	2,7	7,5	1,26	24,0	KOPA	4	25
9-août	12,50	10-août	02:57	14,11	156	46,0	28	28	100,0	18,3	18,3	1,29	65,5	BEMB	?	?
10-août	16:45	10-août	23:57	7,19	114	29,0	28	16	57,1	10,4	18,2	2,53	36,5	PENE	?	?
11-août	03 27	12-août	02:00	11,14	180	96,5	28	26	92,9	14,1	15,1	1,36	100,5	DJO2	?	?
12-août	15 39	13-août	04 00	12,35	120	48,0	28	27	96,4	22,4	23,2	1,88	55,0	KPEG	?	?
13-août	16,59	13-août	22 12	5,21	114	50,0	28	13	46,4	5,3	11,5	2,21	51,0	PENE	?	?
15-août	18:56	15-août	22:43	3,79	66	28,5	28	8	28,6	3,6	12,7	3,35	30,5	SARM	6	22
15-août	23:54	16-août	13:10	13,26	132	50,5	28	24	85,7	12,6	14,7	1,11	59,0	BIRN	?	?
16-août	16:07	16-août	19:25	3,29	78	29,5	28	7	25,0	2,0	8,1	2,45	34,5	PENE	?	?
17-août	05 05	17-août	16:05	7,05	96	68,5	28	20	71,4	10,7	15,0	2,12	97,0	BETE	7	25
18-août	19:40	18-août	23 45	4,08	108	43,5	29	5	17,2	2,7	15,6	3,82	45,0	INA-	3	27
19-août	00:16	19-août	07:14	6,96	156	41,5	28	21	75,0	16,8	22,4	3,21	48,0	BONA	7	40
19-août	10:23	19-août	21:17	10,90	90	36,5	29	25	86,2	16,2	18,8	1,73	57,0	TOBR	7	35
20-août	01:44	20-août	21:37	7,47	78	19,0	28	15	53,6	4,3	8,0	1,07	23,0	ADIA	?	?
22-août	06 22	22-août	11 14	4,86	90	13,5	29	24	82,8	5,1	6,2	1,28	17,5	TOBR	6	51
22-août	15:36	22-août	21:57	6,34	228	22,5	29	16	55,2	3,5	6,3	0,99	33,5	DJO2	?	?
23-août	16:00	23-août	22:29	6,49	132	54,5	29	19	65,5	6,6	10,1	1,55	60,0	KPEG	6	24
26-août	12 19	26-août	18:01	5,69	144	54,0	29	11	37,9	6,4	16,9	2,96	74,5	SAKO	?	?
26-août	20 01	27-août	00 49	4,81	36	14,0	29	10	34,5	2,0	5,8	1,21	20,5	BEMB	7	34
27-août	17:27	27-août	21.45	4,30	132	52,5	29	23	79,3	11,6	14,6	3,39	59,0	BEMB	5	30
28-août	02:05	29-août	01:51	10,72	84	21,5	29	14	48,3	7,3	15,1	1,41	59,0	ADIA	?	?
29-août	12:21	29-août	20:36	8,25	150	63,0	29	27	93,1	21,5	23,1	2,80	86,0	BIRO	?	?
30-août	21.04	31-août	12:07	15,06	90	55,5	29	25	86,2	37,9	43,9	2,92	119,5	PELE	?	?
1-sept	18:01	1-sept	23 58	5,95	120	31,0	29	12	41,4	3,2	7,6	1,28	34,0	AFFO	?	?
2-sept	19:49	3-sept	03:26	7,62	120	52,5	29	22	75,9	6,4	8,5	1,11	61,5	BEMB	7	23
4-sept	05:29	4-sept	15:22	4,68	96	26,0	29	25	86,2	7,8	9,1	1,94	42,5	INA-	7	40
5-sept	00 35	5-sept	21:11	5,92	126	41,0	29	17	58,6	5,5	9,4	1,58	42,0	BORI	7	21
6-sept	12 10	7-sept	04:00	15,83	96	33,5	29	28	96,6	13,8	14,3	0,90	41,0	MOMO	?	?
7-sept	06:47	7-sept	19:49	13,02	144	48,5	29	20	69,0	10,3	15,0	1,15	65,0	KPEG	?	?
8-sept	00:38	8-sept	14:05	2,70	42	13,0	29	6	20,7	1,2	5,8	2,13	13,5	KOKO	6	32
8-sept	15:50	8-sept	21:45	5,91	120	62,0	29	20	69,0	8,1	11,8	2,00	66,5	PARA	?	?
9-sept	02 16	9-sept	21:54	5,27	84	8,5	29	9	31,0	2,1	6,7	1,28	16,0	BABA	7	25
12-sept	05:06	12-sept	17.43	12,60	96	27,5	29	28	96,6	11,0	11,4	0,90	32,0	ZOUM	?	?
13-sept	04:05	13-sept	10:00	5,92	42	20,0	29	11	37,9	2,8	7,3	1,23	28,0	WEWE	?	?
14-sept	14:14	14-sept	20:16	6,01	156	57,0	29	17	58,6	7,9	13,4	2,23	58,5	BIRN	?	?
15-sept	14 11	15-sept	19:21	5,17	78	34,0	29	12	41,4	2,4	5,8	1,11	34,0	DJO2	8	32
15-sept	22 05	16-sept	07:00	5,61	72	20,0	29	16	55,2	4,8	8,7	1,55	30,0	PARA	7	40
16-sept	23:21	17-sept	23:58	5,31	114	27,0	29	23	79,3	6,1	7,7	1,46	30,0	BIRO	6	51
18-sept	04:02	19-sept	00:05	7,89	114	49,5	29	29	100,0	26,3	26,3	3,33	59,0	SAKO	5	32
21-sept	04:04	21-sept	11:03	6,98	84	38,0	29	26	89,7	13,1	14,6	2,09	43,0	BIRO	6	35
22-sept	01,54	23-sept	02:46	9,82	120	26,5	29	29	100,0	19,5	19,5	1,98	63,0	ZOUM	1	38
24-sept	23:23	25-sept	05 46	6,39	96	27,5	28	25	89,3	7,8	8,7	1,37	28,5	BONA	6	35
27-sept	14:38	28-sept	03:55	9,19	114	36,5	29	28	96,6	21,1	21,8	2,37	65,0	BEMB	7	44
29-sept	20:54	30-sept	05:48	8,91	96	27,0	27	13	48,1	8,5	17,7	1,99	39,5	PENE	?	?
1-oct	23 26	2-oct	05:52	6,42	174	62,0	29	28	96,6	14,4	14,9	2,32	71,5	PARA	6	64
5-oct	19.18	6-oct	01:14	5,93	96	30,0	28	18	64,3	5,8	9,0	1,52	34,0	GOUB	?	?
6-oct	05:36	6-oct	20:56	5,03	84	19,0	28	19	67,9	4,6	6,8	1,34	19,0	KPEG	7	31
7-oct	01:08	7-oct	23:38	6,81	108	29,0	29	16	55,2	4,1	7,5	1,10	30,0	KPEG	?	?
8-oct	00:02	8-oct	04:49	4,77	54	15,5	27	13	48,1	2,2	4,7	0,98	17,5	PENE	6	54
12-oct	17 52	13-oct	03:09	9,28	102	34,5	27	19	70,4	7,1	10,0	1,08	45,0	PENE	5	33
14-oct	00.16	14-oct	07 30	7,22	138	52,0	27	19	70,4	14,4	20,5	2,84	57,5	PARA	6	29
14-oct	11:27	14-oct	19:51	8,45	102	35,0	29	22	75,9	7,6	10,0	1,18	35,0	BABA	6	35
14-oct	22.35	15-oct	02:27	3,88	84	23,0	27	8	29,6	2,3	7,8	2,01	25,5	FOBO	7	37
15-oct	22 08	16-oct	05:01	6,87	78	24,0	27	22	81,5	7,3	9,0	1,30	25,5	INA-	?	?
16-oct	11 06	16-oct	20 46	9,66	108	10,8	28	10	35,7	1,9	5,2	0,54	21,5	ZOUM	8	46
17-oct	00:34	17-oct	06.51	6,29	72	22,5	27	6	22,2	2,5	11,3	1,80	38,0	BEMB	7	38
27-oct	19:41	27-oct	22:34	2,88	126	42,0	27	7	25,9	2,4	9,4	3,25	42,5	WEWE	8	20
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	27	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	8	41
126			Min	**1.48**	**36,00**	**6,50**	**24,00**	**4,00**	**16,00**	**0,88**	**4,65**	**0,54**	**13,50**			**20,00**
événements			Moyenne	**6,79**	**110,02**	**34,69**	**27,91**	**17,08**	**60,90**	**9,22**	**13,46**	**2,21**	**44,11**			**37,96**
majeurs			Max	**22,24**	**228,00**	**96,50**	**29,00**	**29,00**	**100,00**	**56,21**	**56,21**	**6,52**	**171,00**			**81,00**
			total	**868,55**						**1180,74**						

Tableau 18 : Liste des principaux événements sur le RME (OHHVO) en 2003 ***(suite et fin)***

(la légende du tableau 18 est identique à celle du tableau 20)

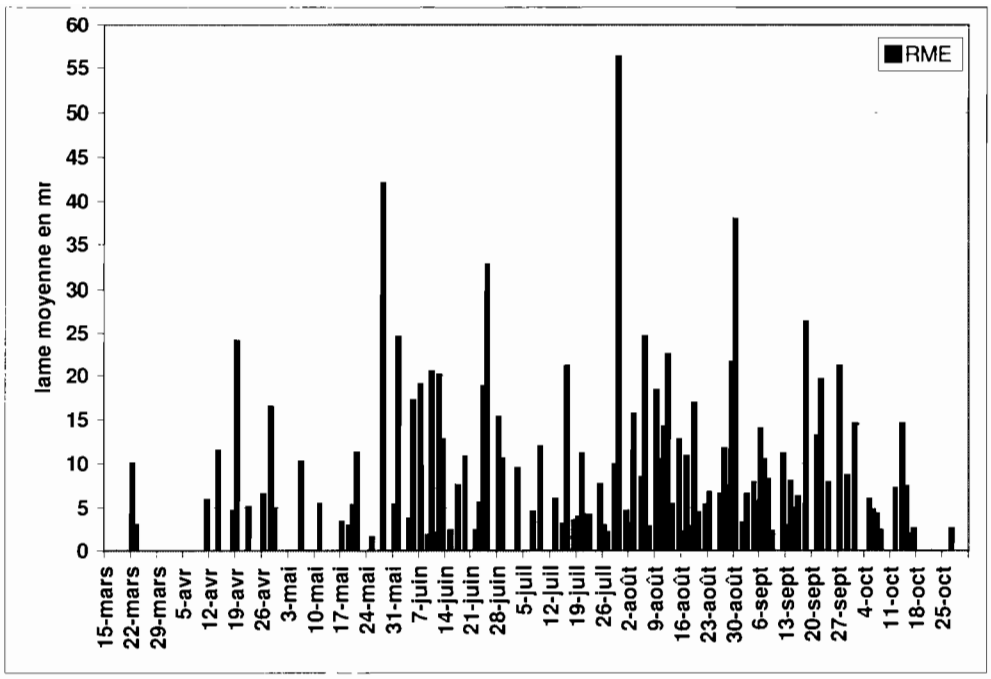


Figure 19: Chronologie des événements sur le RME (OHHVO) en 2003

II.3.2 Les évenements sur le RDB :

Rappelons que le réseau RBD est d'un rapport d'échelle de 1 à 25 avec celui du RME, que sa densité de station est sensiblement plus élevé. Enfin, il présente une forme allongée. L'ensemble de ces différences (voir détail dans tableau 4) peuvent influer sur les résultats du catalogue d'événements et sa comparaison avec celui du réseau RME.

Comparé au RME, la saison ne compte que 115 événements majeurs pour une lame d'eau plus importante de 1341 mm, soit 11,4 mm/événement (tableau 20). La chronologie des événements sur le RBD est marquée par l'occurrence de deux événements (figure 21) dépassant 65 mm de moyenne sur des stations, toutes les stations étant touchées: le 31 juillet 74,2 mm en moyenne dont 158,5 mm à Babayaka, le 31 août 67 mm en moyenne dont 131 mm à Donga. L'événement observé le 31 juillet sur le RBD (durée de 11 heures) est en fait inclus dans l'événement du 30 juillet du RME (durée de 22 heures).

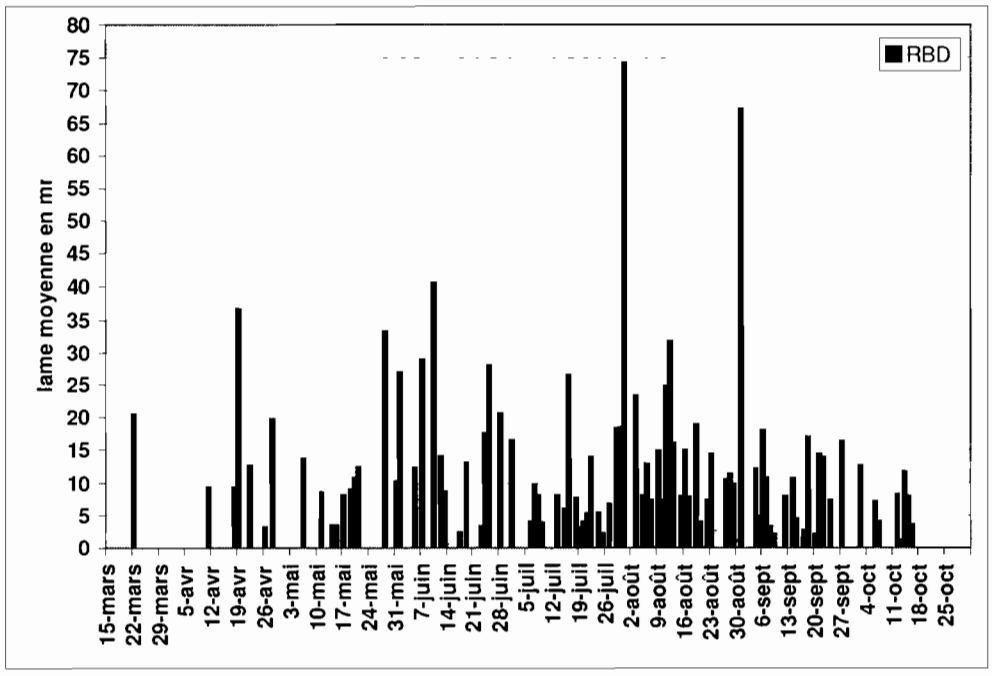


Figure 20: Chronologie des événements sur le RBD (Donga) en 2003

Début	heure	Fin	Heure	Durée	Imax 5m.	Imax 1h.	StF	St0	%	Lame	Lame0	Itot	MaxSt	Max	Direct	Vitesse
				h.	mm/h	mm/h				mm	mm	mm/h	mm			km/h
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
22-mars	14:08	22-mars	15 05	0,96	78	13,1	14	5	35,7	3,7	10,3	10,73	24,0	NAL2	8	22
22-mars	18:49	23-mars	01:24	6,59	54	15,5	14	14	100,0	20,3	20,3	3,08	34,0	ANAN	?	?
11-avr	05:50	11-avr	08:16	2,43	84	19,5	15	15	100,0	9,1	9,1	3,76	20,0	BABA	8	33
18-avr	15 43	18-avr	18 35	2,86	144	29,5	15	9	60,0	9,2	15,4	5,38	32,5	OUAL	6	21
19-avr	14:05	19-avr	20,52	6,79	294	84,0	15	15	100,0	36,5	36,5	5,38	88,5	KOLO	7	21
22-avr	19:24	22-avr	21:31	2,11	126	30,5	14	10	71,4	12,5	17,5	8,27	33,5	BABA	4	34
26-avr	20:27	26-avr	21:22	0,90	126	15,3	14	5	35,7	3,0	8,3	9,22	23,0	DONG	8	22
28-avr	19:36	28-avr	22,31	2,91	156	63,5	14	12	85,7	19,5	22,8	7,83	66,0	NAL2	?	?
6-mai	19,10	6-mai	23:40	4,50	114	48,5	14	12	85,7	13,6	15,9	3,53	50,0	KPEG	?	?
11-mai	21:16	11-mai	22:59	1,73	132	16,3	14	10	71,4	8,4	11,8	6,79	28,0	DJO2	7	32
14-mai	16:59	14-mai	18:41	1,70	72	11,1	14	8	57,1	3,3	5,8	3,38	19,0	DJO2	7	29
15-mai	18:06	15-mai	20,21	2,24	102	20,2	14	7	50,0	3,3	6,6	2,97	22,0	KOLO	?	?
17-mai	12,00	17-mai	13:45	1,76	144	20,0	15	10	66,7	8,0	12,0	6,82	30,0	DJO2	7	27
19-mai	17:49	19-mai	20:31	2,69	120	19,5	15	14	93,3	8,9	9,5	3,54	21,0	GANG	7	28
20-mai	20:47	20-mai	22:03	1,27	102	20,4	14	11	78,6	10,6	13,5	10,67	26,5	NAL1	7	58
21-mai	05 32	21-mai	09,12	3,67	90	22,5	14	14	100,0	12,3	12,3	3,36	23,0	GAOU	7	38
28-mai	18:55	29-mai	03:48	8,87	84	47,5	14	14	100,0	33,2	33,2	3,74	68,0	BABA	?	?
31-mai	01:28	31-mai	05:04	3,60	162	76,0	14	12	85,7	10,1	11,8	3,28	77,0	KOLO	?	?
31-mai	16 41	31-mai	17:11	0,50	72	7,8	14	3	21,4	2,1	10,0	20,00	15,5	NAL1	?	?
1-juin	**13:26**	**1-juin**	**17:51**	**4,41**	**144**	**39,0**	**14**	**14**	**100,0**	**26,9**	**26,9**	6,09	**47,5**	**GOUN**	**7**	**41**
5-juin	23:00	6-juin	04:47	5,77	126	18,0	14	14	100,0	12,1	12,1	2,10	23,0	OUAL	8	41
7-juin	04 17	8-juin	04 29	6,31	84	32,5	14	14	100,0	28,8	28,8	4,56	52,0	SIKA	7	32
10-juin	06 05	10-juin	12:02	5,95	96	52,5	14	14	100,0	40,4	40,4	6,79	80,5	OUAL	7	33
12-juin	13:52	12-juin	16:00	2,13	84	8,5	14	7	50,0	3,0	6,1	2,85	11,0	KPEG	?	?
12-juin	18:55	12-juin	22:57	4,02	138	32,5	14	14	100,0	14,1	14,1	3,50	35,0	KPEG	2	22
13-juin	02 44	13-juin	06,46	4,02	54	12,5	14	14	100,0	8,6	8,6	2,14	15,0	OUAL	7	41
17-juin	17:38	17-juin	18:55	1,27	54	10,7	14	5	35,7	2,2	6,2	4,88	16,0	DJO2	3	21
19-juin	20:09	19-juin	23:08	2,98	78	21,5	14	14	100,0	13,0	13,0	4,35	23,0	DJO2	?	?
23-juin	13,24	23-juin	14,59	1,58	60	12,9	14	10	71,4	3,1	4,4	2,75	15,5	DJO2	?	?
24-juin	14:05	24-juin	21:54	7,83	114	41,0	14	14	100,0	17,5	17,5	2,23	43,0	SIKA	?	?
25-juin	05:16	25-juin	09:31	4,25	96	31,5	14	14	100,0	9,2	9,2	2,17	47,5	DONG	7	24
25-juin	13:26	25-juin	18:54	5,47	144	78,0	14	10	71,4	17,9	25,0	4,57	78,0	KPEG	?	?
25-juin	21:37	26-juin	02:00	4,39	138	50,5	14	14	100,0	27,9	27,9	6,35	51,5	SIKA	?	?
28-juin	17:59	28-juin	23:22	5,37	156	52,5	15	15	100,0	20,5	20,5	3,82	59,0	GOUN	7	22
1-juil	07:33	1-juil	19:25	4,15	108	39,5	15	15	100,0	16,4	16,4	3,95	42,0	KOLO	7	39
6-juil	16,44	6-juil	19,00	2,27	78	11,3	15	11	73,3	4,0	5,4	2,38	17,0	NAL2	8	31
7-juil	15:16	7-juil	21:22	6,10	72	22,0	15	13	86,7	9,6	11,1	1,82	26,5	OUAL	?	?
8-juil	01:19	8-juil	04:48	3,49	102	28,5	15	11	73,3	7,9	10,8	3,10	36,0	DJO2	?	?
9-juil	14:52	9-juil	18:57	4,08	36	14,7	15	10	66,7	3,8	5,7	1,38	16,0	DONG	?	?
13-juil	13:47	13-juil	18:05	4,30	66	29,0	14	9	64,3	8,0	12,4	2,89	30,5	OUAL	?	?
15-juil	07:19	15-juil	18:58	2,43	120	32,0	14	5	35,7	5,9	16,4	6,75	35,0	GANG	?	?
16-juil	17:30	16-juil	19:40	2,15	114	12,5	14	9	64,3	3,6	5,6	2,58	21,5	DJO2	?	?
16-juil	21,26	17-juil	02,10	4,74	120	44,5	14	14	100,0	26,4	26,4	5,56	54,5	SIKA	7	41
18-juil	13:35	18-juil	17:24	3,81	120	16,5	14	13	92,9	7,6	8,2	2,15	33,0	KOLO	?	?
19-juil	05:19	19-juil	15:14	1,68	108	12,5	14	9	64,3	3,1	4,8	2,84	21,5	KPEG	?	?
20-juil	18:48	20-juil	20,36	1,81	66	23,0	14	9	64,3	3,9	6,0	3,31	24,5	BABA	2	21
21-juil	02:22	21-juil	06:46	4,40	54	16,5	14	14	100,0	5,1	5,1	1,17	20,5	KOLO	?	?
21-juil	16:25	21-juil	18:21	1,95	66	15,0	14	4	28,6	3,7	13,0	6,67	17,0	KPEG	?	?
22-juil	14 44	22-juil	19,24	4,67	84	48,5	14	9	64,3	8,5	13,2	2,82	49,0	SIKA	?	?
22-juil	23,17	23-juil	08:55	9,63	60	22,5	14	14	100,0	13,8	13,8	1,43	36,5	GAOU	?	?
24-juil	19:25	24-juil	21:39	2,23	96	49,0	14,00	5,00	35,7	5,2	14,6	6,55	58,0	KPEG	?	?
25-juil	20 31	26-juil	15 40	1,59	36	1,5	14	5	35,7	2,1	5,9	3,71	13,5	BABA	6	47
27-juil	17 45	27-juil	19:56	2,17	114	23,0	14	9	64,3	6,6	10,3	4,76	29,5	GANG	?	?
29-juil	18:08	29-juil	20:29	2,35	162	59,6	14	12	85,7	18,3	21,3	9,06	65,0	DJO2	7	20
29-juil	22:43	30-juil	00,21	1,63	90	27,1	14	4	28,6	4,0	14,1	8,67	32,5	NAL1	?	?
30-juil	16 56	30-juil	22 10	5,25	114	51,0	14	14	100,0	18,4	18,4	3,50	53,0	OUAL	?	?
31-juil	**02:07**	**31-juil**	**12:46**	**10,66**	**168**	**73,5**	**14**	**14**	**100,0**	**74,2**	**74,2**	6,96	**158,5**	**BABA**	**?**	**?**
3-août	18:23	4-août	01:45	7,36	120	50,0	15	15	100,0	23,2	23,2	3,15	71,5	KOLO	?	?
5-août	18,15	5-août	19 43	1,47	114	30,4	15	8	53,3	7,9	14,9	10,12	40,5	SIKA	?	?
6-août	08:24	6-août	16:09	7,75	84	20,5	15	15	100,0	12,7	12,7	1,64	34,0	DJO2	?	?
7-août	18:25	7-août	23:31	5,09	102	36,5	15	10	66,7	7,2	10,9	2,13	40,0	GOUN	?	?
9-août	14:14	9-août	20:27	6,20	126	33,0	15	15	100,0	14,8	14,8	2,39	35,0	KOLO	?	?
10-août	16:44	10-août	20,29	3,75	102	14,5	15	12	80,0	7,2	9,0	2,41	26,5	BARE	?	?
11-août	01:07	11-août	19:02	4,63	174	93,0	15	15	100,0	24,7	24,7	5,34	97,0	DJO2	?	?
12-août	01:30	13-août	02:32	7,04	144	64,0	15	15	100,0	31,6	31,6	4,49	72,5	BARE	?	?
13-août	16:50	13-août	22:42	5,87	114	34,0	16	16	100,0	16,0	16,0	2,73	42,0	GOUN	?	?

Tableau 20: Liste des principaux événements sur le RBD (Donga) en 2003 *(début)*

Début	heure	Fin	Heure	Durée	Imax 5m.	Imax 1h.	StF	St0	%	Lame	Lame0	Itot	MaxSt	Max	Direct	Vitesse
				h.	mm/h	mm/h				mm	mm	mm/h	mm			km/h
15-août	16:07	15-août	18:12	2,09	78	13,3	15	6	40,0	2,0	5,1	2,43	26,5	DJO2	7	45
15-août	19:15	16-août	05:15	10,00	72	40,5	15	13	86,7	7,9	9,1	0,91	58,0	ANAN	?	?
16-août	06,02	16-août	13,22	7,35	60	33,0	15	12	80,0	14,9	18,7	2,54	65,5	SIKA	?	?
17-août	13:58	17-août	15 28	1,51	96	22,5	15	14	93,3	7,6	8,2	5,42	30,0	BABA	6	28
19-août	02:06	19-août	06 29	4,40	54	18,5	15	12	80,0	4,2	5,3	1,20	22,5	ANAN	?	?
19-août	12:55	19-août	15:21	2,42	78	10,8	15	13	86,7	4,9	5,6	2,32	14,5	KOLO	7	30
19-août	15 42	19-août	20:41	4,98	78	24,5	15	13	86,7	18,8	21,7	4,35	35,5	SIKA	7	35
20-août	18,52	20-août	22:47	3,92	66	15,0	15	10	66,7	3,9	5,9	1,51	16,5	SIKA	?	?
22-août	08:09	22-août	11:43	3,55	84	16,0	15	13	86,7	7,1	8,2	2,31	20,0	KOLO	7	40
22-août	15 35	22-août	17:09	1,57	90	19,6	15	11	73,3	7,3	9,9	6,31	23,5	OUAL	6	30
23-août	18:21	23-août	20,27	2,09	126	54,5	15	12	80,0	14,3	17,9	8,55	60,0	KPEG	?	?
27-août	16:04	27-août	21:21	5,28	66	27,5	16	15	93,8	10,3	11,0	2,09	34,0	ANAN	?	?
28-août	01:05	28-août	18:55	4,47	84	40,0	16	14	87,5	11,3	12,9	2,88	45,0	NOUM	?	?
29-août	12:05	29-août	14,29	2,40	78	19,5	16	9	56,3	3,6	6,4	2,66	21,5	ANAN	?	?
29-août	15,24	29-août	18:41	3,29	96	26,0	16	14	87,5	9,7	11,1	3,37	28,5	KOLO	?	?
31-août	**01:08**	**31-août**	**08:50**	**7,70**	**156**	**81,0**	**15**	**15**	**100,0**	**67,0**	**67,0**	8,70	**131,0**	**DONG**	**?**	**?**
4-sept	02,45	4-sept	15:17	4,21	90	24,0	15	15	100,0	12,1	12,1	2,87	31,0	NAL1	?	?
5-sept	06:11	5-sept	21:09	4,15	126	11,0	15	10	66,7	4,7	7,1	1,71	24,5	SIKA	?	?
6-sept	11:08	6-sept	18:06	6,97	126	31,5	15	15	100,0	18,0	18,0	2,58	47,5	NAL2	?	?
6-sept	19:11	6-sept	20 36	1,41	66	13,5	15	3	20,0	2,4	12,0	8,51	14,5	NAL1	?	?
7-sept	01:25	7-sept	03:39	2,22	78	18,0	15	4	26,7	2,9	10,9	4,90	19,0	DAPE	?	?
7-sept	07:49	7-sept	12:30	4,68	60	18,5	15	11	73,3	7,8	10,6	2,26	24,0	DJO2	?	?
7-sept	14:08	7-sept	19:52	5,74	132	50,0	15	8	53,3	10,7	20,1	3,50	51,5	KPEG	?	?
8-sept	15:50	8-sept	16:37	0,79	60	2,8	15	4	26,7	1,5	5,5	6,96	10,5	NAL1	6	24
8-sept	18 08	8-sept	19:47	1,64	78	3,3	15	9	60,0	3,1	5,2	3,15	12,0	DONG	7	35
8-sept	20 39	8-sept	21:25	0,76	72	7,3	15	4	26,7	2,2	8,1	10,69	14,5	SIKA	?	?
9-sept	17:51	9-sept	19:31	1,67	84	4,0	15	6	40,0	1,9	4,8	2,84	16,0	BABA	7	21
12-sept	08:53	12-sept	10 40	1,77	108	46,5	15	13	86,7	7,9	9,1	5,15	48,5	DONG	7	36
12-sept	14:52	12-sept	17 11	2,32	42	14,5	15	9	60,0	2,7	4,6	1,96	15,0	GANG	?	?
14-sept	18:03	14-sept	20 27	2,40	150	55,5	15	10	66,7	10,5	15,8	6,56	60,5	NAL2	?	?
15-sept	15 11	15-sept	18:03	2,88	78	33,5	15	8	53,3	4,4	8,3	2,89	33,5	DJO2	?	?
17-sept	19:31	17-sept	22:23	2,88	72	4,5	15	8	53,3	2,6	4,9	1,69	13,5	BARE	?	?
18-sept	06 31	18-sept	22:28	5,93	108	23,0	15	15	100,0	16,9	16,9	2,84	45,0	NAL2	?	?
20-sept	13 52	20-sept	16:51	2,99	54	5,0	15	6	40,0	2,0	4,9	1,64	9,0	NAL2	?	?
21-sept	05,49	21-sept	10:39	4,82	96	35,0	15	14	93,3	14,3	15,4	3,19	37,0	KPEG	7	31
22-sept	17:43	22-sept	22:32	4,83	126	31,5	15	15	100,0	13,9	13,9	2,88	45,0	DONG	?	?
22-sept	23:30	23-sept	02:42	3,20	126	20,0	15	15	100,0	10,0	10,0	3,11	23,5	ANAN	7	51
24-sept	23:45	25-sept	06:04	6,31	42	9,5	15	15	100,0	7,2	7,2	1,14	18,5	BARE	?	?
27-sept	21:06	28-sept	03,46	6,67	132	35,0	15	15	100,0	16,3	16,3	2,44	46,0	SIKA	7	32
2-oct	00:33	2-oct	04 09	3,62	72	19,5	15	15	100,0	12,5	12,5	3,44	22,5	DONG	7	47
6-oct	17:07	6-oct	18:29	1,37	120	13,5	16	14	87,5	7,0	8,0	5,84	18,0	KPEG	7	37
7-oct	06 45	7-oct	19:56	1,06	102	11,7	16	9	56,3	4,0	7,1	6,66	28,0	KPEG	7	22
12-oct	17 20	12-oct	22:14	4,90	102	28,0	16	14	87,5	8,1	9,3	1,90	35,5	SIKA	?	?
13-oct	06:04	13-oct	17:28	0,37	66	6,0	16	3	18,8	1,1	5,8	15,77	14,5	NAL1	?	?
14-oct	04:03	14-oct	06:13	2,16	174	42,0	16	9	56,3	8,3	14,7	6,82	45,0	BABA	7	38
14-oct	15:44	14-oct	17:24	1,67	132	36,2	16	12	75,0	11,6	15,5	9,28	39,5	NAL2	6	29
15-oct	00:07	15-oct	02:37	2,50	108	22,0	16	16	100,0	7,9	7,9	3,16	22,0	SIKA	7	31
15-oct	06:15	16-oct	00:39	2,26	78	18,5	16	9	56,3	5,4	9,7	4,28	19,0	GOUN	7	31
16-oct	19:16	16-oct	20,29	1,22	54	7,3	16	11	68,8	3,5	5,1	4,17	14,5	ANAN	7	37
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
115			Min	**0,37**	**36,0**	**1,5**	**14,0**	**3,0**	**18,8**	**1,1**	**4,4**	**0,9**	**9,0**			**20,0**
événements			Moyenne	**3,70**	**99,7**	**28,5**	**14,7**	**11,0**	**75,0**	**11,4**	**13,8**	**4,5**	**36,4**			**31,9**
majeurs			Max	**10,66**	**294,0**	**93,0**	**16,0**	**16,0**	**100,0**	**74,2**	**74,2**	**20,0**	**158,5**			**58,0**
			total	**436,18**						**1341,4**						

Tableau 20 : Liste des principaux événements sur le RBD (Donga) en 2003 *(suite et fin)*

Légende des tableaux 18 et 20:
Début (heure) : date et heure du début de l'événement
Fin (heure) : date et heure de la fin de l'événement
Durée : durée de l'événement en heures décimales
Imax5m : intensité maximale observée en 5 minutes en mm/h
Imax1h : intensité maximale observée en 1 heure en mm/h
StF : nombre de stations en fonctionnement
St0 : nombre de stations avec pluie > 0,0 mm
% : pourcentage de stations touchées par l'événement (100*St0/StF)
Lame : pluie moyenne sur toutes les stations en fonctionnement (StF) en mm
Lame0 : pluies moyenne sur toutes les stations avec pluie non nulle (St0) en mm
Itot : intensité moyenne de l'événement en mm/h (Lame0/Durée)
MaxSt : cumul maximal observé sur une station en mm
Max : station sur laquelle le maximum a été observé
Direct : Direction de l'événement par octant (1 pour Nord, 2 pour NE, 3 pour E, …, 8 pour NW)
Vitesse : Vitesse de l'événement en km/heure (traitement BDLAB).

II.4. Description de quelques événements remarquables

Les observations effectuées lors des précédentes campagnes ont permis d'identifier des événements présentant une organisation spatio-temporelle les apparentant aux systèmes convectifs mobiles et organisés (SCO) observés en zone sahélienne : déplacement ENE-WSW à une vitesse de l'ordre de 40km/h. D'autres événements en revanche ne s'organisent pas selon ce schéma. Comme en 2002, nous présenterons un exemple de chacun de ces types d'événements observés au cours de la campagne 2003.

L'événement du 1 juin 2003 est typique du premier cas. L'événement commence vers 12h30 Nord-Est et s'achève vers 18h au sud-ouest de l'OHHVO soit une durée de 5h30. Les isochrones de la figure 21b s'organisent de façon régulière selon la perpendiculaire à la dynamique de l'événement qui présente une trajectoire ENE-WSW. Seule la station de Gori (D605) fait exception dans l'organisation chronologique de l'événement. La lame moyenne sur les 27 stations en fonctionnement est de 24,5 mm. Deux noyaux pluvieux dépassant 45 mm sont observables sur la figure 21a pour les stations de Parakou (postes D636, D647 et D034) et de Affon (D609).

Afin de déterminer la forme moyenne de l'événement à l'échelle du réseau, nous utiliserons la méthode dîtes du « hyétogramme réseau optimal» qui est expliquée en annexe 4. Cette méthode permet de dissocier les différents éléments de l'événement à l'échelle du réseau (partie convective, partie stratiforme ou traîne, éventuels « résidus »). Elle suppose la définition d'une hypothèse dynamique optimum pour l'événement. Cette hypothèse comporte deux paramètres : un azimut correspondant au sens de déplacement (0° pour Nord, 90° pour Est, 180° pour Sud, 270° pour Ouest, ...), et une vitesse.

Pour l'événement du 1 juin 2003, l'hypothèse dynamique optimum correspond à l'azimut 202° (trajectoire ENE-WSW) et une vitesse de 50 km/h ce qui est cohérent avec les isochrones de l'événement. Le hyétogramme « réseau » de cet événement montre clairement une partie convective et une partie stratiforme dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau 21 :

Elements	Durée (h)	Cumul (mm)	Remarques
Résidus « pré-convectif »	0,65	3,5	Pluies précédant la partie convective ?
Partie convective	1,5	17,5	
Partie stratiforme	3,85	3,5	Traîne faible

Tableau 21: caractéristiques générales de l'événement du 1 juin 2003 sur le RME

Les caractéristiques dynamiques ainsi que la structure du hyétogramme « réseau » permettent d'affirmer que cet événement est illustratif des Systèmes Convectifs de Méso Echelle (SCME) que l'on peut observé sur l'OHHVO. Il s'apparente de façon notable à ceux observés sur le degré carré de Niamey.

Les deux autres événements considérés par la suite ne présenteront pas un dispositif aussi simple permettant un diagnostic précis.

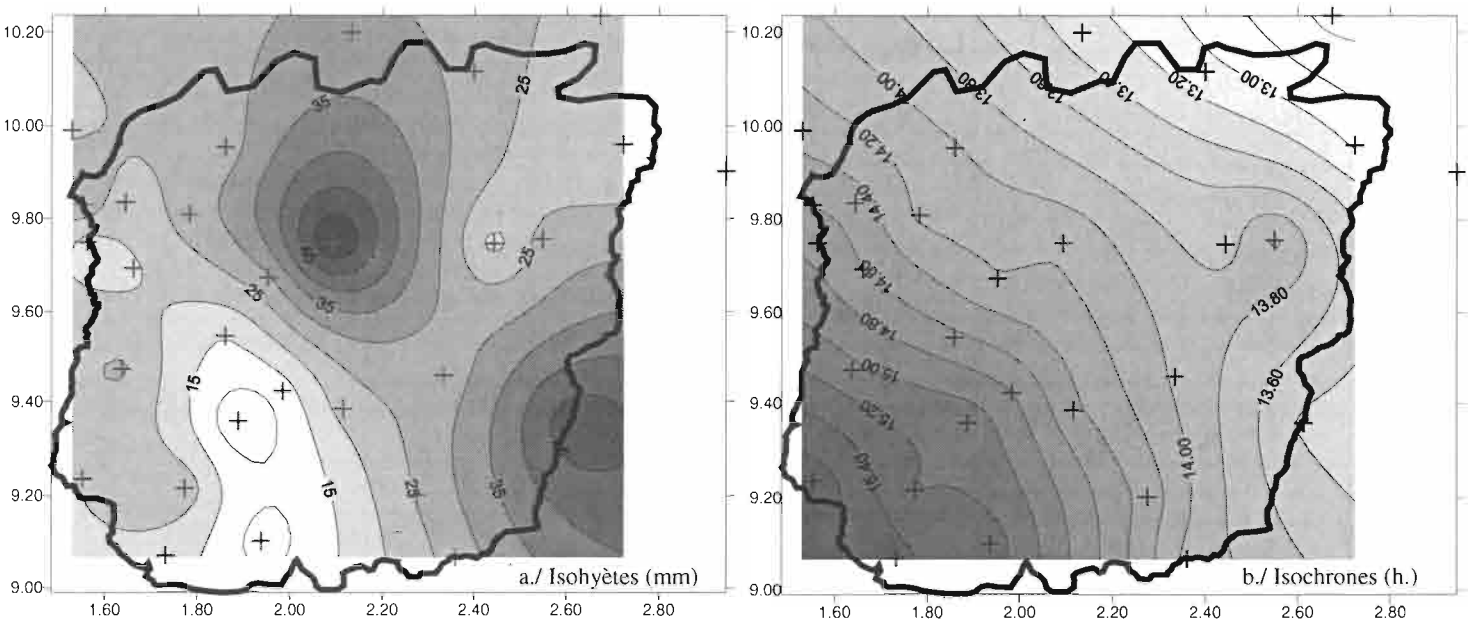


Figure 21 : événement du 1er juin 2003, 24,5 mm de lame moyenne sur 27 stations

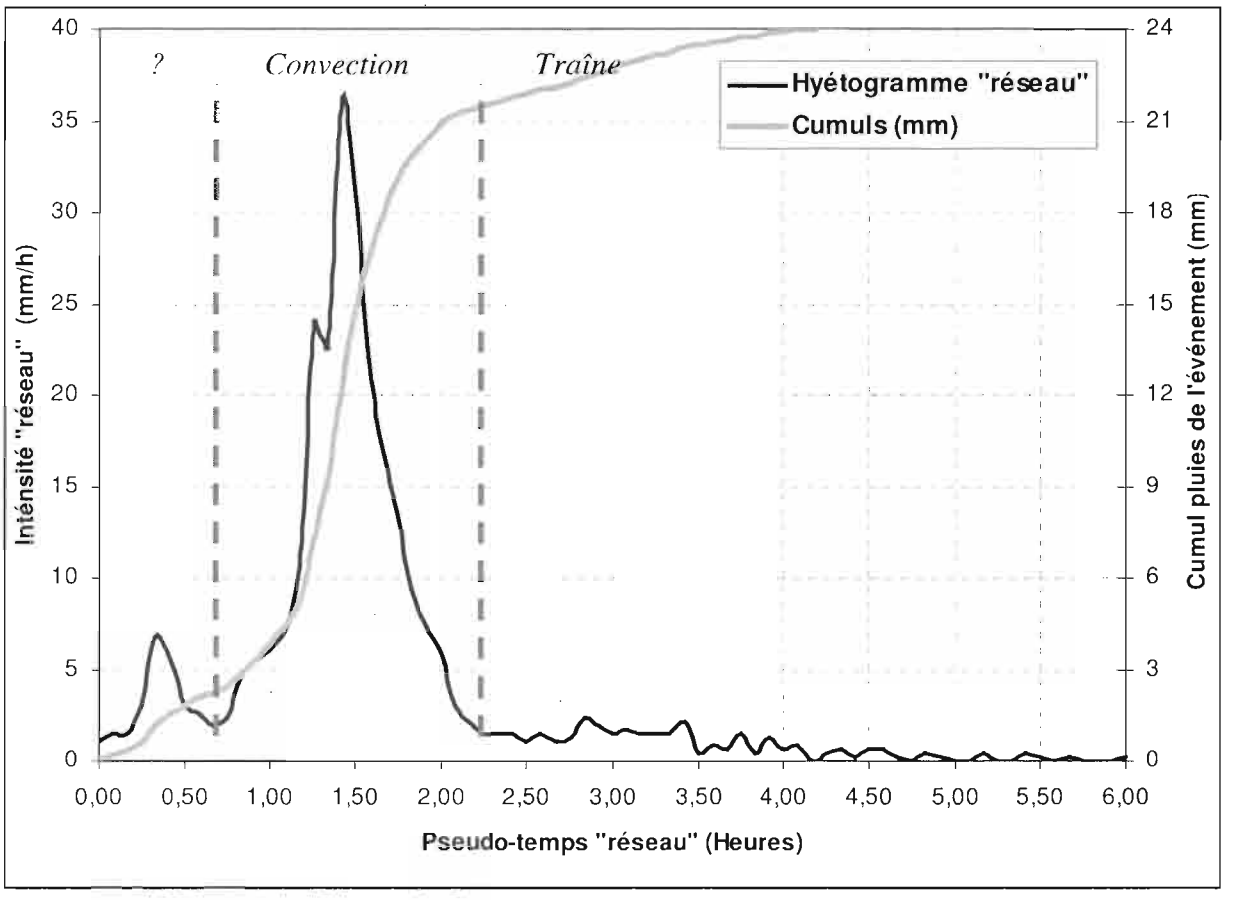


Figure 22 : Hyétogramme « réseau » de l'événement du 1 juin 2003 en fonction de l'hypothèse dynamique (direction=202°, vitesse=50km/h).

L'événement du 22 septembre 2003 se structure autour d'un noyau pluvieux centré sur la station de Affon (D609) dont le cumul de 46,5 mm (Figure 23a). La lame moyenne sur le RME est de 19,5 mm ce qui en fait un événement majeur mais non exceptionnel. La structure des isochrones est globalement inhomogène mais suggère l'existence d'une dynamique de l'est vers l'ouest dans la partie sud de l'OHHVO. La meilleure hypothèse dynamique telle quelle nous est donné par la méthode du hyétogramme « réseau » indique un azimut 258° (E-W) avec une vitesse de 50 km/h. Les caractéristiques du hyétogramme « réseau » de la figure 24 sont résumées ci-dessous en faisant l'hypothèse qu'il s'agit d'un SCME :

Elements	Durée (h)	Cumul (mm)	Remarques
Résidus « pré-convectif »	1,5	1,5	Pluies précédant la partie convective ?
Partie convective	1,2	6,5	
Partie stratiforme	4,3	5	Traîne forte
Résidus « post-stratiforme »	3	6,5	Autre événement ?

Tableau 22: caractéristiques générales de l'événement du 22 septembre 2003 sur le RME

En prenant comme référence l'événement SCME du 1 juin 2003, l'événement du 22 septembre présente une partie convective plus faible tant en termes de cumul qu'en termes d'intensités alors que c'est l'inverse pour la partir stratiforme. Le résidus « post-stratiforme » s'apparente à la partie stratiforme. Une hypothèse alternative serait qu'il s'agisse de trois événements ayant chacun leur dynamique propre.

Sur cet événement, il apparaît difficile de conclure sur la seule base des données sols.

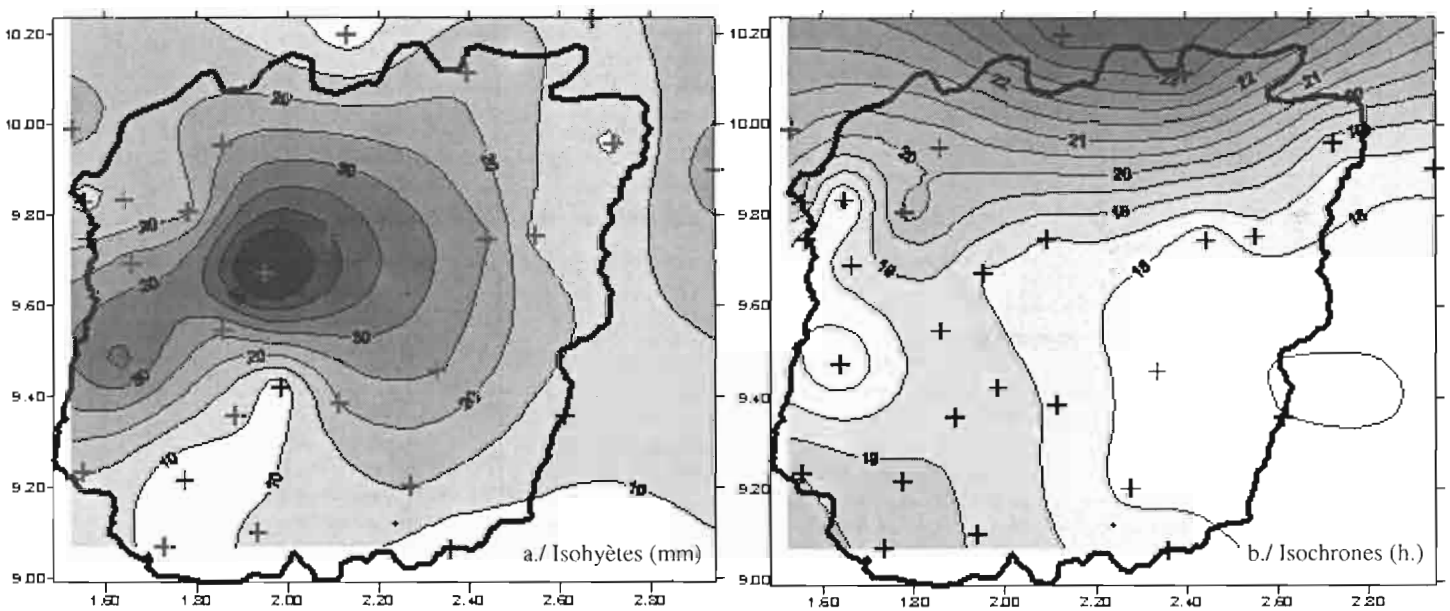


Figure 23 : événement du 22 septembre 2003, 19,5 mm de lame moyenne sur 29 stations

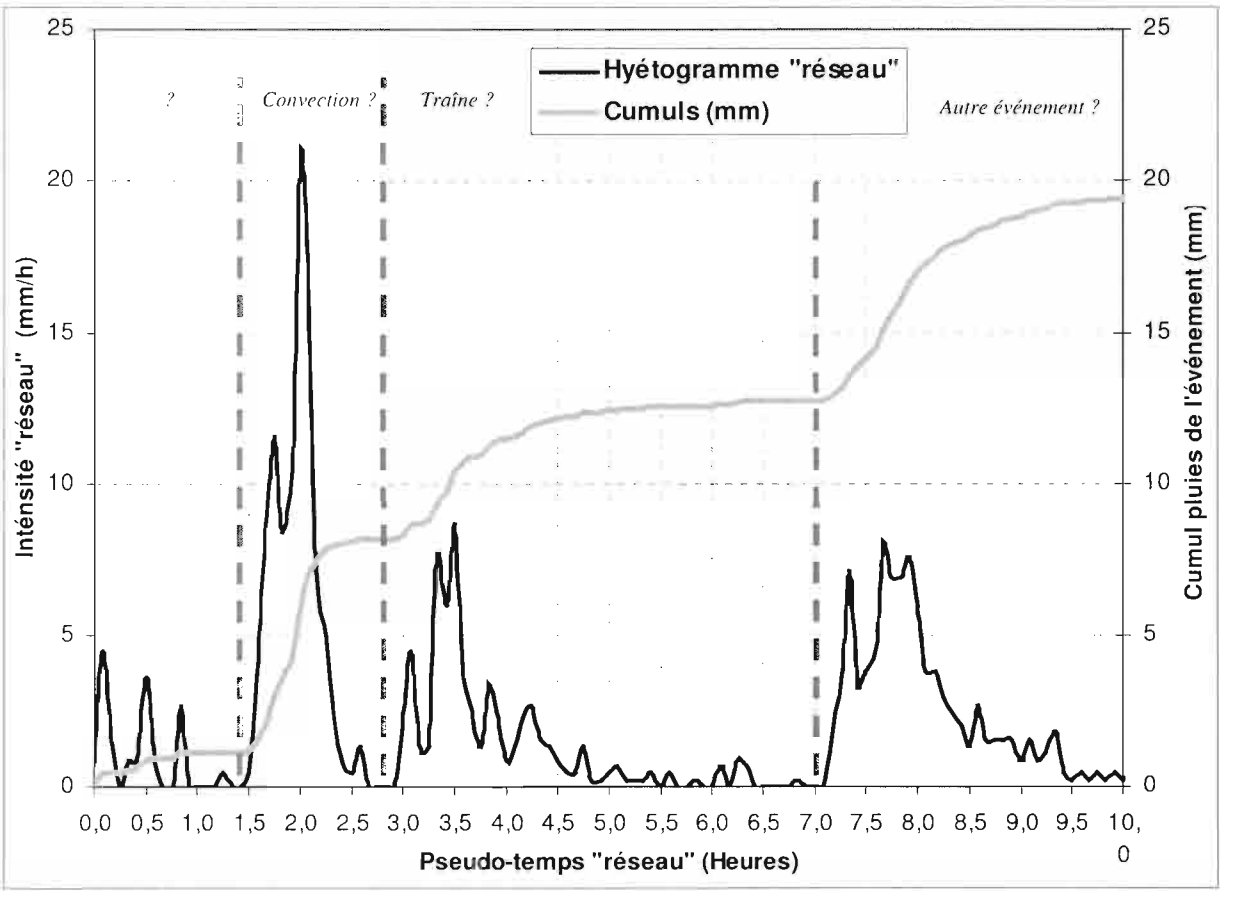


Figure 24 : Hyétogramme « réseau » de l'événement du 22 septembre 2003 en fonction de l'hypothèse dynamique (direction=258°, vitesse=50km/h).

L'événement du 30 juillet constitue l'événement le plus important de l'année 2003 (figure 25a) avec plusieurs noyaux pluvieux en particulier celui localisé sur la haute vallée de la Donga et Djougou : 171 mm à Babayaka (D640). Sur la station de Djougou, les trois appareils ont enregistrés les valeurs suivantes :

- pluviométrique journalière de Djougou de la DMN (D030) : 171,6 mm.
- appareil ŒDIPE (D617) : 169,5 mm.
- appareil OTT (D650) : 145,5 mm.

Les isochrones de l'événement ne présentent aucune directionnalité d'ensemble permettant de présumer sa nature (figure 25b). Il est possible que cet événement soit en fait la combinaison d'au moins deux événements. Cette hypothèse tend à être corroborée par le catalogue d'événement sur le réseau RBD de la Donga (voir tableau 22) qui signale un événement le 30 juillet de 16h56 à 22h10 (18,4 mm en moyenne sur 14 stations) et un second événement le 31 juillet de 2h07 à 12h46 (74,2 mm en moyenne sur 14 stations). L'existence de deux événements est également suggérée en appliquant la méthode du hyétogramme « réseau » (figure 26) sur l'événement à l'échelle du RME (azimut 281° soit trajectoire EW et vitesse 20km/h).

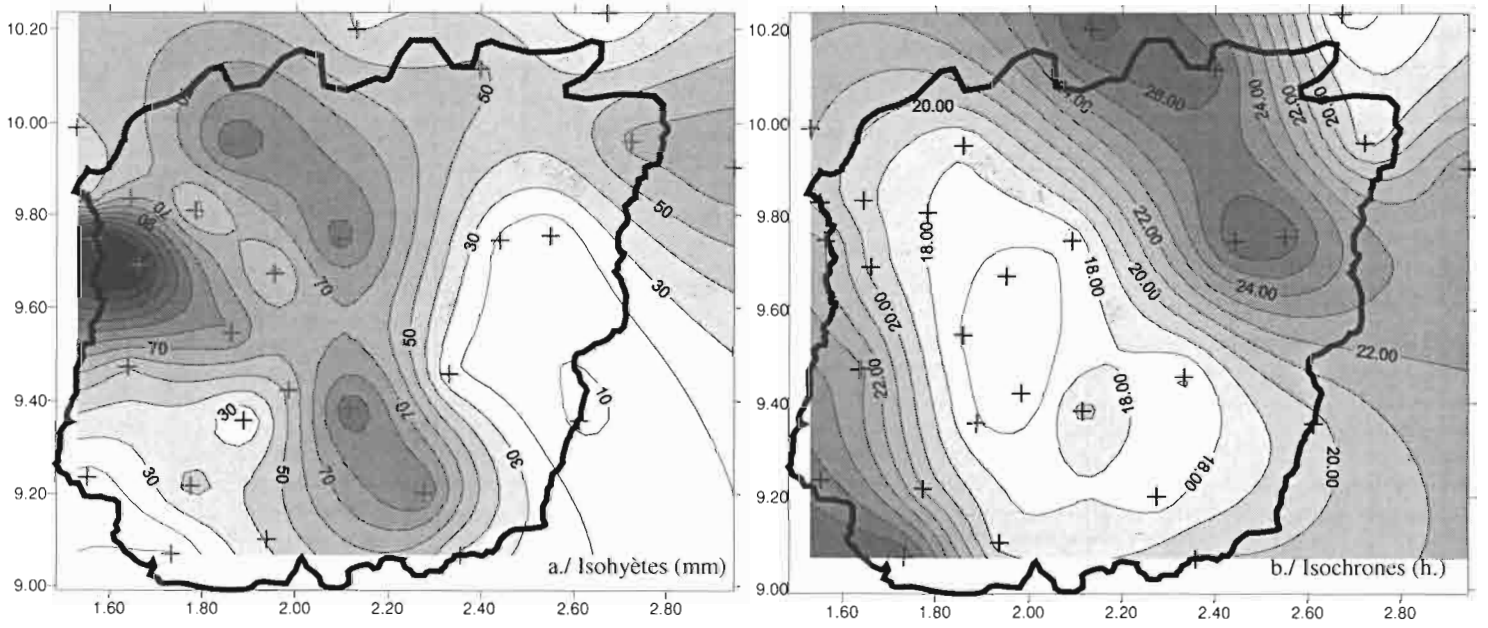


Figure 25 : événement du 30 juillet 2003, 56,2 mm de lame moyenne sur 29 stations

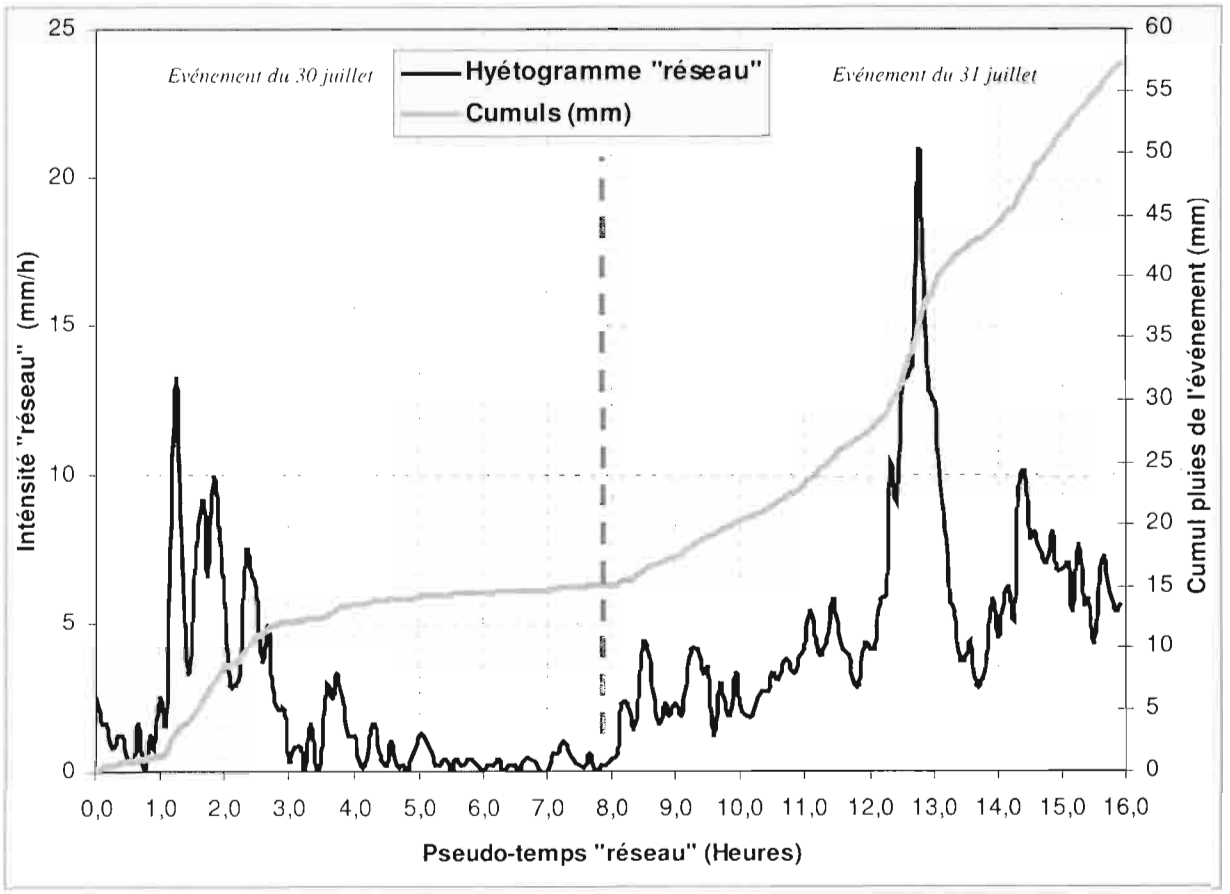


Figure 26 : Hyétogramme « réseau » de l'événement du 30 juillet 2003 en fonction de l'hypothèse dynamique (direction=281°, vitesse=20km/h).

III. Conclusions et recommandations

III. Conclusions et recommandations

Certaines conclusions et recommandations faites en 2002 (*en italique*) sont reprises cette année :

Concernant les réseaux :

- *si la logistique le permet, il conviendrait de renforcer le réseau RME en installant quelques stations au Nord-Est. Il faudrait en particulier réinstaller la station de Sonoumon.*
- Suite à un accord avec le projet IMPETUS, il serait souhaitable d'insérer les données des stations IMPETUS situées dans la partie sud-ouest de l'OHHVO.
- *Maintenir le « micro-réseau » de 2 stations d'Adiangdia (station Adiangdia et Adiangdia-Est) permettant d'étudier l'effet local du relief lié à la présence de l'inselberg le plus important de la région. Si cela est envisageable malgré les contraintes logistiques, il faudrait réinstaller la station d'Adiangdia-ouest. Rappelons que ce micro-réseau se trouve sur le bassin de la Wéwé qui est le plus petit bassin (293 km²) suivi par la DH. Nous disposons de données de débits (à vérifier) depuis 1961. Une analyse succincte (pas de station pluvio avant 1997 !) tendrait à montrer que ce bassin présente des taux d'écoulement particulièrement importants.*

Concernant les appareils :

- le taux de fonctionnement des stations a été nettement amélioré cette année par rapport aux années précédentes.
- *La fiabilité des appareils OTT est équivalente à celle des ŒDIPE.*

Concernant les données :

- *Les données issues des appareils OTT présentent des spectres d'intensité proches de celle des appareils ŒDIPE. Une étude spécifique sur cette question en prenant en compte l'ensemble des stations équipées des deux appareils (INA en 2000 et 2001, Djougou et Parakou en 2002 et 2003) permettrait de préciser ce constat général.*
- *Les données issues des appareils OTT présentent un bruit caractérisé par des cumuls par minute compris entre 0,1 et 0,3 mm en particulier pendant la période sèche ou les séquences sèches. Ce bruit est fort variable d'un appareil à un autre et peut également évoluer dans le temps. Il se traduit par des micro-événements ne touchant qu'une seule station lors de l'analyse par événements, ce critère pouvant servir à filtrer le bruit afin d'obtenir des cumuls cohérents. Ce phénomène a également été observé sur les appareils OTT du projet IMPETUS. Des contacts sont en cours avec OTT/Germany pour essayer de comprendre le problème et d'y remédier.*

Concernant les rapports de campagne :

- *l'intégration des données du réseau national de la DMN dans les rapports de campagne devrait être facilitée, notamment en terme de délai, en procédant à un bilan et à un éventuel partage des tâches dès la fin de la saison des pluies entre la DMN, le projet CATCH.*

ANNEXES

Annexe 1
Cohérence entre contrôle seau (CS) et nombre de basculements par période fonctionnement des appareils ŒDIPE en 2003

NB : dans la colonne CS (contrôle seau), la mention C === indique que le cumul de cette période est additionné à celui de la période suivante. Ainsi pour la station de Babayaka (BABA), le cumul de la période de fonctionnement du 25/8 au 3/9 est additionnée à celui de la période du 3/9 au 3/12, soit un total de 520,2 mm.

Station	Période			Fonctionnement appareil Œdipe	Problème	CS	CS (mm)	Nb_Basc	CS/Nb_Basc	Cohérence CS et Nb_Basc
	début	Fin	Durée (jours)							
ADIA	6-févr	18-juil	163	RAS		CS Oui	440,9	927	0,48	OK
ADIA	18-juil	7-déc	142	RAS		CS Oui	846,4	1773	0,48	OK
ADIO	6-févr	22-juil	167	RAS		CS Oui	525,7	1053	0,50	OK
ADIO	22-juil	21-août	30	Panne	PANNE	CS Oui	421,7	1	421,70	
ADIO	21-août	7-déc	108	RAS		CS Oui	560,2	1113	0,50	OK
AFFO	12-févr	15-août	185	RAS		CS Oui	957,7	1878	0,51	OK
AFFO	15-août	26-août	11	RAS		CS Oui	94,0	209	0,45	OK
AFFO	26-août	9-déc	105	RAS		CS Oui	356,5	768	0,46	OK
AKEK	14-févr	4-sept	203	RAS		CS Oui	1047,4	2145	0,49	OK
AKEK	4-sept	16-oct	42	RAS	CS DOUTEUX!	CS Oui	124,1	476	0,26	?
AKEK	16-oct	9-déc	54	RAS	CS DOUTEUX!	CS Oui	265,4	21	12,64	?
ANAN	1-janv	31-juil	212	Panne	ILLISIBLE	CS Oui	456,0	832	0,55	OK
ANAN	31-juil	12-août	12	Panne	ILLISIBLE	CS Oui	170,0	1	170,00	
ANAN	12-août	23-août	11	RAS		CS Oui	119,4	223	0,54	OK
ANAN	23-août	9-déc	108	RAS		CS Oui	466,3	945	0,49	?
BABA	1-janv	30-juil	211	RAS	CS DOUTEUX!	CS Oui	973,0	1565	0,62	?
BABA	30-juil	25-août	26	RAS	CS DOUTEUX!	CS Oui	244,5	825	0,30	?
BABA	25-août	3-sept	9	RAS		CS ===				
BABA	3-sept	3-déc	91	RAS		CS Oui	520,2	899	0,58	OK
BEMB	1-janv	20-août	232	RAS		CS Oui	764,9	1554	0,49	?
BEMB	20-août	1-déc	103	RAS		CS Oui	464,4	756	0,61	OK
BETE	1-janv	21-août	233	RAS		CS Oui	891,2	1751	0,51	OK
BETE	21-août	14-oct	54	RAS		CS Oui	342,5	663	0,52	OK
BETE	14-oct	11-déc	58	RAS		CS Oui	47,7	85	0,56	OK
BIRN	1-janv	21-juin	172	RAS	CS DOUTEUX!	CS Oui	503,7	780	0,65	?
BIRN	21-juin	18-juil	27	Panne	ILLISIBLE	CS ===				
BIRN	18-juil	3-déc	138	RAS		CS Oui	895,9	1699	0,53	OK
BIRO	1-janv	20-août	232	Données Douteuses	Données Douteuses	CS Non	721,8	1004	0,72	
BIRO	20-août	1-déc	103	RAS		CS Oui	465,7	936	0,50	OK
BOMB	1-janv	23-août	235	RAS		CS ===				
BOMB	23-août	1-sept	9	RAS		CS ===				
BOMB	1-sept	9-déc	99	Panne	ILLISIBLE	CS Oui	1416,3	2087	0,68	?
BONA	1-janv	27-mars	86	RAS		CS Non				
BONA	27-mars	31-déc	279	RAS		CS Oui	1335,5	2655	0,50	OK
BORI	12-févr	20-sept	221	Panne		CS Oui	916,5	1708	0,54	OK
BORI	20-sept	9-déc	80	RAS		CS Oui	165,3	361	0,46	OK
DAPE	13-févr	26-juin	134	Données Douteuses	Données Douteuses	CS ===				
DAPE	26-juin	18-oct	114	RAS	CS DOUTEUX!	CS Oui	145,0	1897	0,08	?
DAPE	18-oct	9-déc	52	RAS	CS DOUTEUX!	CS Oui	990,8	4	247,70	?

DJOU	15-févr	17-juin	123	Données Douteuses	Données Douteuses	CS ===				
DJOU	17-juin	27-juin	10	Panne	ILLISIBLE	CS Oui	357,3	52	6,87	?
DJOU	27-juin	4-juil	7	RAS	CS DOUTEUX!	CS ===				
DJOU	4-juil	3-août	30	RAS	CS DOUTEUX!	CS Oui	173,5	863	0,20	?
DJOU	3-août	9-août	6	Panne	ILLISIBLE	CS ===				
DJOU	9-août	16-août	7	Panne	ILLISIBLE	CS Oui	446,4	0		
DJOU	16-août	21-août	5	RAS	CS DOUTEUX!	CS ===				
DJOU	21-août	27-sept	37	RAS	CS DOUTEUX!	CS Oui	295,8	765	0,39	?
DJOU	27-sept	3-déc	67	Panne	ILLISIBLE	CS Oui	287,8			
DOGU	8-févr	13-avr	65	RAS	Données Douteuses	CS ===				
DOGU	13-avr	27-mai	44	Panne	ILLISIBLE	CS Oui	169,5	18	9,42	
DOGU	27-mai	24-sept	120	RAS		CS Oui	978,7	1873	0,52	OK
DOGU	24-sept	31-déc	98	RAS		CS Oui	246,5	428	0,58	OK
DONG	14-févr	12-août	180	RAS		CS Oui	842,3	1668	0,50	OK
DONG	12-août	23-août	11	Panne	ILLISIBLE	CS ===				
DONG	23-août	27-oct	65	RAS		CS Oui	490,6	1058	0,46	OK
FOBO	9-févr	23-juin	135	RAS		CS Oui	362,5	748	0,48	OK
FOBO	23-juin	1-déc	161	RAS		CS Oui	859,2	1830	0,47	OK
GAOU	14-févr	24-août	192	RAS		CS Oui	840,7	1659	0,51	OK
GAOU	24-août	29-août	5	RAS		CS Oui	40,4	86	0,47	OK
GAOU	29-août	4-oct	36	Panne	PANNE	CS Non				
GAOU	4-oct	4-déc	61	RAS		CS Oui	64,0	143	0,45	OK
GORI	12-févr	22-sept	223	RAS		CS Oui	708,7	1575	0,45	OK
GORI	22-sept	1-déc	70	Panne	ILLISIBLE	CS Oui	455,1			
INA-	12-févr	20-août	190	RAS		CS Oui	765,8	1550	0,49	OK
INA-	20-août	24-sept	35	RAS		CS Oui	318,2	473	0,67	?
INA-	24-sept	1-déc	68	RAS		CS Oui	178,6	404	0,44	OK
KOKO	5-févr	6-août	183	RAS		CS Oui	815,2	1594	0,51	OK
KOKO	6-août	23-sept	48	Panne	ILLISIBLE	CS Oui	216,0	256	0,84	
KOKO	23-sept	8-déc	76	RAS	CS DOUTEUX!	CS Oui	206,5	289	0,71	?
KOLO	1-janv	31-juil	212	RAS		CS Non				
KOLO	31-juil	24-août	24	RAS		CS Oui	350,2	868	0,40	OK
KOLO	24-août	4-déc	102	RAS		CS Oui	273,7	583	0,47	OK
KOPA	7-févr	22-juil	166	RAS	CS DOUTEUX!	CS Oui	278,5	197	1,41	?
KOPA	22-juil	4-sept	44	RAS	CS DOUTEUX!	CS Oui	84,0	928	0,09	?
KOPA	4-sept	15-oct	41	Panne	ILLISIBLE	CS Oui	481,7	377	1,28	
KOPA	15-oct	3-déc	49	Panne	ILLISIBLE	CS Oui	291,5	7	41,64	
KPEG	1-janv	31-déc		RAS		CS Non				
MOMO	6-févr	21-août	197	RAS		CS Oui	834,3	1710	0,49	OK
MOMO	21-août	7-déc	108	RAS		CS Oui	449,0	969	0,46	OK
NAL2	7-févr	8-août	183	RAS		CS Oui	913,8	1898	0,48	OK
NAL2	8-août	25-août	17	RAS		CS Oui	169,2	358	0,47	OK
NAL2	25-août	3-déc	100	RAS		CS Oui	385,5	836	0,46	OK
NOUM	10-févr	2-août	174	RAS		CS Oui	916,0	1889	0,48	OK
NOUM	2-août	24-août	22	RAS		CS Oui	189,4	413	0,46	OK
NOUM	24-août	4-déc	102	RAS		CS Oui	451,2	946	0,48	OK
PARA	5-févr	20-août	197	RAS		CS Oui	671,7	1515	0,44	OK
PARA	20-août	1-déc	103	RAS		CS Oui	472,3	969	0,49	OK
PELE	8-févr	18-août	192	RAS		CS Oui	970,9	1815	0,53	OK
PELE	18-août	22-août	4	RAS		CS Oui	26,8	138	0,19	?

PELE	22-août	27-sept	36	RAS		CS Oui	429,1	792	0,54	OK
PELE	27-sept	2-déc	66	RAS		CS Oui	68,3	148	0,46	OK
SARM	8-févr	14-août	188	RAS		CS Oui	919,5	1898	0,48	OK
SARM	14-août	22-août	8	RAS		CS Oui	85,5	177	0,48	OK
SARM	22-août	19-oct	58	RAS		CS Oui	495,0	938	0,53	OK
SARM	19-oct	2-déc	44	RAS		CS Oui	10,0	29	0,34	OK
TEBO	10-févr	6-août	178	RAS		CS Oui	940,1	1871	0,50	OK
TEBO	6-août	24-août	18	RAS		CS Oui	179,9	400	0,45	OK
TEBO	24-août	4-déc	102	RAS		CS Oui	247,9	529	0,47	OK
TOBR	9-févr	20-août	193	RAS		CS Oui	864,5	1812	0,48	OK
TOBR	20-août	1-déc	103	RAS		CS Oui	377,3	932	0,40	OK
WEWE	5-févr	8-août	185	RAS		CS Oui	796,3	1802	0,44	OK
WEWE	8-août	21-août	13	RAS	CS DOUTEUX!	CS Oui	78,2	287	0,27	?
WEWE	21-août	8-déc	109	RAS		CS Oui	408,3	857	0,48	OK
ZOUM	13-févr	11-sept	211	RAS		CS Oui	880,8	1898	0,46	OK
ZOUM	11-sept	9-déc	89	RAS		CS Oui	272,8	590	0,46	OK

Annexe 2
Dérive en temps sur les cartouches des appareils OEDIPE

Station	N° Cartouche	Début	Fin	Nb_Jours	Dérive Minutes	Min/100jours	
ADIANGDIA OUEST	1087479	06/02/2003	26/06/2003	140	43,8	31,3	
ADIANGDIA OUEST	1087479	26/06/2003	08/07/2003	12	4,0	33,2	
ADIANGDIA OUEST	1087479	08/07/2003	23/07/2003	15	4,1	27,4	
ADIANGDIA OUEST	788612	23/07/2003	14/08/2003	22	6,5	29,5	
ADIANGDIA OUEST	788612	14/08/2003	22/08/2003	8	1,1	13,8	
ADIANGDIA OUEST	1087475	22/08/2003	27/09/2003	36	9,6	26,7	
ADIANGDIA OUEST	1087475	27/09/2003	08/12/2003	72	20,8	28,9	
AFFON	1087493	14/02/2003	29/05/2003	104	12,9	12,4	
AFFON	1087493	29/05/2003	25/06/2003	27	3,0	11,2	
AFFON	1087493	25/06/2003	08/07/2003	13	11,0	84,4	A vérifier
AFFON	1087493	08/07/2003	01/08/2003	24	11,0	45,9	
AFFON	1087493	01/08/2003	13/08/2003	12	21,2	176,9	A vérifier
AFFON	1087493	13/08/2003	27/08/2003	14	1,5	10,4	
AFFON	788611	27/08/2003	17/10/2003	51	3,4	6,6	
AKEKEROU	9991460	14/02/2003	29/05/2003	104	12,2	11,7	
AKEKEROU	9991460	29/05/2003	25/03/2006	1031	22,2	2,2	
AKEKEROU	9991460	25/05/2003	08/07/2003	44	2,3	5,2	
AKEKEROU	9991460	08/07/2003	01/08/2003	24	7,8	32,4	
AKEKEROU	9991460	01/08/2003	13/08/2003	12	30,1	251,1	A vérifier
AKEKEROU	9991460	13/08/2003	27/08/2003	14	2,1	15,0	
AKEKEROU	9991460	27/08/2003	05/09/2003	9	1,4	15,4	
AKEKEROU	888631	05/09/2003	17/10/2003	42	34,1	81,1	A vérifier
AKEKEROU	888631	17/10/2003	10/12/2003	54	14,2	26,3	
ANANINGA	991459	13/02/2003	29/05/2003	105	15,6	14,9	
ANANINGA	991459	29/05/2003	27/06/2003	29	1,1	3,9	
ANANINGA	991459	27/06/2003	06/07/2003	9	14,7	163,5	A vérifier
ANANINGA	991459	06/07/2003	01/08/2003	26			
ANANINGA	991459	01/08/2003	13/08/2003	12			
ANANINGA	991459	13/08/2003	24/08/2003	11			
ANANINGA	991459	24/08/2003	01/10/2003	38	4,1	10,8	
ANANINGA	991459	01/10/2003	10/12/2003	70	9,1	13,0	
BEMBEREKE	888639	09/02/2003	24/06/2003	135	43,2	32,0	
BEMBEREKE	888639	24/06/2003	04/07/2003	10	2,9	29,0	
BEMBEREKE	888639	04/07/2003	21/07/2003	17	5,1	29,8	
BEMBEREKE	888639	21/07/2003	08/08/2003	18	22,6	125,6	A vérifier
BEMBEREKE	888639	08/08/2003	21/08/2003	13	4,0	30,6	
BEMBEREKE	883639	21/08/2003	25/09/2003	35	10,6	30,3	
BEMBEREKE	883639	25/09/2003	02/12/2003	68	0,0		
BABAYAKA	888629	07/02/2003	06/05/2003	88	27,6	31,3	
BABAYAKA	888629	06/05/2003	19/06/2003	44	12,6	28,6	
BABAYAKA	888629	19/06/2003	05/07/2003	16	5,1	31,6	
BABAYAKA	888629	05/07/2003	22/07/2003	17	4,9	28,6	
BABAYAKA	888629	22/07/2003	12/08/2003	21	6,2	29,7	
BABAYAKA	888629	12/08/2003	26/08/2003	14	8,0	57,3	
BABAYAKA	888629	26/08/2003	04/09/2003	9	1,5	16,1	
BABAYAKA	888629	04/09/2003	30/09/2003	26	3,2	12,2	
BABAYAKA	888629	30/09/2003	04/12/2003	65	10,5	16,1	
BETEROU	587373	18/01/2003	05/02/2003	18	5,3	29,5	
BETEROU	587373	05/02/2003	17/06/2003	132	10,9	8,2	
BETEROU	587373	14/06/2003	07/07/2003	23	7,7	33,3	
BETEROU	587373	07/07/2003	29/07/2003	22	7,7	34,8	

BETEROU	587373	29/07/2003	09/08/2003	11	0,9	8,2	
BETEROU	587373	09/08/2003	22/08/2003	13	1,0	7,7	
BETEROU	986306	22/08/2003	03/09/2003	12	0,9	7,4	
BETEROU	986306	03/09/2003	24/09/2003	21	1,7	7,9	
BETEROU	986306	24/09/2003	14/10/2003	20	1,6	8,2	
BETEROU	1287510	14/10/2003	11/12/2003	58	3,9	6,7	
BIRO	1087478	12/02/2003	24/06/2003	132	37,6	28,5	
BIRO	1087478	24/06/2003	04/07/2003	10	2,8	28,2	
BIRO	1087478	04/07/2003	21/07/2003	17	4,5	26,5	
BIRO	1087478	21/07/2003	08/08/2003	18	5,0	27,9	
BIRO	1087478	08/08/2003	21/08/2003	13	3,6	27,8	
BIRO	1087478	21/08/2003	25/09/2003	35	9,5	27,0	
BIRO	1087478	25/09/2003	02/12/2003	68	17,7	26,0	
BORI	1087484	12/02/2003	22/04/2003	69	43,5	63,1	A vérifier
BORI	1087484	22/04/2003	29/05/2003	37	30,8	83,1	A vérifier
BORI	1087484	29/05/2003	25/06/2003	27	12,3	45,6	
BORI	1087484	25/06/2003	08/07/2003	13	4,2	31,9	
BORI	1087484	08/07/2003	01/08/2003	24	7,4	30,8	
BORI	1087484	01/08/2003	13/08/2003	12	3,8	31,3	
BORI	1087484	13/08/2003	27/08/2003	14	4,3	30,5	
BORI	1087484	21/08/2003	17/10/2003	57	15,8	27,7	
BORI	1087484	17/10/2003	10/12/2003	54	16,1	29,8	
DOGUE	1287510	08/02/2003	28/05/2003	109			
DOGUE	888634	28/05/2003	17/06/2003	20	14,9	74,7	A vérifier
DOGUE	888634	17/06/2003	07/07/2003	20	2,8	14,2	
DOGUE	888634	07/07/2003	29/07/2003	22	1,7	7,8	
DOGUE	888634	29/07/2003	09/08/2003	11	14,8	134,7	A vérifier
DOGUE	888634	09/08/2003	23/08/2003	14	6,4	45,7	
DOGUE	888634	23/08/2003	24/09/2003	32	8,9	27,8	
DOGUE	999147	24/09/2003	03/12/2003	70	4,5	6,5	
DONGA	888637	14/02/2003	29/05/2003	104	13,0	12,5	
DONGA	888637	29/05/2003	27/06/2003	29	3,4	11,7	
DONGA	888637	27/06/2003	06/07/2003	9	16,3	181,1	A vérifier
DONGA	888637	06/07/2003	30/07/2003	24	3,7	15,3	
DONGA	888637	30/07/2003	13/08/2003	14	1,7	11,9	
DONGA	888637	13/08/2003	24/08/2003	11	1,2	11,1	
DONGA	888637	24/08/2003	28/10/2003	65	7,2	11,0	
DONGA	587373	28/10/2003	10/12/2003	43	4,1	9,6	
FO-BOURE	9991466	09/02/2003	30/05/2003	110	1,5	1,4	
FO-BOURE	9991466	30/05/2003	24/06/2003	25	6,5	25,9	
FO-BOURE	9991466	24/06/2003	04/07/2003	10	0,0	0,3	
FO-BOURE	9991466	04/07/2003	21/07/2003	17	0,7	4,2	
FO-BOURE	9991466	21/07/2003	08/08/2003	18	1,1	6,1	
FO-BOURE	9991466	08/08/2003	21/08/2003	13	0,7	5,0	
FO-BOURE	9991466	21/08/2003	25/09/2003	35	1,9	5,4	
FO-BOURE	9991466	25/09/2003	02/12/2003	68	3,0	4,3	
GORI-BOUYEROU	888625	12/02/2003	29/05/2003	106	31,5	29,7	
GORI-BOUYEROU	888625	29/05/2003	24/06/2003	26	7,2	27,6	
GORI-BOUYEROU	888625	24/06/2003	03/07/2003	9	2,9	32,2	
GORI-BOUYEROU	888625	03/07/2003	21/07/2003	18	4,6	25,6	
GORI-BOUYEROU	888625	21/07/2003	08/08/2003	18	5,2	28,9	
GORI-BOUYEROU	888625	08/08/2003	21/08/2003	13	3,6	27,9	
GORI-BOUYEROU	888625	21/08/2003	17/10/2003	57	16,0	28,0	
GORI-BOUYEROU	888625	17/10/2003	02/12/2003	46	12,3	26,7	
KOKO	5877404	05/02/2003	17/06/2003	132	0,2	0,1	
KOKO	5877404	17/06/2003	07/07/2003	20	1,5	7,3	

KOKO	5877404	07/07/2003	29/07/2003	22	1,4	6,5	
KOKO	5877404	29/07/2003	09/08/2003	11	1,4	13,0	
KOKO	5877404	09/08/2003	22/08/2003	13	14,5	111,4	A vérifier
KOKO	5877404	22/08/2003	24/09/2003	33	0,1	0,2	
KOKO	5877404	24/09/2003	09/12/2003	76	1,0	1,3	
INA	1087496	12/02/2003	24/06/2003	132	38,8	29,4	
INA	1087496	24/06/2003	04/07/2003	10	2,9	29,0	
INA	1087496	04/07/2003	21/07/2003	17	4,6	27,1	
INA	1087496	21/07/2003	08/08/2003	18	5,2	28,7	
INA	1087496	08/08/2003	21/08/2003	13	3,6	27,9	
INA	1087496	21/08/2003	25/09/2003	35	9,7	27,7	
INA	1087496	25/09/2003	02/12/2003	68	18,2	26,7	
GAOUNGA	1087487	14/02/2003	29/05/2003	104	8,5	8,2	
GAOUNGA	1087487	29/05/2003	25/06/2003	27	1,7	6,4	
GAOUNGA	1087487	25/06/2003	08/07/2003	13	1,0	7,3	
GAOUNGA	1087487	08/07/2003	30/07/2003	22	1,5	6,7	
GAOUNGA	1087487	30/07/2003	11/08/2003	12	0,8	6,9	
GAOUNGA	1087487	11/08/2003	25/08/2003	14			
GAOUNGA	1087484	25/08/2003	30/08/2003	5	0,2	4,0	
GAOUNGA	388541	30/08/2003	04/09/2003	5	0,3	6,7	
GAOUNGA	388541	04/09/2003	10/09/2003	6	0,1	1,4	
GAOUNGA	388541	10/09/2003	05/10/2003	25	2,4	9,7	
GAOUNGA	388541	05/10/2003	19/10/2003	14	0,2	1,3	
GAOUNGA	388541	19/10/2003	05/12/2003	47			
KOLOKONDE	9991469	10/02/2003	30/05/2003	109	12,5	11,5	
KOLOKONDE	9991469	30/05/2003	20/06/2003	21	2,1	10,1	
KOLOKONDE	9991469	20/06/2003	08/07/2003	18	1,8	9,7	
KOLOKONDE	9991469	08/07/2003	30/07/2003	22	2,2	10,1	
KOLOKONDE	9991469	30/07/2003	11/08/2003	12	1,2	10,0	
KOLOKONDE	9991469	11/08/2003	25/08/2003	14	1,3	9,5	
KOLOKONDE	9991469	25/08/2003	25/09/2003	31	3,0	9,7	
KOLOKONDE	9991469	25/09/2003	05/12/2003	71	6,3	8,9	
NOUMANE	9991470	10/02/2003	06/05/2003	85	25,7	30,3	
NOUMANE	9991470	06/05/2003	20/06/2003	45	15,6	34,7	
NOUMANE	9991470	20/06/2003	07/07/2003	17	41,3	243,1	A vérifier
NOUMANE	9991470	07/07/2003	30/07/2003	23	8,2	35,7	
NOUMANE	9991470	30/07/2003	11/08/2003	12	3,4	28,2	
NOUMANE	9991470	11/08/2003	25/08/2003	14	3,9	27,6	
NOUMANE	9991470	25/08/2003	25/09/2003	31	34,7	111,8	A vérifier
NOUMANE	9991470	25/09/2003	05/12/2003	71	27,8	39,2	
NALOHOU II	1287519	07/02/2003	17/02/2003	10	1,8	18,2	
NALOHOU II	1287519	17/02/2003	28/05/2003	100	33,2	33,2	
NALOHOU II	1287519	28/05/2003	19/06/2003	22	16,6	75,6	A vérifier
NALOHOU II	1287519	19/06/2003	05/07/2003	16	46,1	288,3	A vérifier
NALOHOU II	1287519	05/07/2003	22/07/2003	17	4,4	26,0	
NALOHOU II	1287519	22/07/2003	12/08/2003	21	7,5	35,5	
NALOHOU II	1287519	12/08/2003	26/08/2003	14	4,2	29,9	
NALOHOU II	1287519	26/08/2003	04/09/2003	9	1,6	17,6	
NALOHOU II	388361	04/09/2003	30/09/2003	26	8,9	34,3	
NALOHOU II	388361	30/09/2003	04/12/2003	65	18,7	28,8	
PELEBINA	789716	08/02/2003	28/05/2003	109	12,9	11,8	
PELEBINA	789716	28/05/2003	16/06/2003	19	1,5	8,0	
PELEBINA	789716	18/06/2003	07/07/2003	19	2,6	13,6	
PELEBINA	789716	07/07/2003	24/07/2003	17	1,8	10,7	
PELEBINA	789716	24/07/2003	10/08/2003	17	0,8	4,9	
PELEBINA	789716	10/08/2003	23/08/2003	13	0,9	6,7	
PELEBINA	789716	23/08/2003	28/09/2003	36	2,8	7,7	

PELEBINA	2921012	28/09/2003	03/12/2003	66	6,0	9,1	
PARAKOU	388555	15/01/2003	05/02/2003	21	17,2	81,9	A vérifier
PARAKOU	388555	05/02/2003	04/05/2003	88	5,0	5,6	
PARAKOU	388555	04/05/2003	17/06/2003	44	9,0	20,5	
PARAKOU	388555	17/06/2003	05/07/2003	18	6,4	35,3	
PARAKOU	388555	05/07/2003	21/07/2003	16	13,6	85,2	A vérifier
PARAKOU	388555	21/07/2003	14/08/2003	24	46,2	192,3	A vérifier
PARAKOU	388555	14/08/2003	21/08/2003	7	1,4	20,0	
PARAKOU	1087481	21/08/2003	05/09/2003	15	3,7	24,6	
PARAKOU	1087481	05/09/2003	26/09/2003	21	4,8	22,6	
PARAKOU	1087481	26/09/2003	14/10/2003	18	4,1	23,0	
PARAKOU	1087481	14/10/2003	09/11/2003	26	6,0	23,1	
PARAKOU	1087481	09/11/2003	02/12/2003	23	4,7	20,3	
MONMONGOU	9991465	06/02/2003	18/06/2003	132	1,0	0,7	
MONMONGOU	9991465	18/06/2003	09/07/2003	21	1,8	8,4	
MONMONGOU	9991465	09/07/2003	23/07/2003	14	1,7	12,0	
MONMONGOU	9991465	23/07/2003	09/08/2003	17	1,8	10,8	
MONMONGOU	9991465	09/08/2003	22/08/2003	13	1,8	14,1	
MONMONGOU	388559	22/08/2003	27/09/2003	36	0,0	0,0	
MONMONGOU	388559	27/09/2003	08/12/2003	72	0,6	0,9	
SARMANGA	388539	08/02/2003	18/06/2003	130	15,3	11,8	
SARMANGA	388539	18/06/2003	07/07/2003	19	3,8	20,1	
SARMANGA	388539	07/07/2003	31/07/2003	24	2,9	12,2	
SARMANGA	388539	31/07/2003	10/08/2003	10	1,2	12,2	
SARMANGA	388539	10/08/2003	23/08/2003	13	23,5	180,9	A vérifier
SARMANGA	388539	23/08/2003	20/10/2003	58	6,9	11,9	
SARMANGA	1087479	20/10/2003	03/12/2003	44	4,4	10,0	
TEBOU	388554	10/02/2003	30/05/2003	109	32,0	29,4	
TEBOU	388554	30/05/2003	20/06/2003	21	5,9	27,9	
TEBOU	388554	20/06/2003	08/07/2003	18	5,0	27,7	
TEBOU	388554	08/07/2003	30/07/2003	22	6,3	28,7	
TEBOU	388554	30/07/2003	11/08/2003	12	3,2	26,4	
TEBOU	388554	11/08/2003	25/08/2003	14	3,9	27,5	
TEBOU	388554	25/08/2003	25/09/2003	31	4,6	14,7	
TEBOU	388554	25/09/2003	05/12/2003	71	23,0	32,3	
TOBRE	587385	09/02/2003	30/05/2003	110	28,9	26,2	
TOBRE	587385	30/05/2003	24/06/2003	25	6,2	24,6	
TOBRE	587385	24/06/2003	04/07/2003	10	4,1	40,7	
TOBRE	587385	04/07/2003	21/07/2003	17	2,6	15,0	
TOBRE	587385	21/07/2003	08/08/2003	18	4,6	25,6	
TOBRE	587385	08/08/2003	21/08/2003	13	2,2	16,9	
TOBRE	587385	21/08/2003	25/09/2003	35	8,5	24,4	
TOBRE	587385	25/09/2003	02/12/2003	68	24,6	36,1	
WEWE	788612	15/01/2003	05/02/2003	21	2,0	9,6	
WEWE	1087491	05/02/2003	17/06/2003	132	1,8	1,3	
WEWE	1087491	17/06/2003	09/07/2003	22	0,2	0,9	
WEWE	1087491	09/07/2003	29/07/2003	20	1,3	6,7	
WEWE	1087491	29/07/2003	09/08/2003	11	0,4	3,9	
WEWE	1087491	09/08/2003	21/08/2003	12	0,7	5,7	
WEWE	1087504	21/08/2003	27/09/2003	37	0,7	1,8	
WEWE	1087504	27/09/2003	09/12/2003	73	2,9	4,0	

ANNEXE 3
Méthode d'estimation du vecteur de direction et des vitesses de déplacement

La méthode exposée ci-dessous sera qualifiée de **méthode des Vecteurs Interstationnels Temps-Distances (VITD)**.

Pour chaque couple de stations i et j considérées pour l'événement N et telles que $P_i(N)>0{,}0$mm et $P_j(N)>0{,}0$mm (pluies non nulles), on calcule :

- La distance en latitude $\Delta Lat_{ij}(N)= Lat_i - Lat_j$,
- La distance en longitude $\Delta Lon_{ij}(N)= Lon_i - Lon_j$,
- La différence de temps $\Delta T_{ij}(N)=. T_i(N) - T_j(N)$

Le temps associé à chaque station correspond au début de l'événement à cette station.

Les coordonnées du centre de gravité de l'événement N sont
$Clat(N) = \Sigma P_i(N)*Lat_i(N)/\Sigma P_i(N)$ et
$Clon(N) = \Sigma P_i(N)*Lat_i(N)/\Sigma P_i(N)$.

La direction D(N) de l'évènement N est calculé comme suit :

- soit $Dlat(N)= \Sigma \Delta Lat_{ij} \times \Delta T_{ij}(N)$ et $Dlon(N)= \Sigma \Delta Lon_{ij} \times \Delta T_{ij}(N)$,
- $D(N)=Arctan(Dlat(N)/Dlon(N))$ en degré à partir de l'Est dans le sens direct.

La vitesse V(N) de l'événement N est calculé comme suit :

- soit $Vlat_{ij}(N)= \Delta LatKM_{ij}(N)/\Delta T_{ij}(N)$ et $Vlon_{ij}(N)= \Delta LonKM_{ij}(N)/\Delta T_{ij}(N)$,
- soit $VLAT(N)= \Sigma VLat_{ij}(N)/m$ et $VLON(N)= \Sigma VLon_{ij}(N)/m$,
- $V(N)= (VLAT(N)^2 + VLON(N)^2)^{1/2}$ en km/h.

Le paramètre m représente le nombre de couples de stations i et j tel que :

- $P_i(N)>0{,}0$mm et $P_j(N)>0{,}0$mm,
- $\Delta T_{ij}(N)\geq 1/12$ (5 minutes),
- $Vlat_{ij}(N)<200$ km/h et $Vlon_{ij}(N)<200$ km/h.

Un exemple d'application de cette méthode à l'événement du 1 juin 2003 est donné en page suivante. Les résultats obtenus pour la direction et la vitesse peuvent être comparés avec les isochrones de l'événement tels que présentées dans la figure 21b page 50 du rapport de campagne.

Traitement de l'événement du 1 juin 2003 par la méthode VITD (logiciel BDLAB)

Hyétogrammes des stations au cours de l'événement:

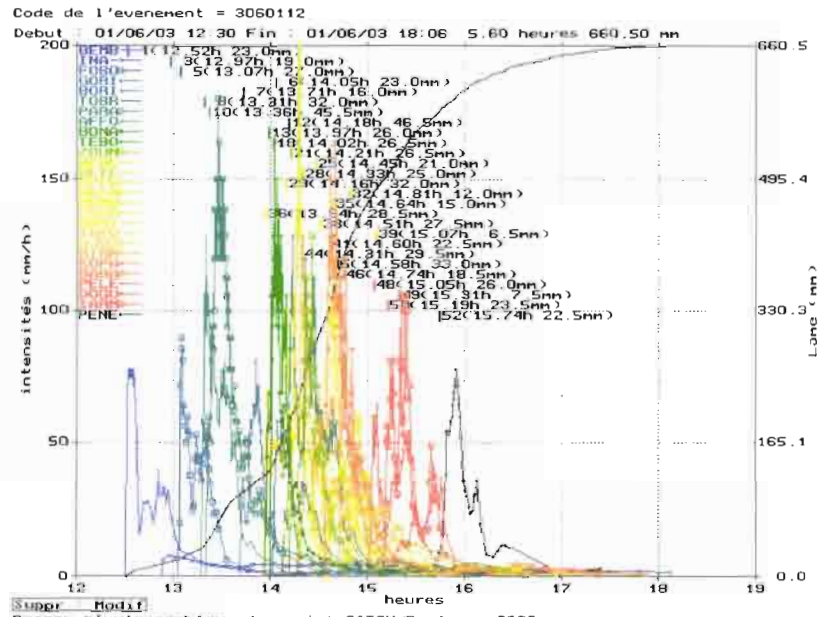
L'ordre des stations correspond à leur localisation en fonction d'une direction NE-SW qui correspond à la direction la plus fréquente des SCME sur cette région.

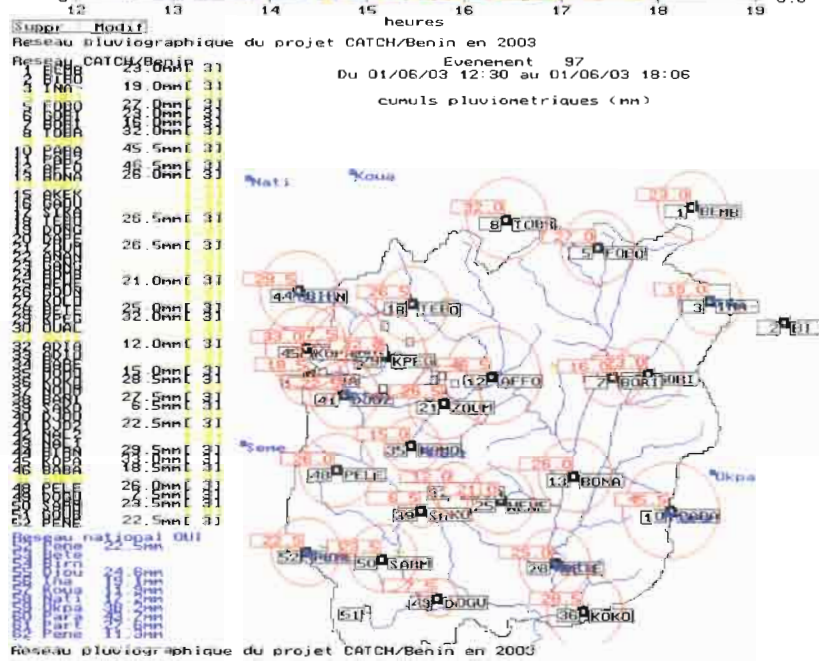
Répartition des pluies:

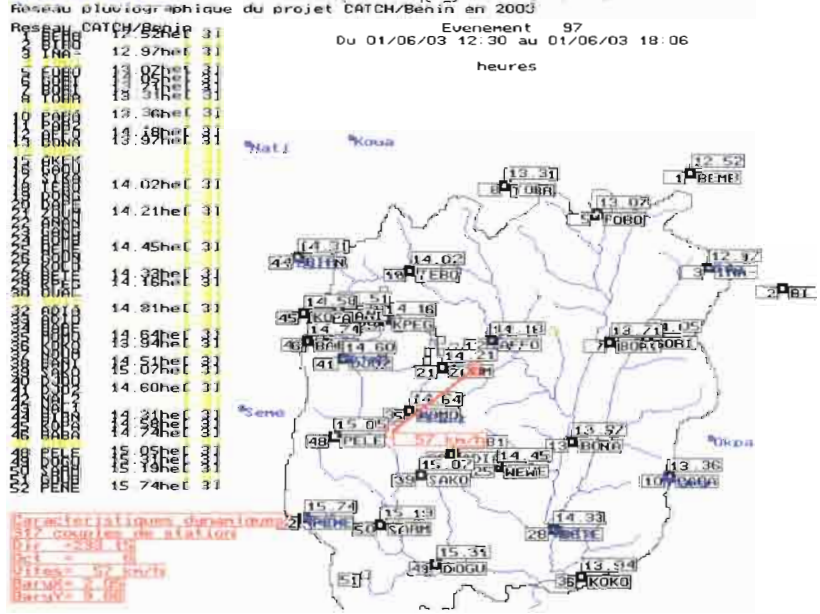
Les pluies sont réparties de façon homogène sur l'ensemble de l'OHHVO.

Caractéristiques dynamiques de l'événement par la méthode VITD:

La direction dominante correspond à l'angle 233° (octant 6) soit SW. La vitesse est de 57 km/h. Ces paramètres ont été établis à partir de 317 couples de stations.







ANNEXE 4
Méthode du « hyétogramme réseau optimal» pour la détermination de la direction et de la vitesse des événements pluvieux à partir d'un réseau de pluviographes enregistreurs

Objectifs :

Certains événements pluvieux présentent à des échelles spécifiques des dynamiques spatio-temporelles leur permettant de leur attribuer une direction et une vitesse. Tel est le cas en particulier des Systèmes Convectifs de Méso-Echelle (SCME) observé en Afrique de l'Ouest.

Un réseau dense de pluviographes enregistreurs sur une surface correspondant à la méso-échelle (de l'ordre de 10.000 km²) a permis de caractériser les dynamiques des SCME observés sur le degré de Niamey lors de la campagne EPSAT en milieu sahélien. Un réseau du même ordre et ayant les mêmes objectifs a été mis en place sur l'OHHVO dans le cadre du projet CATCH en zone soudanienne.

Les méthodes utilisées jusqu'alors pour obtenir les directions et les vitesses des événements en fonction de ces réseaux pluviographiques telle par exemple la méthode VITD exposée en annexe 3 donnent des résultats satisfaisants tant que les événements présentent une dynamique spatio-temporelle nettement marquée et qu'aucune erreur ne vient perturber les données d'une ou a fortiori plusieurs stations. En revanche si tel n'est pas le cas, les résultats sont fortement biaisés. Par rapport à ces méthodes qui ont le désavantage d'être sensibles aux erreurs de mesure et à la clarté du phénomène étudié, nous avons cherché à déterminer une méthode plus robuste dîtes méthode du « hyétogramme réseau optimal».

Principe de la méthode du hyétogramme réseau optimal :

Une hypothèse dynamique sur un événement pluvieux présentant une structure spatio-temporelle simple suppose la définition d'une direction (D) et d'une vitesse (V) constantes. Une fois définis ces deux paramètres, il est possible de calculer le décalage en temps (Dt) des hyétogrammes de chaque station par rapport à la dynamique globale telle qu'elle peut être observée par le réseau.

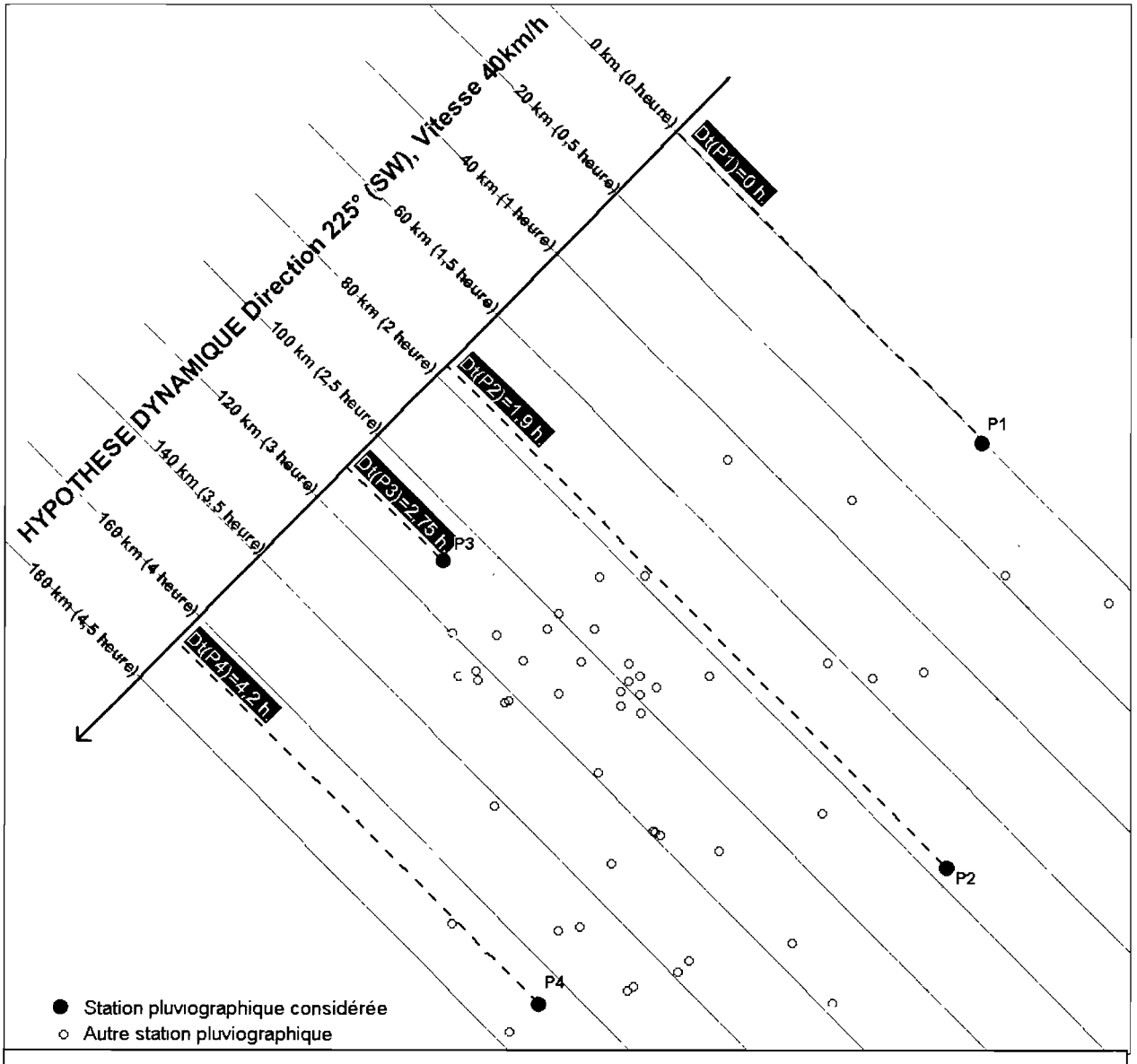
Considérons l'exemple ci-dessous (figure 1). Le réseau comporte 4 stations pluviographiques P1, P2, P3 et P4 considérées par rapport à un événement pluvieux supposé se déplacer vers le sud-ouest à une vitesse de 40 km/h. La première étape consiste à projeter les coordonnées des stations sur l'axe correspondant à la direction de l'événement, l'origine de l'axe correspondant à la première station touchée par l'événement (en l'occurrence P1) et normé en fonction de la vitesse de l'événement. Ceci permet de calculer le décalage en temps pour chaque station ($Dt(P_i)$) : 0 heure pour P1, 1,9 heures pour P2, 2,75 heures pour P3 et 4,2 heures pour P4.

Ces décalages en temps Dt vont permettre de passer à l'étape 2 soit la constitution du hyétogramme « réseau » intégrant les hyétogrammes de toutes les stations. Supposons que les hyétogrammes observés sur les 4 stations soient tels que présentés sur la figure 2. Les hyétogrammes des 4 stations sont modifiés en fonction des décalages en temps (T-Dt) puis moyennés pour établir le hyétogramme réseau (figure 3). Reste à définir un critère ou un score (*scoring factor*) permettant de déterminer la pertinence des hypothèses dynamiques de direction et de vitesse. Ce score doit refléter le fait que les hyétogrammes des stations sont chronologiquement cohérent après la prise en compte des décalages en temps, ce fait étant globalement fourni par le hyétogramme réseau. Pour l'instant, le score correspondra à la valeur maximale de pluie observée sur le hyétogramme réseau en l'occurrence 32,5 mm/5minutes. D'autres scores pourraient être utilisés, par exemple maximum en 30 minutes.

L'étape 3 consiste à calculer, ce score pour toutes les hypothèses possibles dans toutes les directions et dans une gamme de vitesses prédéfinies (5 à 100km/h). Sur l'exemple ci-dessous, l'hypothèse présentée (direction SW, vitesse 40 km/h) permet d'obtenir le meilleur score. Le hyétogramme réseau optimal (HRO) est donc celui présenté en figure 3.

La figure 4 illustre l'application de la méthode HRO sur l'événement du 1er juin 2003 sur l'OHHVO. Cet événement se caractérise par une structure d'ensemble simple avec des paramètres dynamiques globaux significatifs. Pour cet événement les résultats obtenus avec la méthode VITD sont proches de ceux donnés avec la méthode VITD (octant 6 (233°) c'est à dire SW, vitesse 57 km/h).

Dans l'exemple de l'événement du 22 septembre 2003 (figure 5), nous avons à faire à une structure plus complexe s'organisant en plusieurs lignes de pluies de fortes intensités (convectives). En ce cas la méthode VITD ne peut fournir de résultats fiables alors que ceux obtenus avec la méthode HRO présentent une cohérence d'ensemble satisfaisante.



Calcul du décalage en temps des stations pluviographiques en fonction d'une hypothèse sur la dynamique de l'événement pluvieux supposé de direction et de vitesse constantes

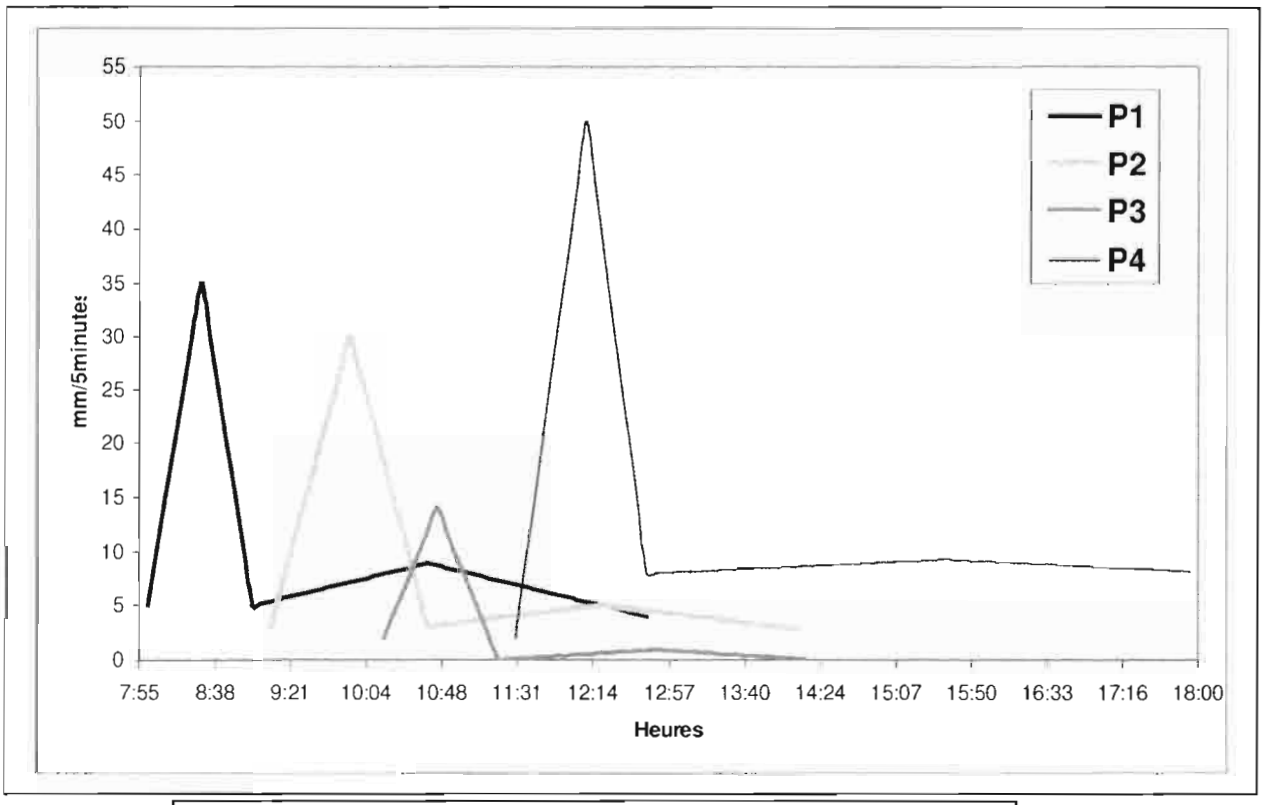


Figure 2 : **Hyétogrammes des 4 stations P1, P2, P3 et P4**

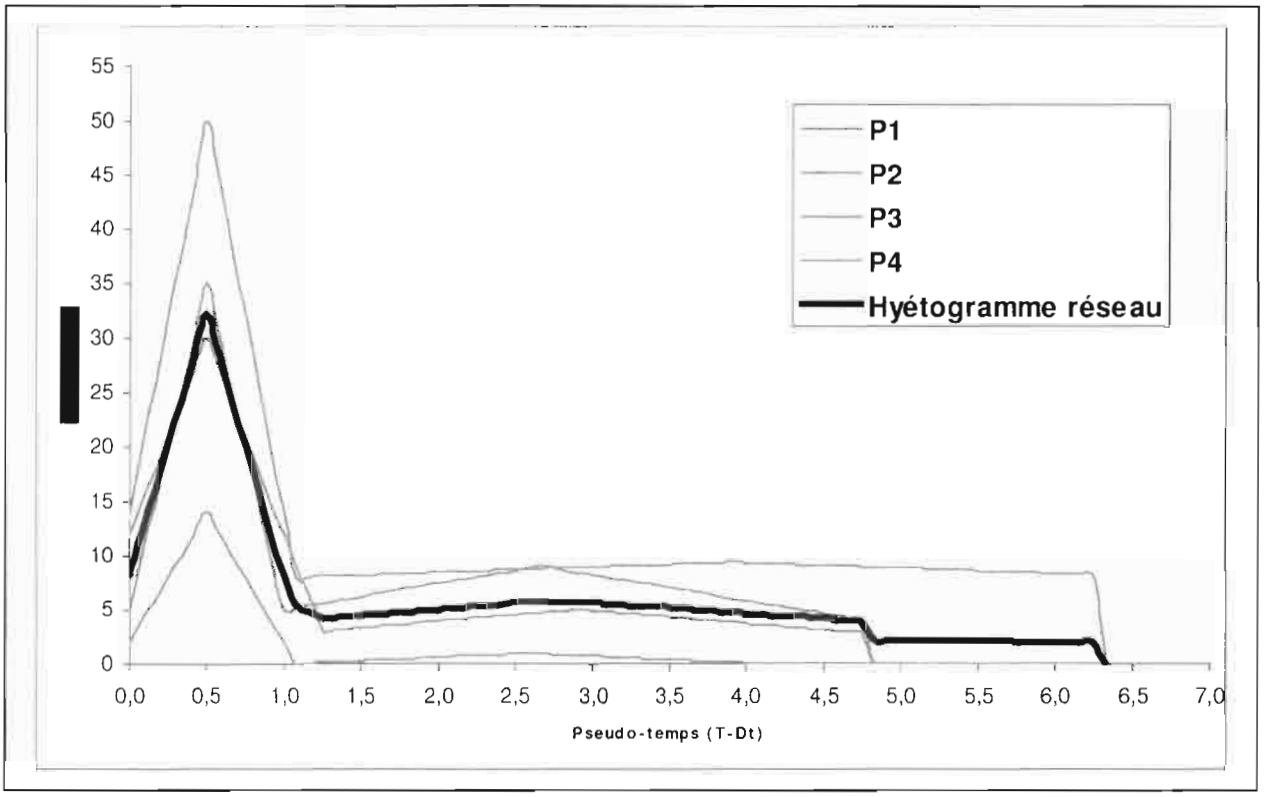
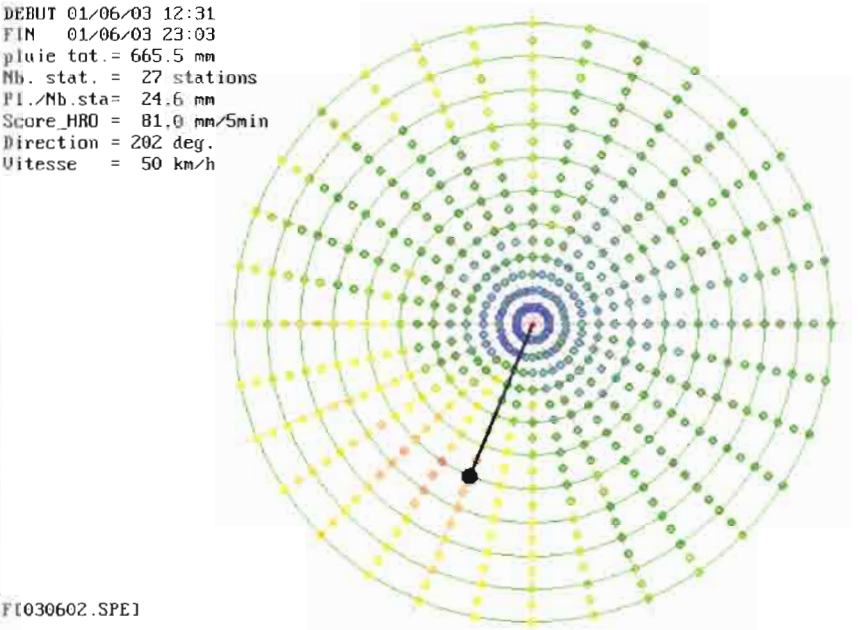


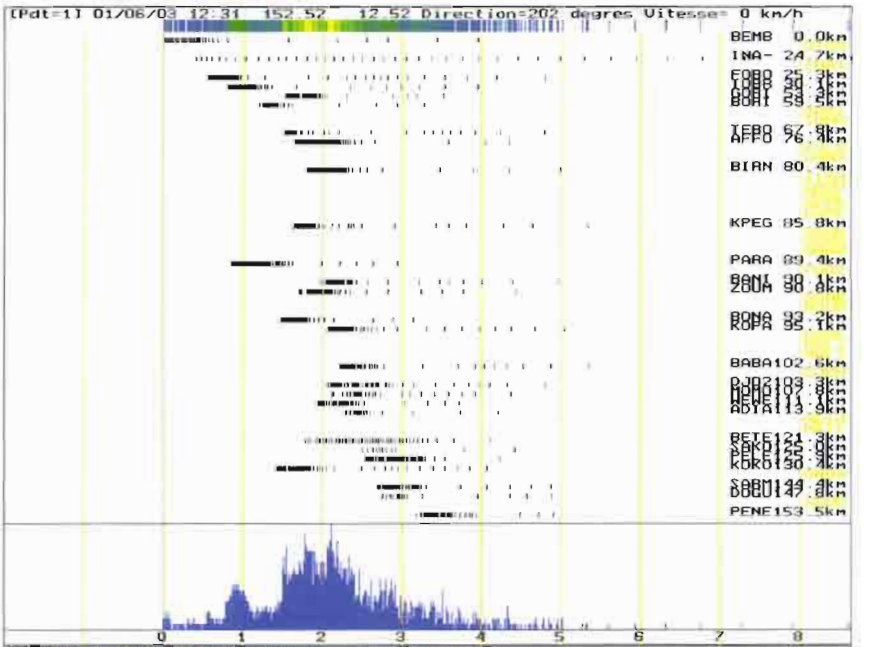
Figure 3 : Hyétogramme réseau établi à partir des 4 hyétogrammes stationnels en fonction de l'hypothèse dynamique direction SW, vitesse 40km/h

Figure 4 : l'événement du 1er juin 2003 (27 stations touchées avec 24,6 mm de pluies en moyenne)

Recherche du hyétogramme réseau optimal :
Ci-contre, le diagramme directionnel indique le score des hyétrogrammes « réseau » obtenus pour les différentes combinaisons de direction et de vitesse. Les directions sont testées de 11,25 en 11,25°, la direction 0° correspondant au nord et augmente dans le sens des aiguilles d'une montre. Les cercles concentriques représentent les vitesses de 10 en 10 km/h, les vitesses étant testées de 5 en 5 km/h entre 5 et 90 km/h. La couleur des ronds correspond à la valeur du score : les valeurs faibles sont en bleu, les valeurs fortes en rouge. Le meilleur score indiquant le hyétogramme réseau optimal (Score_HRO) est indiqué par le trait noir pointé. Pour l'événement du 1 juin 2003, il correspond à la direction 202° (S-SW) et à la vitesse de 50 km/h.



Hyétogrammes des stations en fonction de la direction optimale de l'événement (202°) :
Cette représentation permet d'avoir une vision d'ensemble de l'organisation spatiale et chronologique de l'événement. L'ordre des stations correspond à leur position par rapport à la direction supposée de l'événement. Pour la direction 202°, la première station touchée est Bembéréké (BEMB) alors que la dernière station touchée est Pénéssoulou (PENE). Le kilométrage indiqué correspond à la distance par rapport à l'origine (en l'occurrence Bembéréké) et en fonction de la direction (202°). Cette distance combiné à la vitesse supposée de l'événement (50km/h) permet de calculer le décalage en temps Dt des événements observés à chacune des stations. Le fait de retrancher les Dt aux temps observés permet de synchroniser toutes les stations et d'établir le hyétogramme réseau optimal.



Le hyétogramme réseau optimal :
Après synchronisation des hyétogrammes des stations, le hyétogramme réseau est obtenu en faisant la somme de ces derniers. Le hyétogramme réseau correspondant à la combinaison direction/vitesse optimale (202°, 50km/h) est représenté sous la forme d'un diagramme en bas de la figure ci-contre.
La plupart des stations sont chronologiquement cohérentes avec ce diagnostic global à l'exception des stations situées au sud-est de l'OHHVO (surtout Koko et Parakou, dans une moindre mesure Bétérou et Bonazuro). Les caractéristiques dynamiques de l'événement ainsi que la forme du hyétogramme réseau suggère que cet événement est un Système Convectifs mobile de Méso-échelle (SCME). En ce cas, le pic principal des pluies correspond à la partie convective suivi par les pluies de la traîne de faible intensité.

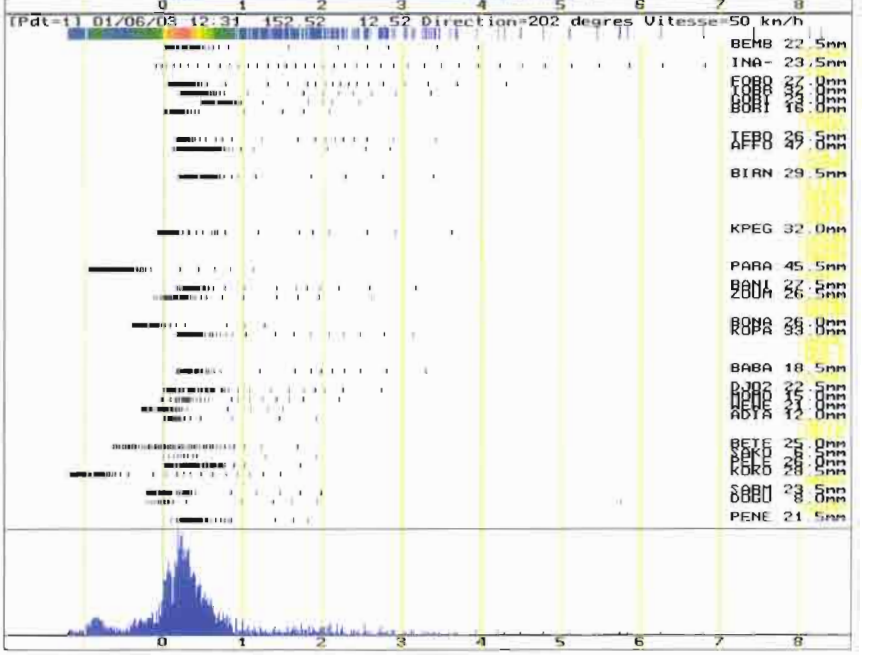
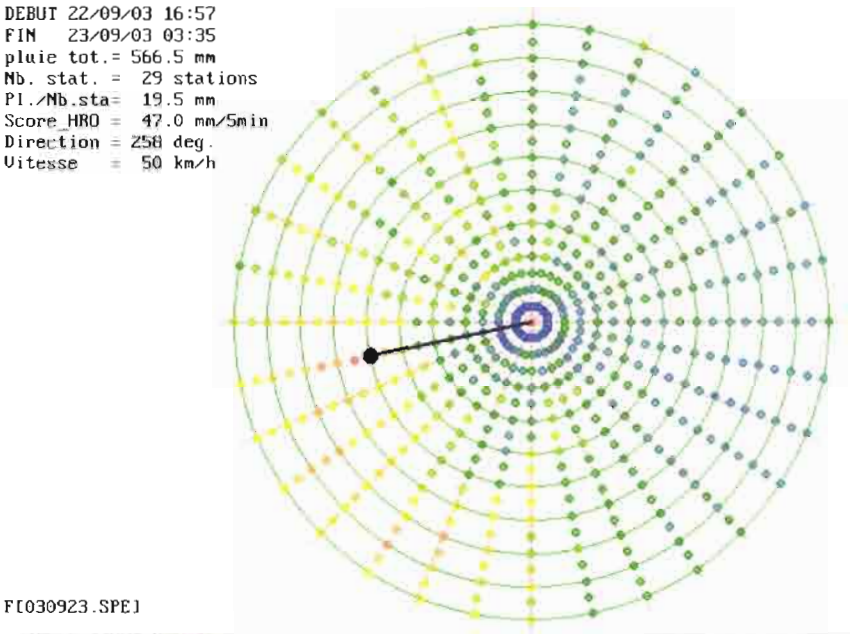


Figure 5: Evènement du 22 septembre 2003 (29 stations touchées avec 19,5 mm de pluies en moyenne)

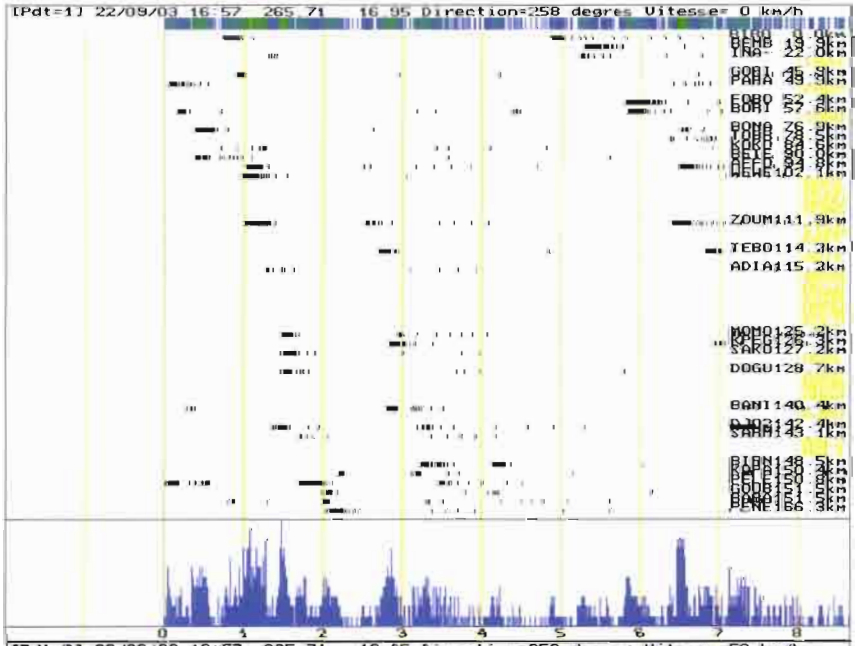
Recherche du hyétogramme réseau optimal :

Pour l'événement du 22 septembre 2003, il correspond à la direction 258° (W-WSW) et à la vitesse de 50 km/h. Sa dynamique est donc proche de celle du 1 juin 2003.



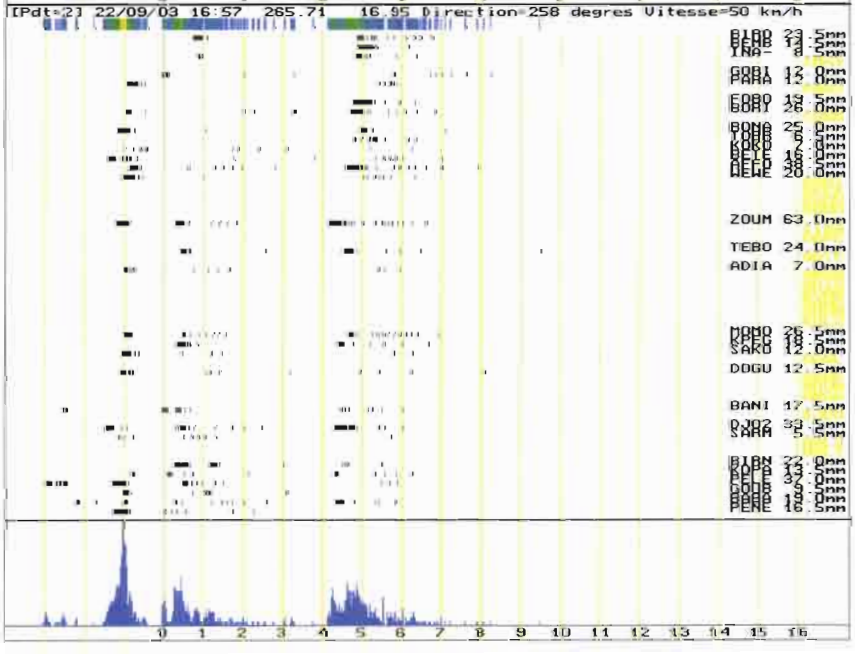
Hyétogrammes des stations en fonction de la direction optimale de l'événement (258°) :

Cet événement paraît composite puisqu'il comporte plusieurs vagues de pluies touchant plus ou moins l'ensemble des stations.



Le hyétogramme réseau optimal :

Ce graphique confirme l'organisation d'ensemble de cet événement en trois vagues successives se traduisant par des pic de pluies sur le hyétogramme réseau optimal. La concomitance des stations des trois vagues suggère que ces trois éléments ont sensiblement la même dynamique. On peut cependant noter que la désynchronisation d'ensemble de la troisième averse pourrait s'interpreter comme relative à une vitesse plus grande ou une direction différente de composante SW.

Au niveau stationnel, la structure en trois averses successivement n'est bien marqué que sur les stations de Djougou (DJO2) et de Zoumboumbani (ZOUM).

L'interprétation de cet événement composite en tant que SCME n'est pas certaine mais ne peut être écartée a priori.