

Tableau 38. Bassin versant de la Seybouse - Résultats du calcul des L-moments

Station	Code	N°	N	β_0	β_1	β_2	β_3	l_1	l_2	l_3	l_4	L_{-Cv}	L_{-Cs}	L_{-Ck}
Annaba ONM	Ann	20	39	50,70	31,46	23,35	18,79	50,70	12,22	2,09	2,03	0,24	0,17	0,17
Berriche	140103	21	34	32,64	19,44	14,15	11,23	32,64	6,25	0,89	0,75	0,19	0,14	0,12
Ksar Sbahi	140104	22	35	36,80	22,78	16,91	13,59	36,80	8,76	1,60	0,91	0,24	0,18	0,10
Aioun Seterra	140105	23	35	34,65	20,75	15,03	11,85	34,65	6,84	0,37	0,24	0,20	0,05	0,04
Ain Babouche	140109	24	34	39,05	24,51	18,18	14,58	39,05	9,96	1,11	1,11	0,26	0,11	0,11
Terraguelt	140115	25	34	35,31	20,36	14,70	11,65	35,31	5,42	1,36	0,93	0,15	0,25	0,17
Ain Makhlouf	140205	26	38	46,58	29,16	21,63	17,36	46,58	11,73	1,43	1,59	0,25	0,12	0,14
Bordj Sabath	140302	27	34	50,06	30,03	22,08	17,73	50,06	9,99	2,41	2,33	0,20	0,24	0,23
Ras EL Akba	140309	28	37	54,99	33,11	24,22	19,32	54,99	11,23	1,64	2,22	0,20	0,15	0,20
Medjez Amar	140313	29	30	49,98	29,47	21,28	16,81	49,98	8,96	0,81	1,56	0,18	0,09	0,17
Heliopolis	140403	30	38	54,00	33,69	25,13	20,26	54,00	13,38	2,68	1,44	0,25	0,20	0,11
Guelma-Lycée	140412	31	36	47,25	28,53	20,93	16,72	47,25	9,80	1,65	1,72	0,21	0,17	0,18
Hammam N'bails	140503	32	38	56,08	33,42	24,42	19,49	56,08	10,76	2,05	2,24	0,19	0,19	0,21
Boucheouf	140505	33	38	52,25	31,79	23,56	18,95	52,25	11,33	2,87	1,40	0,22	0,25	0,12
Nechmaya	140605	34	38	56,11	34,42	25,29	20,19	56,11	12,74	1,31	2,05	0,23	0,10	0,16
Ain Berda	140606	35	38	51,60	31,96	23,83	19,24	51,60	12,32	2,84	1,85	0,24	0,23	0,15
Boukhamouza	140607	36	38	58,11	36,49	27,47	22,34	58,11	14,87	3,99	2,45	0,26	0,27	0,16
Kef Mourad	140611	37	37	56,50	34,79	25,93	20,97	56,50	13,09	3,34	2,35	0,23	0,26	0,18
Pont Bouchet	140631	38	32	54,13	33,51	25,00	20,22	54,13	12,89	3,11	2,24	0,24	0,24	0,17
Mcht Cheikh Rabeh	140113	39	35	33,02	20,19	14,92	11,96	33,02	7,37	1,38	0,98	0,22	0,19	0,13
Guelma-ONM	Guel	40	22	54,80	35,79	27,85	23,24	54,80	16,78	7,18	3,92	0,31	0,43	0,23

Tableau 39. Bassin versant du Kébir-Rhumel - Résultats du calcul des L-moments

Station	Code	N°	N	β_0	β_1	β_2	β_3	l_1	l_2	l_3	l_4	L_{-Cv}	L_{-Cs}	L_{-Ck}
Belaa	100302	41	39	37,61	22,90	16,83	13,43	37,61	8,19	1,21	0,78	0,22	0,15	0,10
Ouled Rahmoune	100508	42	36	41,20	27,92	21,87	18,32	41,20	14,65	4,85	4,37	0,36	0,33	0,30
Hamala	100703	43	39	63,21	37,65	27,58	22,08	63,21	12,08	2,83	2,76	0,19	0,23	0,23
Constantine ANRH	100410	44	40	43,02	24,98	17,81	13,84	43,02	6,94	0,04	-0,99	0,16	0,01	-0,14
Bir el Arch	100306	45	36	35,53	21,99	16,49	13,42	35,53	8,45	2,51	2,23	0,24	0,30	0,26
Bir Drimil	100411	46	23	29,25	16,75	11,94	9,38	29,25	4,25	0,37	1,29	0,15	0,09	0,30
Fourchi	100511	47	38	42,87	27,89	21,39	17,63	42,87	12,90	3,89	2,71	0,30	0,30	0,21
El Milia	100706	48	36	77,27	48,28	36,32	29,62	77,27	19,28	5,54	4,75	0,25	0,29	0,25
Constantine ONM	Const	49	39	45,04	27,90	21,07	17,20	45,04	10,76	4,02	1,86	0,24	0,37	0,17
Chelghoum Laid	100312	50	31	31,85	19,20	14,11	11,28	31,85	6,56	1,29	0,95	0,21	0,20	0,15
Ain Fakroun	100503	51	33	37,84	23,84	17,82	14,42	37,84	9,84	1,73	1,97	0,26	0,18	0,20
Ouled Naceur	100527	52	24	21,74	13,96	10,62	8,68	21,74	6,17	1,71	0,81	0,28	0,28	0,13
Ouled Massaouda	100708	53	36	97,53	57,32	41,67	33,15	97,53	17,11	3,64	3,13	0,18	0,21	0,18
Settara	100711	54	33	70,32	41,90	30,57	24,32	70,32	13,48	2,36	1,61	0,19	0,18	0,12

Tableau 40. Bassin versant de la Medjerda-Mellegue – Résultats du calcul des L-moments

Station	Code	N°	N	β_0	β_1	β_2	β_3	l_1	l_2	l_3	l_4	L-Cv	L-Cs	L-Ck
Souk Ahras-Subd	120101	55	39	49,16	29,38	21,32	16,89	49,16	9,59	0,80	1,61	0,20	0,08	0,17
Ain Seynour	120103	56	38	66,57	40,64	29,91	23,84	66,57	14,71	2,20	0,61	0,22	0,15	0,04
Khemissa	120104	57	37	49,26	30,59	22,74	18,27	49,26	11,93	2,16	1,02	0,24	0,18	0,09
Ain Dalia	120125	58	20	54,31	33,84	24,87	19,71	54,31	13,37	0,53	-0,28	0,25	0,04	-0,02
Meskiana	120201	59	39	33,70	20,93	15,61	12,60	33,70	8,15	1,83	1,09	0,24	0,22	0,13
Ain Dhalaa	120202	60	39	36,53	22,64	16,83	13,54	36,53	8,74	1,69	1,01	0,24	0,19	0,12
Tébessa APC	120301	61	39	40,09	24,92	18,67	15,12	40,09	9,75	2,59	1,25	0,24	0,27	0,13
Boukhadra	120302	62	39	43,80	25,94	18,86	14,97	43,80	8,08	1,34	1,06	0,18	0,17	0,13
Bekkaria	120307	63	37	41,30	26,48	20,25	16,71	41,30	11,66	3,92	3,11	0,28	0,34	0,27
Mecht Ouled Hamza	120317	64	35	41,77	27,35	20,77	16,93	41,77	12,92	2,34	1,74	0,31	0,18	0,13
Ouenza	120401	65	39	34,90	21,09	15,32	12,11	34,90	7,29	0,26	0,86	0,21	0,04	0,12
El Aouinet	120402	66	39	38,61	23,01	16,83	13,44	38,61	7,40	1,53	1,51	0,19	0,21	0,20
M'daourouch	120403	67	39	36,07	21,17	15,26	12,04	36,07	6,28	0,57	1,09	0,17	0,09	0,17
Mesloula	120405	68	37	34,68	20,98	15,54	12,56	34,68	7,28	2,06	2,08	0,21	0,28	0,29
Ras el Aioun	120501	69	35	38,53	23,40	17,23	13,78	38,53	8,28	1,48	1,13	0,21	0,18	0,14
El Kouif	120504	70	37	35,88	23,16	17,56	14,31	35,88	10,44	2,31	1,42	0,29	0,22	0,14
Saf-Saf	120517	71	37	26,93	18,97	15,05	12,60	26,93	11,01	3,38	1,39	0,41	0,31	0,13
Souk Ahras ONM	Skahr	72	23	52,74	31,09	22,59	17,92	52,74	9,43	1,76	0,97	0,18	0,19	0,10
Tébessa ONM	Teb	73	37	39,90	24,51	18,15	14,57	39,90	9,12	1,71	1,21	0,23	0,19	0,13

A partir des résultats des tableaux ci-dessus, on a établi les diagrammes des L-moments qui sont une représentation graphique des L_{-CK} (ou τ_4) en fonction du L_{-Cs} (ou τ_3) afin de choisir la (ou les) loi (s) de distribution la (ou les) plus adéquate (s) pour le calcul des quantiles. Ces graphiques ont été tracés, à l'aide du logiciel *MATLAB*, pour les quatre lois de distribution (Valeurs Extrêmes Généralisées, Log-normales à 3p, Gamma à 3p et Log-Pearson 3) dont les valeurs théoriques de L_{-Ck} sont obtenues à partir de celles de L_{-Cv} par les relations suivantes (Hosking in Rao et Hamed, 2000) :

$$- GEV : \tau_4 = 0.107001 + 0.11090 \tau_3 + 0.84838 \tau_3^2 - 0.06669 \tau_3^3 + 0.00567 \tau_3^4 - 0.04208 \tau_3^5 + 0.03763 \tau_3^6 \quad (48)$$

$$- Ga-3p \text{ et } LP3 : \tau_4 = 0.1224 + 0.30115 \tau_3^2 + 0.95812 \tau_3^4 - 0.57488 \tau_3^6 + 0.19383 \tau_3^8 \quad (49)$$

$$- LN-3p : \tau_4 = 0.12282 + 0.77518 \tau_3^2 + 0.12279 \tau_3^4 - 0.13638 \tau_3^6 + 0.11368 \tau_3^8. \quad (50)$$

Pour des fins de sélection du modèle, on a porté sur ces diagrammes les points de coordonnées (τ_4, τ_3) représentatifs des pluies journalières maximales de chaque station dans la zone d'étude (Fig. 26).

L'examen de ce graphique montre qu'il n'y a pas de distribution particulière qui peut être utilisée pour le calcul des fréquences. Dans le but de raffiner l'analyse, les diagrammes des L-moments sont tracés pour chaque bassin versant. Les points numérotés de 1 à 19 représentent le bassin des côtiers constantinois (Fig. 27), de 20 à 40 le bassin de la Seybouse (Fig. 28), de 41 à 54 le bassin du Kébir-Rhumel (Fig. 29) et enfin de 55 à 73 le bassin de la Medjerda-Mellegue (Fig. 30).

La répartition des points autour des diagrammes montre une convergence vers le point d'intersection des courbes représentatives des lois théoriques d'où la difficulté d'opter pour une loi de probabilité particulière, parmi les quatre lois sus indiquées, pour modéliser la distribution des fréquences des pluies journalières maximales au niveau du Nord-est algérien. Par conséquent, les quantiles des pluies journalières maximales sont estimés, par ordre de priorité, par :

- la valeur moyenne des quantiles issus des 4 modèles probabilistes pour les stations regroupées autour des graphiques,

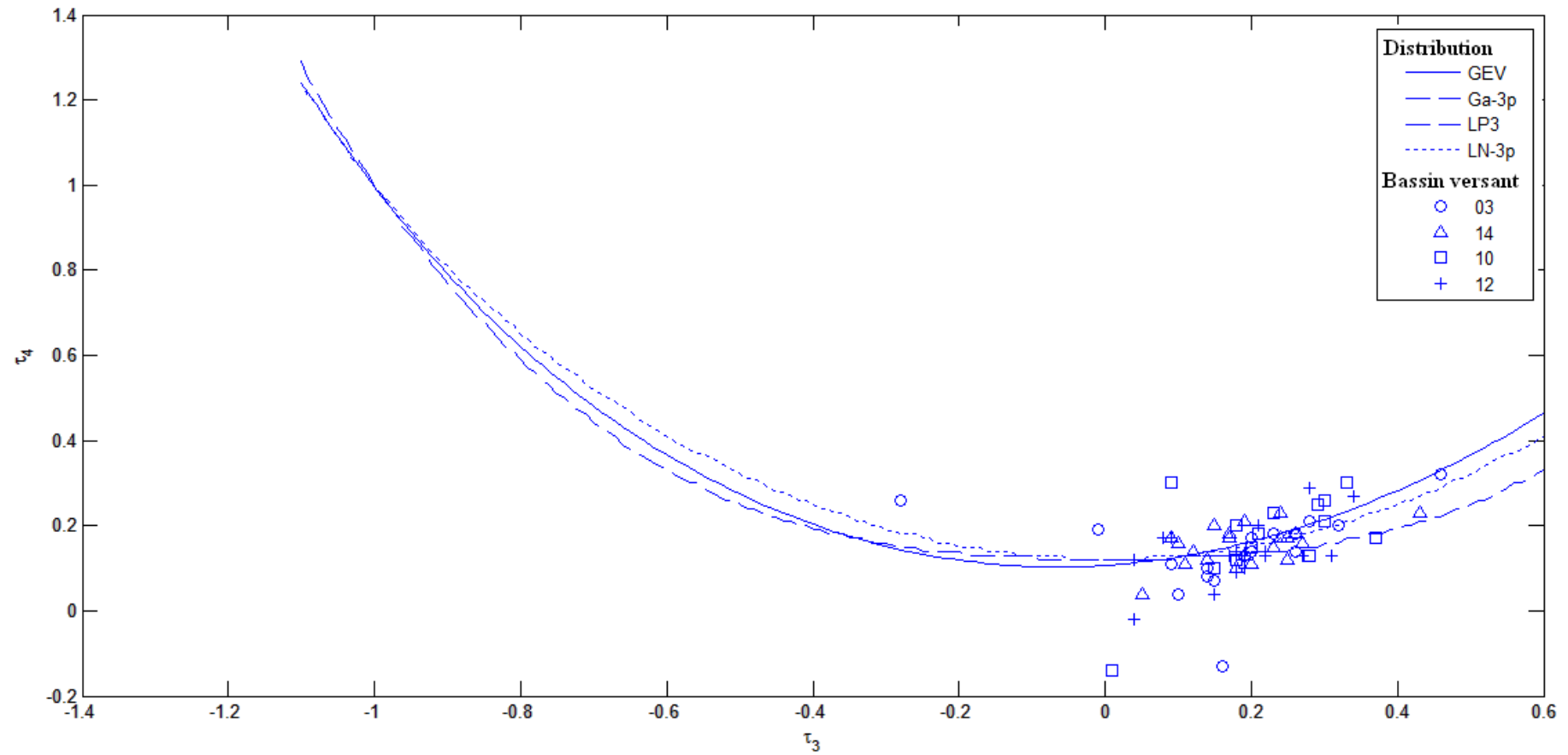


Fig. 26. Diagramme des L-moments des pluies journalières maximales du Nord-est algérien

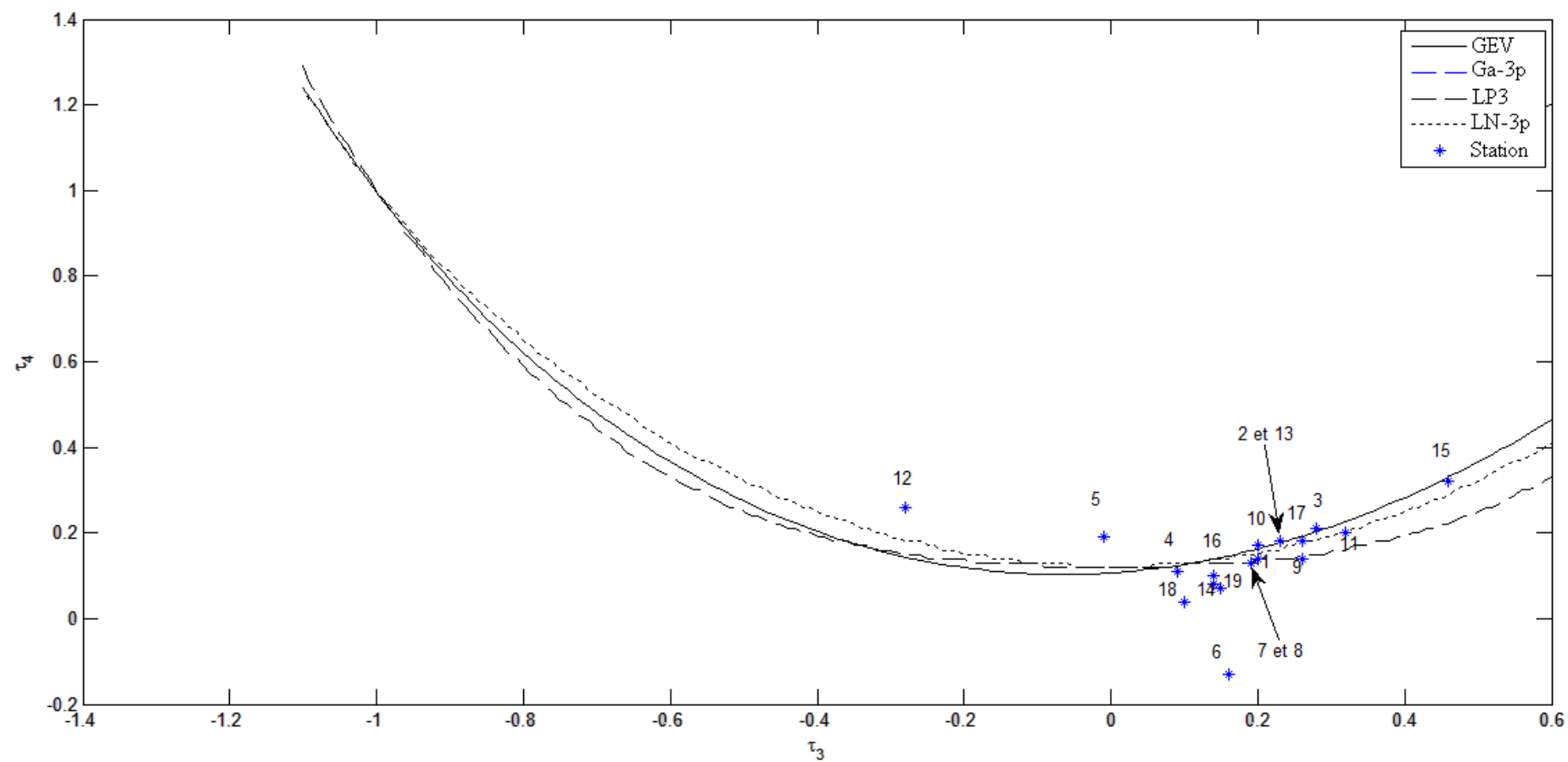


Fig. 27. Bassin des côtiers constantinois- Diagramme des L-moments

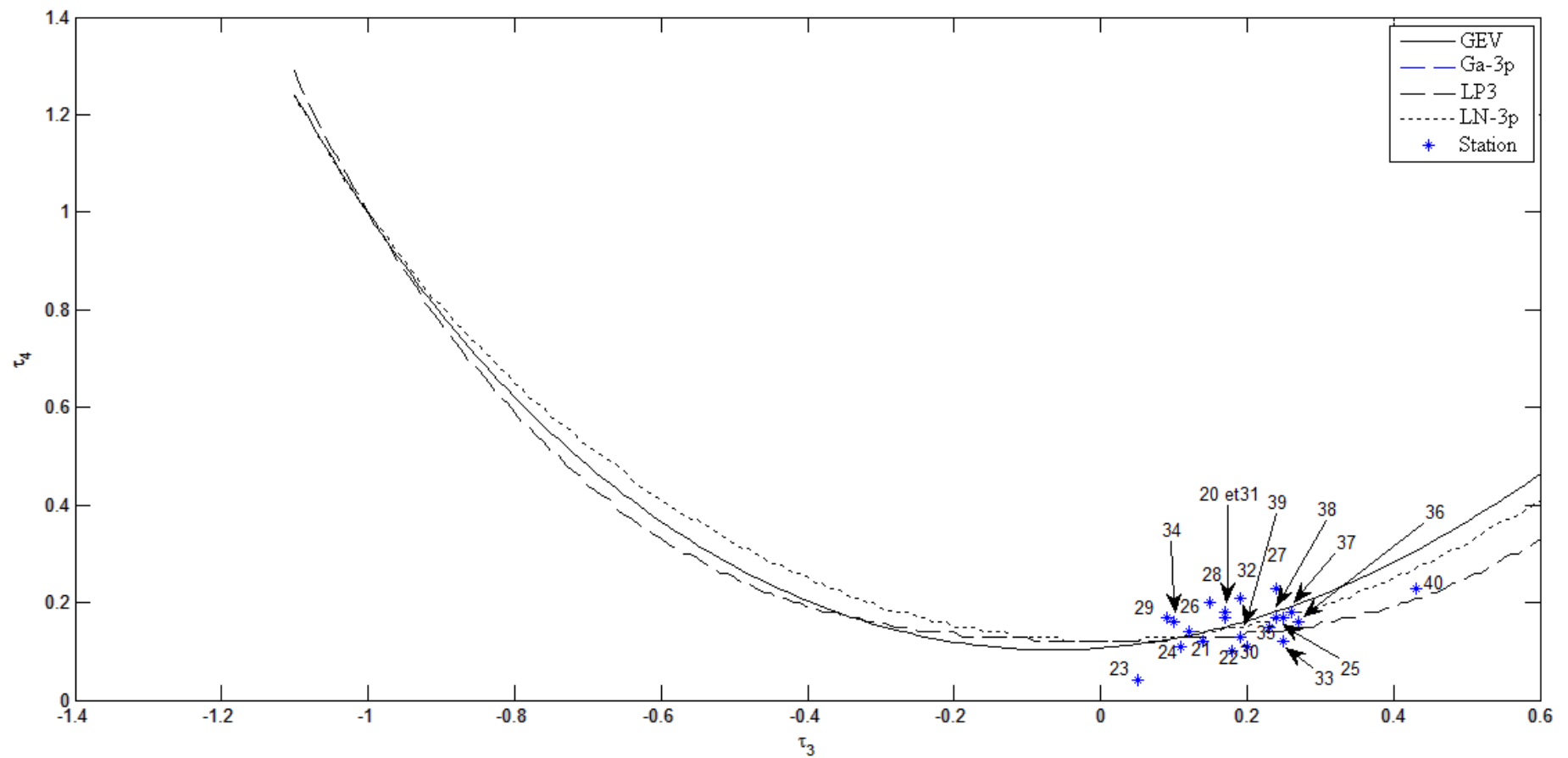


Fig. 28. Bassin de la Seybouse - Diagramme des L-moments

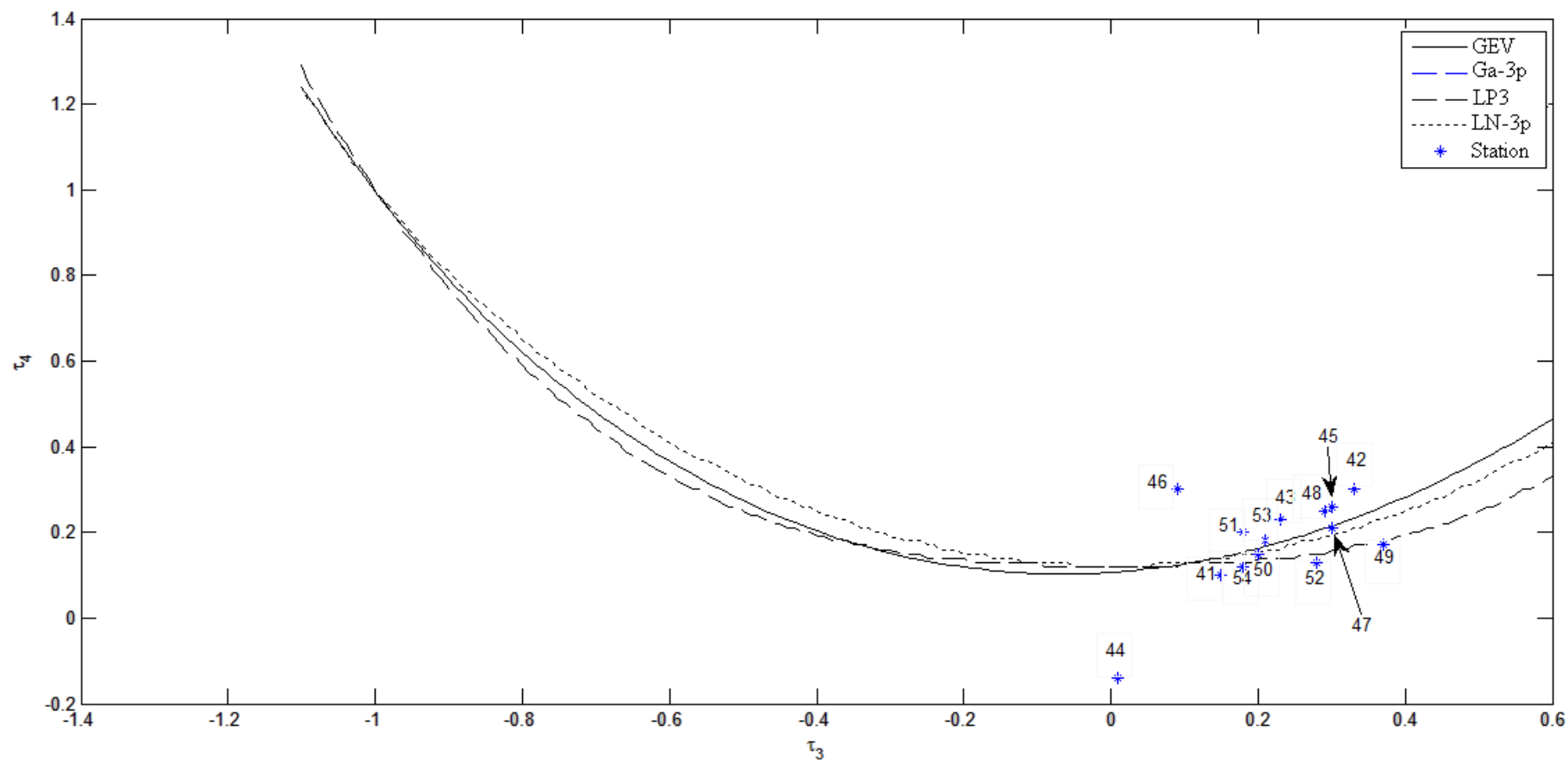


Fig. 29. Bassin du Kébir-Rhumel - Diagramme des L-moments

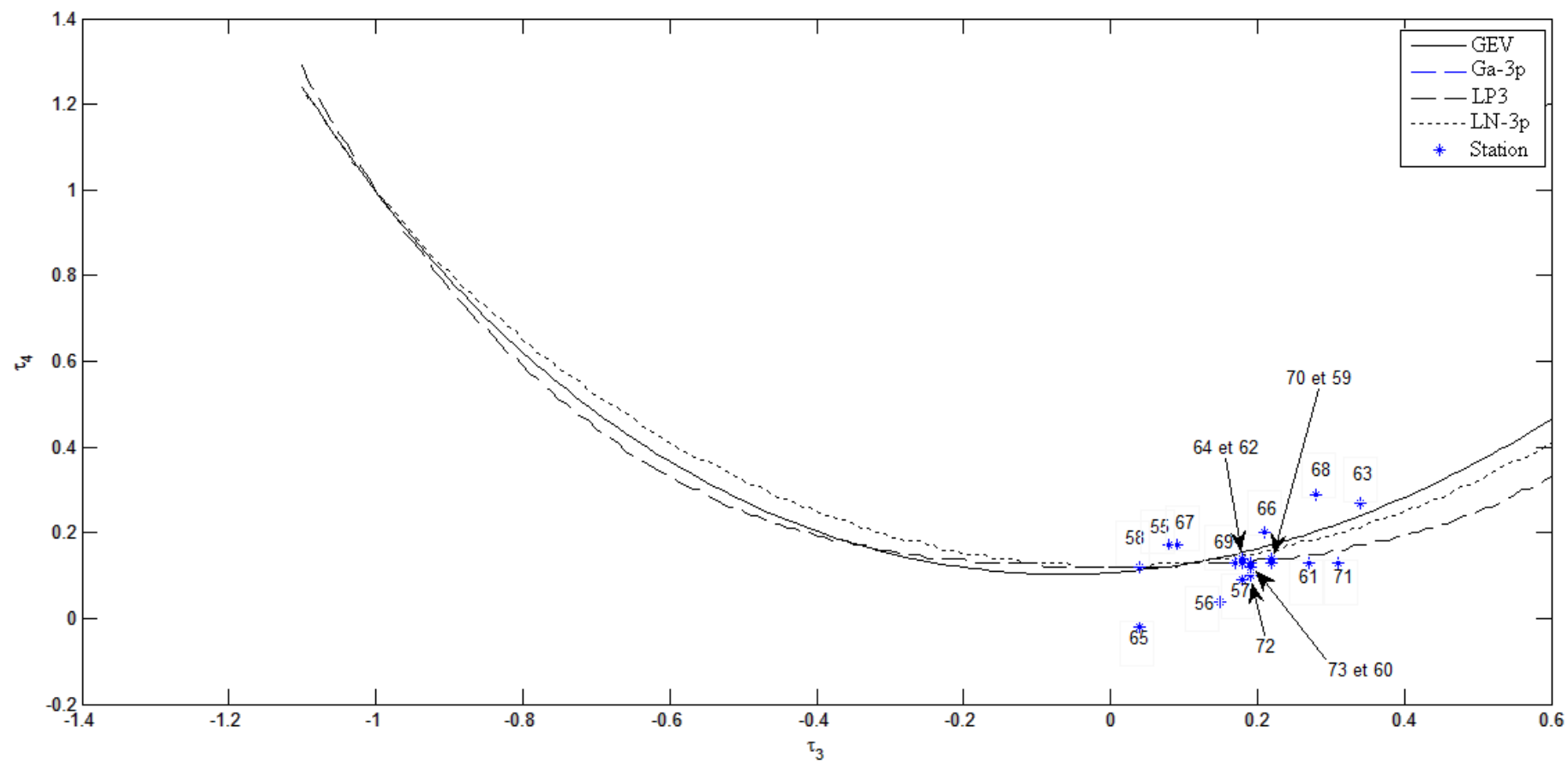


Fig. 30. Bassin de la Medjerda-Mellegue - Diagramme des L-moments

- la loi dont le diagramme des L-moments est le plus proche pour les stations s'écartant du groupe,
- la loi dont la somme des scores obtenus à partir des tests d'adéquation, est maximum pour le reste des stations.

Faut-il noter que dans cette nouvelle classification, l'évaluation des cinq modèles de distribution de probabilité retenus après le premier tri est basée sur le score total. En effet, des scores allant de 1 à 5 sont attribués à chaque modèle de distribution. Le meilleur modèle (le 1^{er} classé par le test) est accordé un score de 5, le suivant est décerné 4 et ainsi de suite, dans l'ordre décroissant. Les rangs globaux de chaque distribution ont été obtenus en additionnant le score individuel de chaque poste pluviométrique. Le tableau ci-dessous illustre la démarche utilisée pour le choix d'une loi de distribution pour quatre stations pluviométriques de chaque grand bassin versant.

Tableau 41. Choix du modèle probabiliste par la méthode du score maximum

Loi de Distribution	Score par test d'adéquation				Modèle retenu
	D	A^2	χ^2	Total	
Station de Belaa					
Valeurs Extrêmes Généralisées	5	3	5	13	GEV
Log-Pearson 3	4	4	2	10	
Log-normale à 3p	2	2	1	5	
Gamma à 3p	3	5	4	12	
Fréchet à 3p	1	1	3	5	
Ain Dhalaa					
Valeurs Extrêmes Généralisées	3	2	4	9	Ga-3p
Log-Pearson 3	4	4	3	11	
Log-normale à 3p	2	3	5	10	
Gamma à 3p	5	5	2	12	
Fréchet à 3p	1	1	1	3	
Cheffia (Bge)					
Valeurs Extrêmes Généralisées	5	5	5	15	GEV
Log-Pearson 3	4	4	4	12	
Log-normale à 3p	2	1	1	4	
Gamma à 3p	1	3	2	6	
Fréchet à 3p	3	2	3	8	
Bordj Sabath					
Valeurs Extrêmes Généralisées	4	5	4	13	FR-3p
Log-Pearson 3	2	3	3	8	
Log-normale à 3p	3	2	2	7	
Gamma à 3p	1	1	1	3	
Fréchet à 3p	5	4	5	14	

Les quantiles estimés par la loi de Fréchet à 3 paramètres, classée première dans moins de 10 % des stations et dont les L-moments théoriques n'existent pas dans la littérature, ont été introduit dans le calcul de la moyenne issue des lois étayées par les diagrammes des L-moments (annexe 4).

Enfin, une fois la décision est prise quant à la loi de distribution adoptée pour chacune des séries pluviométriques de la région d'étude, on a procédé au calcul des quantiles relatifs à des périodes de récurrence allant de 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100 ans. Les résultats de l'AF sont présentés aux tableaux 42 à 46.

Au vue des résultats de l'analyse fréquentielle, il ressort que, dans la zone d'étude, les pluies s'abattent à des intensités très variables. Les pluies décennales évoluent entre 75 mm/j à Berrahal et 145 mm/j à Erraguene (bassin des côtières constantinois), 37 mm/j à Ouled Nacer et 130 mm/j à Ouled Messaouda (bassin du Kébir-Rhumel), 47 mm/j Mesloula et 102 mm/j à Ain Seynour (Bassin de Medjerda-Mellegue), 45 mm/j à Terraguelt et 94 mm/j à Boukhamouza (Bassin de la Seybouse). Les pluies centennales s'étendent entre 50 mm/j à Bir Drimil (bassin du Kébir-Rhumel) et plus de 200 mm/j à Erraguene (Bassin des côtières constantinois) et El Milia (Bassin du Kébir Rhumel). La variabilité, relativement faible dans les bassins côtiers (C_v de l'ordre de 20 %) est d'autant plus marquée que l'on se dirige vers le sud ($40\% \leq C_v \leq 50\%$). Dans le Nord-est algérien, le rapport médian entre les pluies journalières maximales décennales et centennales est de l'ordre de 1,5 à 2.

4. Conclusion

L'intérêt principal de ce chapitre est de trouver un modèle fréquentiel capable de rendre compte de la probabilité d'occurrence des pluies quotidiennes maximales de 74 postes pluviométriques du Nord-est algérien. Sachant que la détermination de la meilleure loi d'ajustement a toujours été délicate et le choix du modèle probabiliste peut être crucial pour l'estimation des précipitations de différentes périodes de retour, plusieurs tests d'appréciation de la qualité de l'ajustement ont été utilisés. Les résultats ont montré qu'aucune loi ne peut être exclusivement utilisée sur l'ensemble du territoire d'étude.

Tableau 42. Fréquence de pluies journalières maximales dans le bassin des Côtiers constantinois

Station	Intervalle de récurrence (T) en années						
	2	5	10	20	25	50	100
Domaine Dehas	59	79	93	107	111	125	139
Amoucha	49	67	80	93	97	110	123
Jijel secteur	64	85	100	116	122	139	158
Texenna	88	118	136	151	156	170	183
Harma	78	100	113	124	127	136	145
Erraguenne	92	123	144	163	169	187	205
Col de fdelous	64	103	119	135	139	154	169
Taher	71	95	112	128	133	150	166
Zardezas	49	75	96	118	126	150	177
Bousnib	51	71	84	96	100	113	125
Ramdane Djamel	45	65	81	98	104	123	144
Bekouche Lakhdar	58	78	93	107	112	127	142
Bouati Mahmoud	51	76	94	111	117	135	153
Ain cherchar	52	67	77	85	88	96	104
Berrahal	46	62	75	89	94	109	126
Cheffia	55	77	92	106	111	125	139
Ain Assel	55	80	98	117	123	143	165
Ain El Karma	59	84	99	114	118	131	143
Skikda-ONM	54	72	84	95	98	109	119

Tableau 43. Fréquence de pluies journalières maximales à la station de Batna

Station	Intervalle de récurrence (T) en années						
	2	5	10	20	25	50	100
Batna	36	48	55	61	63	68	73

Tableau 44. Fréquence de pluies journalières maximales dans le bassin du Kébir-Rhumel

Station	Intervalle de récurrence (T) en années						
	2	5	10	20	25	50	100
Belaa	35	49	57	65	68	76	83
Ouled Rahmoune	33	56	75	96	104	130	161
Hamala	59	75	85	93	96	103	110
Constantine ANRH	41	57	68	80	84	57	111
Bir el Arch	32	46	56	67	70	82	94
Bir Drimil	29	35	39	43	44	48	51
Fourchi	36	58	76	96	102	124	148
El Milia	69	100	124	150	159	189	222
Constantine ONM	69	101	124	149	157	184	212
Chelghoum Laid	30	40	48	56	58	66	74
Ain Fakroun	35	51	62	73	76	87	97
Ouled Naceur	19	29	37	44	47	55	64
Ouled Massaouda	91	114	130	143	148	161	173
Settara	65	88	103	118	123	137	152

Tableau 45. Fréquence de pluies journalières maximales dans la Medjerda-Mellegue

Station	Intervalle de récurrence (T) en années						
	2	5	10	20	25	50	100
Souk Ahras SUBD	48	63	72	79	81	88	94
Ain Seynour	62	87	102	117	121	135	149
Khemissa	45	65	79	92	97	110	123
Ain Dalia	53	74	86	96	99	108	116
Meskiana	31	44	54	63	66	76	86
Ain Dhalaa	34	48	58	67	70	80	89
Tebessa APC	36	53	64	76	80	92	105
Boukhadra	41	55	64	73	76	85	94
Bekkaria	35	54	69	86	91	111	134
Mecht Ouled Hamza	37	59	74	88	92	106	119
Ouenza	35	46	52	58	59	64	68
El Aouinet	36	48	57	65	67	76	84
M'daourouch	35	45	51	57	58	63	67
Mesloul	31	41	47	52	54	59	64
Ras el Aioun	36	49	59	68	71	80	89
El Kouif	31	49	61	74	77	90	103
Saf-Saf	20	39	55	71	77	95	116
Souk Ahras ONM	50	65	75	84	87	96	105
Tebessa ONM	37	52	62	71	74	83	93

Tableau 46. Fréquence de pluies journalières maximales dans le bassin de la Seybouse

Station	Intervalle de récurrence (T) en années						
	2	5	10	20	25	50	100
Annaba ONM	47	65	77	87	90	101	110
Berriche	31	41	48	54	57	63	69
Ksar Sbahi	34	48	58	68	71	80	90
Aioun Seterra	34	45	51	56	57	61	65
Ain Babouche	38	53	62	70	72	78	84
Terraguelt	33	40	45	50	52	56	61
Ain Makhlouf	46	64	73	81	84	91	98
Bordj Sabath	46	62	74	86	90	103	115
Ras EL Akba	53	71	82	92	95	105	114
Medjez Amar	49	62	71	80	82	90	97
Heliopolis	49	71	87	101	106	120	135
Guelma Lycée	45	61	71	80	82	91	99
Hammam N'bails	53	70	82	94	98	108	120
Boucheouf	47	66	80	94	99	114	131
Nechmaya	54	75	87	98	101	111	120
Ain Berda	47	67	81	95	100	114	128
Boukhamouza	52	76	94	113	118	138	159
Kef Mourad	51	73	88	103	109	125	141
Pont Bouchet	49	70	86	102	107	124	142
Mcht Cheikh Rabeh	30	43	51	59	62	70	78
Guelma ONM	46	71	92	115	123	150	180

Etayées par ces différents tests, cinq lois de distribution des probabilités, choisies parmi les modèles classiquement utilisés en hydrologie, notamment la GEV, la LN-3p, la LP3, la Ga-3p et la Fr-3p, ont été retenues ; les résultats du calcul des quantiles étant plus ou moins comparables, d'où la difficulté de se prononcer sur une loi générale pour décrire le régime pluviométrique au niveau du Nord-est algérien. Ainsi les grandeurs des pluies maximales annuelles de 1 jour correspondant à des périodes de retour de 2 à 100 ans ont été estimées par la moyenne arithmétique des résultats de ces modèles dans près de 80% des stations. L'usage d'une loi particulière pour l'estimation des quantiles ne concerne que très peu de stations (annexes 4).

La valeur scientifique et pratique des résultats de ce travail réside dans la gestion des ressources en eau et des risques d'inondation dans les grands bassins caractérisés par des temps de concentration plus lents. Pour les petits bassins versants agricoles et urbains, il est préférable de travailler sur des échelles de temps plus réduites (inférieures ou égales à 24 heures). L'analyse des averses de courtes durées enregistrées au niveau du Nord-est algérien font l'objet du chapitre suivant.

CHAPITRE IV

ANALYSE DES AVERSES - ESSAI DE MODELISATION

1. Introduction

Si les précipitations mensuelles et annuelles dessinent la variation des réserves en eau souterraine sur une période assez longue, l'étude des averses, un des phénomènes causant le caractère extrême de l'écoulement superficiel, présente un double intérêt; le premier, d'ordre hydrogéologique, a trait à la réalimentation des nappes aquifères ; le second est lié aux problèmes des inondations, de l'érosion hydrique et de leurs effets désastreux sur le bien être socio-économique. Autrement dit, la notion d'averse ou précipitation de courte durée est importante en hydrologie. Elle joue un rôle très significatif dans le déclenchement des laves torrentielles, des glissements de terrain et des inondations, par débordement des oueds ou par submersion, qui peuvent être à l'origine des risques tant en milieu urbain que rural. La connaissance de leur distribution spatiale et temporelle est primordiale lorsqu'on veut réaliser des études hydrotechniques ayant trait à la protection contre les crues dévastatrices, au drainage agricole, à l'assainissement urbain et à la correction torrentielle des terrains montagneux dans le cadre de la défense et restauration des sols.

Ce chapitre traite de la construction des courbes *Hauteur-Durée-Fréquence* (HDF) et des courbes *Intensité- Durée- Fréquence* (IDF) pour les stations équipées de pluviographes au niveau du Nord-est de l'Algérie. Ces courbes, expriment les relations entre la lame d'eau précipitée, l'intensité moyenne de pluie, la durée et la période de récurrence (ou fréquence) de l'événement pluvieux sous forme graphique ou analytique. Elles présentent un outil d'aide à la décision dans les différents projets hydrotechniques sus cités. De plus, les résultats de cette étude permettent de trouver des averses types de projet qui fournissent les données d'entrée (input) pour les modèles '*Pluie-Débit*'.

2. Quelques définitions

Pour faciliter la compréhension du texte, il est instructif de définir les principaux termes relatifs à l'analyse des averses. Bien que la terminologie reste encore assez vague dans ce domaine, certains auteurs désignent par averse un ensemble de pluies associées à une même

perturbation météorologique. Dans les problèmes de drainage urbain, le nom d'averse est parfois employé pour une période de fortes pluies continues. Selon Laborde (2009), une averse peut être définie comme étant :

- a- un épisode de durée constante fixée à l'avance, d'origines variables et que la pluie soit continue ou discontinue,
- b- un épisode de durée constante fixée à l'avance, d'origines fixes et que la pluie soit continue ou discontinue,
- c- un épisode de durée constante fixée à l'avance, d'origines variables et pour des pluies continues.

Cet événement pluvieux est enregistré à l'aide d'un pluviographe qui est un pluviomètre comportant un dispositif d'enregistrement des hauteurs de précipitation en fonction du temps. Ce dernier se distingue du pluviomètre en ce sens que la pluie, au lieu de s'écouler directement dans un récipient collecteur, passe d'abord dans un dispositif particulier (réservoir à flotteur, augets, etc.) qui permet l'enregistrement automatique de la hauteur instantanée de précipitation. L'enregistrement est permanent et continu, et permet de déterminer non seulement la hauteur de précipitation, mais aussi sa répartition dans le temps donc son intensité. Quel que soit le type, le pluviographe fournit des diagrammes des hauteurs de précipitations cumulées en fonction du temps appelés pluviogrammes. Avec l'apparition des stations météorologiques automatiques, les données peuvent actuellement être envoyées à un enregistreur numérique qui peut transmettre ces informations à un réseau de distribution d'utilisateurs.

Quels que soit la définition adoptée et le type de pluviographe utilisé, toute averse se caractérise par quatre variables fondamentales qu'il importe de connaître:

- la durée

Elle correspond à l'intervalle de temps durant lequel une pluie ininterrompue ou non est tombée. Elle peut varier de quelques minutes à plusieurs dizaines d'heures et intéresser une superficie allant de quelques kilomètres carrés (orages) à des milliers de km² (pluies cycloniques).

- la hauteur et l'intensité

L'intensité moyenne d'une averse est le rapport de la hauteur de pluie observée (H) à la durée (D) de l'averse. Plutôt que de considérer l'averse entière et son intensité moyenne, on peut

s'intéresser aux intensités observées sur des intervalles de temps au cours desquels on aura enregistré la plus grande hauteur de pluie. On parle alors d'intensité maximale.

Deux types de courbes déduites des enregistrements d'un pluviographe (pluviogramme) permettent d'analyser les averses d'une station : la courbe des hauteurs de pluie cumulée et le hyètogramme. La courbe des pluies cumulées donne en ordonnées, pour chaque instant (t), l'intégrale représentant la hauteur totale de pluie tombée depuis le temps 0 choisi comme origine (généralement le début de l'averse). En chaque point, la pente de la tangente à la courbe des pluies cumulées est égale à l'intensité instantanée de la pluie à l'instant considéré (Fig. 31).

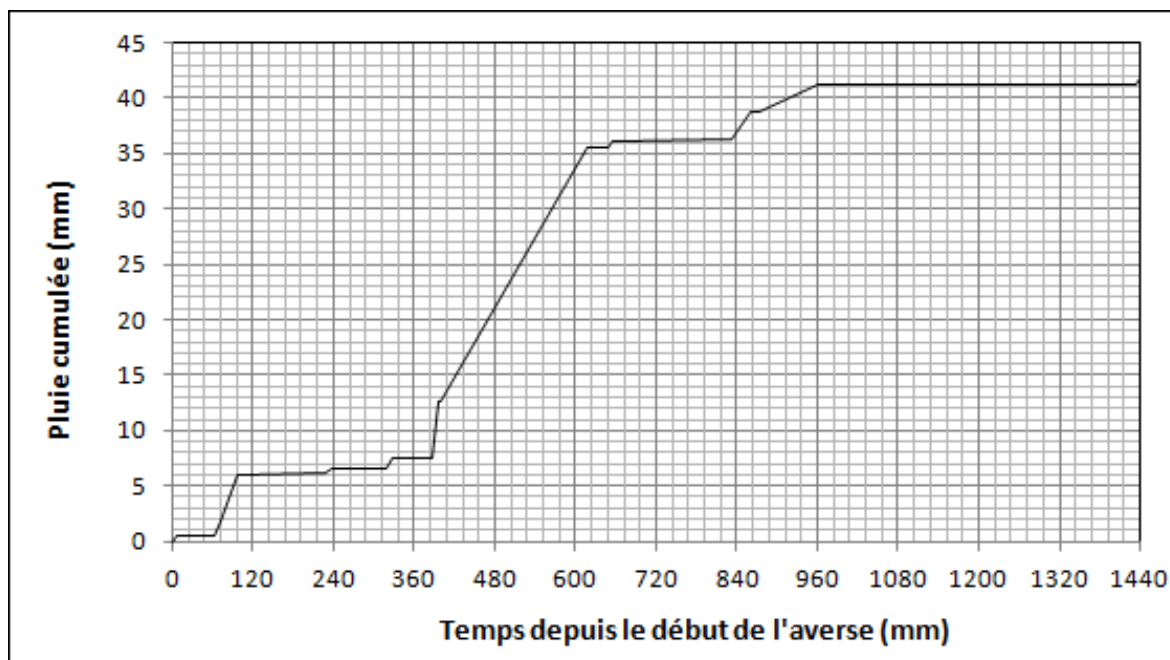


Fig. 31. Courbe des pluies cumulées enregistrées au cours de l'averse du 24 au 25 Mai 1992 à la station de Pont Bouchet.

Le hyètogramme est un graphique en échelons donnant en abscisses le temps écoulé et en ordonnées l'intensité (I), exprimée le plus souvent en mm/h, de la pluie tombée (Fig. 32). Pour construire le hyètogramme, on divise le pluviogramme en un pas de temps Δt le plus petit possible (15 min, 30 min, 1 h, ...). Toutefois, pour analyser les pluies orageuses de courte durée, un pas de temps d'une minute à cinq minutes serait souvent souhaitable voire même indispensable pour mieux représenter la variation de l'intensité des précipitations.

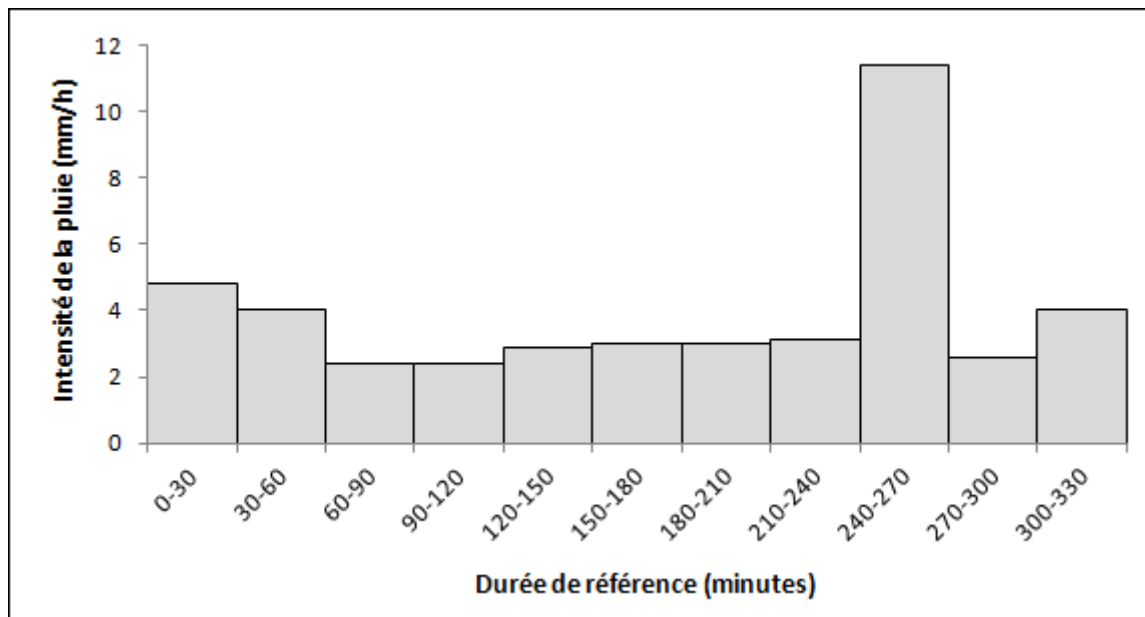


Fig. 32. Hyetogramme afférent à l'averse du 14 Mai 1976 à Guelma.

En pratique on s'intéresse le plus souvent aux intensités moyennes maxima des pluies pour une durée donnée dite "*intervalle de référence*". L'intérêt de cette notion d'intensité moyenne maximale afférente à un intervalle de temps (D) provient de ce que : "A égalité d'intensité, les pluies qui occasionnent le débit maximum en un point donné du réseau d'écoulement sont celles dont la durée de précipitation est au moins égale au temps de concentration du bassin versant (Réménieras, 1980).

- la fréquence

La fréquence correspond à la probabilité d'occurrence d'une averse particulière caractérisée par une durée et une intensité donnée ou les deux à la fois. Connaissant cette probabilité on déduira la durée de retour (ou l'intervalle de récurrence en années) de l'averse en question. Puisque les mesures pluviométriques dans la plupart des régions s'étalent sur des périodes assez courtes, les données statistiques sont extrapolées sur la base de la théorie des probabilités pour permettre d'estimer les pluies dont la durée de retour peut atteindre parfois 100 à 500 années.

- la répartition spatiale de l'averse

Il est souvent nécessaire, pour la prédétermination des crues par exemple, d'étudier, non seulement la répartition des précipitations sur la surface du bassin, mais leur distribution dans le temps au cours de la durée de l'averse. Les données de base de cette analyse sont fournies

par les diagrammes des pluviographes qui permettent d'établir exactement les hyètoigrammes relatifs aux stations correspondantes. La première phase de l'étude consiste à établir pour chaque averse ou tout au moins pour celles qui ont fourni des intensités importantes une fiche comportant les éléments suivants: la ou les cartes isohyètes concernant tout ou partie de la durée de l'averse, les hyètoigrammes relevés aux diverses stations et le hyètoigramme résultant. Chaque carte met en évidence les divers centres de l'averse permettant ainsi de localiser les zones d'intensité maximale de pluie; ces derniers ne se trouvant que très exceptionnellement au droit d'une station pluviométrique.

- l'averse type de projet

Selon, l'organisation mondiale de la météorologie (OMM, 2012), l'averse type de projet est une averse observée ou hypothétique, sur laquelle on se base pour la conception d'un ouvrage hydraulique.

3. Acquisition, mise en forme et construction de la base de données

3.1. Données de base

La recherche de la loi Hauteur-Durée-Fréquence ou Intensité-Durée-Fréquence s'effectue sur la base des enregistrements pluviographiques du réseau pluviométrique de l'ANRH. Les pluviogrammes sont dépouillés par un lecteur de courbes. La digitalisation a été réalisée par la méthode de dépouillement à intensités constantes. Les résultats de cette opération, longue et fastidieuse, sont fournis sous format papier ou numérique (fichier.txt ou fichier.xls). Le tableau 47, extrait du fichier pg_030301.xls relatif aux averses enregistrées à la station de Jijel entre 1984 et 2002, est une forme de présentation numérique des données pluviographiques fournies par le service hydrologique de l'ANRH.

Tableau 47. Dépouillement des épisodes pluvieux du 28 Septembre et du 05 Octobre 1998 à la station de Jijel (code : 30301, latitude : 36.82°N, longitude : 5.77°E, altitude : 5 m)

Code	Episode		Heure	Cumul	Code	Episode		Heure	Cumul
30301	28/9/98	28/9/98	23:45	0	30301	5/10/98	5/10/98	19:03	0
30301	28/9/98	28/9/98	23:55	1,7	30301	5/10/98	5/10/98	19:58	2,2
30301	28/9/98	29/9/98	02:35	6,7	30301	5/10/98	5/10/98	23:45	2,3
30301	28/9/98	29/9/98	04:24	6,9	30301	5/10/98	5/10/98	23:59	3,1
30301	28/9/98	29/9/98	05:01	8,8	30301	5/10/98	6/10/98	00:09	3,5
30301	28/9/98	29/9/98	05:21	8,8	30301	5/10/98	6/10/98	12:58	3,5
30301	28/9/98	29/9/98	06:24	18,9	30301	5/10/98	6/10/98	13:59	6,5
30301	28/9/98	29/9/98	07:56	24,9	30301	5/10/98	6/10/98	14:50	7,1
30301	28/9/98	29/9/98	08:10	24,9	...	...	...	...	...
30301	28/9/98	29/9/98	10:50	34,9	...	...	...	...	...
30301	28/9/98	29/9/98	12:06	35,8	...	...	...	...	...
30301	28/9/98	29/9/98	14:22	39,7	...	...	...	...	...

Dans cette étude, l'analyse des averses s'articule autour des données pluviographiques de 24 stations identifiées dans le tableau suivant.

Tableau 48. Identification des stations dotées d'un pluviographe

<i>Station</i>	<i>Code</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Altitude (m)</i>	<i>Période d'observation</i>	<i>Nombre d'années</i>	<i>Nombre d'averses</i>
Bassin des Côtiers Constantinois (03)							
Jijel	0301	36.82°N	5.77°E	5	1984/2002	18	308
El Agrem	0303	36.44°N	5.50°E	-	2001/2006	5	74
Zardezas Bge	0903	36.60°N	6.89°E	200	1984/1996	9	130
Bousnib	0905	36.50°N	6.96°E	900	1960/2002	24	1216
Lac Fetzara	1301	36.79°E	7.59°E	15	1973/1981	8	62
Chaffia Bge	1501	36.61°N	8.04°E	170	1987/1996	10	181
Ain Assel	1601	36.77°N	8.36°E	32	1970/2005	32	550
Bassin des Hauts Plateaux Constantinois (07)							
Foum Toub	0406	35.41°N	6.55°E	1102	1969/2004	29	219
Foum el Gueis	0720	35.50°N	6.94°E	945	1987/1997	10	96
Bassin du Kébir-Rhumel (10)							
Redjas Ferada	0201	36.42°N	6.12°E	360	1973/1979	7	45
Chelgoum Laid	0312	36.16°N	6.16°E	768	1984/1992	9	378
Ouled Rahmoun	0508	36.18°N	6.70°E	700	1984/1993	9	60
El Fourchi	0511	36.36°N	6.59°E	775	1974/1982	7	35
Settara	0711	36.72°N	6.34°E	280	1972/2002	31	286
Bassin de la Medjerda-Mellegue (12)							
Ain Seynour	0103	36.32°N	7.87°E	904	1996/2000	5	54
Cheikh Abdallah ⁷	0113	36.25°N	7.78°E	700	-	100	40
Tébessa	0301	35.40°N	8.12°E	890	1974/2005	31	141
Ain Zerga ⁸	0510	35.64°N	8.26°E	850	-	100	98
Bassin de la Seybouse (14)							
Aioun Settara	0105	36.07°N	7.39°E	741	1972/2004	27	148
Tamlouka	0204	36.16°N	7.14°E	740	1971/1979	8	46
Guelma Lycée	0412	36.46°N	7.44°E	260	1974/2001	27	249
Nechmaya	0605	36.59°N	7.56°E	265	1975/1979	3	4
Ain Berda	0606	36.66°N	7.61°E	100	1978/1999	22	322
Pont Bouchet	0631	36.82°N	7.74°E	3	1976/2005	29	263

La répartition spatiale du réseau des pluviographes disponibles est donnée sur la carte ci-dessous.

^{7,2} Variables aléatoires générées stochastiquement à partir des courbes Hauteur-Durée-Fréquence calculées par l'ANRH

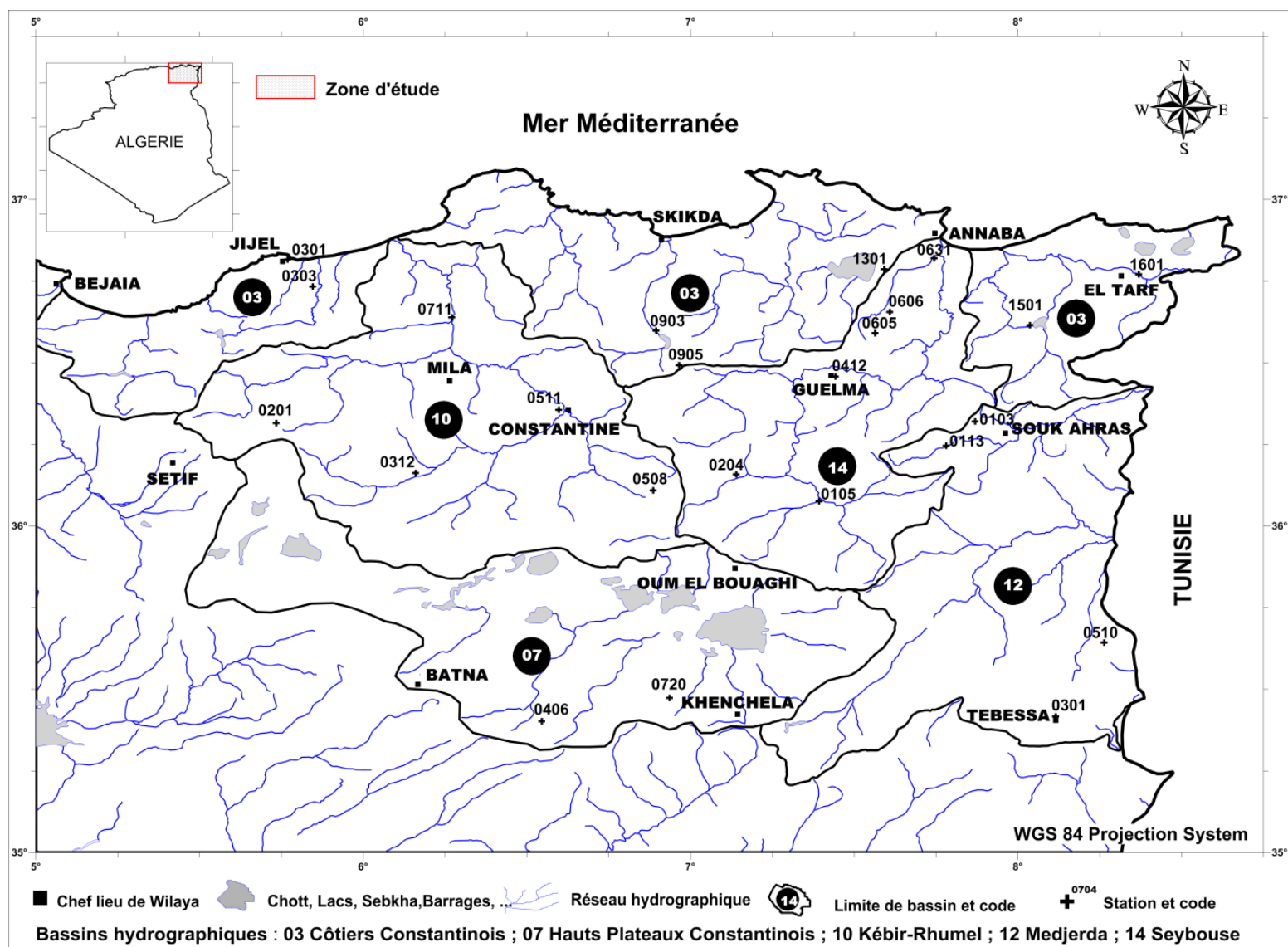


Fig. 33. Situation des stations à pluviographes